



FACULTAD DE INGENIERÍAS y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de fin de Carrera titulado:

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL DE UN EXOESQUELETO
ELECTROMECAÁNICO POR EL MÉTODO DE MANUFACTURA ADITIVA FMD
PARA LA REHABILITACIÓN DE LA MANO DERECHA**

Realizado por:

Ing. Favio Joel Silva Quintero

Director del proyecto:

Ing. Jaime Vinicio Molina Osejos, M.Sc.

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS

QUITO, OCTUBRE del 2022

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Favio Joel Silva Quintero , ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 0804420800, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

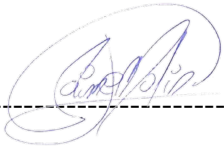
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Favio Joel Silva Quintero', is positioned above a horizontal dashed line.

Favio Joel Silva Quintero

C.I.: 0804420800

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jaime Vinicio Molina Osejos', is written over a horizontal dashed line.

Jaime Vinicio Molina Osejos

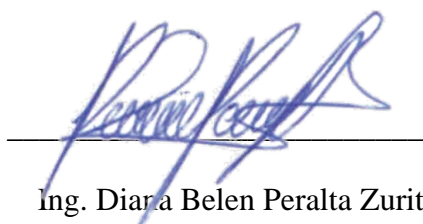
Máster en Diseño Industrial y de Procesos

LOS PROFESORES INFORMANTES:

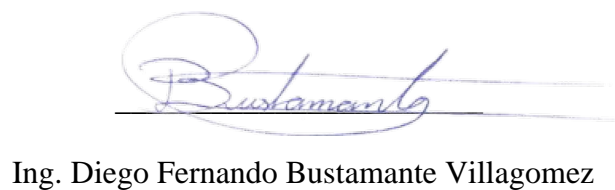
Ing. Diana Belen Peralta Zurita

Ing. Diego Fernando Bustamante Villagomez

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa
oral ante el tribunal examinador.



Ing. Diana Belen Peralta Zurita



Ing. Diego Fernando Bustamante Villagomez

Quito, 13 de Octubre de 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Favio Joel Silva Quintero', is positioned above a horizontal dashed line.

Favio Joel Silva Quintero

C.I.: 0804420800

RESUMEN

Para el estudio del presente caso se utilizó una metodología de investigación experimental para el diseño de un prototipo funcional de un exoesqueleto electromecánico por el método de manufactura aditiva FMD para la rehabilitación de la mano derecha, donde se determinó las dimensiones antropométricas de la mano, en base a datos del ACOPLA 95 de sexo masculino con edades de 30 a 59 años, para ser adaptado en el Ecuador y probar el funcionamiento del prototipo en el autor del presente trabajo, se determinó el público objetivo de discapacidad física que corresponde al 45,66% del total de registrados que pueden optar por el uso del prototipo. Se presentó un diagrama cinemático que corresponden a un prototipo con 20 GDL (Grados de Libertad) que permitió una movilidad de flexión de 65° para el índice, 63° medio, 62° anular, 61° meñique y extensión de 8° índice, 7° medio, 8° anular y 6° meñique, el diseño del prototipo se realizó en Inventor y el ensamble de los componentes impresos en PLA y TPU constan de 39 piezas.

Para la construcción se consideró parámetros de operación en velocidad de impresión de 60 mm/s, relleno tipo rejilla, 40% de relleno, temperatura de cama 60% y extrusor de 200°C para el PLA y para el TPU se utilizó una velocidad de impresión de 30 mm/s, relleno tipo rejilla al 80%, temperatura de cama de 30°C y extrusor de 230°C, para el costo total de producción del prototipo se determinó un valor de \$99,50 USD.

Palabras Clave: Antropometría, Exoesqueleto, Manufactura aditiva, Prototipo, Rehabilitación.

ABSTRACT

For the study of the present case, an experimental research methodology was adapted for the design of a functional prototype of an electromechanical exoskeleton by the FMD additive manufacturing method for the rehabilitation of the right hand, where the anthropometric dimensions of the hand were enlarged, in Based on data from ACOPLA 95 of males aged 30 to 59 years, to be adapted in Ecuador and test the functioning of the prototype in the author of this work, the target audience of physical disability that corresponds to 45.66 % of the total number of registered users who can choose to use the prototype. A kinematic diagram was presented corresponding to a prototype with 20 DOF (Degrees of Freedom) that allowed a flexion mobility of 65° for the index, 63° middle, 62° ring, 61° little finger and extension of 8° index, 7 3rd middle, 8th ring and 6th little fingers, the prototype design was done in Inventor and the set of components printed in PLA and TPU consists of 39 pieces.

For the construction, operating defects were detected at a printing speed of 60 mm/s, a grid type filler, 40% filler, a bed temperature of 60% and an extruder of 200°C for the PLA and for the TPU, a printing speed of 30 mm/s, grid-type filling at 80%, bed temperature of 30°C and extruder of 230°C, for the total production cost of the prototype a value of \$99.50 USD is reduced.

Keywords: Anthropometry, Exoskeleton, Additive Manufacturing, Prototype, Rehabilitation.