

# Diseño e implementación del sistema de control del torso de un intérprete humanoide de múltiples grados de libertad para la enseñanza del lenguaje de señas básicas para niños con discapacidad auditiva en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi

Fausto Acuña, Marco Singaña, Fernanda Oñate, Verónica Valdés.

Departamento de Energía y Mecánica  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga  
Latacunga, Ecuador

*fvacunia@espe.edu.ec, masingania@espe.edu.ec, mioshisfer1@hotmail.com, vero.v.p@hotmail.com*

**Resumen**— En el sistema de educación para niños con discapacidad auditiva se presenta ciertos problemas al momento de iniciar su etapa escolar, el uso de nuevas tecnologías permite el desarrollo de este proyecto; consta de una interfaz gráfica adecuada para niños y de fácil manejo, permite que el intérprete realice la seña que es enviada mediante el computador la cual esta previamente programada. El algoritmo de control se desarrolla por medio de software, la recepción y envío de datos mediante dos tarjetas Arduino Mega 2560 R3 que proporcionan salidas PWM a los servomotores permite el desplazamiento de la parte mecánica, es decir, el movimiento de cada articulación. De esta forma se logra facilitar el proceso de aprendizaje, permitiendo una familiarización más interactiva con la lengua de señas. Con la implementación del intérprete humanoide se comprobó que al utilizar una metodología convencional los niños requieren aproximadamente un mes en la adaptación mientras que con el intérprete este tiempo se reduce, dando paso a un nuevo concepto de educación donde la atención del docente no debe estar dirigida únicamente a un solo estudiante.

**Palabras clave** – *Interprete humanoide, Lengua de señas, Modulación por ancho de pulso, Tarjeta Arduino Mega 2560 R3, Robótica.*

**Abstract**— In the education system for children with hearing impairment there are certain problems when they start their scholar stage, the use of new technologies let the development of this project; including a graphical interface that is adequate and easy to use for children, allows the interpreter to perform the sign, which is sent through the computer and it has been programmed previously. The control algorithm is developed by software, the receiving and sending data through the two Arduino Mega 2560 R3 cards that provide PWM outputs to servomotors, which allow the movement of the mechanical part, the movement of each joint. So in that way facilitate the learning process, allowing the children to acquaint with the sign language. With the implementation of the humanoid interpreter was substantiated that when we use conventional methodologies children require approximately one month for the adaptation stage while with the humanoid interpreter this period of time is reduced, giving way to a new concept for the education where teacher's attention do not have to be just for one student.

**Keywords** – *humanoid interpreter, Sign language, Pulse with modulation, Card Arduino Mega 2560 R3, Robotics.*

## I. INTRODUCCIÓN

El campo tecnológico evoluciona rápidamente, ya que hoy en día se acostumbra utilizar toda clase de dispositivos electrónicos que se han convertido en indispensables herramientas de trabajo. Pero no es solo en la actualidad que se habla de robots sino que más bien se trata de un proceso

evolutivo. Siempre se ha deseado una máquina que facilite las tareas del ser humano, buscando que ésta pueda realizar las actividades del mismo, por lo que se han desarrollado robots humanoides [1]. El primer diseño de un robot humanoide fue elaborado por Leonardo da Vinci, en 1495, llamado “Caballero mecánico” [2].

Las investigaciones siguieron avanzando y en el año 2000 fue creado ASIMO [3], que fue concebido para ayudar a personas que carecían de movilidad completa en sus cuerpos, proponiendo un enfoque diferente a las aplicaciones para las que fueron creados inicialmente; dando así apertura a proyectos que impulsen la inclusión de personas con capacidades especiales y de adultos mayores.

Para adultos mayores se han desarrollado robots como NAO, un robot humanoide del Instituto de Sistemas Inteligentes y Robótica (ISIR), desarrollado por el líder de robótica francesa Aldebaran Robotics, puede ser equipado con un software para atención y rehabilitación de ancianos [4]. De igual forma para personas no videntes el robot Baxter desarrollado en la universidad Carnegie Mellon [5], consiste en un acompañante que interactúa con el usuario a través del tacto y puede recibir órdenes de forma verbal.

Aiko Chihira [6], es un robot humanoide que ha sido concebido para asistencia a personas adultas mayores y con discapacidad auditiva, ya puede comunicarse también mediante lenguaje de signos. El hardware del robot fue proporcionado por ALAB Inc., y la Universidad de Osaka, Toshiba desarrolló el algoritmo de control. En el Ecuador se han desarrollado aplicaciones para discapacidad auditiva, Baquero A. [7], desarrolló material didáctico como herramienta fundamental para el desarrollo del lenguaje en niños sordos de 1 a 5 años a través de la lengua de señas ecuatoriana, en la Universidad Tecnológica Equinoccial en 2008 el cual consistía en una ilustración de las manos de un niño en movimiento, con esta plataforma se busca fortalecer la claridad y el equilibrio visual de los niños con discapacidad auditiva. Andrade. D & Zúñiga. D. [8], diseño y construcción de una mano robótica para la enseñanza del alfabeto dactilológico universal para las personas sordomudas en la Universidad Politécnica Salesiana en el 2011, el objetivo es permitir que una persona que carece del habla pueda comunicarse, es una herramienta didáctica; el principal reto es lograr convertir la mano en una prótesis eficiente. Chacón E. [9], desarrolló una interfaz para el reconocimiento automático del lenguaje de signos en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE en el 2013, se trata de una interfaz gráfica donde se considera la memoria visual como un aspecto

predominante, por lo que se realizó una asociación grafica entre el signo realizado, la letra correspondiente y una imagen que representa la letra. Espinosa. P & Pogo. H. [10], diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras, en la Universidad Politécnica Salesiana en el 2013.

La tecnología y aplicaciones desarrolladas para discapacidad auditiva son varias, pero en ninguna de éstas se ha combinado la interacción de un robot humanoide y una plataforma virtual, es por esto que se desarrolló este proyecto.

## II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### A. Discapacidad auditiva

La discapacidad auditiva se define como la dificultad específica para percibir a través de la audición los sonidos del ambiente dependiendo del grado de la pérdida auditiva, no presenta características físicas en su rostro o cuerpo como en otras discapacidades [11]. Una persona que posee esta discapacidad debe ser considerada como una persona que se mueve visualmente en el mundo y que desarrolla una lengua natural que es el Lenguaje de señas y debe empezar a formar parte de una cultura [12].

### B. Lengua de señas

Es una lengua natural de expresión y configuración gesto-espacial y percepción visual, gracias a la cual pueden establecer un canal de comunicación con su entorno social, ya sea conformado por otros individuos con la misma discapacidad o por cualquier persona que conozca la lengua de señas empleada. Mientras que con el lenguaje oral la comunicación se establece en un canal vocal-auditivo, el lenguaje de señas lo hace por un canal gesto-viso-espacial [13].

### C. Intérprete de lengua de señas

Los intérpretes son aquellas personas que le transmiten un mensaje emitido en lenguaje oral a la persona con discapacidad auditiva, por lo general a través del lenguaje manual o de señas, ya que poseen conocimiento del mismo [14].

## III. DISEÑO Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS

En esta sección se detallará un diseño en el cual se busca la similitud de los movimientos de un humano realizados por los dedos, muñecas, brazos, hombros y cuello, para lo cual se ha considerado la ubicación, torques, pesos y fuerzas de los servomotores.

### A. Parámetros de diseño

Se parte de la estructura mecánica que muestra la Figura 1.



Figura 1. Estructura mecánica robot humanoide.

Para determinar los parámetros de diseño se han considerado algunas recomendaciones de otros proyectos relacionados, estableciendo los siguientes:

- Servomotores de bajo torque de máximo 0.54 [Kgf.cm] y los de alto torque de 19.05 [Kgf.cm].
- Sistema electrónico conformado por servomotores y potenciómetros (sensores) los cuales permitirán que se realice el control a lazo cerrado.
- Fuente de 5V DC.
- Elementos de protección para el sistema total, ya que se necesita estar protegidos contra los cortocircuitos o sobrecargas.
- Tarjetas de control adecuadas para el envío y recepción de datos del computador al robot, con características de alta velocidad de transmisión de datos y número de salidas PWM requeridas.
- La interfaz gráfica permitirá la interacción del usuario con el intérprete humanoide, ya que mediante el mismo se dará la orden para la ejecución de la seña. Se busca una interfaz adecuada para niños de 5 a 12 años.
- La comunicación entre sensores, servomotores y la tarjeta de control, será de manera convencional; es decir, por cables para todos los dispositivos y componentes.

### B. Campos de operación y torques de las articulaciones.

El intérprete cuenta con 22 grados de libertad los mismos que están distribuidos de la siguiente manera: 10 en los dedos (mano izquierda y derecha), 2 en las muñecas, 2 en el antebrazo, 6 en el hombro (movimientos de rotación abducción y flexión), 2 en el cuello (movimientos de rotación y extensión). En la Tabla I, se detalla los torques necesarios para cada articulación, junto con sus campos de operación.

TABLA I.

Campos de operación de las articulaciones.

Nº	Movimiento/ Articulación	Campos de operación	Torque [kgf.cm]
1	D. Pulgar	60°-150°	0.54
2	D. índice	60°-150°	0.21
3	D. Medio	60°-150°	0.27
4	D. Anular	60°-150°	0.24
5	D. Meñique	60°-150°	0.19
6	Muñeca	10°-150°	0.10
7	Antebrazo	0°-60°	12.68
8	Hombro Rotación	0°-110°	0.90
9	Hombro Flexión	0°-135°	19.05
10	Hombro Abducción	0°-60°	16.81
11	Cuello Rotación	0°-180°	1.27
12	Cuello Extensión y Contracción	10°-150°	4.22

### C. Diseño y selección del sistema electrónico

#### 1. Servomotores.

El dimensionamiento de servomotores se realiza en base al torque que éste debe poseer para poder ejecutar el movimiento de acuerdo a las articulaciones correspondientes. Se han considerado dos tipos de alto y bajo torque, cuyos valores son de 8.5 [Kgf · cm] y 19.8 [Kgf · cm].

## 2. Sensores.

Los sensores de posición que se utilizan permiten conectarse al objeto que se desplaza de manera que éste al moverse varía la resistencia del mismo y de esta forma es posible conocer la posición exacta y que posteriormente se realice un control sobre éste. Se indica en la Figura 2., la ubicación y distribución de los mismos.

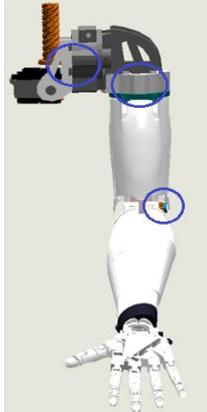


Figura 2. Ubicación de sensores.

## D. Diseño del algoritmo de control

El algoritmo diseñado se describe en la Figura 3., donde se representa la secuencia de ejecución para el intérprete humanoide.

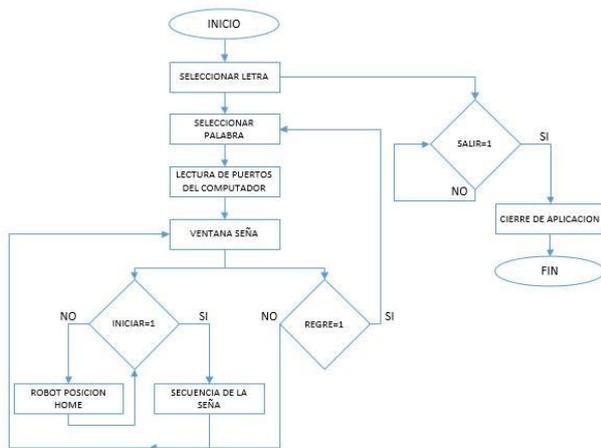


Figura 3. Algoritmo de control

Este sistema será controlado mediante señales PWM, las herramientas que se usará para este sistema son las que el software LabVIEW ofrece. Las señales PWM deberán ser enviadas a los servomotores de cada articulación, se enviará el pulso y se obtendrá el ángulo de giro deseado para la secuencia. El algoritmo de control es manejado por software.

## E. Diseño de la interfaz gráfica

Para el diseño de la interfaz gráfica se ha tomado en cuenta algunos aspectos y consideraciones para realizar la presentación de la misma, como [15]:

- Amigable e interactivo para el usuario ya que en este caso los usuarios son los niños bajo la supervisión del profesor guía o tutor.
- Se debe realizar de acuerdo a ciertos parámetros que se ha planteado para aplicaciones de software educativo, como son el diseño y presentación de menús, iconos o imágenes, selección de colores adecuados y fuentes.

- La selección de colores y fuentes se debe analizar profundamente ya que la cognición de los niños está estrechamente relacionada a lo que perciben sus sentidos.

## IV. IMPLEMENTACIÓN

### A. Implementación del sistema de control

Se ha realizado el análisis de cada una de las señas como la que se observa a continuación en la Figura 4., se analiza la seña APLAUDIR, así también los ángulos para cada una de las secuencias [16].

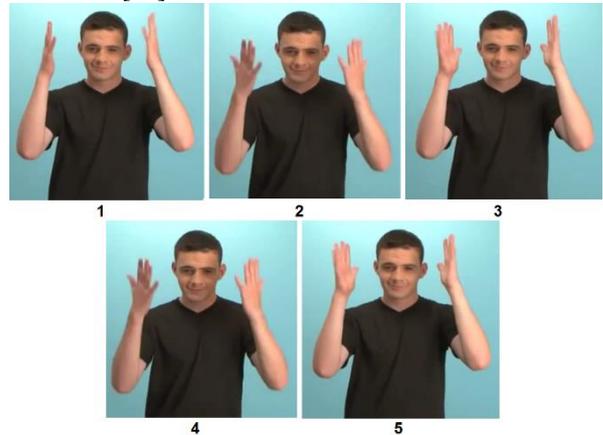


Figura 4. Secuencia de ejecución APLAUDIR.

TABLA IV.  
Ángulos para secuencia de ejecución seña APLAUDIR.

Articulación	Secuencia de ejecución						
		Home	1	2	3	4	5
D. Pulgar	Der.	150°	-	-	-	-	-
	Izq.	150°	-	-	-	-	-
D. Índice	Der.	150°	-	-	-	-	-
	Izq.	150°	-	-	-	-	-
D. Medio	Der.	150°	-	-	-	-	-
	Izq.	150°	-	-	-	-	-
D. Anular	Der.	150°	-	-	-	-	-
	Izq.	150°	-	-	-	-	-
D. Meñique	Der.	150°	-	-	-	-	-
	Izq.	150°	-	-	-	-	-
Muñeca	Der.	10°	150°	10°	150°	10°	150°
	Izq.	150°	10°	150°	10°	150°	10°
Antebrazo	Der.	0°	65°	-	-	-	-
	Izq.	0°	65°	-	-	-	-
H. Rotación	Der.	70°	90°	-	-	-	-
	Izq.	70°	90°	-	-	-	-
H. Flexión	Der.	15°	85°	-	-	-	-
	Izq.	15°	100°	-	-	-	-
H. Abducción	Der.	0°	20°	-	-	-	-
	Izq.	8°	28°	-	-	-	-
Cuello Rotación		110°	-	-	-	-	-
Cuello Flexión		90°	-	-	-	-	-

### B. Implementación de la interfaz gráfica

Para la implementación de la interfaz gráfica se integrará las ventanas múltiples y el algoritmo de control. De esta manera la interfaz final del proyecto será la que muestra la Figura 5., en donde se cuenta con una pantalla de inicio que después de 5 segundos se cambiará a la pantalla donde se encontrarán las letras ordenadas alfabéticamente. Después al acceder a cada letra se desplegará otra ventana con las palabras que serán interpretadas. Se ha realizado un diagrama con las letras A y C, con las palabras aplaudir y concluir, respectivamente.

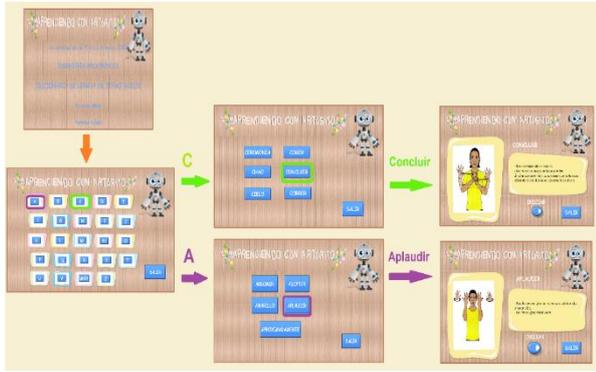


Figura 5. Acceso de ventanas de interfaz.

### C. Implementación del sistema mecatrónico

Para la implementación del sistema mecatrónico se requiere del funcionamiento correcto de cada uno de los sistemas de forma independiente, para integrar los sistemas y que sea más fácil identificar la causa de los posibles problemas que puedan presentarse. A continuación en la Figura 6., se muestra el esquema de funcionamiento del sistema total, se presenta el HMI, la conexión de las tarjetas Arduino a través del conector USB al computador, y las salidas PWM de las tarjetas conectadas a las respectivas articulaciones del humanoide.

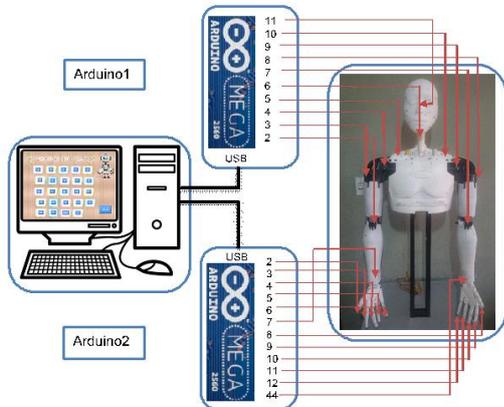


Figura 6. Integración del Sistema total.

## V. PRUEBAS Y RESULTADOS

### A. Pruebas del sistema de control

En las pruebas del funcionamiento del sistema de control, se envía la señal PWM desde LabVIEW que permite comprobar el movimiento que debe realizar cada una de las articulaciones; es decir, verificar la posición real a la cual llegan las extremidades y la cabeza. Se muestra el procedimiento que se ha desarrollado en la prueba descrita, y de igual forma las distintas posiciones que han sido evaluadas.

Dicha prueba se aplicó a diferentes posturas, movimientos de cada una de las articulaciones, verificando así el funcionamiento del sistema de control sobre cada una de las mismas, y de la igual manera para la posición home del humanoide, teniendo un resultado favorable en cada una de las pruebas realizadas. En la Figura 7., se muestra los resultados obtenidos en la posición HOME.



Figura 7. Posición HOME

### B. Repetibilidad.

Se ha realizado pruebas para saber cuál es la repetibilidad del sistema, las cuales consisten en ejecutar el movimiento de algunas articulaciones, repetidas veces, hasta un punto determinado y tomar una distancia de referencia. En la Tabla V se presenta un ejemplo de las pruebas desarrollada, en donde se muestra las distancias obtenidas en cada una de las iteraciones realizadas.

TABLA V.  
Datos para repetibilidad.

Nº	Muestras Señas	Iteraciones	Error
1	Flexión 90° D = 0,8m	d1= 0,79 m	1,25%
		d2= 0,82 m	2,50%
		d3= 0,77 m	3,75%
		d4= 0,75 m	6,25%
Error Promedio		3,99%	

El error promedio que se obtuvo es de 3,99%, que comparado con los trabajos analizados, el valor obtenido se encuentra dentro del rango de error admisible para proyectos relacionados.

### C. Pruebas en la ejecución de señas

En esta prueba intervienen directamente los niños ya que para el desarrollo de la misma se evaluó el aprendizaje de 40 señas, las cuales fueron enseñadas a través de las dos metodologías que se describen a continuación, se realizó la evaluación con 10 niños de la institución.

1. Metodología convencional, considerada como la forma habitual y clásica de la enseñanza de la lengua de señas en donde el docente debe repetir las veces que sean necesarias las señas para que los niños la puedan aprender.

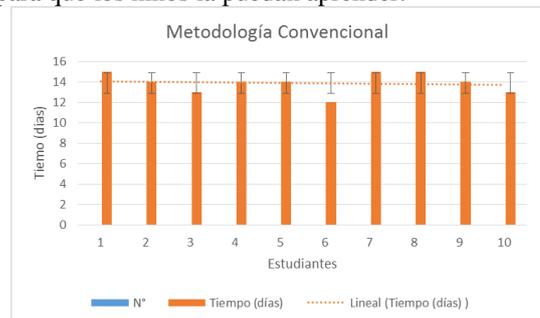


Figura 8. Resultados Metodología convencional

Como se observa la Figura 8., se muestran que los niños tardaron entre 12 a 15 días en aprender y ejecutar correctamente las señas, manteniéndose una tendencia en 14 días.

2. Implementación del intérprete, buscando mejorar el sistema de educación se propone esta nueva tecnología que permite que el intérprete repita la seña las veces que se requiera, para que el niño pueda aprender las señas; la ventaja de esta metodología frente a la descrita anteriormente es que el profesor no tiene que preocuparse más de esta actividad y también el niño aprende de una forma más interactiva y el profesor puede programar diferentes actividades que le permitan avanzar de forma más rápida en el proceso de enseñanza.

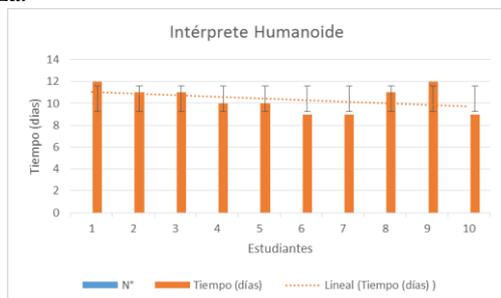


Figura 9. Resultados con la implementación del intérprete

En la Figura 9., se indica que con esta nueva implementación los niños requieren entre 9 y 12 días para su proceso de aprendizaje, se tiene una tendencia lineal la cual oscila entre 11 y 9 días reduciendo notablemente a la obtenida en la metodología anterior.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluyó con éxito el diseño e implementación del sistema de control del torso de un intérprete humanoide de 22 grados de libertad para la enseñanza del lenguaje de señas básica para niños de discapacidad auditiva en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi.

Se realizó un algoritmo de control capaz de enviar secuencias de movimiento al humanoide, a través de la tarjeta Arduino que se utilizó como interfaz de comunicación.

El diseño de la interfaz gráfica se realizó considerando los parámetros de interfaces para niños, utilizando técnicas que permitan que la misma sea amigable y brinde una fácil interacción con el usuario, además de esto también se utilizó una combinación de colores que llamen la atención, ya que la cognición de los niños está estrechamente relacionada con el sentido visual.

El desarrollo del interprete humanoide, como tecnología de aprendizaje de lengua de señas para personas discapacitadas, brinda un realce a las nuevas metodologías frente a las convencionales.

Según las pruebas realizadas se establecen las siguientes características del robot, posee 22 grados de libertad, repetibilidad de 4,00%, y se ha obtenido un error promedio en la ejecución de las señas de 4,32%, dichos valores se consideran admisibles ya que han sido comparados con los obtenidos en los trabajos analizados en el estado de arte.

Se concluyó este proyecto con un diccionario que cuenta con 80 palabras, las cuales han sido previamente programadas, las mismas que fueron evaluadas y aprobadas por los docentes de la institución.

Este proyecto es de gran utilidad, ya que se han obtenido buenos resultados los cuales se han visto reflejados en el proceso de aprendizaje de la lengua de señas en los niños, ya que se han podido adaptar y familiarizar con la utilización de esta nueva tecnología, de esta manera prestan mayor atención y pueden aprender con mayor rapidez.

Se estableció que los tiempos de aprendizaje con esta nueva metodología se reducen, pero también se brinda la posibilidad

de tener una educación personalizada para el proceso de adaptación de los niños.

Con la ayuda de los docentes de la de la institución beneficiaria, se logró familiarizar con la lengua de signos.

Se realizó la investigación de los principios de aprendizaje para niños con discapacidad auditiva, de esta manera se desarrolló la metodología de enseñanza del intérprete y así también se seleccionaron gráficos que tradicionalmente se utilizan para el aprendizaje de este lenguaje, los cuales fueron implementados en el HMI.

Este trabajo es el complemento del proyecto realizado por Milton Bustillos [17] (Bustillos M., 2015), quien se encargó del diseño y construcción de la estructura mecánica del intérprete de lengua de señas.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Angulo, J., Romero, S., & Angulo, I. (2005). *Introducción a la robótica*. Madrid: Thomson.
- [2] Barrientos, A., Peñin, L., Balaguer, C., & Aracil, R. (2007). *Fundamentos de Robótica*. Madrid: Mc Graw Hill.
- [3] HONDA (7 de Noviembre de 2012). ASIMO ¿Por qué crear un robot humanoide?, Obtenido de: <http://www.hondamontesa.es/espacio/mundo/asimo.php>, Recuperado el 18 de septiembre de 2015.
- [4] NAO (23 de Abril de 2015). Ayuda robótica, Obtenido de: <http://hd.clarin.com/post/117712637754/ayuda-robotica-personas-mayores-imitan-los>, Recuperado el 18 de septiembre de 2015.
- [5] CARNEGIE MELLON (24 de septiembre de 2015). Investigadores emplean el Robot Baxter para ayudar a invidentes, Obtenido de: <http://blog.diagnostrum.com/2015/09/24/investigadores-emplean-el-robot-baxter-para-ayudar-a-los-ciegos/>, Recuperado el 18 de septiembre de 2015.
- [6] Aiko Chihira, la robot humanoide que se comunica con lengua de señas". Universidad de Osaka e institutos nipones de tecnología Shibaura. Japón. 2014
- [7] Baquero A. (2008), *Material didáctico como herramienta fundamental para el desarrollo del lenguaje, en niños sordos de 1 a 5 años a través de la lengua de señas ecuatoriana*, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- [8] Andrade. D & Zúñiga. D (2011), *Diseño y construcción de una mano robótica para la enseñanza del alfabeto dactilológico universal para las personas sordomudas*, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- [9] Chacón E. (2013), *Desarrollo de una interfaz para el reconocimiento automático del lenguaje de signos*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Sangolquí.
- [10] Espinosa. P & Pogo. H. (2013), *Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras*, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- [11] Acosta, C. (2011). *El puente entre dos mundos: intérpretes de la lengua de señas*. En S. Rojas, E. Maldonado, M. Granda, V. Montellano, & C. Acosta, *Discapacidades en Ecuador: perspectivas críticas, miradas etnográficas* (págs. 155-176). Quito: FLACSO.
- [12] Ministerio de Educacion de Chile. (2007). *Necesidades Educativas Especiales Asociadas a Discapacidad Auditiva*. Santiago de Chile: KDiseno .
- [13] Alarcón, V., Fonseca, M., & Rosas, N. (10 de Julio de 2012). *BLOGSPOT*. Obtenido de <http://senasupn.blogspot.com/2012/07/definicion.html>, Recuperado el 15 de diciembre de 2014.

[14] Marín, M. (2004). Alumnos Con Necesidades Educativas Especiales. San Jose, Costa Rica: EUNED Editorial Universidad Estatal a Distancia.

[15] Neiret, S. (2008). Diseño de Interfaz en el Software Educativo Infantil = Diseño de Emociones. Universidad de la Plata, Buenos Aires.

[16] Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades (CONADIS). (24 de Junio de 2014). Diccionario de Lengua de Señas Ecuatoriana Gabriel Román. Obtenido de <http://plataformaconadis.gob.ec/diccionario/>, Recuperado el 5 de enero de 2015.

[17] Bustillos, M. (2015). Diseño y construcción de la estructura del torso de un intérprete humanoide de múltiples grados de libertad para la enseñanza del lenguaje de señas con niños de discapacidad auditiva en la unidad educativa especializada Cotopaxi. Latacunga: En proceso de publicación.

## VIII. BIOGRAFÍAS



**Fausto Acuña.** Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es Ingeniero Electromecánico en la ESPE. Maestría en Gestión de Energía en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente tiempo completo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

E-mail: fvacunia@espe.edu.ec



**Marco Singaña.** Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica Nacional en Electrónica y Control, cuenta con un Diplomado Superior en Redes Digitales Industriales, un Masterado en Redes y Telecomunicaciones, está cursando un Masterado en Diseño, Producción y Automatización Industrial en la Escuela Politécnica Nacional. Actualmente es docente de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

Email: masingania@espe.edu.ec



**Fernanda Oñate.** Nació en Ambato provincia de Tungurahua, Ecuador. Es graduada de Ingeniera en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el año 2015. Áreas de interés: Robótica, Sistemas CAD/CAM/CAE, Automatización, Control de procesos, Redes Industriales,

Email: fersitaonate@gmail.com



**Verónica Valdés.** Nació en Ambato provincia de Tungurahua, Ecuador. Es graduada de Ingeniera en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el año 2015. Áreas de interés: Robótica, Sistemas CAD/CAM/CAE, Automatización, Control de procesos, Redes Industriales,

Email: vero.v.p@hotmail.com