



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT
Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Desarrollo de un exoesqueleto para la rehabilitación de miembros superiores

Author: Fabian López-Camacho

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 22

Mail: a10021120@iteshu.edu.mx
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

| | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-----------------------|
| Bolivia | Honduras | China | Nicaragua |
| Cameroon | Guatemala | France | Republic of the Congo |
| El Salvador | Colombia | Ecuador | Dominica |
| Peru | Spain | Cuba | Haití |
| Argentina | Paraguay | Costa Rica | Venezuela |
| Czech Republic | | | |



Contenido

Motivación

Planteamiento

Desarrollo

Resultados

Referencias

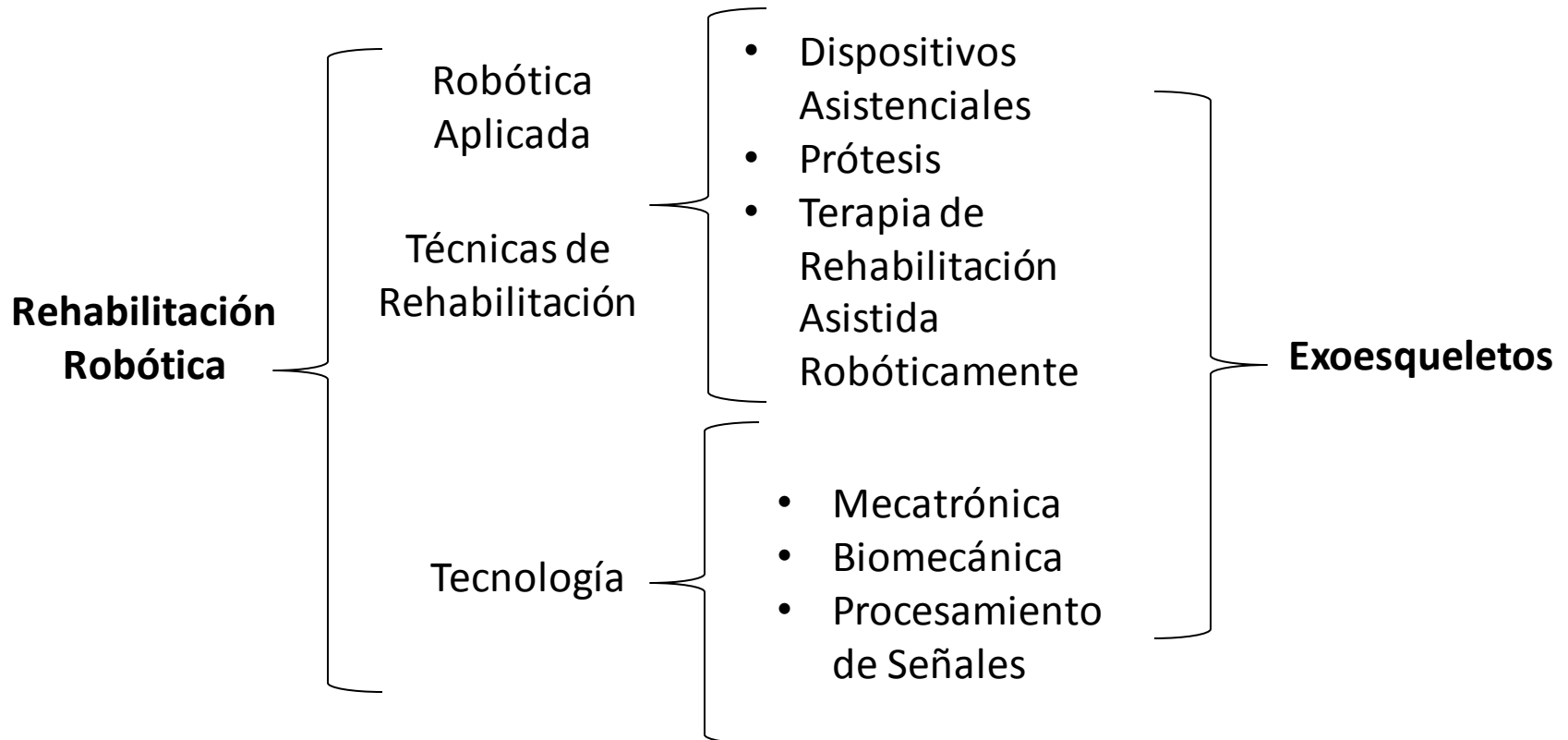


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2016



Motivación



Motivación (continuación)

Exoesqueletos

Efactor Final

- Phantom Premium
- MIT Manus



Base Fija

- Exoesqueleto L- Exos
- Exoesqueleto de 7 GDL



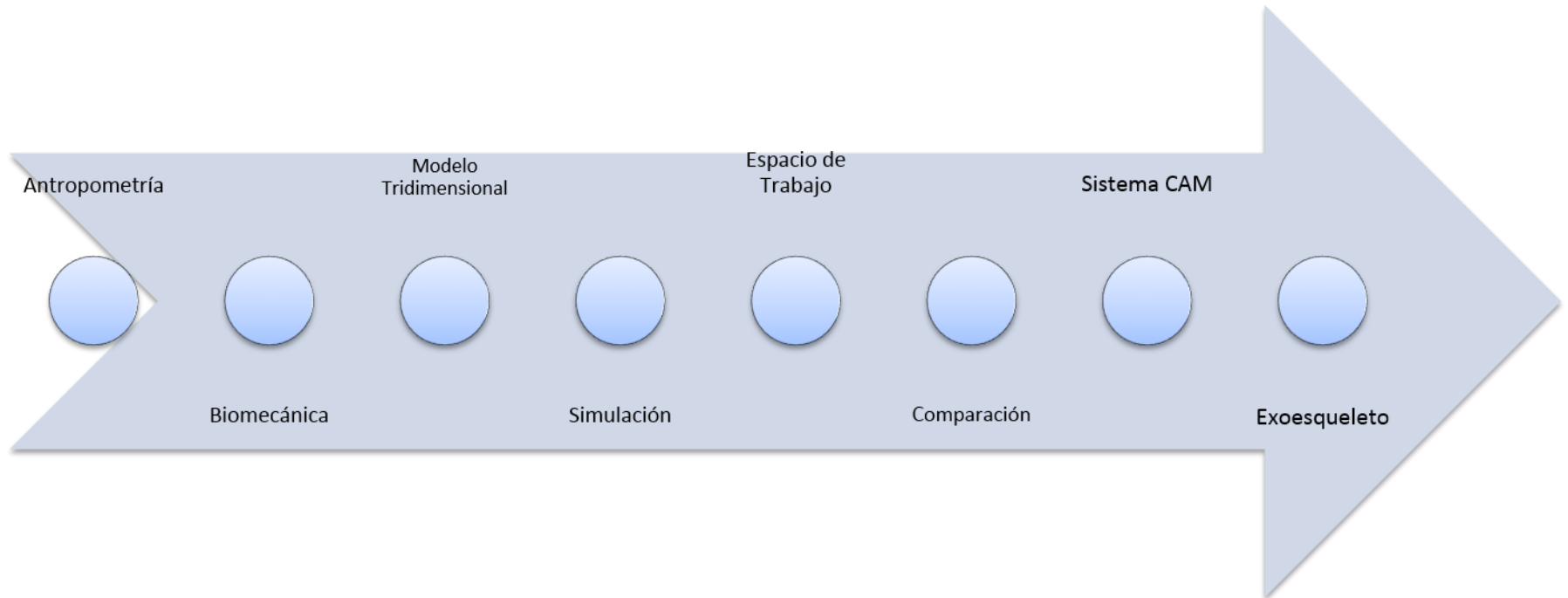
Motivación (continuación)

| Autor | GDL | Observaciones |
|-----------|-----|--|
| Gutiérrez | 3 | El dispositivo se sujeta al brazo del paciente permitiendo realizar movimientos combinados, 1 movimiento articular para el codo (flexión/ extensión) y 2 para la muñeca (flexión / extensión y pronación/supinación) |
| Singaña | 6 | Este exoesqueleto tiene 3 movimientos para la parte del hombro, 1 para el codo (flexión/ extensión) y 2 movimientos para la parte de la muñeca. |
| Aguirre | 2 | Este dispositivo exoesqueleto tiene 2 GDL la flexión del codo y muñeca. |

Tabla 1. Comparación de exoesqueletos.

Planteamiento

Se requiere de un exoesqueleto de 5 GDL, que sea ajustable a las dimensiones antropométricas de la población mexicana de edades de 19 a 24 años, que sea ajustable y adaptable a los movimientos articulares del hombro y codo.



Antropometría

| Dimensiones | 19 a 24 años n=(97) | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Percentiles (mm) | | | | |
| | X | D.E | 5 | 50 | 94 |
| Alcance brazo frontal | 682 | 39 | 618 | 679 | 746 |
| Alcance brazo lateral | 784 | 36 | 725 | 782 | 843 |

Tabla 2. Longitudes de miembros superiores de la población mexicana, tomado de [10].

Desarrollo (continuación)

Biomecánica



Figura 1. Partes Principales del Miembro Superior.

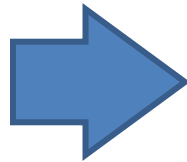


Figura 2. Movimientos del Brazo.

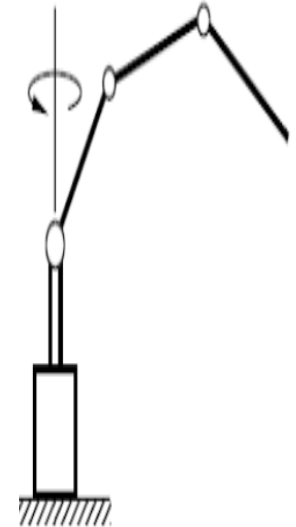
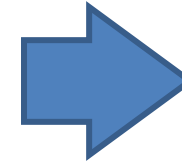


Figura 3. Cadena Abierta de 4 Eslabones.

Desarrollo (Continuación)

Modelo tridimensional

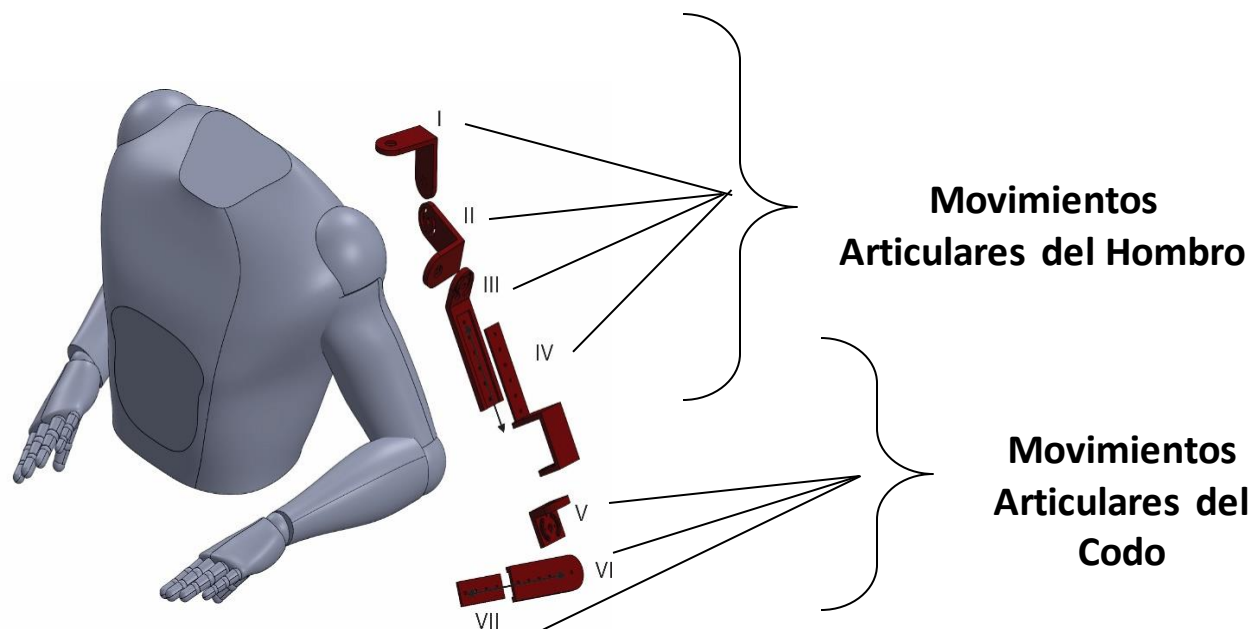
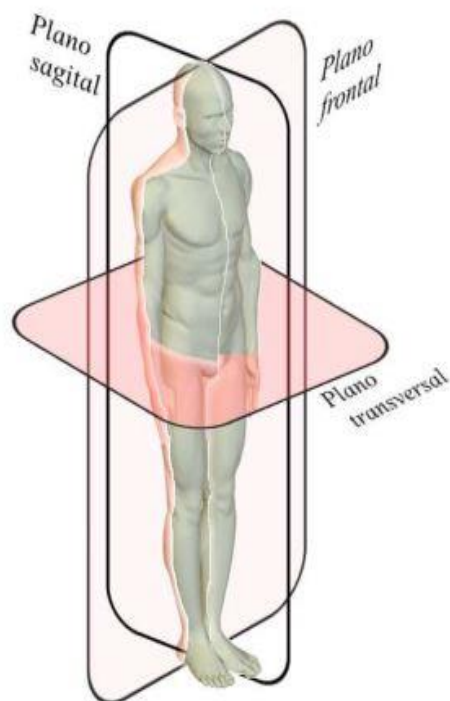
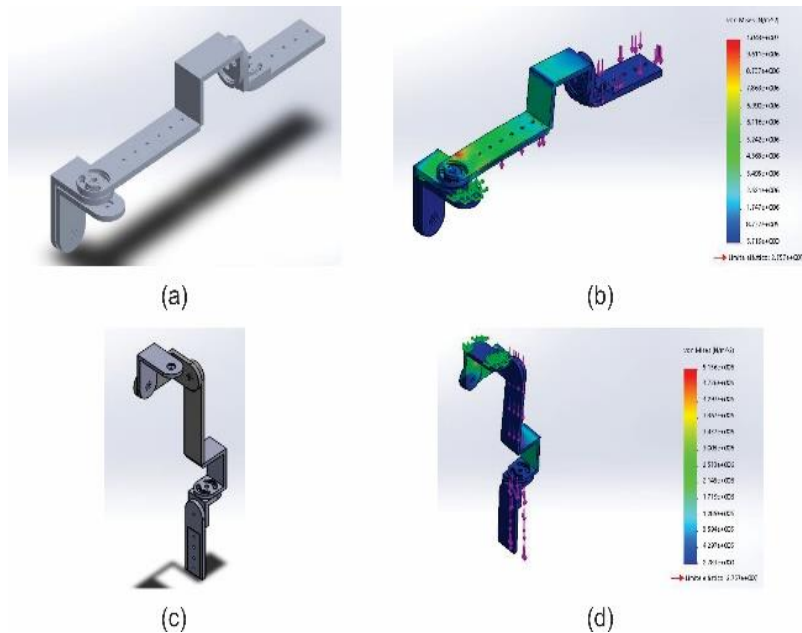


Figura 4. Planos de trabajo del cuerpo humano para los movimientos articulares.

Figura 5. Eslabones del Exoesqueleto.

Simulación

Abducción-aducción del hombro



Flexión-extensión del hombro.

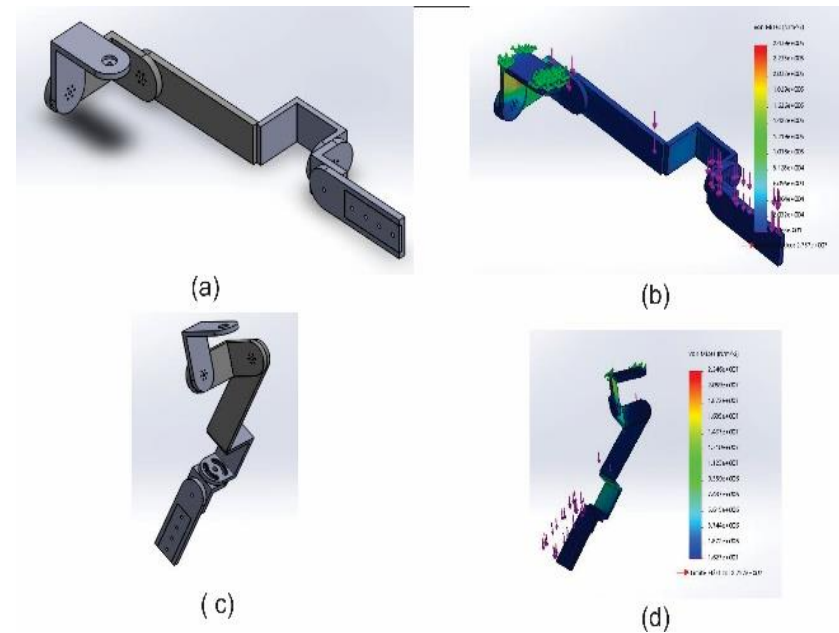


Figura 6. Simulación de elemento finito de los movimientos de abducción-aducción del hombro.

Figura 7. Simulación de elemento finito de los movimientos de flexión- extensión del hombro.

Simulación

Pronación-supinación del hombro.

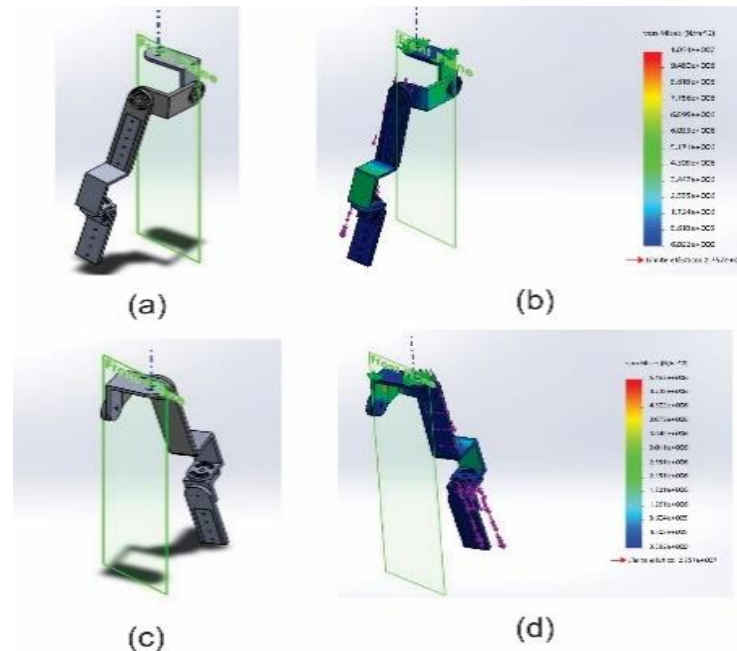


Figura 8. Simulación de elemento finito de los movimientos de Pronación- supinación del hombro.

Simulación

Flexión-extensión del codo.

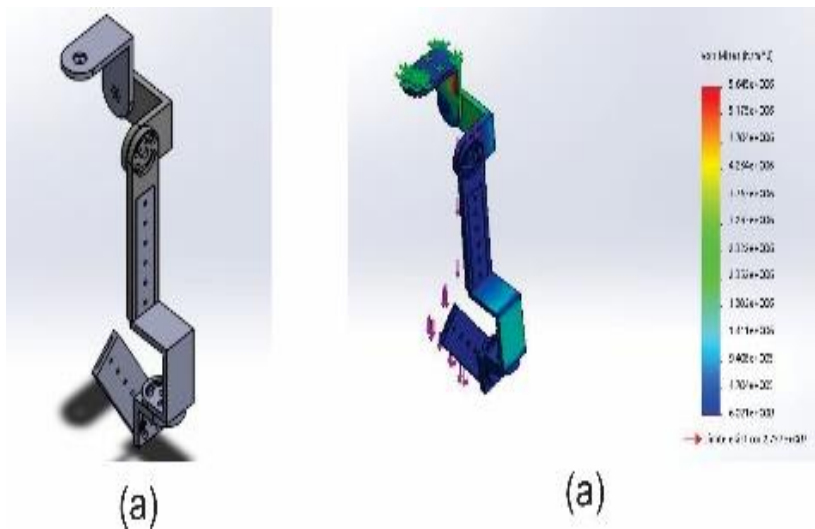


Figura 9. Simulación de elemento finito de los movimientos de flexión - extensión del codo.

Pronación-supinación del codo.

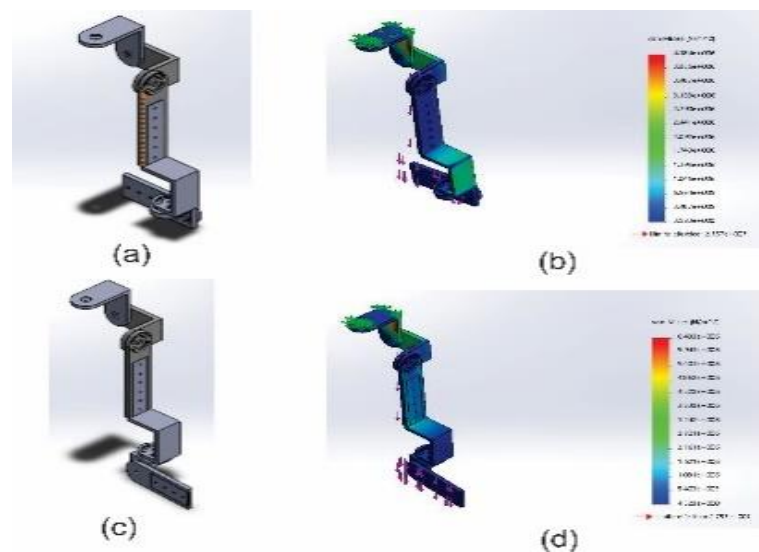
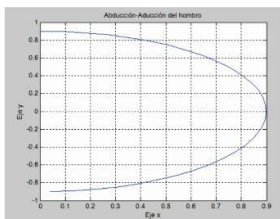


Figura 10. Simulación de elemento finito de los movimientos de Pronación - Supinación del Codo.

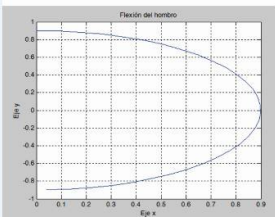
Desarrollo (Continuación)

Espacio de Trabajo

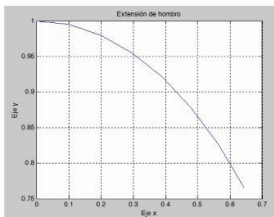
Movimientos del Hombro



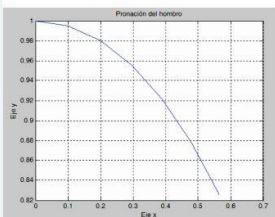
(a) Abducción 180°



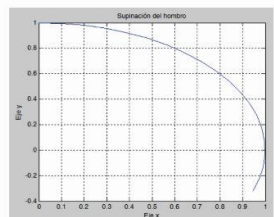
(b) Flexión 180°



(c) Extensión 40°



(d) Pronación 80°



(e) Supinación 110°

Figura 11. Espacio de Trabajo del Hombro.

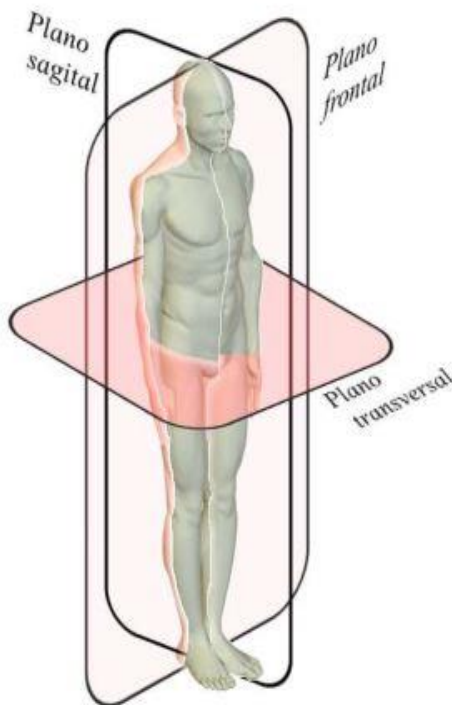
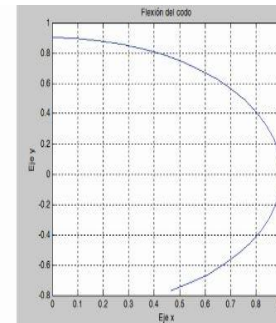
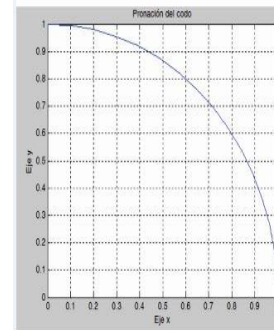


Figura 12. Planos de trabajo del cuerpo humano para los movimientos articulares.

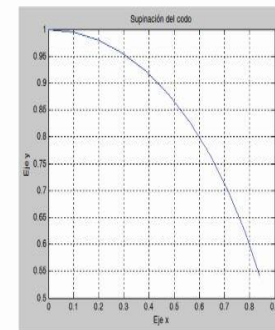
Movimientos del Codo



(a) Flexión 140°



(b) Pronación 90°



(c) Supinación 85°

Figura 13. Espacio de Trabajo del Codo.

Desarrollo (Continuación)

Códigos G

Sistema CAM

Geometría de Herramienta

Parámetros de Mecanizado

Estrategia de Mecanizado



CAD

CAM

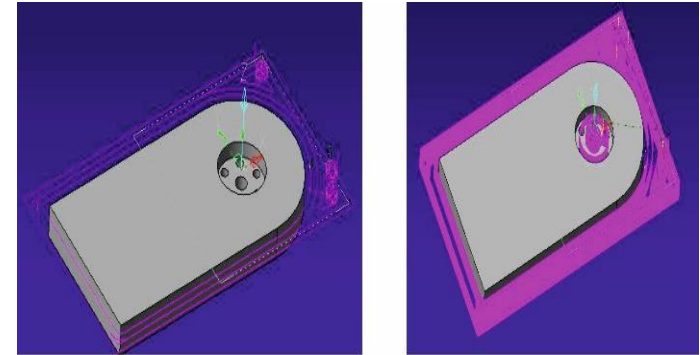


Figura 14. Simulación en VISI SERIES® 12.1.

| Proceso | líneas de código (VISI) | Líneas de código (Macros) | % de reducción |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 (Eslabon I,II,III) | 34701 | 3470 | 10 |
| 2 (Eslabon IV, V) | 5441 | 708 | 13 |
| 3 (Eslabon VI, VII) | 39845 | 5976 | 15 |
| Promedio | 26662.33 | 3384.66 | 13 |

Tabla 3 Resumen las líneas de código desarrollada en VISI SERIES® y la implementación de Macros.

Resultados (continuación)

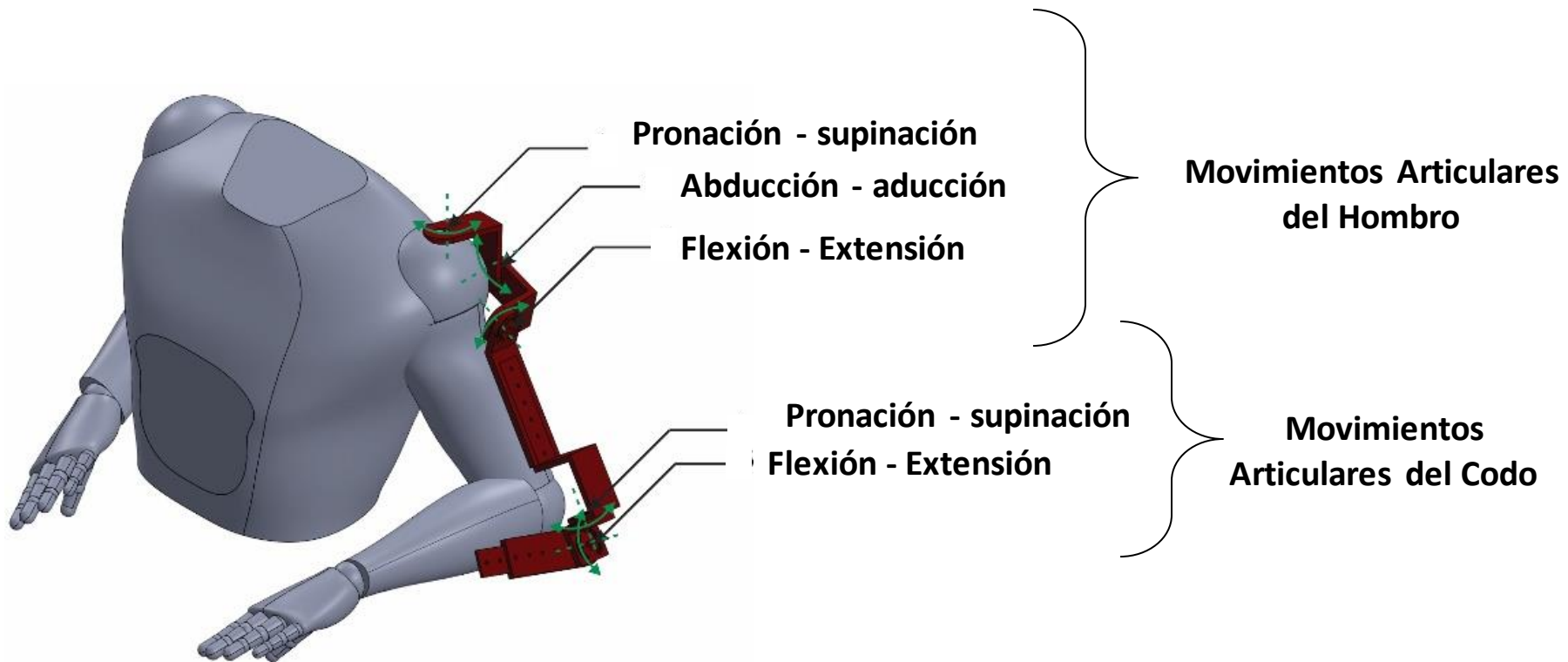


Figura 15. Exoesqueleto Final.

Resultados (continuación)

Análisis por Elemento Finito

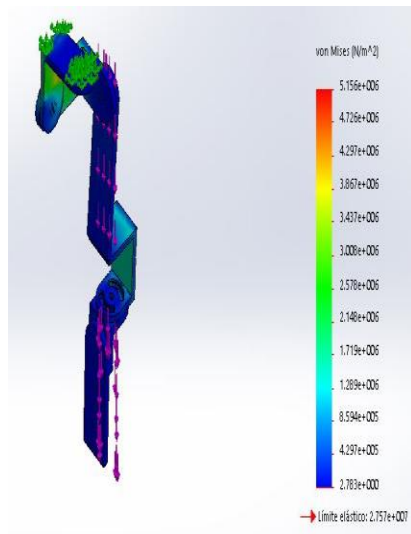


Figura 16. Elemento Finito de Aducción del Hombro.

| Movimiento | Esfuerzo (MPa) | % respecto al esfuerzo admisible | Eslabón esforzado |
|---------------------------------|----------------|----------------------------------|-------------------|
| Abducción-hombro | 10.48 | 38% | Eslabón I |
| Aduccion-hombro | 5.156 | 19% | |
| Flexión-hombro | 0.2439 | 1% | |
| Extension-hombro | 22.46 | 81% | |
| Pronacion-hombro | 10.34 | 38% | |
| Esfuerzo admisible (MPa) | | 27.57 | |

Tabla 4. Resumen de esfuerzos correspondientes a los movimientos articulares.

Resultados (continuación)

Comparación.



Figura 17. Encoder Incremental.

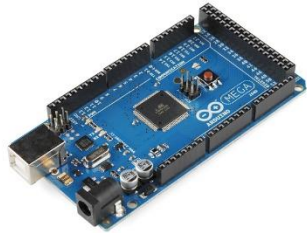
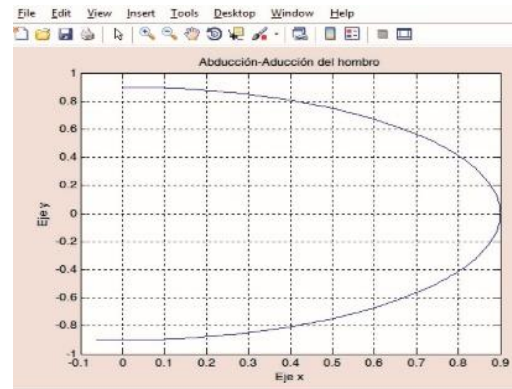
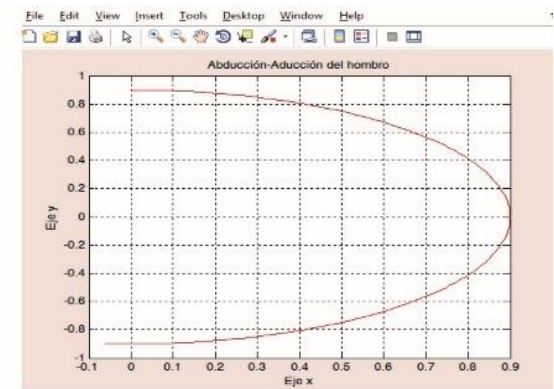


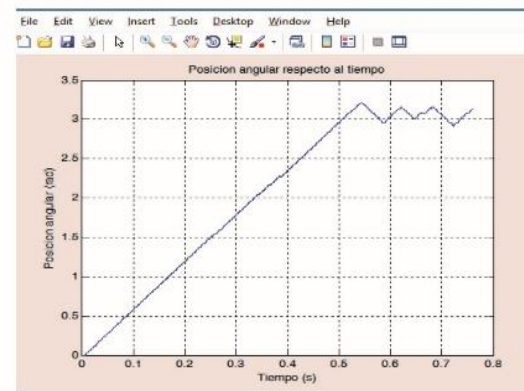
Figura 18. Arduino MEGA 2560.



(a)



(b)



(c)

Figura 18. Comparación de Graficas del Espacio de Trabajo y Adquisición de Datos.

Conclusión

Se ha desarrollado un sistema exoesquelético de cinco grados de libertad enfocado a la rehabilitación de miembros superiores, tomando en cuenta la antropometría de las personas mexicanas de edades de 19 a 24 años de edad.

Se analizaron los grados de libertad de cada articulación contando para el hombro con 3 GDL (abducción- aducción, flexión – extensión, pronación- supinación) y para el codo 2 GDL (flexión – extensión, pronación - supinación).

Se realizó un estudio de la biomecánica del miembro superior donde a través de gráficas se observaron los grados y movimientos articulares del hombro y codo, los cuales fueron comparados con la implementación de un sensor.

El resultado de la implementación directa de un sistema CAD-CAM-CAE validando las proporciones del modelo y su resistencia bajo condiciones de trabajo determinadas, las cuales esforzaron el material hasta el 38% respecto al esfuerzo admisible.

Así mismo se presenta el desarrollo del presente trabajo como una propuesta factible para su fabricación y posterior implementación.

Referencias

- [1] Ayala Lozano, J., Urriolagoitia Sosa, G., Romero Ángeles, B., Torres San Miguel, C., Aguilar Pérez, L., & Urriolagoitia Calderón, G. (2015). Diseño mecánico de un exoesqueleto para rehabilitación de miembro superior. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12.
- [2] Gutiérrez, R., Niño Suarez, P., Avilés Sánchez, O., Vanegas, F., & Duque, J. (2007). Exoesqueleto Mecatronico de Ingeniería Mecánica. *8° Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*, 9.
- [3] Badesa, F., Sabater, J., López, L., García, N., Morales, R., & Rodríguez, L. (2012). Optimización del diseño de un sistema robótico dual para rehabilitación de miembros superiores mediante método Kabat. *Revista Universitaria en Telecomunicaciones, Informática y Control. Volumen 1 No.1*, 5.
- [4] Lugo González, E., Ponce, P., Molina, A., & Castro, S. (2014). Co-simulación del Diseño Biomecánico para un Exoesqueleto Robótico de Miembro Inferior. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica. Volumen 35 Numero 2*, 14.

Referencias

- [5] Tibaduiza, D., Chío, N., Grosso, J., & Anaya, M. (2009). Diseño de un Exoesqueleto Mecatronico de Brazo Basado en Screws y Robots Paralelos. *Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica. UNAB Vol. 1. No.1 , 8.*
- [6] Enríquez, S., Narváez, Y., Vivas, O., Diez, J., Badesa, F., Sabater, J., & Garcia-Aracil, N. (2014). Sistema Robótico de Tipo Exoesqueleto para la Rehabilitación de la Mano. *Actas de las XXXV Jornadas de Automática., 7.*
- [7] Rincón G., L., Anar P, F., & Torres R , A. (2011). Exoesqueleto para la Flexión del Brazo por medio de FES en pacientes con niveles de Lesión Medular C5-C7 . *3er Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica – UNAB , 5.*
- [8] Aguirre Gil, I., & Balza, M. (2015). Diseño y Construcción de un Exoesqueleto de Brazo con Dos Grados de Libertad Controlado con Señales Mioeléctricas para Rehabilitación Motora. *MULTICIENCIAS, Vol. 15, Nº 1, 10.*

Referencias

- [9] Singaña, M., Manjarres, F., Molina Molina, M., & Sancho Culcay, J. (2010). Diseño y Construcción de un Exoesqueleto de 6 GDL para Potenciar las Capacidades en Personas que han perdido la Movilidad Parcial del Miembro Superior Derecho. *Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas*, 8.
- [10] Avila Chauranu, R., Prado León, L., & González Muñoz, E. (1999). *Dimensiones Antropométricas, población Latinoamericana, México-Cuba-Colombia-Chile-Venezuela*. Guadalajara: Centro de Investigación en Ergonomía.
- [11] Lugo Villeda, M. (2007). Diseño robótico de un exoesqueleto pediátrico de miembro superior basado en criterios clínicos y antropomórficos para análisis de movimiento y rehabilitación. *XV COMROB 2013, FACULTAD DE ELECTROMECHANICA*, 9.
- [12] Montenegro-Meza, M., Lugo Villeda, M., Nuñez Nalda, J., González Trigueros, R., & Zaldivar Colado, U. (2013). Análisis y diseño de un prototipo virtual de tipo exoesqueleto para rehabilitación de codo. *XV COMROB 2013, FACULTAD DE ELECTROMECHANICA*, 7.

Referencias

- [13] S. Gómez-González, El gran libro de SolidWorks, Editorial Alfaomega, México (2013).
- [14] Castel, E., & Benazet, J. (2002). Fracturas y Traumatismos del Hombro. *EMC - Tratado de Medicina Volumen 6, 7*.
- [15] Piafaron Castro, D., Cucco, A., Dellatorre, L., Mazzone, J., & Bazán, N. (2011). Estimación del peso total en personas amputadas en miembros inferiores. *Re-CAD – Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte, Vol. 4, N°13, 7*.
- [16] Matlab 2012, Matlab R2012b, versión 8.0.0.783, Agosto 22, 2012.
- [17] VISI Series, Versión Release 12.1.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)