

DISEÑO Y DESARROLLO DE HERRAMIENTA PARA TERAPIA DE MUÑECA, IMPLEMENTADO EN RASPBERRY.

D. Silva-Vaca¹, E. González-Galván², R. de León-Lomelí².

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO; aguiladie@gmail.com; ² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO; emilio.j.gonzalez.galvan@gmail.com; roxy_dl@hotmail.com;

Resumen— La discapacidad motora es un problema de salud pública que puede ser causado por diferentes aspectos como accidentes o congénitos. Es importante que los sujetos reciban la correcta terapia de rehabilitación para su pronta reinserción a la vida laboral y cotidiana. En el presente artículo habla del diseño y desarrollo de una herramienta para terapia de muñeca, auxiliado de una interfaz gráfica que permite que el usuario tenga una retroalimentación visual de las trayectorias que sigue. Este sistema permite la rehabilitación motriz de la muñeca así como del proceso de cognición del paciente. Tales el paciente realiza movimientos de Abducción, Aducción, Pronación y Supinación. Por ser un sistema computacional, se puede generar una valoración cuantitativa del avance de los pacientes con cada terapia. Llegando a generar un prototipo que recrea movimientos a los pacientes.

La rehabilitación abarca muchas actividades, pero donde se enfocan será en la rehabilitación motriz.

De acuerdo a las investigaciones de lo que se ha hecho en el mundo en los últimos 20 años, diversos laboratorios han desarrollado y diseñado modelos activos para la aplicación de rehabilitación y de asistencia [2] [3].

En [4], se presentan diferentes tipos de modelos y desarrollos de robots asistidos (MIT-MANUS, MIME, ARC-MIME, ARM-GUIDE) para rehabilitación motriz, su principal consideración, es que llegue a tener el paciente mayor naturalidad a los movimientos. Estos modelos (MIT-MANUS o ARM-GUIDE) son de fácil manejo, funcionales y motorizados, permitiendo ejercitar la extremidad y adaptándose a la sensibilidad del paciente.

Sin embargo el modelo MIT-MANUS, es un desarrollo de herramienta totalmente terapéutica, tomando en cuenta que es un complemento de la terapia en general, ya que el fisioterapeuta puede asistir a la herramienta para complementar la rehabilitación, aunque su desventaja es su costo y generalmente se presenta en algún lugar de control.

En este artículo se presentara el diseño implementado como una herramienta para terapia de rehabilitación del miembro superior, específicamente la muñeca.

En el diseño se consideran aspectos como la comodidad, eficiencia, economía, como también características anatómicas para la terapia.

El movimiento de la extremidad se mide conforme a la goniometría que consiste en medir el desplazamiento angular sobre diferentes planos que dividen al cuerpo humano [5].

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen alrededor de miles de millones de personas con capacidades diferentes, de las cuales la mayoría no tiene fácil acceso a las atenciones médicas y los servicios de rehabilitación de calidad [1].

La rehabilitación es un proceso que permite que las personas con diferentes capacidades lleguen a alcanzar un mejor nivel de desempeño en todos los aspectos.

A. MOVILIDAD BASICA DE MUÑECA

La muñeca es la articulación que une los huesos cubito y radio al carpo. Considerada en conjunto, efectuara movimientos de flexión o extensión y abducción y aducción. Aunque también esta pudiese realizar movimientos compuestos, como la circunducción.

La flexión se muestra como la sección palmar de la mano se acerca a la cara anterior del antebrazo, teniendo un

ángulo de libertad de 0° hasta 80° . La extensión se representa como el movimiento de la región dorsal de la mano cerca de la cara posterior del antebrazo, teniendo un ángulo de libertad de 0° hasta 70° . El movimiento de abducción el dedo meñique se acerca al antebrazo con un ángulo de liberación de 0° a 30° , mientras que la abducción el pulgar se acerca al antebrazo con un ángulo de liberación de 0° hasta 20° [6].

La tarea del terapeuta es evaluar las diversas limitaciones del paciente como también la valoración de diversos tejidos periarticulares.

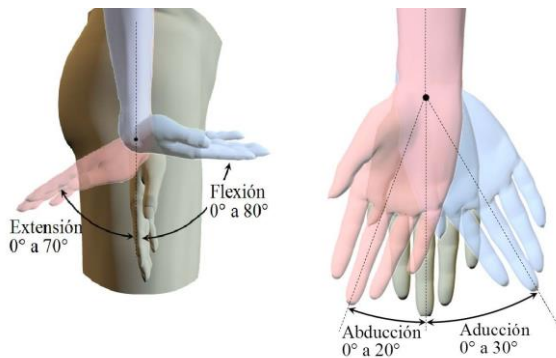


Fig. 1 Movimiento básico de la muñeca [5].

B. CONSIDERACIONES DE LA MUÑECA DENTRO DE LA HERRAMIENTA.

En el desarrollo de la herramienta se tomaron muchas consideraciones ya que es muy diferente el movimiento que llegase a tener la extremidad.

Existe un Análisis cinemático de la muñeca y antebrazo, “donde este provee información y espacial y temporal sobre el plano de trabajo, dados los movimientos del antebrazo y muñeca” [5]. Existe un problema cinemático y este se resuelve con métodos geométricos, este se pensó para describir el movimiento articular de robots, en algunos casos de herramientas, hacen uso del método de Denavit-Hartenberg [7], ya que este proporciona información de la posición del efector final con la posición de cada una de las articulaciones.

II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA.

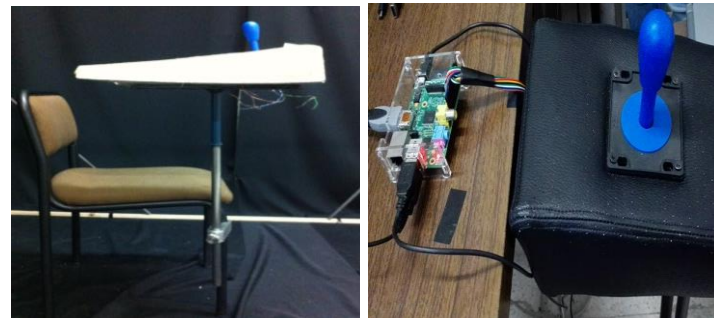
A. DISEÑO

Algunas de las partes principales del diseño se mostraran en la Fig. 2, tomando en cuenta que en este trabajo nos muestra el desarrollo de la herramienta física, las pruebas para la valoración y el progreso de personas que asistan a terapia.

Una de las cosas que se pensó al desarrollar la herramienta fue la comodidad y la ergonomía de donde apoyaría el ante brazo y cómo toma el paciente la palanca; este apoyo tiene 20° de inclinación para que el agarre sea el más adecuado y genere el movimiento lo mejor posible, teniendo mejor resultados.

Este descansa brazos se diseñó para ser montable y tener terapia ya sea en la extremidad del lado derecho o del izquierdo, siendo movable y tener la rehabilitación en la extremidad afectada..

Contiene relleno de espuma para mayor confort y se diseñó para adaptar el joystick sin ningún problema, como también para que las señales que entren a la Raspberry no contengan demasiado ruido y alteren los resultados.



(a)

(b)

Fig. 2 (a) Prototipo de herramienta.

(b) Conexión palanca-Raspberry.

B. INFORMACIÓN TECNICA

C.

El diseño consta de un joystick (palanca) el cual presenta 4 Switches debajo de este, en este caso se definieron normalmente cerrado. Al momento de que la palanca toca el switch cambia a normalmente abierto donde la señal al PIN de la Raspberry [10].

El software utilizado se complementara con la librería de “SCRATCH GPIO” [8], que viene por default en la Raspberry. La utilización de los PINS de la Raspberry se realizara al momento de la entrada de la señal, la cual se detectara en los sensores del software (determinados en las librerías de Scratch), creando la interfaz entre el movimiento del paciente y el Software (gráficamente).

Dicho antes el Joystick consta de cuatro switch de lógica simple, como alimentación se toma la tierra de la Raspberry y los PINS de entrada.

La palanca tiene de 0° a 7° grados de libertad para los movimientos de abducción y aducción del paciente, para generar la movilidad adecuada.

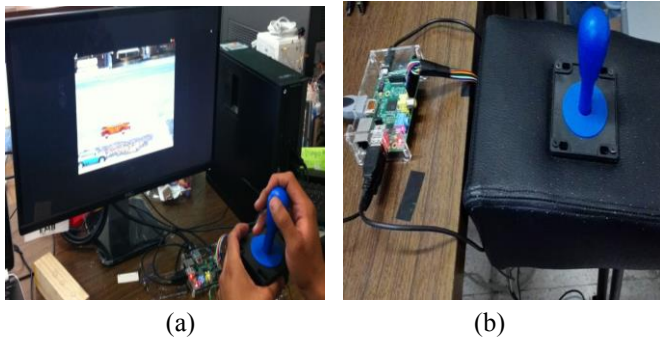


Fig.3 Interfaz Joystick y Raspberry

La Raspberry es un ordenador que ayuda a diferentes estudiantes o personas, a desarrollar proyectos de bajo costo y con mucha utilidad, este consta de 26 PINS que su uso es diferente en cada uno de ellos puede alimentar de +5,-5 V o 3V3 [10].

Utilizaran los PINS 10, 22, 24, 26, que son los que pueden utilizar como entrada a la Raspberry. También tendrán en cuenta utilizar la tierra para cerrar el circuito cada vez que se toquen los Switches en su caso el paciente genere el movimiento y sea detectado por la Raspberry.



Fig. 4 Puerto de propósito general de la Raspberry [10].

D. CIRCUITO

Este se basa principalmente por la interfaz del movimiento generado por el paciente en la palanca y la interfaz diseñada en la Raspberry, como se muestra en la Fig.5.

El circuito se caracteriza por las conexiones de la palanca, estas conectadas a la placa, por otra parte dentro del circuito lo dejaremos abierto de modo que la señal llegara a la Raspberry únicamente si el switch se toca con el movimiento de la palanca.

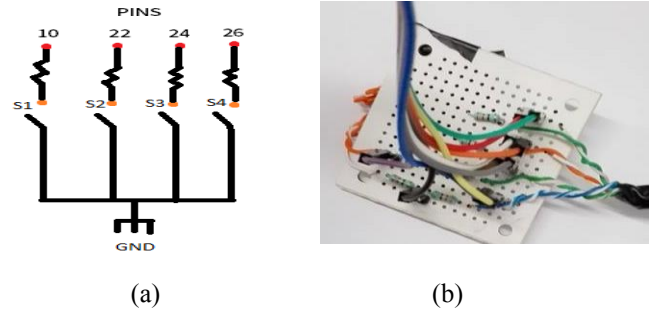


Fig. 5 (a) Circuito de Interfaz Joystick y Raspberry.
(b) Placa.

A. INTERFAZ GRAFICA

SCRATCH es una buena manera de aprender el lenguaje de programación, tener tus propias historias interactivas, juegos y animaciones, está hecho para ser de acceso libre y está diseñado para cualquier edad.

Esta sencilla herramienta de software viene por default en la Raspberry donde puedes manipularlo para hacer proyectos y llevarlos a la realidad.

Cabe mencionar que esta interfaz se utiliza “SCRATCH GPIO” para tener acceso a los puertos de entrada de la Raspberry [8]. El programa se diseñó para que el paciente realice movimiento de abducción y aducción en la terapia. Los sensores se definieron en el programa el cual detectara los movimientos del paciente.

En Fig. 6 (a) se muestran parte del código donde se detecta movimiento del paciente en el software durante la prueba.

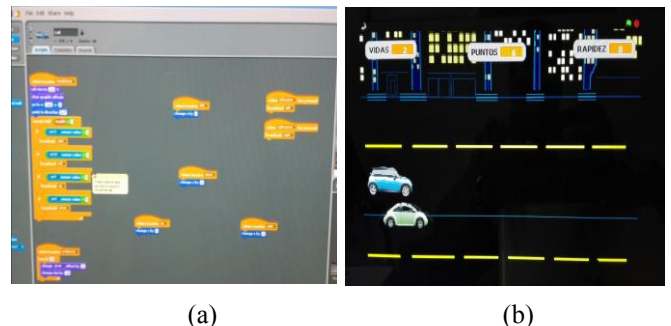


Fig. 6 (a) Parte del código de SCRATCH.
(b) Grafico del software.

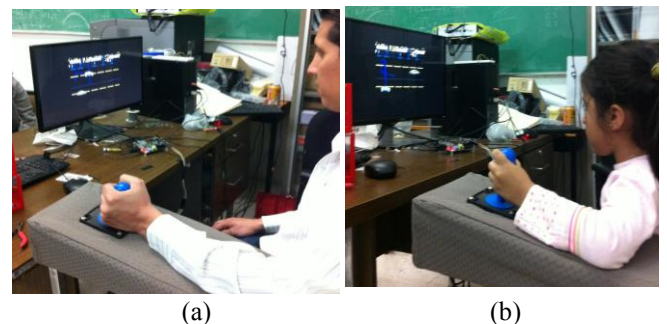


Fig. 7 (a) (b) Pruebas con sujetos de control.

III. RESULTADOS.

IV.

Cabe mencionar que en este artículo se presenta el diseño de un dispositivo de terapia de rehabilitación de muñeca, que cuenta con interfaz para detección de los movimientos del paciente con la Raspberry y el Software utilizado. Algunas de las pruebas con sujetos de control, que utilizaron la herramienta expresaron que el sistema era “cómodo, divertido y pensado en personas que llegasen a tener alguna discapacidad en esa extremidad como lo es la muñeca”.

La herramienta está pensada en utilizar con sesiones de dos veces por semana al menos 7 niveles de dificultad durante 4 meses, observando el progreso del paciente.

En esta primera etapa realizaron el diseño de la interfaz y el dispositivo. Además se presenta las primeras pruebas con sujetos de control. En una segunda etapa realizarán pruebas con personas que requieran rehabilitación de muñeca específicamente.

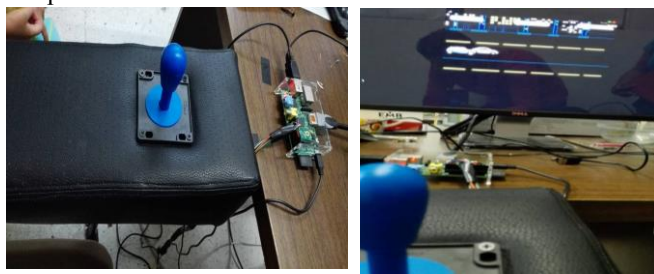


Fig. 8 Diseño final de la herramienta.

V. DISCUSIÓN.

En este artículo se presenta un desarrollo y diseño de herramienta para terapia de muñeca, así mismo se desarrolló para personas con diferentes tipos de discapacidades.

Esta herramienta está pensada, para la utilización en el hogar o lugar de control, ya que el montaje y la economía de este mismo lo hace de fácil acceso.

Las pruebas fueron aplicada en personas sin ninguna discapacidad motriz en alguna extremidad, teniendo en cuenta que queda pendiente a futuro, el trabajar con personas con diferentes tipos de personas con diferentes discapacidades motrices para ver el avance de cada uno de ellos.

VI. CONCLUSIÓN

Cabe mencionar que en el presente artículo se desarrolló y se diseñó una herramienta para terapia de muñeca implementada en Raspberry. Dicho desarrollo obtenido se diseño pensando en todos los aspecto, para que la personas con déficit de movilidad llegue a tener la movilidad natural en la muñeca, ya que también los movimientos pensados que haga el paciente , utilizado en el juego abarcan muchos aspectos para que tenga una mejor sesión de la terapia.

Estos movimientos comparten rangos de movilidad limitados, sin embargo son importantes para la mayoría de las actividades de la vida diaria.

A diferencia de las herramientas de terapia propuestas [4], que resultan costosas y deben de estar asistidas; en este proyecto se pensó en aspectos como la economía del paciente ya que como cabe mencionar al principio del artículo, la mayoría de la población con discapacidad no tiene acceso a una rehabilitación debida.

Se logró una innovación de tecnología de fácil acceso, bajo costo y diseñado para recuperar parte de la movilidad en algunas personas con discapacidad.

Se realizó primordialmente, para el diseño y desarrollo de herramientas con la capacidad de llevar a cabo la rehabilitación a muchos de los problemas que se presentan durante su discapacidad.

Sin embargo el diseño estará expuesto a mejoras, como también el mejoramiento de la movilidad de los pacientes.

REFERENCIAS

- [1] LA OMS. Discapacidades y Rehabilitaciones [en línea]. [Fecha de consulta: 30 Junio 2015]. Atención médica y rehabilitación. Disponible en: <<http://www.who.int/disabilities/es/>>.
- [2] Coote, S, & Stokes E. K. (2005). *Effect of robot-mediated therapy on upper extremity dysfunction post-stroke a single case study*. Department of Physiotherapy, University of Limerick, Limerick, IRELAND.
- [3] Charles G. Burgar, MD. (2000). *Development of robots for rehabilitation therapy: The Palo Alto VA/Stanford experience*. Rehabilitation R&D Center, Mail Code 153, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, CA, U.S.A. 94304-1207.
- [4] Peter Lum, David Reinkensmeyer, Richard Mahoney, William Z. Rymer, and Charles Burgar (2002). *Robotic Devices for Movement Therapy After Stroke: Current Status and Challenges to Clinical Acceptance*.
- [5] Marcos A. Lazcano-López, M.Alejandro Lugo-Villeda, Sandy G. Quintana-Cabanillas, J. Víctor Nuñez-Nalda, Ulises Zaldívar-Colado (2013). *Análisis y diseño de un robot de tipo exoesqueleto para rehabilitación de antebrazo y muñeca*. Facultad de electromecánica, Universidad de Colima, Manzanillo, Colima, MÉXICO.
- [6] Kapandji, A.I. and Lacombe, “*Fisiología articular: Esquemas comentados de mecánica articular. Hombro, codo, pronosupinación, muñeca, mano,*” (2006). M.T., isbn: 9788498350029, series: Fisiología articular. Tomo 1. Hombro, codo, pronosupinación, muñeca, mano, Editorial Médica Panamericana.
- [7] Mark w. Spong, “Robot modeling and control”, Seth Hutchinson, M. Vidyasagar.
- [8] MIT MEDIA LAB, *ACERCA DE SCRATCH* [en línea]. [Fecha de consulta: 30 Junio 2015]. Disponible en: <<https://scratch.mit.edu/about/>>
- [9]<<http://www.structuredhomewiring.com/TamperProofWirin.g.a10spx.>>
- [10] Raspberry PI Foundation, *RASPBERRY PI*, [en línea]. [30 de Junio de 2015]. What is Raspberry PI? Disponible en: <<https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>>