

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOS MANOS ROBÓTICAS, CONTROLADAS POR TECLADO Y VOZ MEDIANTE ANDROID, PARA REALIZAR OPERACIONES MATEMÁTICAS BÁSICAS EN LA UNIDAD EDUCATIVA ESPECIALIZADA COTOPAXI

Diana Curicho - AUTOR¹, Freddy Molina - AUTOR², Ing. Ernesto Santillán - COLABORADOR³, Ing. Marco Singaña - COLABORADOR⁴

*Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de la Fuerzas Armadas-ESPE
Calle Quijano y Ordoñez y Hermanas Páez, Latacunga- Ecuador*

¹cdiany@gmail.com

²freddy10_77@hotmail.com

Resumen— Este proyecto con fines didácticos, permite a los estudiantes de la Unidad Educativa realizar operaciones matemáticas básicas y generar un vínculo con la robótica educativa, debido a que es una herramienta pedagógica innovadora, para niños y niñas con discapacidad intelectual leve a moderada e hiperactividad. El kit educativo está constituido por dos manos robóticas, controladas desde un dispositivo móvil a través de una aplicación Android. Las manos robóticas, permiten visualizar las respuestas de operaciones como: suma, resta, multiplicación y división, cuyo resultado sea menor o igual a diez, realizadas por comandos de voz o teclado.

Palabras Clave— Manos robóticas, Aplicación Android. Bluetooth, Robótica y Mecatrónica, Reconocimiento de voz.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional en la actualidad existen pocos trabajos relacionados con la inclusión de niños con discapacidad intelectual y problemas de concentración que relacione a la educación primaria con la robótica educativa como herramienta pedagógica, debido a que resulta muy difícil la concentración en el proceso de aprendizaje con las técnicas tradicionales de enseñanza.

En ciudad de Latacunga la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi, es una institución dedicada a educar niños y niñas con diferentes discapacidades, donde la enseñanza de las matemáticas es a través de programas regulares, es decir que los niños de séptimo y octavo grado con discapacidad leve a moderada reciben el mismo programa de un niño@ de segundo año de educación básica de una escuela regular.

II. DESARROLLO

GENERALIDADES

A. Robótica Educativa

La robótica es una herramienta tecnológica dedicada al diseño, construcción, control, manufactura y aplicación de los robots, los mismos que ejecutan órdenes de un programa, realizan los movimientos necesarios a través de un control del proceso, en tiempo real. Esto da lugar a utilización de la robótica

educativa como estrategia para fortalecer las aptitudes socioemocionales en niños o alumnos con problemas de concentración y discapacidad intelectual.

B. Anatomía de la mano humana

La mano humana es capaz de maniobrar casi en cualquier posición que se desee, esto es posible gracias a la destreza de los dedos y a la habilidad de la muñeca para su posicionamiento. Está formada por los huesos que se observan en la Fig. 1.



Fig. 1. Huesos que conforman la mano y muñeca humana [3].

La distancia, tamaño y diámetro de una mano humana promedio se puede observar en la Tabla I.

TABLA I
MEDIDAS EN MILÍMETROS PARA LOS DEDOS DE LA MANO.

Falange Dedos	Largo			Total	En la Unión con la palma
	1°Falange Proximal	2°Falange Medial	3°Falange Distal		
Pulgar	37		31	68 (34)	19
Índice	32	26	18	76 (33)	16 (28)
Corazón	35	29	20	84 (32)	16 (26)
Anular	30	28	28	78 (31)	16 (24)
Meñique	25	20	17	62 (30)	14 (22)

Ancho		Espesor		
En la última falange	Promedio	En la Unión con la palma	En la última falange	Promedio
15	17	20	11	15.5
13 (29)	14.5	13	11	12
13 (27)	14.5	13	11	12
13 (25)	14.5	12	10	11
11 (23)	12.5	11	9	10

Entre paréntesis en la Tabla I, se indica la referencia de cada medición en la Fig. 2.

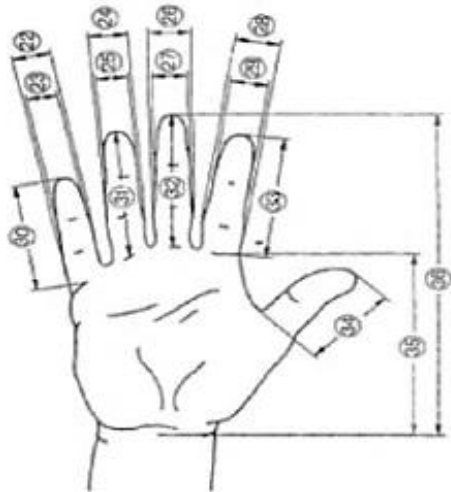


Fig. 2. Dimensiones lineales de la mano [4].

C. Comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica es la conexión sin cables entre distintos dispositivos. En la que sus extremos, el emisor y el receptor no están unidos físicamente, si no que se comunican por medio de ondas electromagnéticas a través del espacio. Hablando de los móviles específicamente, no se puede pensar otra forma de comunicación o transmisión de datos que la de manera inalámbrica. Por lo tanto esta sería la única forma de comunicación para los dispositivos móviles [5].

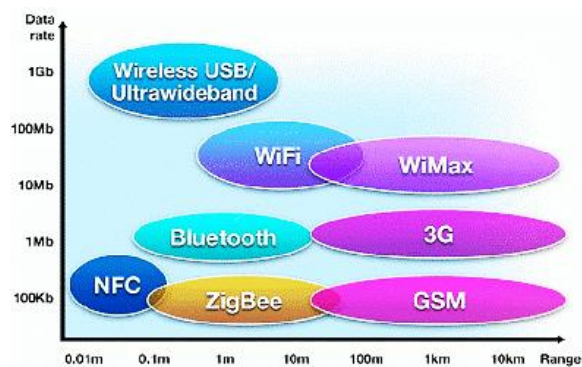


Fig. 3. Tipos de Comunicaciones Inalámbricas.

D. Sistema Operativo Android

Es una plataforma libre con licencia GPL (General Public License), creada inicialmente para teléfonos inteligentes para luego ser usado en tablets.

1) Características de Android

Las principales características de este sistema operativo son:

- Es de código abierto.
- Núcleo basado en el Kernel de Linux.
- Adaptable a pantallas de mayor resolución.
- Utiliza SQLite para el almacenamiento de datos.

- Navegador web basado en WebKit, emparejado con el motor JavaScript V8 de Google Chrome.
- Soporte de Java y muchos formatos multimedia.
- Incluye un emulador de dispositivos.
- Las aplicaciones pueden ser gratuitas o pagas y descargadas e instaladas desde Google Play.
- Bluetooth.
- Entrada de búsqueda por voz utilizando el reconocimiento de Google.
- Multitarea real de aplicaciones.

E. Reconocimiento de Voz

El reconocimiento de los comandos de voz realizados por el usuario, se realizan mediante el motor de Google, el mismo que permite reconocer los números y los operadores matemáticos básicos.

F. Aplicaciones Móviles

Tanto los dispositivos móviles como sus aplicaciones están comenzando a ser introducidos como herramientas de aprendizaje en los currículos y en los programas educativos de la enseñanza primaria y secundaria, pues permiten la convergencia de tecnologías tales como la posibilidad de anotación, aplicaciones para la creación y la composición, GPS, herramientas para la captura y edición digital de imágenes, vídeo y audio, etc.

Las aplicaciones para Android se escriben y desarrollan en lenguaje de programación Java con Android Software Development Kit (Android SDK), o con herramientas de desarrollo como Google App Inventor [6].

La herramienta de MIT App Inventor, que facilita el desarrollo de la aplicación por voz es:

SpeechRecognizer, se encarga de escuchar la voz del usuario y convertir en texto usando la función de Android de reconocimiento de voz. La Fig. 4 muestra la programación básica para el reconocimiento de voz.

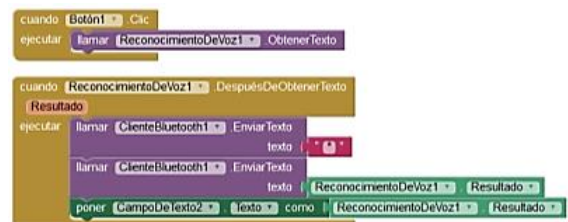


Fig. 4. Bloques de programación para el reconocimiento de voz.

III. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Para el desarrollo del kit robótico se partió por el diseño concurrente, fundamentado en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de información a través de la ingeniería concurrente tomando en cuenta las demandas de los usuarios y traduciéndolas en requerimientos técnicos [7].

IV. DISEÑO

Para el desarrollo del Kit se procedió a diseñar el sistema mecánico, control y software.

A. Sistema Mecánico

Este diseño permite a través de un único tendón accionar todas las articulaciones del dedo, para realizar movimientos de flexión y extensión por lo que el sistema de transmisión de fuerza empleado es el de tendón polea. La estructura está compuesta por 5 cables acoplados (tendones) por cada mano, lo que quiere decir que el motor actúa sobre la articulación por medio del tendón.

Cada dedo de la mano robótica cuenta con 3 GDL, para el diseño se decidió subactuar el último grado de libertad entre la falange medio y la falange distal de los dedos, excepto el dedo pulgar. La Fig. 5, muestra las falanges que constituyen un dedo.

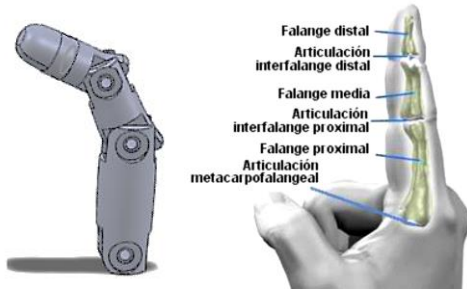


Fig. 5. Diseño de un dedo de la mano robótica.

La falange distal está diseñada en 2 partes, una permite el direccionamiento del cable o tendón, y la otra simplemente cubre la parte visible del mismo, como se puede observar en la Fig. 6.



Fig. 6. Falange distal.

Para determinar la fuerza que debe soportar (es decir el peso W), se toma en cuenta el valor del peso específico del PLA que es 1240 kg/m^3 .

Para la obtención del peso máximo a través de la ecuación (1), el volumen de la falange distal es de $2.569 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$.

$$W = \gamma * V \quad (1)$$

Dónde:

W : Peso [N].

γ : Peso específico de la sustancia $[\text{N/m}^3]$ ($\gamma = \rho * g$).

V : Volumen de la sustancia $[\text{m}^3]$

$$W = 1240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 2.569 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$W = 0.03 \text{ N}$$

En base al peso calculado se verifica el espesor adecuado para la falange distal, considerándolo como una viga en voladizo, puesto que para el análisis se toma en cuenta la sección más débil de la pieza.

De donde se obtuvo que el momento crítico es $0,8750 \text{ N}\cdot\text{mm}$, y de acuerdo a las características del material el $S_y(\text{PLA})=60 \text{ MPa}$ y se establece un factor de seguridad de 2. El esfuerzo de diseño se obtiene mediante la ecuación (2).

$$\sigma_D = \frac{S_y}{N} \quad (2)$$

Donde:

σ_D : Esfuerzo de Diseño [MPa].

S_y : Limite de Fluencia [MPa].

N : Factor de seguridad.

El esfuerzo de diseño resultante es:

$$\sigma_D = \frac{60 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_D = 30 \text{ MPa}$$

El esfuerzo por flexión se calcula mediante la expresión.

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{S_x} \quad (3)$$

En donde:

M_{\max} : Momento Flector máximo [N-mm]

S_x : Modulo de sección

Para calcular el módulo de sección se considera una forma rectangular por facilidad en los cálculos y se la obtiene mediante.

$$S_x = \frac{bh^2}{6} \quad (4)$$



Fig. 7. Vista de sección de la Falange distal.

Con el esfuerzo de diseño se procede al cálculo del espesor de la falange distal, correspondiente a la altura de la sección rectangular (Véase Fig. 7), mediante la ecuación (5) la cual se obtuvo del despeje de las ecuaciones de módulo de sección y de esfuerzo por flexión.

$$h = \sqrt{\frac{6 * M_{\max}}{b * \sigma_D}} \quad (5)$$

Donde:

h : Altura de la sección transversal (o espesor) [mm].

M_{\max} : Momento flector máximo [N-mm].

b : Base de la sección [mm].

El resultado del cálculo de la altura es:

$$h = \sqrt{\frac{6 * 0,8650 \text{ N. mm. mm}^2}{34 \text{ mm} * 30 \text{ N}}}$$

$$h = 0,07 \text{ mm}$$

Considerando el resultado anterior se seleccionó un espesor de 1mm. Para comprobar el diseño se realiza el cálculo del esfuerzo generado, en base al espesor seleccionado, el módulo de sección resultante de la ecuación (4), es:

$$S_x = \frac{35 \text{ mm} * 1 \text{ mm}^2}{6}$$

$$S_x = 5,83 \text{ mm}^3$$

El esfuerzo al que estará sometida la falange distal, basado en la ecuación (3), será:

$$\sigma = \frac{0,8650 \text{ N. mm}}{5,83 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma = 0,148 \text{ MPa}$$

Despejando el factor de seguridad de la ecuación (2), se obtiene:

$$N = \frac{60 \text{ MPa}}{0,148 \text{ MPa}}$$

$$N = 405$$

Con un factor de seguridad 405 se establece un espesor de la falange distal sobredimensionado, no obstante por la facilidad de fabricación (limitante de impresión 3D) se conserva el espesor 1mm.

Y de acuerdo a los resultados obtenidos mediante un software de diseño, se comprueba que el factor de seguridad mínimo es de 500 lo que confirma que el diseño está sobredimensionado debido a las propiedades mecánicas altas del material.

De igual forma se realiza el análisis de las demás falanges hasta obtener el diseño total (Véase Fig. 8) y poder obtener el torque máximo del motor, para el cual se toma el peso total ($W_t = 0,1146 \text{ N}$) del dedo como única fuerza a mover, y se le considera como un solo eslabón a través de la ecuación (6).

$$T = F * d \quad (6)$$

Considerado el dedo más crítico, puesto que los otros dedos son similares.

Dónde:

$$d = 0,26 \text{ [m]}$$

$$F = \text{Peso total [N]}$$

$$1 \text{ Kg.cm} = 0,0981 \text{ [N.m]}$$

$$T = 0,1146 \text{ N} * 0,26 \text{ m}$$

$$T = 0,029796 \text{ Nm}$$

$$T = 1,09 \text{ Kg. cm}$$

El torque necesario para mover un dedo de la mano es de 0,30 Kg. cm. Este torque es para todos los dedos de la mano debido a su similitud.



Fig. 8. Ensamble total del Kit.

B. Sistema de control

El sistema de control es el conjunto de elementos o dispositivos que permite controlar las acciones de las manos robóticas a partir de la entrada de datos inalámbricos a una tarjeta de control para el posterior funcionamiento de los motores y visualización de las respuestas en las manos robóticas.

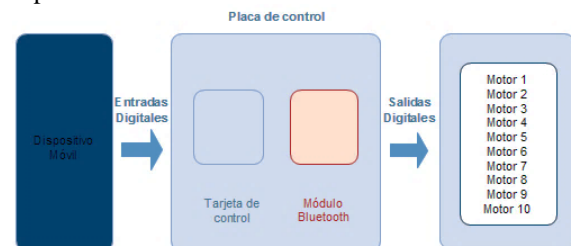


Fig. 9. Diagrama de bloques del sistema de control.

El sistema de control se realizó en base a un dispositivo móvil, lo cual permite al usuario a través de una aplicación en Android:

- Establecer una conexión inalámbrica entre el dispositivo y el kit robótico, para lo cual la tarjeta debe tener pines de Tx y Rx.
- Seleccionar el modo de operación de las manos robóticas.
- Utilizar un teclado táctil o comandos de voz para el procesamiento de la operación matemática.
- Realizar operaciones matemáticas cuyas respuestas sean menores a 10 y de acuerdo al conocimiento de los niños(as).
- Navegar entre las diferentes pantallas de la aplicación.

La aplicación Android se comunica mediante protocolo UART RS 232 serial, la cual esta encargada de controlar las señales de entradas/salidas digitales para realizar el cambio de posición de los servomotores.

Se utiliza el micro servo TowerPro de 1 kg.cm de torque máximo, a un voltaje de entre 4.8 - 6V, para realizar el movimiento de flexión y extensión de cada uno de los dedos, las ventajas más importantes son el tamaño del micro servo por el espacio mínimo que ocupa y la alta velocidad de giro que lo hace muy eficiente al momento de realizar el movimientos de extensión de los dedos para la presentación rápida de las respuesta a las operaciones matemáticas básicas.

Para seleccionar la fuente externa que alimenta los diez motores es necesario conocer el consumo de corriente. Un motor eléctrico tiene una potencia y velocidad de operación. Estas dos características establecen cierto “torque” o “par” que puede liberar el motor para que gire o no determinada carga mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{P}{W} \quad (7)$$

Donde:

T: Torque o par

P: Potencia del motor

W: Velocidad de giro

$$T = 1.5 \text{ kg. cm} = 0.147 \text{ J}$$

$$W = \frac{60^\circ}{0.12s} = 8.72 \text{ rad/s}$$

$$P = T * W$$

$$P = 0.147 \text{ J} * 8.72 \text{ rad/s}$$

$$P = 1.28 \text{ [W]}$$

$$P = V * I \quad (8)$$

Donde:

V: Voltaje del motor

I: Corriente

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1.28 \text{ W}}{5 \text{ V}} = 0.25 \text{ A}$$

C. Aplicación Móvil

La aplicación móvil es amigable, divertida, intuitiva y de fácil navegación para el niño y el educador, además tiene dos opciones de operación:

Por Teclado: En este modo, el niño podrá digitar las operaciones matemáticas básicas, mediante un teclado digital.

Por Voz: Este modo responderá a comandos de voz, mediante el motor de reconocimiento de Google para realizar la operación y finalmente la respuesta se visualiza en las manos robóticas.

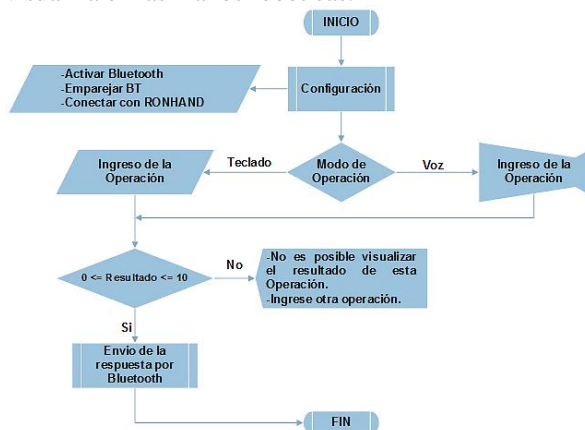


Fig. 10. Diagrama de flujo de la aplicación Android.

La Fig. 10 muestra el algoritmo de la aplicación Android.

V. PRUEBAS

Para la obtención resultados en las pruebas, 12 niños que conforman el séptimo y octavo año, realizaron 132 sumas, 108 restas, 132 multiplicaciones y 132 divisiones (504 operaciones en total) a través del teclado y voz, para ser visualizadas las respuestas en las manos robóticas, de esta manera se verificaría su funcionalidad y la posición deseada.

A. Pruebas de visualización y control

Una vez realizado las pruebas de visualización de cada respuesta posible consecutivamente, se obtienen los datos mostrados en la siguiente Tabla.

TABLA II
DATOS OBTENIDOS DURANTE EL ENSAYO

	Respuesta	Repetición de cada operación	Si se visualizó	No se visualizó	No lo realizo
Mano Derecha	0	48	48	0	0
	1	84	82	0	2
	2	60	54	4	2
	3	48	41	2	5
	4	36	36	0	0
	5	0	-	-	-
Mano Izquierda	6	36	33	3	0
	7	24	24	0	0
	8	36	35	1	0
	9	12	12	0	0
	10	24	22	2	0
	>10	96	-	-	-
TOTAL		504	387	12	9

En la Tabla II se indican las pruebas realizadas y los resultados obtenidos de cada respuesta en los dedos de las manos robóticas, de los cuales se obtuvo un porcentaje de confiabilidad basado en aciertos y fracasos del kit en los usuarios. Y en la Fig. 11, se observa los resultados en porcentaje de eficiencia.

■ Si se visualizó ■ No se visualizó ■ No lo realizo

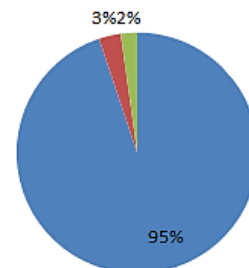


Fig. 11. Eficiencia de visualización del Kit

Como se observa en la Fig. 11, la eficiencia de las manos robóticas es de un 95% en cuanto a la visualización correcta de los resultados, el 3% indica que las manos robóticas no respondieron a las operaciones matemáticas, puesto que aquellas fueron ingresadas por comandos de voz, y el 2% muestra las

operaciones que no fueron ingresadas por el usuario, a través del dispositivo móvil.

B. Pruebas de reconocimiento de voz

El objetivo de esta prueba, es comprobar la eficiencia del motor de reconocimiento de voz seleccionado para el desempeño de la aplicación Android. Se trabajó con una muestra de 12 niños de los cuales seis tienen trastornos para hablar ocasionados por su condición misma; por ello las pruebas de reconocimiento de voz se efectuaron a seis niños, 3 con discapacidad intelectual leve a moderada y 3 con TDAH.

La aplicación móvil ofrece al Kit, la capacidad de realizar 132 operaciones matemáticas básicas entre sumas, restas, multiplicaciones y divisiones; cuyas respuestas sean números enteros entre 0 y 10.

A continuación se detallan los resultados obtenidos al realizar las pruebas de reconocimiento de voz:

Los resultados de las pruebas realizadas a los niños con discapacidad intelectual leve a moderada. La Fig. 12, muestra el número de operaciones matemáticas realizadas.

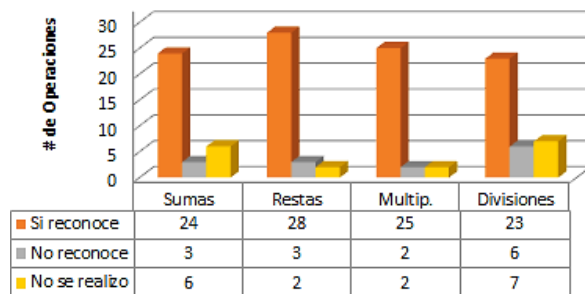


Fig. 12. Pruebas a niños con discapacidad intelectual.

En la Fig. 13, se observa una eficiencia del 76% en el reconocimiento de voz de los niños con discapacidad leve a moderada, sin embargo uno de los factores que influye directamente en el resultado son la frecuencia de voz de los niños o la vocalización de palabras de acuerdo al nivel de discapacidad lo que genera que el 11% de voces no sean reconocidas, pero este porcentaje podría disminuir mediante terapias de lenguaje aplicada a los niños. Y el 13% representa el porcentaje de operaciones que no realizaron por cansancio o distracción de los niños.

Niños con discapacidad intelectual

■ Si reconoce ■ No reconoce ■ No se realizo

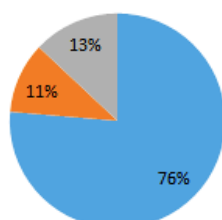


Fig. 13. Eficiencia en el reconocimiento de voz.

Los resultados de las pruebas realizadas a los niños con hiperactividad se observan a continuación en la Fig. 14.

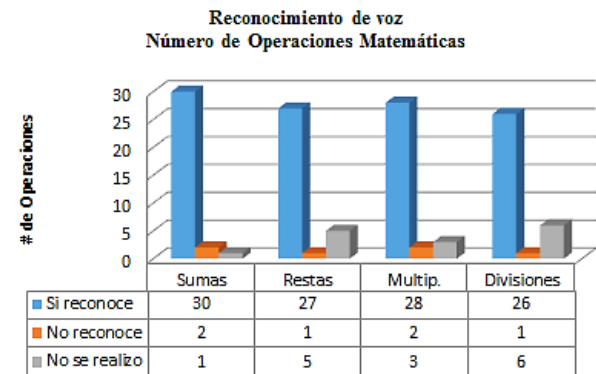


Fig. 14. Pruebas a niños con Hiperactividad.

Niños con TDAH

■ Si reconoce ■ No reconoce ■ No se realizo

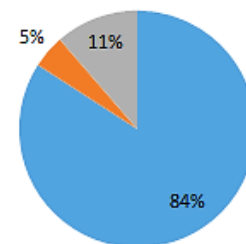


Fig. 15. Eficiencia en el reconocimiento de voz.

La Fig. 15, indica que el 84% de eficiencia en el reconocimiento de voz de los niños con hiperactividad, sin embargo como ya se mencionó en la prueba anterior, uno de los factores que influye directamente en este caso particular es la frecuencia de voz, lo que genera que el 5% de voces no sean reconocidas y 11% de operaciones no realizadas por cansancio o distracción.

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las pruebas realizadas en cuanto al sistema mecánico, de control y software permiten validar la funcionalidad y cumplimiento de los requerimientos planteados.

- Para las pruebas del sistema mecánico se analizó la funcionalidad de acuerdo con los movimientos adecuados para la visualización correcta de los resultados.
- En cuanto al sistema de control se comprobó el funcionamiento, analizando la comunicación inalámbrica entre el dispositivo y el Kit siendo estas satisfactorias.
- Y el software fue probado al realizar 132 operaciones matemáticas básicas entre sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, mediante teclado y voz.

En base a los resultados de las pruebas efectuadas se obtuvo un 95% de eficiencia de las manos robóticas, pues permiten la visualización correcta de las respuestas de operaciones matemáticas básicas beneficiando a los niños con hiperactividad y discapacidad intelectual leve de la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi, además que ayuda a la terapia de lenguaje lo que crea una gran aceptación en la institución educativa.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se diseñó e implementó dos manos robóticas, controladas por teclado y voz mediante Android, para realizar operaciones matemáticas básicas en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi.

Mediante el análisis estático de un dedo se obtuvo un factor de seguridad elevado, debido a que el PLA tiene propiedades mecánicas altas y se considera como única fuerza el peso total del dedo, por lo que el diseño está sobredimensionado de acuerdo a la capacidad de impresión.

El consumo de corriente de los diez servomotores es de 2.5 A, por lo que fue necesario una fuente externa que proporcione esa corriente para su correcto desempeño.

La tarjeta Arduino UNO conjuntamente con la tarjeta controladora de servos de marca Adafruit facilitó el control los dedos, la calibración de movimientos y comunicación entre el dispositivo móvil y las manos robóticas para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Se realizó una aplicación Android, con el fin de contribuir a un ambiente amigable de aprendizaje en el área de matemáticas básicas, para niños y niñas con discapacidad leve e hiperactividad.

Se utilizó Google Now como herramienta de reconocimiento de voz en MIT App Inventor 2, debido a que cuenta con mayor inteligencia a la hora de comprender y procesar los comandos de voz del usuario, consiguiendo unos resultados de respuesta mucho más rápidos y correctos.

REFERENCIAS

- [1] FEAPS. (2014). Confederación Española de Organizaciones en favor de las Personas con Discapacidad Intelectual o del Desarrollo. Obtenido de FEAPS.org: <http://www.feaps.org/conocenos/sobre-discapacidad-intelectual-o-del-desarrollo.html>
- [2] Mena Pujol, B., Nicolau Paluo, R., Salat Foix, L., Tort Almeida, P., & Romero Roca, B. (2006). Postadopcion.org. Obtenido de Guia Practica TDAH: <http://www.postadopcion.org/pdfs/GUIA practica TDAH.pdf>
- [3] Akin, L. (2012). Anatomía de la mano. Obtenido de North Shore-LIJ: <http://northshorelij.staywellsolutionsonline.com/Spanish/RelatedItems/85,P04195>

- [4] Loaiza, J. (2012). "Diseño y simulación de un prototipo de prótesis de mano bioinspirada con cinco grados de libertad". Tesis de pregrado. Bogotá, Colombia.
- [5] Lopez, R. (2012). Comunicación Inalámbrica. Obtenido de Ing. Disp. Móviles: <http://ingenieria-dispositivos-moviles.blogspot.com/2012/02/tecnologias-inalambricas.html>
- [6] Android Developers. (2015). Fundamentos de App. Obtenido de Creative Commons Attribution 2.5: <http://developer.android.com/intl/es/guide/components/fundamentals.html>
- [7] Riba Romeva, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona, España: UPC.
- [8] MOTT, R. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas (Cuarta ed.). Prentice Hall.
- [9] NORTON, R. (2013). Diseño de maquinaria (Quinta ed.). McGraw-Hill.
- [10] Quinayás, C. (2010). Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres (Tesis de Maestría). 29-32. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca. Obtenido de <http://www.unicauca.edu.co/deic/Documentos/Tesis%20Quinay%20E1s.pdf>

VIII. BIOGRAFÍA



Diana Curicho Ronquillo, nació en Latacunga-Ecuador. Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Tecnológico Superior Victoria Vásconez Cuvi. Obtuvo la suficiencia en el idioma Inglés en la Escuela Politécnica de Ejército de la Latacunga. Actualmente egresada de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad de las

Fuerzas Armadas - ESPE.

Áreas de interés: CAD/CAM, robótica, visión Artificial y redes.



Freddy Bayardo Molina Beltrán, nació en Latacunga-Ecuador el 29 de Julio de 1989. Realizo sus estudios Secundarios en el Instituto Tecnológico Superior Vicente León en la ciudad de Latacunga, Actualmente Egresado de Ingeniería meca trónica en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.