



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS DE LOS GRADOS DE LIBERTAD NECESARIOS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INTERPRETE HUMANOIDE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOTRICIDAD GRUESA EN NIÑOS CON CAPACIDADES ESPECIALES EN LA UNIDAD EDUCATIVA ESPECIALIZADA COTOPAXI.

**AUTORES: ALBA ESTEFANÍA PILATASIG ZAMBRANO
GUIDO SANTIAGO NÚÑEZ VILLACÍS**

**DIRECTOR: ING. FAUSTO ACUÑA
LATACUNGA**

2016

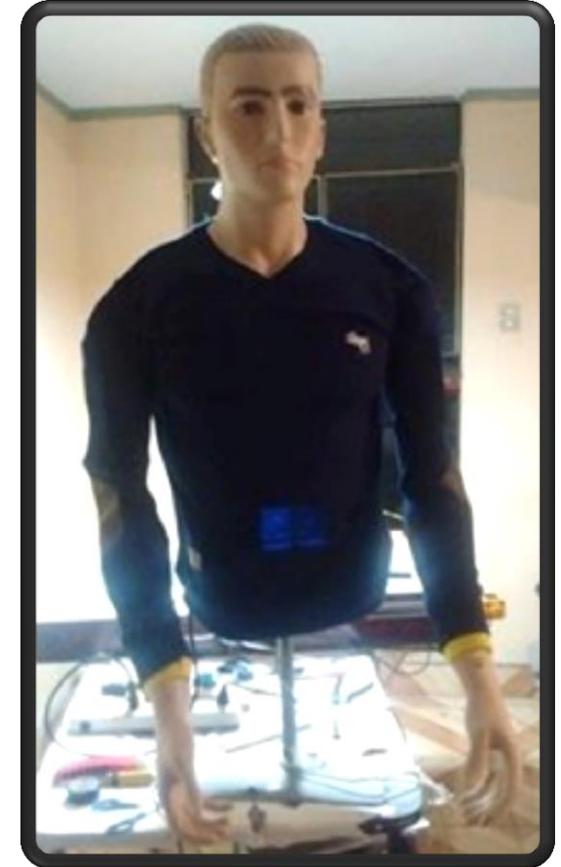


- **PRUEBAS REALIZADAS A NIÑOS CON CAPACIDADES ESPECIALES EN LA UNIDAD EDUCATIVA ESPECIALIZADA COTOPAXI**



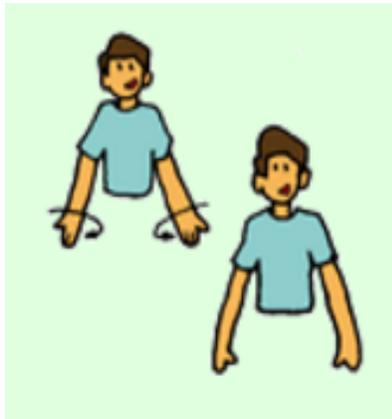
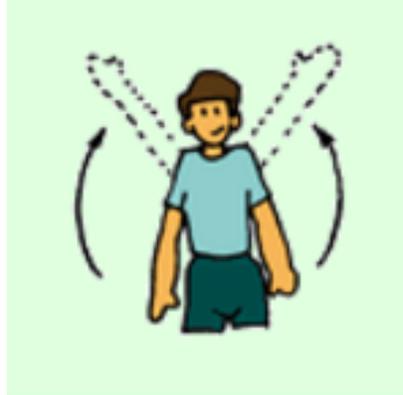
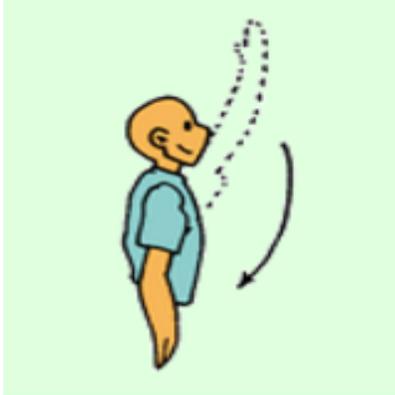
INTRODUCCIÓN

- ❑ Los niños con capacidades especiales tienen dificultades para realizar tareas establecidas por docentes.
- ❑ Se ha comprobado que los niños se relacionan mejor con robots humanoides por lo que se ha desarrollado el presente proyecto



1. TIPOS DE MOVIMIENTOS ARTICULARES

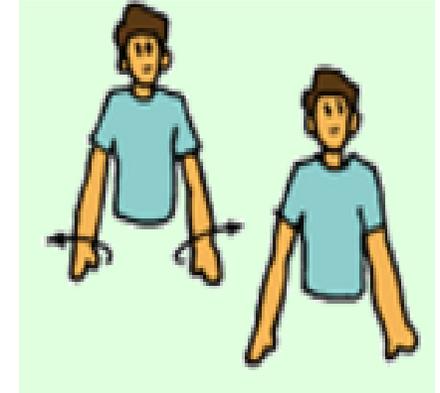
HOMBROS



ANTEBRAZOS

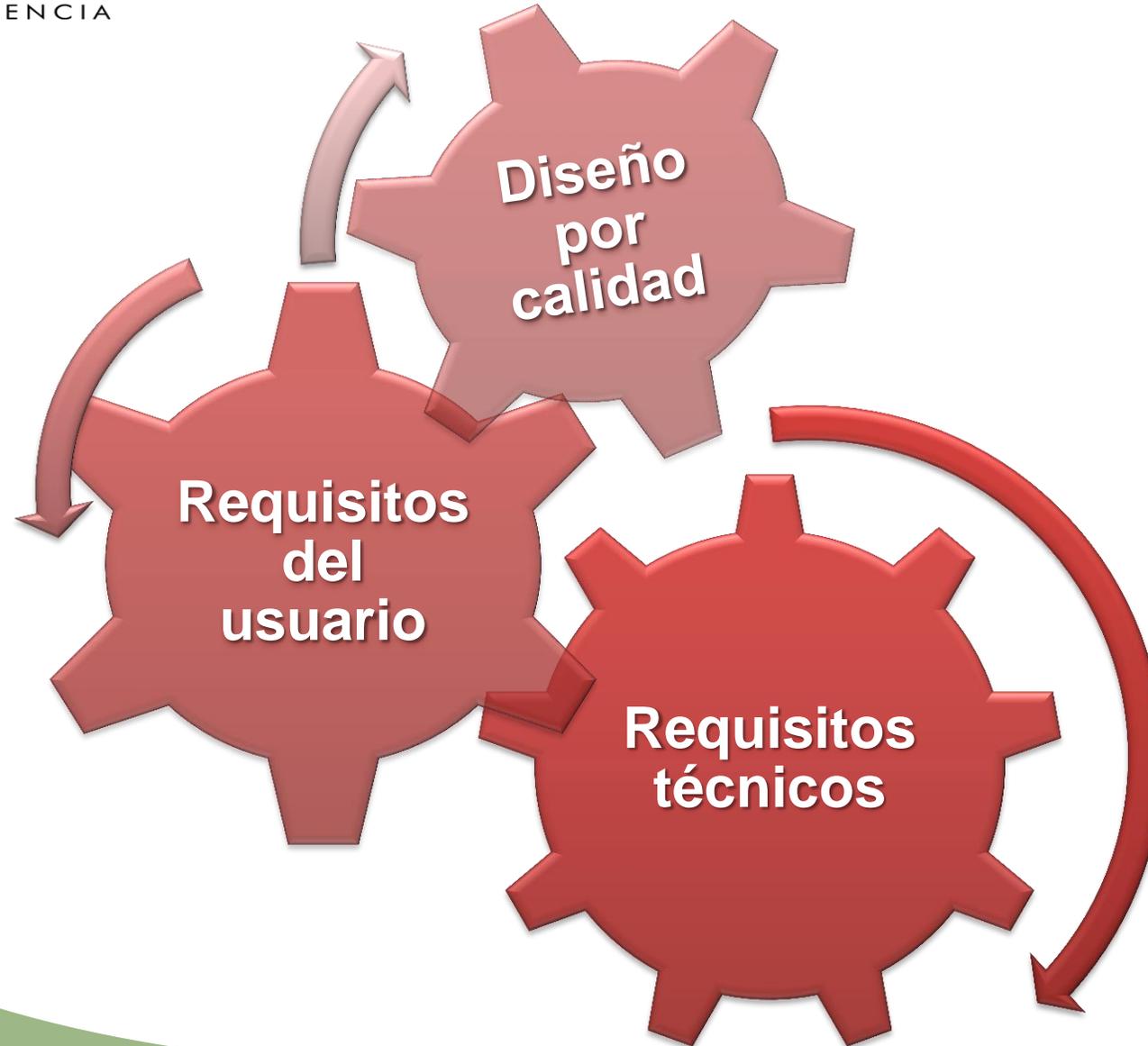


MUÑECAS



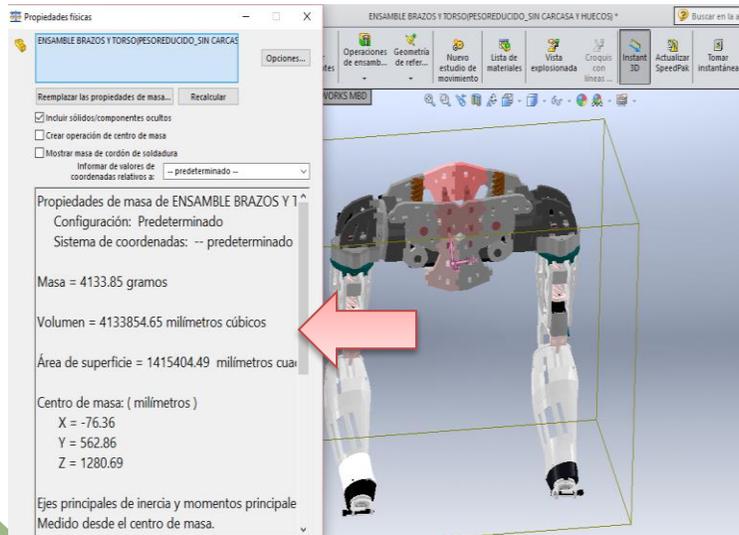


DISEÑO





Selección del material



- Acero AISI
- Aluminio
- Madera
- ABS
- Nylon/Duralón

$$m = 1020 \frac{Kg}{m^3} * 0.004133854m^3$$
$$m = 4.21Kg$$



SELECCIÓN DE LOS MOTORES.



Motor DC
Servomotores
Motores a pasos

SELECCIÓN DE LA TARJETA CONTROLADORA.



Microcontroladores
Tarjetas Arduino
Tarjeta de adquisición de datos

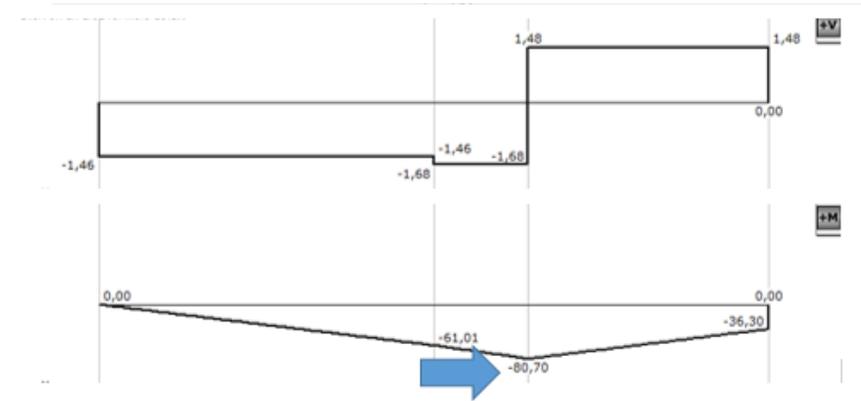
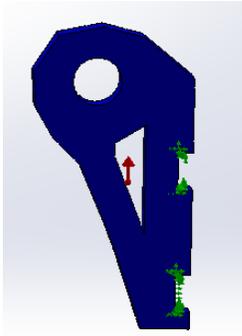
SELECCIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA.



Labview
Arduino LCD TFT
touch Screen



VALIDACIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO



Esfuerzo Total

$$\sigma_T = 15.78 \text{MPa}$$

Esfuerzo de diseño.

$$S_y = 41 \text{MPa}$$

$$\sigma_d = \frac{41}{2}$$

$$\sigma_d = 20.5 \text{MPa}$$

$$\sigma \leq \sigma_d$$

$$15.78 \text{MPa} \leq 20.5 \text{MPa}$$

Factor de seguridad

$$N = \frac{S_y}{\sigma_T}$$

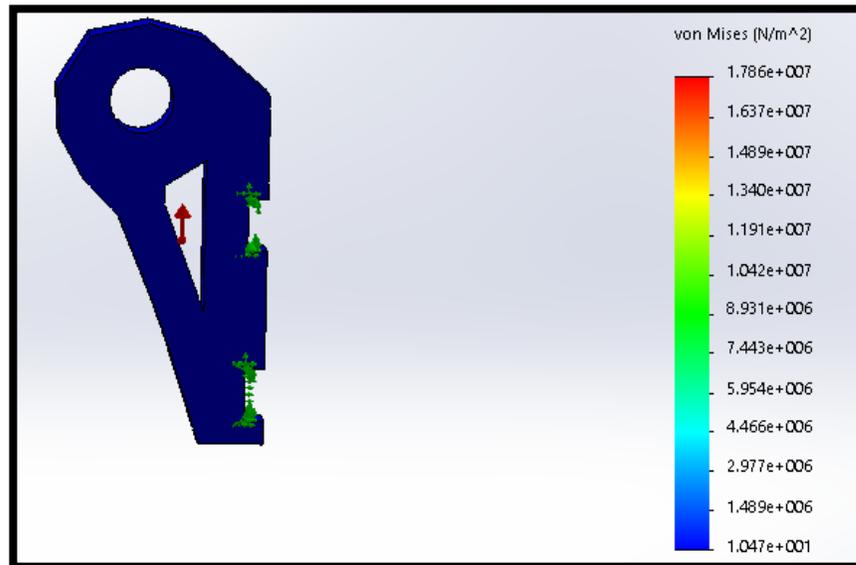
$$N = \frac{41 \text{MPa}}{15.78 \text{MPa}}$$

$$N = 2.59$$



RESULTADOS EVALUADOS MEDIANTE EL SOFTWARE SOLIDWORKS

CÁLCULO DE VON MISES



$$\sigma_{VON MISES} \leq \sigma_{LIMITE ELASTICO}$$

$$17.86\text{Mpa} \leq 32\text{Mpa}$$

FACTOR DE SEGURIDAD

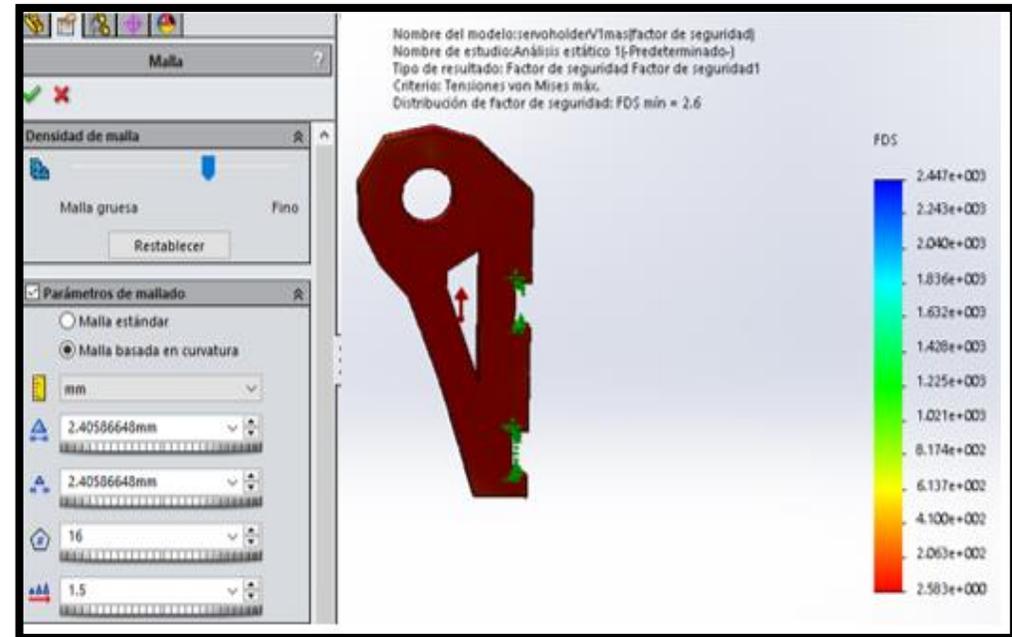


FDS de 3.21



OPTIMIZACIÓN DEL MATERIAL

Se llevó a cabo una modificación en la densidad de la malla introduciendo un valor de 2.40mm, disminuyendo el factor de seguridad a 2.583



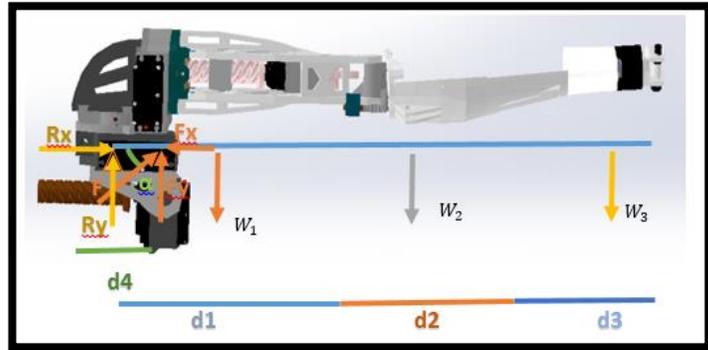


COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Ítem	R. calculados	R. de software	R. de diseño
Esfuerzo	15.78Mpa	17.86Mpa	20.5MPa
Factor de seguridad	2.59	3.21	2.59

CÁLCULOS EN EL HOMBRO

Aducción – abducción.



$$F = 12.296 \text{ Kgf}$$

Diseño del tornillo de potencia

$$A = \left(\frac{6 * F}{S_y} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$d = 26 \text{ mm}$$

$$L = \rho = 5$$

$$A = \left(\frac{6 * 32.56}{700} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$d_m = 23.5 \text{ mm}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$A = 0.427 \text{ in}^2 = 2.75 \text{ cm}^2$$

$$T_s = \frac{F * D_m}{2} * \left[\frac{\rho + \pi * \mu * D_m * \sec \theta}{\pi * D_m - \mu * \rho * \sec \theta} \right]$$

$$T_s = 43.850 \text{ Kgf} * \text{ mm} = 4.3850 \text{ Kgf} * \text{ cm}$$

$$T_b = \frac{F * D_m}{2} * \left[\frac{\pi * \mu * D_m * \sec \theta - \rho}{\pi * D_m + \mu * \rho * \sec \theta} \right]$$

$$T_b = 23.22 \text{ Kgf} * \text{ mm} = 2.322 \text{ Kgf} * \text{ cm}$$



Rotación externa e interna.

Diseño del tornillo sin fin

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$i = 0.068$$

$$Z_1 = 1$$

$$0.068 = \frac{1}{Z_2}$$

$$Z_2 = 14.7$$

Datos iniciales:

$$\phi = 20^\circ$$

$$C = 27\text{mm} = 1.06\text{ in}$$

$$S_{at} = 3000\text{ Psi}$$

$$Pd = 16$$

$$y = 0.566$$

$$SF = 1.25$$

Diámetro de la Corona:

$$D_G = 2 * C - D_W$$

$$D_G = 1.635\text{ in} = 4.2\text{ cm}$$

Addendum

$$a = \frac{1}{P_d}$$

$$a = 0.0625$$

Dedendum:

$$b = \frac{1.25}{P_d}$$

$$b = 0.078$$

Angulo de avance:

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{L}{\pi * D_W} \right)$$

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{4.71}{\pi * 12} \right)$$

$$\lambda = 7.12^\circ$$

Diámetro del Sin Fin:

$$D_W = \frac{C^{0.875}}{2.2}$$

$$D_W = 0.47\text{ in} = 1.2\text{ cm}$$

Profundidad Total:

$$h_T = \frac{2.157}{P_d}$$

$$h_T = 0.13$$

Avance:

$$L = N_W * \rho$$

$$L = N_W * (m * \pi)$$

$$L = 4.71$$

Calculo del Torque:

$$T = F * d$$

$$T = 0.899\text{ Kgf} * 2.7\text{ cm}$$

$$T = 2.43\text{ Kgf} * \text{cm}$$



Flexión – Extensión

Calculo del Torque:

$$T = F * d$$

$$T = 4,55 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

Cálculos en el antebrazo.

$$T_s = \frac{F * D_m}{2} * \left[\frac{\rho + \pi * \mu * D_m * \sec \theta}{\pi * D_m - \mu * \rho * \sec \theta} \right]$$

$$T_s = \frac{6.59 \text{ Kgf} * 23.5 \text{ mm}}{2} * \left[\frac{5 + \pi * 0.2 * 23.5 \text{ mm} * \sec 30^\circ}{\pi * 23.5 \text{ mm} - 0.2 * 5 * \sec 30^\circ} \right]$$

$$T_s = 23.49 \text{ Kgf} * \text{mm} = 2.349 \text{ Kgf} * \text{cm}$$



Cálculo de la muñeca.

$$i = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$0.5 = \frac{12}{Z_2}$$

$$Z_2 = 24$$

$$D_{p1} = m * Z_1$$

$$D_{p1} = 2 * 12$$

$$D_{p1} = 24 \text{ mm}$$

$$D_{p2} = m * Z_2$$

$$D_{p2} = 2 * 24$$

$$D_{p2} = 48 \text{ mm}$$

$$C = \frac{D_{p1} + D_{p2}}{2}$$

$$C = \frac{24 \text{ mm} + 48 \text{ mm}}{2}$$

$$C = 36 \text{ mm}$$

$$T = F * d$$

$$T = 0.086 \text{ Kgf} * 0.036 \text{ m}$$

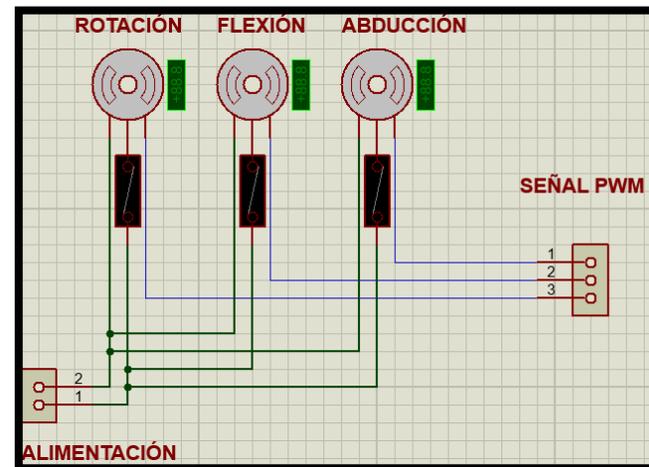
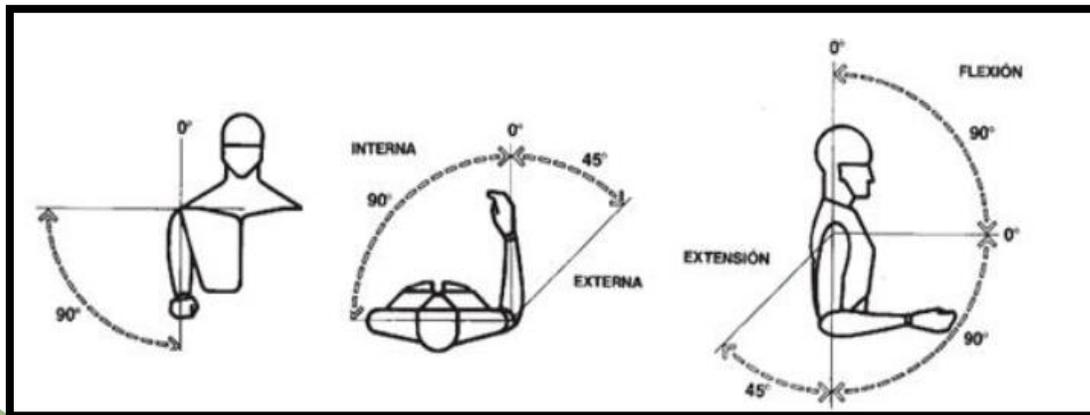
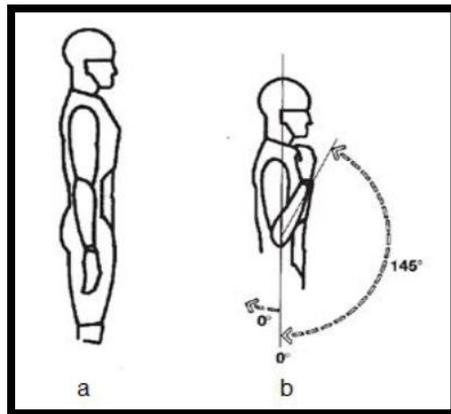
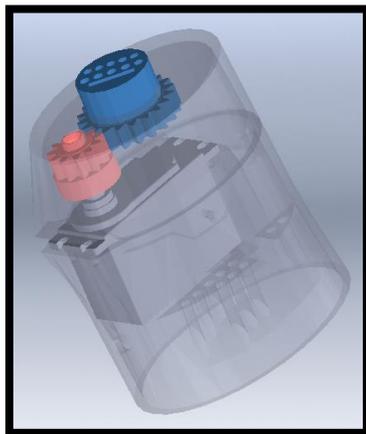
$$T = 0.003096 \text{ Kgf} * \text{m} = 0.3 \text{ Kgf} * \text{cm} = T_2$$

$$i = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_1 = 0.006192 \text{ Kgf} * \text{m} = 0.6192 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

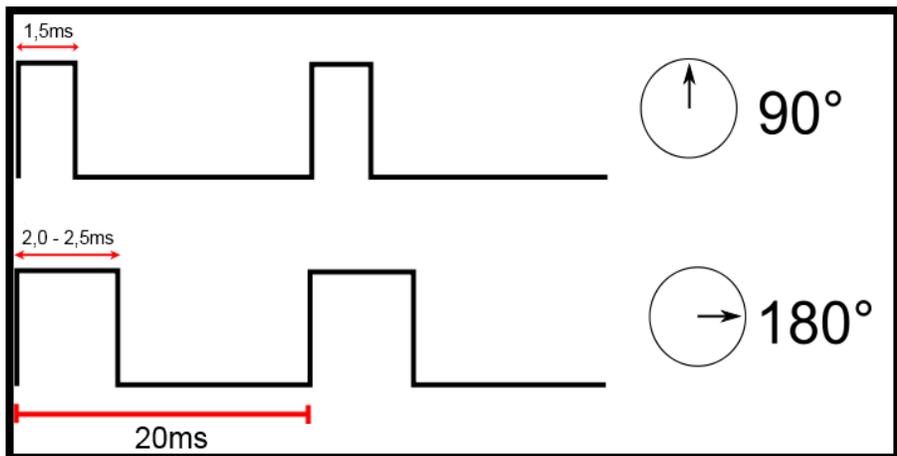


VALIDACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

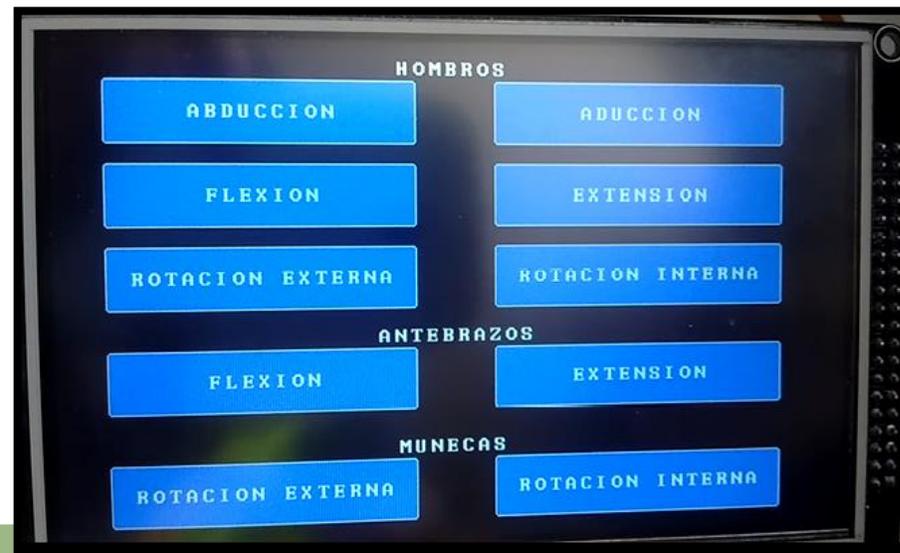




Modo de control



Interfaz gráfica





PRUEBAS Y RESULTADOS

Rotación de la Muñeca



Abducción - Aducción del Hombro



Flexión – Extensión del
Antebrazo



Flexión –
Extensión del
Hombro



Rotación del Hombro



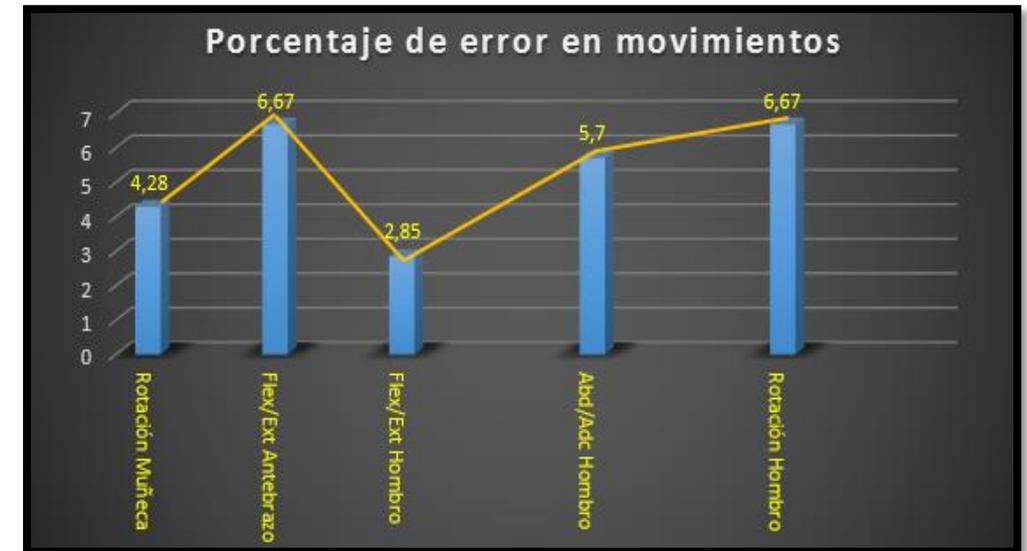


Medición de tiempos en ejecutar cada movimiento.



Error en la ejecución de los movimientos

$$\%error = \left[\frac{v.medido - v.teórico}{v.teórico} * 100 \right]$$





Cálculo de la muestra de alumnos

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * N * p * q}$$

$n = 11.41$

Prueba realizada a niños con capacidades especiales

Resultados obtenidos por el intérprete

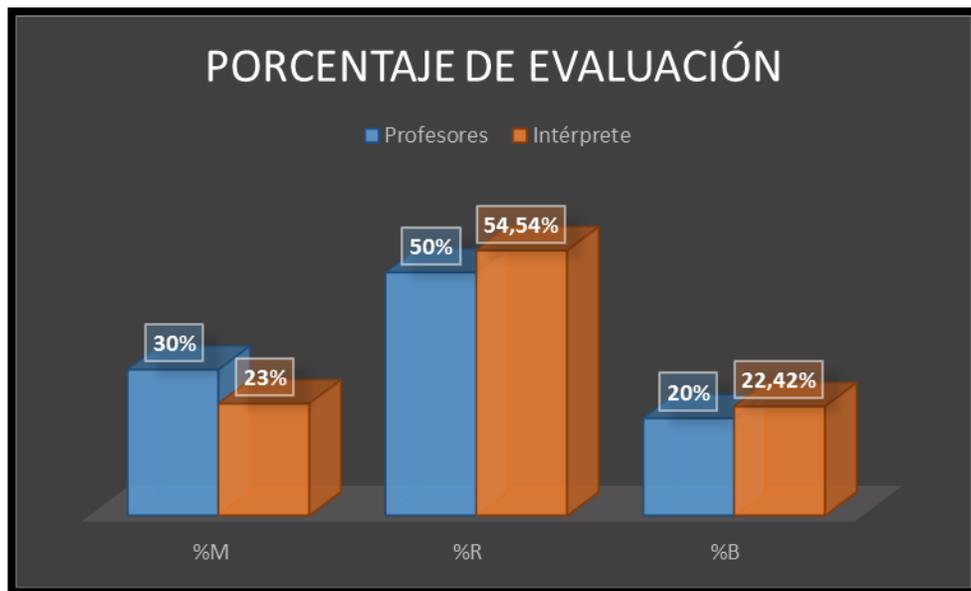
Movimiento	%M	%R	%B
Abd/Adc	18.18	54.54	27.27
Rotación Hombro	15.15	54.54	30.30
Flx/Ext Hombro	21.21	54.54	24.24
Flx/Ext Antebrazo	27.27	48.48	24.24
Rot. Muñeca	33.33	60.60	6.06
Total	23%	54.54%	22.42%

Resultados obtenidos por el docente

	%M	%R	%B
Total	30%	50%	20%



Resultados obtenidos





¿La implementación de un intérprete humanoide en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi mejorará la motricidad en los niños con capacidades especiales al iniciar su etapa escolar?

• **Variables Dependientes:**

Mejorar la motricidad gruesa en niños con capacidades especiales.

• **Variables Independientes:**

Intérprete Humanoide

• **Hipótesis Nula (H_0):** El intérprete humanoide no mejorará la motricidad gruesa en niños con capacidades especiales.

• **Hipótesis de Trabajo (H_1):** El intérprete humanoide mejorará la motricidad gruesa en niños con capacidades especiales



Chi-Cuadrado calculado =6,56

Chi-Cuadrado tabulado =2.7326

Conclusión:

$$X_{cal}^2 > X_{tab}$$

$$6.56 > 2.7326$$

Entonces se acepta la hipótesis de trabajo que dice: “El intérprete humanoide mejorará la motricidad gruesa en niños con capacidades especiales.”



Análisis de costos

Ítem	Unidades	Valor	Total
Impresión 3D			940
Servomotores	10	48	480
Pantalla	1	84	84
Arduino	1	50	50
Mat. Electro.		30	30
Fuente	1	25	25
Base	1	30	30
Maniquí	1	300	300
Grasa	1	4	4
Pegamento, tornillos		15	15
Total		1928	



Conclusiones

- ❑ Se desarrolló de forma satisfactoria la implementación de un intérprete humanoide el cual ayudará a mejorar la motricidad gruesa en niños con capacidades especiales.
- ❑ Una vez realizada cada una de las pruebas se obtuvo una mejora del 4.54% en la ejecución de los movimientos, lo cual favorece al desarrollo de la motricidad gruesa en niños con capacidades especiales.
- ❑ El tiempo de atención prestado por los niños presento un aumento del 25% a comparación de una clase normal impartida por el docente, con lo cual los niños desarrollarán sus habilidades motrices en un lapso de tiempo menor.
- ❑ Al ser un equipo automatizado está en la capacidad de realizar el número de repeticiones de ejercicios que el docente requiera en cada una de sus clases.
- ❑ Una vez realizada la prueba de funcionabilidad las maestras expresaron su satisfacción con la ayuda que puede brindar el presente proyecto, ya que cualquier persona está en la capacidad de manipular el intérprete.



- ❑ El diseño de la interfaz gráfica fue realizada cumplimiento con las consideraciones destinadas a los niños y docentes de la institución, presenta un diseño fácil de manejar con lo que se consigue que el docente tenga un rápido acceso a cada uno de los movimientos.
- ❑ Al implementar una pantalla como medio de control permite que el sistema sea autónomo facilitando así la movilidad del proyecto ya que se evita la instalación de un computador.
- ❑ El humanoide posee medidas antropométricas de una persona adulta promedio, lo que asegura una excelente interacción con los niños al poseer una apariencia amigable.
- ❑ La implementación de este tipo de proyectos permite que las instituciones de educación especial cuenten con sistemas tecnológicos logrando que las clases impartidas sean más didácticas al generar la confianza y motivación necesaria.
- ❑ El desarrollo de la motricidad gruesa es de gran importancia ya que de esto depende un buen desempeño del niño en el entorno, por lo que la implementación de este proyecto cumple con las expectativas del docente y alumnos de la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi.



- ❑ Los movimientos programados son los requeridos por los profesores encargados de impartir la clase de terapia física, lo cual conlleva a un desarrollo integral en sus capacidades motrices.
- ❑ Cada uno de los movimientos fue supervisado y aprobado por las maestras de la institución, lo cual nos asegura su fiabilidad para el desarrollo motriz.
- ❑ Se realizó la recolección de información necesaria acerca de los diferentes movimientos requeridos en una clase de terapia física para determinar así la programación del intérprete humanoide.
- ❑ Se realizó los cálculos correspondientes para el diseño y selección del sistema mecánico y de control con lo que se logró un diseño adecuado a los requerimientos planteados.
- ❑ El intérprete humanoide fue construido con material ABS lo cual garantiza que el sistema sea resistente y ligero facilitando su manipulación.
- ❑ El sistema mecánico fue recubierto por un maniquí, logrando una apariencia similar al ser humano y proporcionando seguridad a los diferentes componentes del sistema.



Recomendaciones

- ❑ La fuente de alimentación debe ser conectada a 110V AC y a su vez la tarjeta de control a 5V DC y 1 A.
- ❑ Los ángulos de movimiento de cada una de las articulaciones no deben sobrepasar los valores establecidos en la sección 4.1.
- ❑ El intérprete no debe ser expuesto a la interperie para evitar posibles daños mecánicos o electrónicos.
- ❑ Por seguridad del sistema diseñado se recomienda evitar la ejecución de movimientos combinados, regirse a un movimiento a la vez.
- ❑ Se recomienda continuar con la investigación relacionada a este proyecto enfocado al mejoramiento de la motricidad fina con lo que se logrará una atención completa al mejoramiento de la motricidad infantil.
- ❑ Se recomienda que en la implementación de proyectos relacionados se utilice formas y colores llamativos para receptar de mejor manera la atención de los niños.



- ❑ Se recomienda disminuir los tiempos empleados en la ejecución de cada uno de los movimientos realizados por el humanoide.
- ❑ Al estar destinado el proyecto a niños con capacidades especiales es necesario socializar para conocer de forma directa sus necesidades y lograr así cumplir con sus expectativas y necesidades.
- ❑ Buscar ayuda de los profesores entendidos en la materia de Terapia Física y de esta manera poder comprender cada uno de los movimientos realizados para posteriormente poder programarlos en la plataforma Arduino.
- ❑ Al ser un tratamiento de resultados progresivos es necesario buscar una mayor interacción con los niños por lo que se recomienda mejorar la forma de captar la atención al momento de ejecutar los movimientos.
- ❑ No se deberá asumir ninguna medida, cada una de ellas debe estar sustentada por algún autor o demostrada con pruebas de operación basados en algún estudio anterior relacionado al tema.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**AUTORES: GUIDO SANTIAGO NÚÑEZ VILLACÍS
ALBA ESTEFANÍA PILATASIG**

**DIRECTOR: ING. FAUSTO ACUÑA
LATACUNGA
2016**

