



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

Tema:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN VIRTUAL DE LA MANO
CON EL USO DE UNA ÓRTESIS EXOESQUELÉTICA**

Trabajo de Graduación. Modalidad: Artículo Académico, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLINEA DE INVESTIGACION: Sistemas de control automatizados e instrumentación virtual para procesos industriales de baja y alta potencia.

AUTOR: Patricio David Cartagena Sánchez

TUTOR: PhD. Marcelo García.

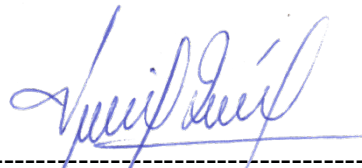
Ambato - Ecuador
Octubre 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: DISEÑO DE UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN VIRTUAL DE LA MANO CON EL USO DE UNA ÓRTESIS EXOESQUELÉTICA, del señor PATRICIO DAVID CARTAGENA SÁNCHEZ, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Octubre, 2018

EL TUTOR



PhD. Marcelo García.

AUTORÍA

El presente Artículo Académico titulado: DISEÑO DE UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN VIRTUAL DE LA MANO CON EL USO DE UNA ÓRTESIS EXOESQUELÉTICA., es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Octubre 2018



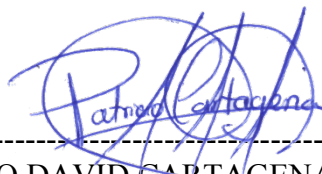
PATRICIO DAVID CARTAGENA SÁNCHEZ
CC.1804486205

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Los derechos del artículo académico fueron cedidos a Springer con la finalidad de que sea publicado.

Ambato, Octubre 2018



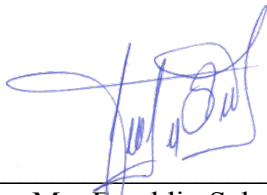
PATRICIO DAVID CARTAGENA SÁNCHEZ
CC.1804486205

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Franklin Salazar , Ing. Luis Morales , revisó y aprobó el Informe Final del Artículo Académico titulado DISEÑO DE UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN VIRTUAL DE LA MANO CON EL USO DE UNA ÓRTESIS EXOESQUELÉTICA, presentado por el señor PATRICIO DAVID CARTAGENA SÁNCHEZ de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Mg. Franklin Salazar
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Mg. Luis Morales
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

La presente tesis, producto de años de esfuerzo y dedicación, que entre palabras de aliento y llamados de atención, han sabido guiarme a través de este largo proceso de aprendizaje, se la dedico a las personas que más quiero.

A mis padres, por el apoyo incondicional que han sabido brindarme a lo largo de mi carrera en especial mi madre, que nunca dejo de apoyarme pese a las circunstancias.

A mis amigos, que de una u otra manera han sabido acompañarme a cada momento o decisión que haya tomado.

Y de manera especial, a Leasly Ron, quien supo ser una guía y compañera a lo largo de estos años, mi alegría y motivación.

Patricio David Cartagena Sánchez

AGRADECIMIENTO:



Mis más sinceros agradecimientos, en primer lugar a Dios por el regalo de vida y el permitirme estar en este momento aquí, luchando por seguir adelante.

A mi familia y amigos que han estado a mi lado en cada momento de mi vida, con sus consejos y motivación hacia mi persona.

Al Ing. Marcelo García, por su ayuda y apoyo durante el proceso de desarrollo de la presente artículo.

Patricio David Cartagena Sánchez

Virtual Reality-Based System for Hand Rehabilitation Using an Exoskeletal Orthosis

Patricio D. Cartagena¹ , Jose E. Naranjo¹, Carlos A. Garcia²,
Carmen Beltran¹, Maritza Castro¹ and Marcelo V. Garcia^{1,2} .

¹ Universidad Técnica de Ambato, UTA, Ambato, Ecuador

{pcartagena6205,jnaranjo0463,cdlm.beltran, me.castro,mv.garcia}@uta.edu.ec

² Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Latacunga, Ecuador cagarcia15@espe.edu.ec

³ University of the Basque Country, UPV/EHU, Bilbao, Spain mgarcia294@ehu.eus

Abstract. This research shows an alternative device in the field of fine motor rehabilitation. This device is a flexible orthosis that helps the flexion and contraction of the hand fingers using a virtual interface environment. In addition, it has been designed with the ability to perform different assistive and resistive tasks, allowing its adaptation to the recovery status of the patient. The mechatronic prototype is controlled by algorithms based on fuzzy logic that compares data from the Unity3D graphics engine and flex sensors from the device. For the correct execution of the rehabilitation tasks the proposed fuzzy algorithms have been implemented using a Raspberry Pi. The proposed system is aimed to users with deficits in fine motor skills because of tendon injuries, achieving excellent control results for an efficient execution of tasks.

Keywords: Virtual reality , Virtual rehabilitation ,Assistive task Fuzzy logic, Orthosis