

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA INGENIERIA INFORMATICA**



“Desarrollo de un prototipo de una prótesis de brazo robótico controlado por sensor muscular myoware.”

Realizado por: Bryan Abad Pérez Gonzales

Materia: Taller 3

Fecha: 27 de noviembre del 2019

Trabajo de investigación presentado a consideración de la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho” como requisito para la obtención del título en licenciatura en informática

Tarija-Bolivia

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre y a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

También agradecer a mis docentes que me guiaron y aconsejaron a lo largo de mi vida académica.

El presente trabajo va dedicado primero a Dios, que permite que pueda seguir adelante con el mejor regalo que nos da, la vida, a mi padre y mi madre que brindaron el mejor bienestar para todos sus hijos inculcando valores principales para hacerme un hombre de bien, dedico este logro a mi familia, quienes contribuyeron cada uno con un granito de arena para ver cumplido un sueño, sin el apoyo de mi familia habría sido imposible llegar a ser un profesional. A todos y cada una de las personas que me brindaron su apoyo de cualquier forma va dedicado mis agradecimientos.

Índice

	Págs.
Capítulo I: Sobre el Proyecto	1
1.1. Personal Vinculado.....	3
1.1.1. Director de proyecto	3
1.1.2. Participantes equipo de trabajo.....	3
1.1.3. Equipo de trabajo	3
1.1.4. Actividades previstas para los integrantes del equipo de investigación	4
1.2. Descripción del proyecto	5
1.2.1. .Resumen ejecutivo del proyecto.....	5
1.2.2. .Descripción y fundamentación del proyecto.....	6
1.2.2.1. Análisis de causas del problema.....	7
1.2.2.2. Análisis de objetivos	8
1.2.2.3. Situación planteada con y sin proyecto	9
1.2.3. Objetivos.....	9
1.2.3.1. Objetivo general	9
1.2.3.2. Objetivo específico.....	9
1.2.4. Marco lógico del proyecto	10
1.3. Presupuesto	12
Capítulo II: Marco teórico del Proyecto	15
11.1. . Introducción.....	16

II.2.. Marco Teórico.....	16
II.2.1. Electromiografía	16
II.2.2. Amputación miembro superior.....	17
II.2.3. Prótesis ortopédica.....	19
II.2.3.1 Prótesis estética.....	19
II.2.3.2 Prótesis funcionales.....	20
II.2.3.2.1 Prótesis mecánicas.....	20
II.2.3.2.2 Prótesis eléctricas.....	21
II.2.3.2.3 Prótesis neumática.....	22
II.2.3.2.4 Prótesis mioelectrica.....	23
II.2.3.3 Prótesis híbridas.....	24
II.2.4. Componentes del hardware para el proyecto.....	25
II.2.4.1 Placa arduino Nano.....	25
II.2.4.2 Servomotor sg 90.....	26
II.2.4.3 Sensor muscular SEN-13723.....	27
II.2.4.4 Modelo plástico de la prótesis.....	28
II.2.4.5 Cordones.....	29
II.2.4.6 Batería recargable.....	29
II.2.5. Componentes de software.....	30
II.2.5.1 IDE de Arduino.....	30
II.2.5.2 Solidworks 2018.....	31
II.2.6 Metodología ciclo de vida clásico.....	32
II.3. Aplicación de la metodología.....	36
II.3.1. Análisis de sistema.....	36

11.3.2. Diseño lógico.....	38
11.3.2.1. Introducción.....	38
11.3.2.2. Diagramas de capas.....	38
11.3.2.3. Diagramas de actividades.....	39
11.3.2.3.1. Diagramas de electrodos.....	39
11.3.2.3.2. Diagrama de sensor.....	39
11.3.2.3.3. Diagrama lectura de datos.....	40
11.3.2.3.4. Diagrama micro controlador.....	40
11.3.2.3.5. Diagrama de procesos.....	41
11.3.2.3.6. Diagrama de actuadores.....	41
11.3.2.4. Diagrama de agarres.....	42
11.3.2.4.1. Agarre de pinza.....	42
11.3.2.4.2. Agarre de puño.....	42
11.3.2.5. Diagrama de actividades del sistema.....	43
11.3.2.6. Diagrama de conexiones.....	44
11.3.2.7. Esquema de conexiones.....	45
11.3.2.8. Descripción de componentes.....	47
11.3.2.9. Modelos 3D de la prótesis.....	50
11.3.3. Codificación.....	58
11.3.4. Guía de armado y montaje de la prótesis.....	62
11.3.5. Pruebas.....	69
11.3.5.1. Ejecución de pruebas.....	69
11.3.6. Implementación	73
Capítulo III: Conclusiones y recomendaciones.....	74

III.1. Conclusiones	75
III.2. Recomendaciones.....	76
Bibliografía	77
Anexo A: Entrevista	86
Anexo B: Especificación de requisitos según el estándar IEEE-830	91
Anexo C: Código	108
Anexo D: Pruebas de la prótesis.....	114
Anexo E: Medios de verificación	124
Anexo F: Manual.....	129

Índice de figuras

Figura 1: Niveles de Amputación.....	18
Figura 2: Amputación transradial.....	18
Figura 3: Prótesis estética.....	19
Figura 4: Prótesis mecánica con control corporal	21
Figura 5: Mano electrónica MyoHand de la empresa Otto Bock.....	21
Figura 6: Prótesis neumática shadow	22
Figura 7: Prótesis mioeléctrica	23
Figura 8: Prótesis híbrida.....	24
Figura 9: Componentes de un Arduino Nano.....	26
Figura 10: Servomotor sg90	27
Figura 11: sensor muscular SEN-13723.....	28
Figura 12: Prótesis de plástico y rollos de plástico para impresora 3D.....	28
Figura 13: Posición de los cordones.....	29
Figura 14. Batería recargable Cafini CN-18650DC.....	30
Figura 15: Diagramas de capas.....	38
Figura 16: Diagramas de electrodos	39
Figura 17: Diagrama de sensor.....	39
Figura 18: Diagrama de lectura de datos	40
Figura 19: Diagrama de microcontrolador	40

Figura 20: Diagrama de procesos	41
Figura 21: Diagrama de actuadores	41
Figura 22: Agarre de pinza	42
Figura 23: Agarre de puño.....	42
Figura 24: Diagrama de actividad del sistema.....	43
Figura 25: Diagrama de conexiones	44
Figura 26: Esquema de conexiones	45
Figura 27: Vista lateral del diseño del dedo anular	50
Figura 28: Vista Frontal del diseño del dedo anular.....	50
Figura 29: Vista lateral del diseño del dedo índice	51
Figura 30: Vista Frontal del diseño dedo índice.....	51
Figura 31: Vista lateral del diseño del dedo medio	52
Figura 32: Vista Frontal del diseño del dedo medio.....	52
Figura 33: Vista lateral del diseño del dedo meñique	53
Figura 34: Vista Frontal del diseño del dedo meñique.....	53
Figura 35: Vista lateral del diseño del dedo pulgar	54
Figura 36: Vista Frontal del diseño del dedo pulgar	54

Figura 37: Diseño de la palma de la mano	55
Figura 38: Diseño de la parte de la muñeca.....	56
Figura 39: Diseño de la parte de la muñeca.....	56
Figura 40: Diseño del soporte del muñón.....	57
Figura 41: Diseño del soporte del muñón.....	57
Figura 42: Armado de los dedos.....	62
Figura 43: Armado de la mano	63
Figura 44: Armado de la mano parte de atrás.....	63
Figura 45: Armado de la muñeca	64
Figura 46: Armado de la muñeca vista lateral	64
Figura 47: Armado del soporte del muñón.....	65
Figura 48: Colocado del sensor	66
Figura 49: Colocado de la protección del muñón.....	66
Figura 50: Colocado del soporte del muñón.....	67
Figura 51: Agarre de pinza	67
Figura 52: Agarre de puño.....	68

Índice de tablas

Tabla 1: Director de proyecto	3
Tabla 2: Participantes de equipo de trabajo	3
Tabla 3: Equipo de trabajo	3
Tabla 4: Actividades previstas para los integrantes del equipo de investigación.....	4
Tabla 5: Presupuesto.....	12
Tabla 6: Descripción de los gastos de servicios básicos	13
Tabla 7: Descripción de los gastos de viajes y transporte de personal.....	13
Tabla 8: Descripción de los gastos en servicios profesionales y comerciales	13
Tabla 9: Descripción de los gastos alimentos y productos agroforestales	13
Tabla 10: Descripción de gastos de productos de papel cartón e impresos.....	14
Tabla 11: Descripción del gasto en productos varios	14
Tabla 12: Descripción del gasto de Maquinaria y Equipo.....	14
Tabla 13: Descripción de costos de la prótesis	14
Tabla 14: Costo detallado del diseño e impresión de la prótesis	37
Tabla de ejecución de pruebas 1	69

Tabla de ejecución de pruebas 2	70
Tabla de ejecución de pruebas 3.....	71
Tabla de ejecución de pruebas 4.....	72