

Exoesqueleto medidor de fuerzas para mano/antebrazo orientado a la industria automotriz

Cravioto Silva, Luis Adrián

2017-11

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/3886>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

Exoesqueleto medidor de fuerzas para mano/antebrazo orientado a la industria automotriz

Luis Adrián Cravioto Silva, Adrián Guzmán Guzmán, José Carlos Millán Márquez, Ricardo Álvarez Martínez

Universidad Iberoamericana Puebla

pp_mm95@hotmail.com

Abstract

En la industria automotriz al ensamblar un auto existen ciertas operaciones que requieren que un trabajador efectúe ciertos movimientos con su mano y muñeca que a largo plazo pueden producir lesiones, afectando tanto a su salud como a la línea de producción.

Como solución se buscó desarrollar un exoesqueleto en mano que midiera dichas fuerzas, en primera instancia, para conocer el esfuerzo que se realiza en ciertas actividades de ensamblaje; posteriormente funcionará como un apoyo, mediante cierto mecanismo y diseño, para los movimientos constantes de ensamblaje (longitudinal, transversal y de intrusión) que realiza un operador y así evitar las lesiones.

El exoesqueleto, en su primera etapa, tuvo en su composición un dedo artificial que realizó los esfuerzos que hace la mano, para así poder medir la fuerza requerida para el ensamblaje; posteriormente se perfeccionó para poder realizar y medir las fuerzas en 3 ejes de libertad.

Palabras clave

Exoesqueleto, órtesis, fuerzas, señales, lesión.

Planteamiento del problema

Hay una etapa en la etapa de producción de autos en Volkswagen Puebla, en la cual es necesario acomodar los cables de los circuitos del coche dentro de unas guías para que no estorben ni se muevan de lugar. Los trabajadores lo realizan utilizando principalmente los dedos pulgares de las manos y ejerciendo ciertas fuerzas que tensionan los músculos del antebrazo.

Al tensionar y ejercer esta fuerza con el dedo constantemente puede llegar un momento en el que se lesiona el área de la mano/antebrazo o en el que se presentan dolores musculares.

Si la lesión llega a ser muy grave, el trabajador tiene que irse de permiso para recuperarse, ocasionando que haya que contratar a alguien que lo reemplace, provocando el pagar doble salario; o, si se lastima gravemente en plena jornada, habría que detener un momento la producción en lo que llega a alguien a ocupar su lugar.



Ilustración 1. Ejemplo del trabajo realizado

Objetivo general

Diseñar el prototipo base de un exoesqueleto que mida las fuerzas ejercidas por el área de la mano antebrazo, para localizar los puntos potenciales de lesiones.

Objetivos específicos

- Investigar la anatomía de las áreas en cuestión.
- Diseñar el prototipo base del exoesqueleto
- Armar el prototipo base.
- Realizar una investigación acerca de la medición de fuerzas ejercidas por el cuerpo mediante sensores.
- Visitar la planta de Volkswagen para conocer los movimientos efectuados por los trabajadores.

Justificación

Este proyecto se enfoca en los trabajadores de la planta de Volkswagen Puebla para medir las fuerzas que ejercen en el área de la mano antebrazo porque se desea encontrar los puntos donde se puedan presentar lesiones al exceder una fuerza límite por su seguridad. Posteriormente se podría aplicar este prototipo a la sociedad para distintas actividades en las que la gente se lesiona.

Alcances y limitaciones

El alcance que se buscó fue tener un prototipo funcional en el cual se puedan medir las fuerzas en 3 movimientos diferentes. Las limitaciones fueron principalmente encontrar un diseño en el que lo ergonómico se equilibrara con lo mecánico y electrónico.

Marco teórico

- Anatomía y fisiología de la mano-antebrazo, que se muestran los componentes de los mismos en la ilustración 2.

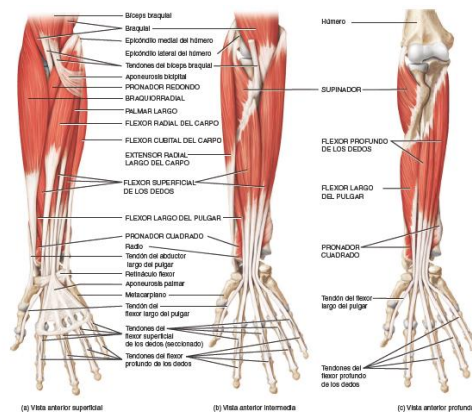


Ilustración 2. Músculos afectados por el movimiento

- Órtesis de la mano antebrazo mostrada como ejemplo en la ilustración 3. Una órtesis son aparatos externos que sirven como una ayuda o soporte que se utilizan en el campo de la ortopedia, en la ortesis se encuentran todos los elementos que corrigen algún movimiento o alguna posición anormal, además de que facilitan el desplazamiento, actividades que requieran de alguna articulación o partes de cuerpo humano con deficiencias o algunas dificultades. El objetivo principal de una órtesis es mejorar la condición de una articulación o alguna parte del cuerpo, pero tiene que quedar claro que esta no sustituye a la parte en si misma esa es la diferencia entre ortesis y prótesis ya que estas son utilizadas para sustituir un miembro.



Ilustración 3. Ejemplo de órtesis

- Procesamiento de señales de las mediciones realizadas que serán necesarias efectuar mostradas en la ilustración 4. El procesamiento de señales es la aplicación de una serie de operaciones lógicas y matemáticas a un conjunto de datos provenientes de una señal, y todo ello mediante la ayuda de un ordenador. Los procesos de señal contienen algoritmos y fórmulas matemáticas que hablan de cómo se debe manipular la señal para conseguir el objetivo propuesto.

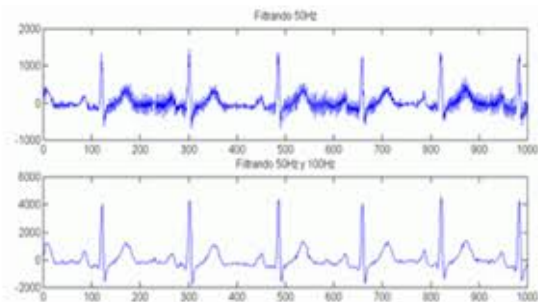


Ilustración 4. Ejemplos de señales

- Sensores investigados para procesar señales pertinentes ejemplificada en la ilustración 5. Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación,

presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, etc.

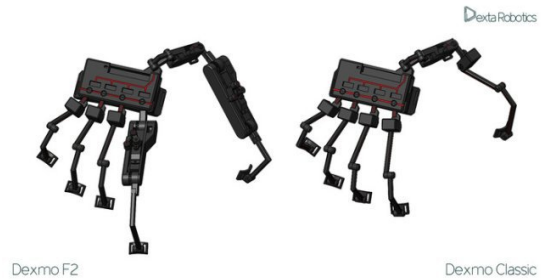


Ilustración 5. Ejemplos de sensores

- Mecánica de un exoesqueleto mano como ejemplo de mecánicas funcionales para la zona deseada mostrada en la ilustración 6.



Ilustración 6. Ejemplo de exoesqueleto mecánico de mano

- Exoesqueleto, se ejemplifica un exoesqueleto completo para poder analizar los tipos de movimientos a realizar y grados de libertad ejemplificados en la ilustración 7. De manera opuesta al esqueleto humano normal, el cual sostiene el cuerpo desde adentro, un exoesqueleto sostiene al cuerpo desde afuera. Los exoesqueletos usualmente son diseñados para permitir caminar o aumentar la fuerza y resistencia a las personas con desordenes de movilidad.



Ilustración 7. Ejemplo de exoesqueleto de cuerpo completo

Metodología

Lo primero que se necesitaba para comenzar la realización del proyecto era conocer mejor cuál era la situación de los trabajadores para los que se iba a orientar el trabajo, es decir, cuál era el trabajo que realizaban y el porqué de sus lesiones; para lo cual el profesor de la materia se dedicó a explicarnos lo anterior.

Posteriormente fue empezar la investigación para obtener todos los conocimientos necesarios para poder hacer el trabajo, desde cómo es una órtesis, los músculos y tendones que hay en la muñeca y el antebrazo, hasta el tipo de sensores que se necesitarán y el cómo funcionan.

Una vez que se obtuvo el conocimiento comenzó la lluvia de ideas para la siguiente etapa: el diseño. Se sabía que se tenía que buscar un diseño que fuera ergonómico para que el usuario no sienta ninguna molestia o incomodidad al usarlo, y que a la vez sea funcional.

Después de unos cuantos bosquejos se llegó a un primer diseño para el cual se realizó un prototipo base que cuenta con un dedo artificial, el cual es el encargado de realizar todos los movimientos que hace el pulgar según el trabajo realizado por los trabajadores de Volkswagen, y un solo eje de movimiento. Para la medición de la fuerza de este dedo se utilizó un potenciómetro deslizante atado a un resorte, que se encarga de regresarlo a su posición de cero, y mediante un multímetro se visualizaron las medidas.

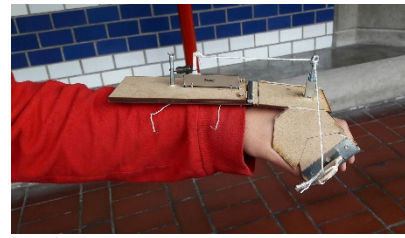


Ilustración 8. Primer prototipo realizado.

Una vez que este prototipo funcionó de manera debida, se buscó que ahora el dedo artificial tuviera 3 ejes de movimiento para poder simular los movimientos que realiza un dedo normalmente.

Análisis de costos

El material requerido y comprado para el primer prototipo es el siguiente:

- Piola blanca - \$25.00
- Bisagra en T - \$75.00
- Tornillo para máquinas - \$21.50
- Taquete de mariposa - \$6.00
- Placa de MDF - \$200.00
- Potenciómetro deslizante - \$25.00

En total se habría realizado un gasto de \$352.50 por todo el material, el cual podría ser usado para realizar más de un prototipo y así cada uno tener un costo bajo, sin embargo, como era un prototipo prueba no sería necesario hacer más.

Para el gasto del producto final: Se realizó la impresión en 3D en las impresoras de 3D con las que cuenta la universidad, razón por la cual fue un trabajo sin costo.

Resultados y discusión

El resultado final fue un prototipo que, a través de un dedo artificial con 3 ejes de movimientos, que al desplazarse afecte la posición de tres potenciómetros deslizantes, refleje la medición arrojada a través de una pantalla LCD y además

se pueda ver su comportamiento mediante un osciloscopio. El modelo de dedo y cómo debía funcionar

El prototipo en su mayoría se realizó en impresión 3D, desde la parte de la órtesis alrededor del antebrazo hasta el sistema de la muñeca que sujeta los potenciómetros y la pantalla con datos; se tuvieron que revisar distintos materiales y procesos para moldearlos para poder encontrar cuál era la mejor alternativa para el proyecto.

Conclusiones y recomendaciones

La realización de este proyecto aportó al equipo aprendizajes muy importantes. Se aplicaron conocimientos desde la parte de diseño en el cual se buscó que el prototipo fuera lo más cómodo para el usuario y además que cumpliera con todas las características necesarias para que pudiera dar soporte a la parte mecánica y electrónica.

Además, se aplicó y mejoró la estructura aprendida en ASE I para llevar a cabo un proceso de investigación y aplicar dicha investigación a un proyecto que debe seguir un cronograma y una metodología.

Aunado a esto se perfeccionó el trabajo en equipo y se encontró la armonía entre las ramas de mecatrónica y civil para que el prototipo se comportara de la manera deseada.

En la cuestión del sistema medidor se buscaron diferentes tipos de alternativas para que se adaptara lo mejor posible a la base de la órtesis sin afectar el afecto ergonómico.

Referencias

- Anónimo. (s.f.). *Ortopedia*. Obtenido de información sobre ortopedia y

traumatología:

<http://ortopedia1.com/ortesis>

- Déu, H. S. (s.f.). *guia metabólica*. Obtenido de guia metabólica: <https://www.guiametabolica.org/noticia/fe-rulas-ortesis-ayuda-trastornos-motores-enfermedades-metabolicas>
- Health, N. I. (05 de 09 de 2017). *MedlinePlus*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/artic-le/003188.htm>
- Di Persia, L. Procesamiento de señales y control de sistemas. Universidad Nacional de Litoral, Informática.
- Freire, D. Clasificación de Sensores. Universidad de Chile, Eléctrica y Electrónica.
- Platero, C. Introducción al procesamiento digital de señales. Universidad Politécnica de Madrid, Electrónica.
- Ruiz, R. Señales Miográficas. Universidad de Málaga, Electrónica.w
- Derrickson, T. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología*. México: Panamericana
- Arias, L. (2012). *Biomecánica y patrones funcionales de la mano*. Universidad Nacional de Colombia.
- Peña E., López J., Abenoza M., Romero G. Exoesqueleto para mano discapacitada con movimiento y sensibilidad, pero sin fuerza. Consultado de: https://Upcommons.Upc.Edu/Bitstream/Handle/2117/17562/Trabajo_Ot.Pdf

