



Máquina para colocar un dispositivo apuntador en la cabeza

Machine for placing a pointing device on the head

Alejandro Gil Restrepo¹ Cristian Marcelo Rosero Chingal² Camilo Alejandro Castillo Benavides³
Luis Felipe García Arias⁴ Néstor Darío Duque Méndez⁵

Para citar este artículo: A. Gil, C. M. Rosero, C. A. Castillo, L. F. García y N. D. Duque. "Máquina para colocar un dispositivo apuntador en la cabeza". Revista Vínculos, vol 13, no 2, julio-diciembre 2016, xx-xx.

Recibido: 22-05-2016 / **Modificado:** 12-06-2016 / **Aprobado:** 02-07-2016

Resumen

La implementación de nuevas estrategias orientadas a mejorar la usabilidad de aplicaciones educativas o entornos industriales por personas con discapacidades físicas, es un proceso complejo que involucra múltiples enfoques para la adaptación; el desarrollo de estas estrategias suele tener que adaptarse a las características de los elementos de interfaz humano-computador típicos del mercado. En este trabajo se diseña una máquina para la ubicación en la cabeza de un dispositivo apuntador, sin ayuda de un tercero, que permite que un usuario con discapacidades físicas pueda interactuar con el sistema sin usar el mouse convencional; la máquina podría asistir a personas con discapacidad física en los brazos, también podría apoyar casos en donde no se pueda utilizar los brazos en entornos industriales.

Palabras clave: accesibilidad, discapacidad física, dispositivo apuntador, tecnología asistiva.

Abstract

New strategies implementation to improve the usability in educational or industrial environments for people with physical disabilities is a complex process due to it involves multiple approaches for a suitable adaptation. The advances of these strategies often have to adapt itself to elements of conventional human-computer interfaces. In this work is proposed a machine design aimed to locate a pointing device in the user head without the aid of a third person. The machine may assist people with physical disabilities in the arms. It may also support cases in industrial environments where for some reason arms cannot be used.

Keywords: accessibility, physical disabilities, pointing device, assistive technology.

1. Estudiante de ingeniería eléctrica, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Correo electrónico: algilre@unal.edu.co
2. Estudiante de ingeniería eléctrica, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Correo electrónico: cmroserog@unal.edu.co
3. Maestría en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Estudiante de doctorado, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Correo electrónico: cacastilloben@unal.edu.co
4. Pregrado en Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Correo electrónico: lufgarciar@unal.edu.co
5. Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Correo electrónico: ndduqueme@unal.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías asistivas son una intervención multidisciplinaria que ayuda a personas con algún tipo de discapacidad física o necesidad especial, a desarrollar técnicas compensatorias que les ayudarán a participar en los diferentes entornos que ellos consideren importantes [1]. Estas tecnologías representan una parte esencial de la vida cotidiana en las personas que lo necesitan; por este motivo, ha surgido la necesidad de investigación y desarrollo de diseños óptimos que se adapten a las necesidades de los usuarios y que garanticen un confort adecuado en su uso [2].

En la actualidad existen muchos estudios enfocados al diseño e implementación de dispositivos de asistencia y al mejoramiento de interfaces que se adapten al usuario y que estén orientadas a la enseñanza y al entorno laboral [3]; a partir de la gran diversidad existente en lo que respecta a dispositivos de asistencia y adaptación de interfaces, en el documento a la mano serán resaltados los trabajos relacionados con los dispositivos apuntadores y la adaptación de interfaces para las computadoras personales, la razón de esta elección consiste en que el diseño de la máquina propuesto tiene como objetivos individuos con discapacidad física en extremidades superiores; ejemplos de dispositivos son: pantallas táctiles, trackballs y joysticks, programas de reconocimiento de voz y lectores de texto [4], reconocimiento de gestos de la mano [5], dispositivos que pueden seguir la mirada [6] y sistemas multimodales como el que incorpora movimientos de la lengua, reconocimiento de voz y orientación de la cabeza [7]. En lo que respecta a las interfaces de usuario adaptativas, se presenta como referencia la revisión contenida en el informe presentado por [8], acerca de los requerimientos de la adaptación de interfaces de usuario.

Como todas las tecnologías asistivas, estas contribuyen a disminuir la exclusión de las personas con Necesidades Especiales en la Diversidad (NEED) y enfrenta los problemas de interacción de usuarios con limitaciones físicas con las interfaces de usuario

generalizadas, que no reconoce necesidades especiales en los usuarios. En la mayoría de las tecnologías asistivas existe una limitación, esta es necesitar la ayuda de un agente externo que logre la ubicación del dispositivo en el usuario [9]. En [10] presentan un dispositivo apuntador o mouse para la interacción de personas con discapacidad en las extremidades superiores en entornos educativos virtuales; el dispositivo utiliza los movimientos de la cabeza para realizar las acciones de interacción (desplazamiento del cursor y clic) y su funcionamiento está basado en una unidad de medida inercial (IMU, por sus siglas en inglés). Aunque el mouse facilita una interacción efectiva con el computador, tiene la limitación de requerir a un tercero para posicionar el dispositivo en la cabeza del usuario.

Este artículo presenta el diseño de una máquina para la ubicación del dispositivo apuntador desarrollado en la cabeza del usuario por sí mismo. La máquina fue diseñada pensando en la limitación que tienen los usuarios en el momento de utilizar el dispositivo apuntador y así contribuir a la construcción de una independencia en lo que respecta al acceso al computador; teniendo en cuenta que los dispositivos apuntadores son fundamentales para la interacción en el paradigma WIMP (ventana - ícono - menú - puntero), su sentido práctico se justifica porque libera al usuario de la necesidad de ser asistido por un tercero para iniciar la interacción. En la vida cotidiana es una ventaja porque enriquecería la independencia de los individuos a la hora de aprovechar diariamente las tecnologías de la información y comunicación, por ejemplo, la adquisición de conocimiento a través de un entorno educativo virtual. El costo estimado para la implementación del prototipo corresponde a 100 dólares americanos.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera: la segunda sección presenta el diseño e implementación de la máquina, la sección siguiente se orienta a exponer la representación del funcionamiento de la máquina basado en estados; posteriormente, se presenta el caso de uso y, para terminar, las conclusiones y trabajo futuro.

2. DISEÑO DE LA MÁQUINA

La máquina fue diseñada para la ubicación del mouse en la cabeza, totalmente automatizada y sin la asistencia de un tercero; cuenta con dos etapas fundamentales: el posicionamiento del mouse y el mecanismo de colocación del dispositivo en la cabeza del usuario. La etapa de posicionamiento garantiza la presencia del usuario y estaciona el mecanismo de colocación al alcance de la cabeza, la etapa restante consiste en el proceso a seguir para la colocación y retiro de la diadema. Para realizar el diseño de la máquina mouse fue utilizado el software SolidWorks para el modelado mecánico 3D asistido por computadora.

Las partes de la máquina mouse están unidas mediante una estructura en forma de torre presentada en la Figura 1. Las partes que constituyen la máquina son: plataforma de ubicación del usuario, sistema medición de altura, sistema de elevación diadema y sistema de soporte del Mouse. La altura de la máquina fue seleccionada teniendo en cuenta el promedio de estatura de una persona nacida en Colombia: 173.6 cm para hombres y 161.6 cm para mujeres [11].

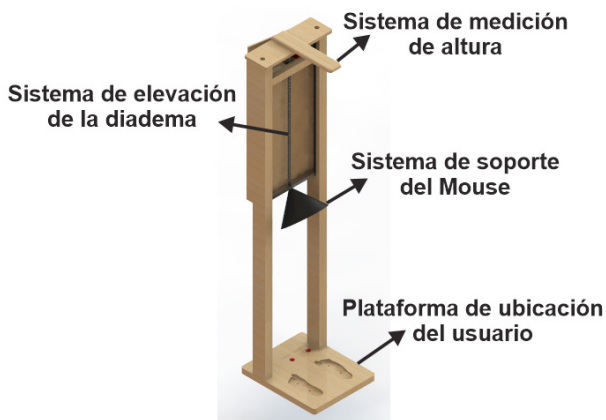


Figura 1. Estructura de la máquina mouse.

Fuente: elaboración propia.

En esta estructura también se encuentran las conexiones eléctricas necesarias para el correcto funcionamiento de la máquina. A continuación, se presentan los detalles de cada una de las partes del artefacto.

2.1. Plataforma de ubicación del usuario

La plataforma mostrada en la Figura 2 fue diseñada para que la persona se ubique en una posición fija y se garantice su presencia durante la ubicación del mouse; según el diseño, la presencia es garantizada mediante cuatro sensores infrarrojos sobre la plataforma, para cada pie del usuario se asignan dos sensores distribuidos sobre la planta. Cuenta además con dos botones para el ajuste y afloje de la diadema mouse, los botones están posicionados al frente de donde estaría ubicado el pie derecho del usuario, se ha optado por ubicarlos en esta posición con el objetivo de mantener la estabilidad del usuario en el momento en que aproxima su cabeza al sistema de soporte.

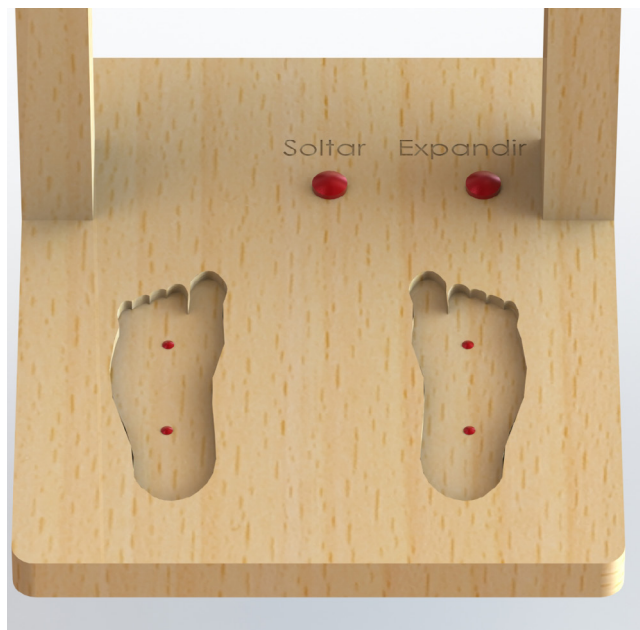


Figura 2. Plataforma sensores infrarrojos.

Fuente: elaboración propia.

2.2 Sistema de medición de altura

Su función principal es la de medir la altura del usuario. Para la medición de altura se propone un sensor de ultrasonido mostrado en la Figura

3 ubicado en la parte superior de la cabeza del usuario, el sistema mide la distancia con base en el tiempo en que tarda la señal emitida por el ultrasonido en ir hasta la cabeza del usuario y volver a la fuente de la señal. A partir de esta distancia se establece la altura a la cual el sistema de elevación debe posicionar el soporte de la diadema; el sistema de soporte de la diadema es ubicado cerca a la parte frontal de la cabeza a una distancia establecida con base en la en la altura medida.



Figura 3. Sensor ultrasónico.
Fuente: elaboración propia.

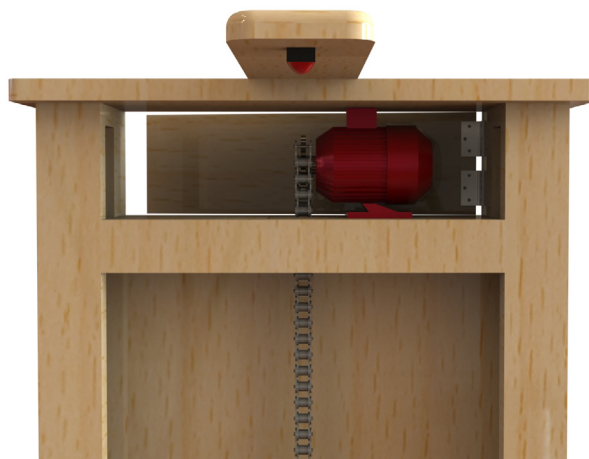


Figura 4. Sistema de elevación diadema.
Fuente: elaboración propia.

2.3 Sistema de elevación de la diadema

Su función principal es la de posicionar la diadema a la altura establecida por el sensor ultrasónico. El sistema está conformado por un motor de corriente directa (DC), un engrane y una cadena, como se aprecia en la Figura 4; el engrane es utilizado para transmitir el movimiento circular provocado por el motor a un movimiento lineal en la cadena. El rango de operación para subir o bajar la diadema es de una altura mínima de 1.2 metros hasta una altura máxima de 2 metros con respecto a la plataforma de ubicación del usuario, este rango se asignó de acuerdo al promedio de estatura de una persona nacida en Colombia.

2.4 Sistema de soporte de la diadema mouse

El sistema se encarga de ubicar y extraer la diadema de la cabeza del usuario y sostenerla en una posición fija cuando no esté siendo utilizada, está constituido principalmente por dos piezas de un material ferromagnético como se muestra en la Figura 5; la pieza en forma de cono es la encargada de expandir los extremos de la diadema cuando requiera ser utilizada, en los extremos de la diadema están ubicados dos imanes que la expanden hacia las paredes del cono ferromagnético que se imanta temporalmente. La pieza de la derecha está ubicada en la parte superior del cono y su función es la de sostener el dispositivo.

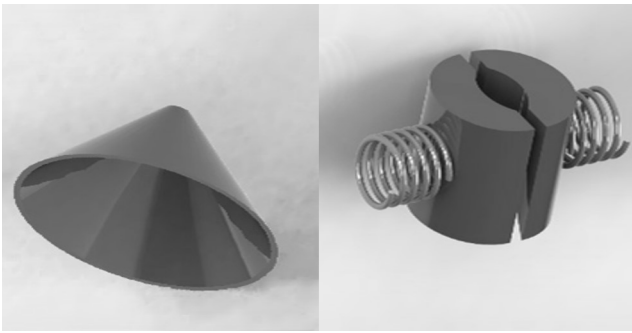


Figura 5. Soporte de la diadema y mecanismo de ajuste.

Fuente: elaboración propia.

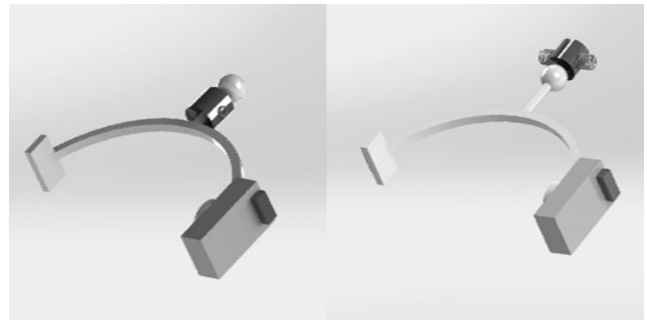


Figura 7. Mecanismo de ajuste y diadema.

Fuente: elaboración propia.

2.5 Colocación y extracción de la diadema en el usuario

Para este proceso deberán ser accionados dos pulsadores que están ubicados en la plataforma, el botón expandir imanta el cono y, por consiguiente, se obtiene la expansión de los extremos de la diadema (ver Figura 6); una vez los extremos de la diadema se ajusten en la cabeza del usuario se soltará este pulsador. El botón soltar permite la apertura del mecanismo de ajuste y posteriormente la liberación de la diadema (ver Figura 7); al retirar la diadema se activará un sensor de presencia ubicado en el mecanismo de ajuste, su función es la de verificar si la diadema se encuentra o no en el soporte. Para ubicar el dispositivo en el soporte se abre el mecanismo de ajuste, ejerciendo presión en su parte inferior hasta que el sensor que indica la presencia de la diadema sea activado, el proceso de extracción de la diadema es completado cuando el usuario acciona el botón expandir y su cabeza queda liberada.

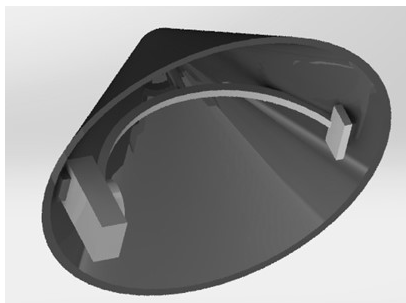


Figura 6. Expansión de la diadema.

Fuente: elaboración propia.

3. REPRESENTACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA BASADO EN ESTADOS

Para representar el funcionamiento de la máquina de estados se recurre a un diagrama de estados. En esta representación se asocia cada uno de los sistemas presentados en la sección anterior con un estado y las condiciones de transición; los estados representan el proceso para la ubicación y extracción del mouse, las condiciones están asociadas a los sensores anteriormente mencionados en los cuales indican qué eventos hacen que se pase de un estado a otro y cuáles son las respuestas o acciones que se generan. En la Figura 8 se muestra el diagrama de estados y en la Tabla 1 las condiciones de transición.

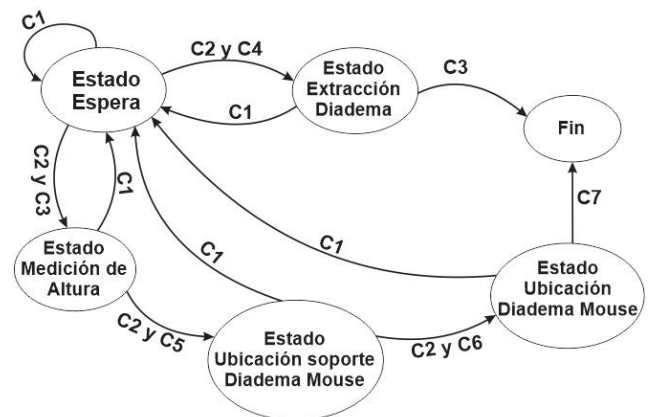


Figura 8. Diagrama de estados del funcionamiento de la máquina.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Condiciones de transición.

Condición	Descripción
C1	Usuario no presente en la plataforma (Condición inicial del sensor infrarrojo <i>off</i>)
C2	Usuario presente en la plataforma (Condición inicial del sensor infrarrojo <i>on</i>)
C3	Diadema presente en el soporte de la diadema (Condición inicial del sensor de presencia diadema <i>on</i>)
C4	Diadema no presente en el soporte de la diadema (Condición inicial del sensor de presencia diadema <i>off</i>)
C5	Medición adecuada de altura.
C6	Soporte de la diadema en su correcta posición.
C7	Diadema puesta en el usuario satisfactoriamente.

Fuente: elaboración propia.

3.1 Definición de los estados y condiciones de transición

- Estado de espera: la máquina permanecerá en este estado mientras se mantenga el evento C1, es decir no sean activados los sensores infrarrojos; la primera condición necesaria para dejar el estado es el cumplimiento de C2, los sensores mencionados sean activados. La condición C2 será mantenida solo con un sensor *on*. El estado siguiente dependerá del sensor de presencia de la diadema.
- Estado de medición de altura: en este estado se realiza la medición de la altura del usuario a través del sistema de medición de altura, la máquina entra en este estado cuando C2 y C3 están activados. La máquina hace la transición hacia el estado siguiente cuando se garantice que el usuario esté presente (C2) y se haga una medición adecuada de la altura (C5).
- Estado de ubicación del soporte de la diadema mouse: el objetivo de este estado es la ubicación del soporte de la diadema mouse, esto se logra con el sistema de elevación de la diadema. La máquina permanece en este estado mientras se

mantenga el evento C2 y C5; la condición para dejar este estado es el cumplimiento de C1. El estado siguiente depende de la ubicación de la diadema mouse que es C6.

- Estado de ubicación del soporte de la diadema mouse: el objetivo de este estado es la ubicación del soporte de la diadema mouse, esto se logra con el sistema de elevación de la diadema. La máquina permanece en este estado mientras se mantenga el evento C2 y C5; la condición para dejar este estado es el cumplimiento de C1. El estado siguiente depende de la ubicación de la diadema mouse que es C6.
- Estado de ubicación de la diadema mouse: en este estado la máquina se encarga de ubicar la diadema mouse en la parte superior del usuario; la máquina permanece en este estado siempre que el usuario esté presente en la plataforma. El estado siguiente depende de la colocación de la diadema puesta satisfactoriamente que es C7.
- Estado extracción de la diadema: su función es la de extraer la diadema mouse de la cabeza del usuario; la máquina permanece en este estado mientras se mantenga la presencia y la correcta postura del usuario, además la condición C4 debe estar activada. El estado siguiente depende del sensor de presencia en el soporte de la diadema que es C3.
- Estado fin: finaliza el proceso, este estado se lleva a cabo cuando el usuario ha extraído o se ha puesto la diadema satisfactoriamente. Se deben cumplir las condiciones C3 o C7.

4. CASO DE USO DE LA MÁQUINA

El IMU mouse fue diseñado para la interacción con el computador de personas con discapacidad en las extremidades superiores, el diseño de la máquina ha sido propuesto con el objetivo de disminuir la barrera impuesta por la discapacidad y la necesidad de ponerse la diadema en la cabeza. Además de un entorno educativo, la necesidad de ubicar el dispositivo apuntador también se evidencia en otros entornos tales como laboratorios y espacios

industriales. Teniendo en cuenta que es presentado únicamente el diseño de la máquina, el avance que sustenta este artículo consiste en un caso de uso, con este recurso será representada la interacción del usuario con cada una de las partes de la máquina en función del diagrama de estados construido. La máquina está diseñada para trabajar en diferentes entornos pensando siempre en cumplir con las necesidades de las personas, podría estar ubicada en la habitación de un usuario que corresponde al espacio en donde la máquina sería aplicada en la vida cotidiana. En este contexto se aportaría en la autonomía del individuo porque para usar el dispositivo apuntador desarrollado no necesitaría de la ayuda de un tercero; también podría ser utilizada otros entornos tales como un salón de clases o laboratorios en donde se requiera el uso del computador y el usuario tenga sus manos ocupadas. La máquina inicialmente se va a encontrar en estado de espera, esto significa que los sensores de la plataforma y el sensor de medición de altura estarán desactivados, el soporte estará ubicado en la parte superior de la máquina junto con la diadema. A continuación, se presentan los cuatro pasos que constituyen el caso de uso.

- Primer paso: el usuario se sitúa en la plataforma rompiendo así el evento C1, es decir, los sensores infrarrojos serán activados (ver Figura 9); al activarse estos se dará el cumplimiento de la condición C2. Por su parte, la condición C3 permanecerá activada desde el inicio debido a que, en principio, la diadema está presente en el soporte. A partir del cumplimiento de estas condiciones la máquina avanza al estado de medición de altura.
- Segundo paso: el usuario deberá estar posicionado en la plataforma junto con el cumplimiento de las condiciones C2 y C3. El individuo deberá permanecer ubicado debajo del sensor de distancia durante cinco segundos en una postura recta, (cumplimiento condición C5) esto ayudará a obtener una medición más exacta de la altura a la cual se encuentra su cabeza, por el

contrario, si el individuo está mal posicionado, el sensor obtendrá medidas erróneas debido a que puede estar midiendo la altura a la cual se encuentra su cuello o sus hombros. Una vez se haya cumplido la condición C5, y manteniéndose activa la condición C2, pasará al estado de ubicación soporte diadema mouse, en este estado el soporte de la diadema mouse se estacionará en una posición ordenada por el sensor encargado de la medición de altura (ver Figura 10), dando el cumplimiento así a la condición C6. A partir del acatamiento de estas condiciones el proceso avanza al estado de ubicación de la diadema mouse.



Figura 9. Usuario en plataforma y secuencia de estados.

Fuente: elaboración propia.

Tercer paso: en este paso el usuario deberá realizar la siguiente secuencia para lograr con éxito la colocación de la diadema en su cabeza. El usuario deberá accionar el botón expandir (Ver Figura 11, primer gráfico de izquierda a derecha), lo que da a lugar una expansión de la diadema mouse facilitando así su colocación en el usuario. El usuario deberá inclinarse hacia adelante sin soltar el botón expandir e introducir su cabeza en el soporte de la diadema mouse (Ver Figura 11, gráfico del centro).

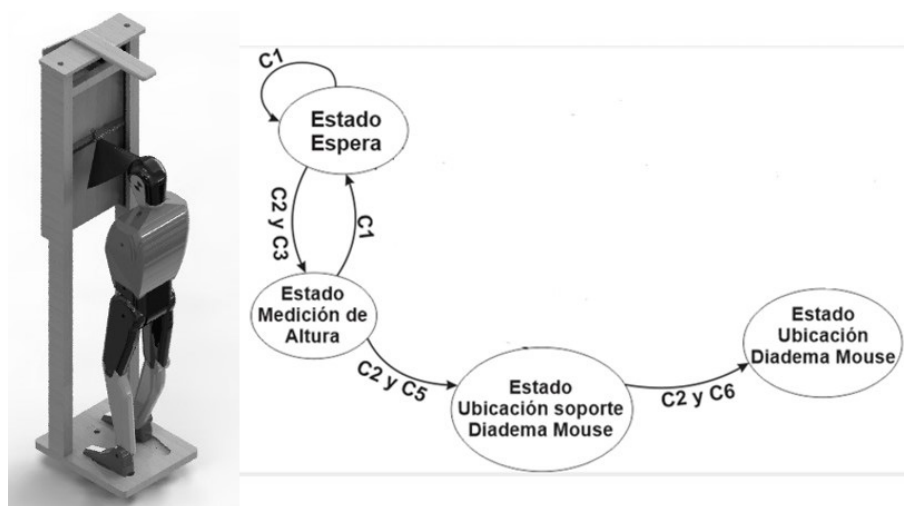


Figura 10. Posición del soporte y secuencia de estados.
Fuente: elaboración propia.

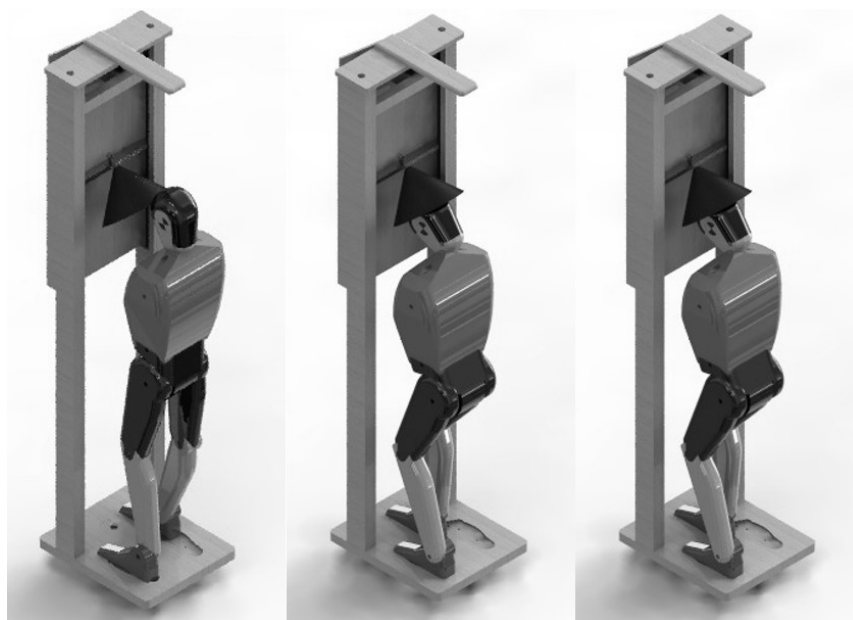


Figura 11. Secuencia para colocación de la diadema.
Fuente: elaboración propia.

El usuario deberá soltar el botón expandir, esto hará que la diadema quede ajustada en la cabeza del usuario y por consiguiente deberá accionar el botón soltar (Ver Figura 11, tercer gráfico de izquierda a derecha) para lograr así la liberación de la diadema mouse del soporte. Al cumplirse esta secuencia también se dará el cumplimiento de la condición C7 y por lo tanto el usuario estará listo para hacer uso de IMU mouse.

- Cuarto paso: este paso se ejecutará cuando el usuario quiera dejar de hacer uso de IMU mouse. El usuario deberá ubicarse en la plataforma dando así el cumplimiento a las condiciones C2 y C4 y, por consiguiente, al estado de extracción diadema. En este estado, el usuario deberá inclinarse hacia adelante y ejercer presión sobre el soporte de la diadema (ver Figura

12), esto con el fin de expandir las paredes del mecanismo de ajuste y lograr que la diadema quede posicionada nuevamente en el soporte; en seguida el usuario deberá accionar el botón expandir como se muestra en la Figura 11, (gráfico del centro) y así dar a cumplimiento la condición C3. Por último, el usuario deberá salir de la plataforma, esto hará que se rompa la condición C2 y se cumpla la condición C1, por consiguiente, el soporte de la diadema se ubicará en la posición inicial.

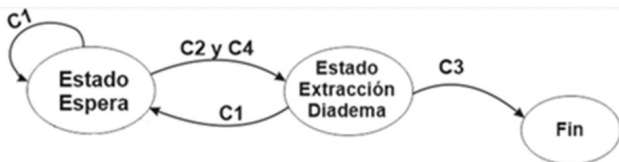


Figura 12. Extracción de diadema y secuencia de estados
Fuente: elaboración propia.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

A partir de la presentación del diseño de la máquina y el caso de uso, se concluye que se ha avanzado en lo que respecta al proceso de asistir la ubicación en la cabeza del usuario del dispositivo apuntador; lo anterior constituye un aporte en el intento de eliminar las barreras que impone el uso de la tecnología a las personas con discapacidad física. El diseño presentado avanza en la problemática surgida en la frontera establecida por el dispositivo que separa a la interfaz de usuario y el entorno que rodea al individuo, en este caso la máquina facilita la transformación del mouse de un elemento que

hace parte del entorno a un dispositivo de entrada de información; mediante esta transformación se cierra un eslabón de la interfaz de usuario que según [8] abarca las capas de interacción, navegación, presentación y contenido. El aporte de la máquina se ubica en la capa de interacción y contribuye a lograr un empoderamiento del estudiante en lo que respecta a al acceso del contenido educativo virtual sin la asistencia de un tercero.

Como trabajo futuro se propone la implementación física de la máquina, además de superar los desafíos que implican la implementación; también se pretende corregir algunas limitaciones que posea el diseño. Posteriormente, serán propuestos estudios de carácter cualitativo y cuantitativo con respecto al nivel de empoderamiento que la máquina le brinda al usuario al momento de ubicar el dispositivo en la cabeza; por último, el desarrollo de la máquina será modificado teniendo en cuenta el diseño de una diadema construida en función de la comodidad de usuario y la necesidad de ser usada durante un periodo prolongado de tiempo.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del desarrollo del proyecto titulado Recursos de Hardware y Software para la Atención de Personas con Necesidades Especiales de Educación (NEED) financiado por la Universidad Nacional de Colombia con código Hermes: 23169. La investigación presentada en este artículo también fue financiada por el Programa de Formación de Investigadores “Becas COLCIENCIAS” año 2012 ofrecido por el Departamento de Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.

REFERENCIAS

- [1] R. K. Sasaki, “Inclusão: construindo uma sociedade para todos” WVA(r) Editora e Distribuidora Ltda. in Wva, vol. 174, A. Arguelhes, Ed. 1999.
- [2] J. César, P. Orcasita, A. Salazar, and R. Bravo, “Prototipo de interfaz para investigación y diseño de tecnologías asistivas POR”. proyecto de

- pregrado para optar al título de ingeniero electrónico, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, 2005.
- [3] J. C. Delgado García, “Deficiência e Tecnologia Assistiva: Conceitos e Implicações para as Políticas Públicas”. Reflexões sobre Tecnologia Assistiva. I Simpósio Internacional de Tecnologia Assistiva.- Campinas: CTI/CNRTA, pp. 75–85, 2014.
- [4] R. A. Green and V. Blair, “Keep it simple: A guide to Assistive technologies”. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited, 2010.
- [5] H. S. Yoon, J. Soh, Y. J. Bae, and H. Seung Yang, “Hand gesture recognition using combined features of location, angle and velocity”. *Pattern Recognition*, vol. 34, no. 7, pp. 1491–1501, Jan. 2001.
- [6] Z. Janko and L. Hajder, “Improving human-computer interaction by gaze tracking”. 2012 IEEE 3rd International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), Dec. 2012.
- [7] M. N. Sahadat, A. Alreja, P. Srikrishnan, and M. Ghovanloo, “A multimodal human computer interface combining head movement, speech and tongue motion for people with severe disabilities”. 2015 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS), Oct. 2015.
- [8] M. Peissner, D. Häbe, y A. Schuller, “MyUI: Mainstreaming accessibility through synergistic user Modelling and adaptability adaptation concept and Multimodal user interface patterns repository public document deliverable number D2.2 date of delivery 12-2011 status final type report Workpackage”. 2011. [En línea]. Disponible en: http://www.myui.eu/deliverables/MyUI_D2-2_final.pdf
- [9] D. P. Zambrano, “Mouse para personas con discapacidad motriz”. 2009. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9947/1/MOUSE%20PARA%20PERSONAS%20CON%20DISCAPACIDAD%20MOTRIZ.pdf>
- [10] C. A. Castillo Benavides, L. F. García Arias, N. D. Duque Méndez, and J. H. Estrada Estrada, “Mouse para personas con discapacidad física en contextos educativos virtuales”. Anais do VII Congresso Internacional de Ambientes Virtuais de Aprendizagem Adaptativos e Acessivos, pp. 569–577, 2015.
- [11] A. Meisel and M. Vega, “A tropical success story: A century of improvements in the biological standard of living”. Fifth World Congress of Cliometrics, Venice International University, Venice, Italy, July 8-11, 2004.

