



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ASISTENTE ROBÓTICO DIDÁCTICO
PARA LA ENSEÑANZA DEL HABLA-LENGUAJE A NIÑOS Y NIÑAS DE
SEGUNDO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA MARÍA
GUARDERAS EN LA CIUDAD DE MACHACHI**

**AUTORES: ALMACHI PANELUISA EDGAR FRANCISCO
SERNA OTALVARO DAVID FERNANDO**

DIRECTORA: ING. CONSTANTE PRÓCEL PATRICIA NATALY

Latacunga, 2023



CONTENIDO

1. Introducción
2. Justificación e importancia
3. Selección de componentes
4. Diseño Mecánico
5. Diseño Electrónico
6. Diseño de Software
7. Pruebas y Resultados
8. Validación de hipótesis
9. Conclusiones y recomendaciones

Objetivos

Objetivo General:

Diseñar e implementar un asistente robótico didáctico para la enseñanza del habla-lenguaje a niños de segundo año de básica de la escuela María Guarderas en la ciudad de Machachi.

Objetivo Específicos:

- Recopilar información bibliográfica sobre los diferentes tipos de ejercicios utilizados durante el aprendizaje del habla y el lenguaje para el desarrollo de las actividades propuestas en el asistente robótico.
- Diseñar el modelo 3D y seleccionar los materiales a utilizar para la construcción de la estructura y carcasa del asistente robótico, que brinden protección a los componentes internos.
- Implementar un algoritmo de control basado en redes neuronales y bases de datos para el funcionamiento óptimo del sistema, que permita el reconocimiento de la voz.
- Permitir el acceso del instructor al control remoto del sistema y datos estadísticos del robot para la evaluación continua del usuario, por medio de conexión a internet.

Objetivos

- Diseñar una interfaz gráfica amigable con el usuario, a través de una pantalla de visualización, para el fácil y rápido acceso a cada temática del sistema.
- Implementar la electrónica de control al sistema robótico para el funcionamiento de los actuadores y sensores del robot, mediante un microcontrolador.
- Determinar si el asistente robótico contribuye en la enseñanza del habla y el lenguaje a los niños y niñas mediante diferentes pruebas de funcionamiento, con la supervisión de un docente.

Hipótesis

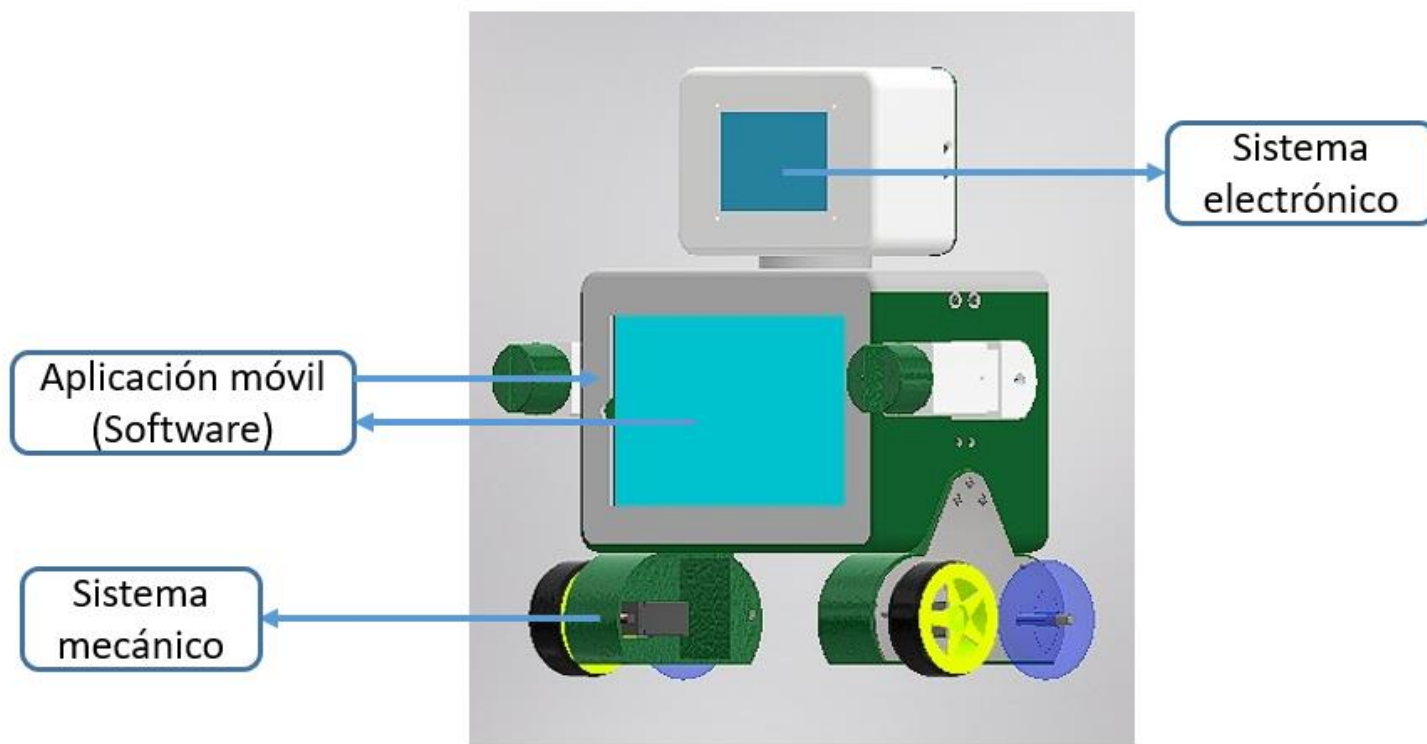
La implementación de un asistente robótico didáctico contribuirá en la enseñanza del habla-lenguaje a los niños y niñas del segundo año de educación básica en la escuela María Guarderas de la ciudad de Machachi

Justificación e importancia

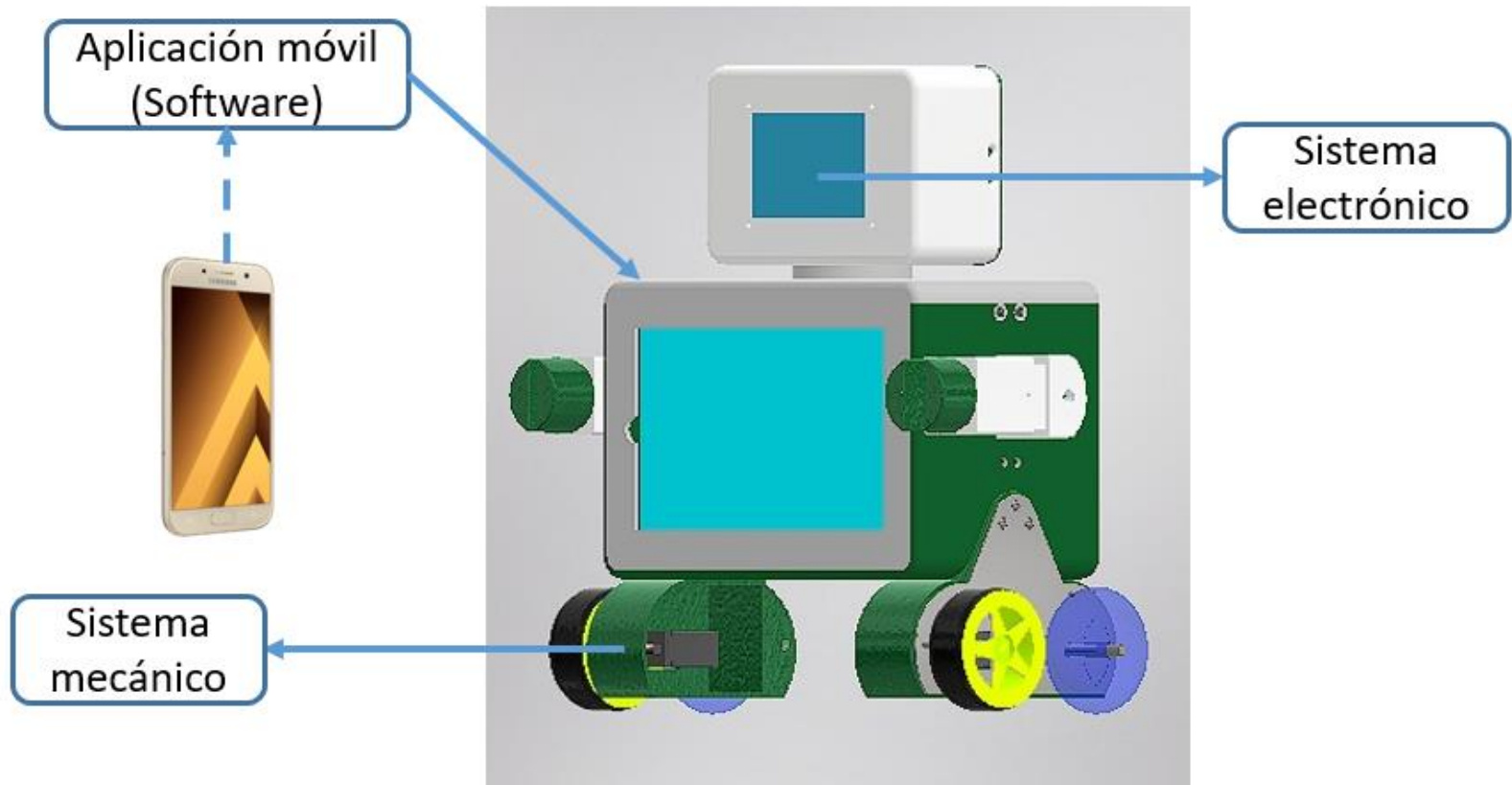
El presente proyecto tiene como finalidad beneficiar a la escuela María Guarderas de la ciudad de Machachi con una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza del habla y del lenguaje en un grupo de atención prioritaria como los son los niños y las niñas, que dentro del plan de inclusión del gobierno ecuatoriano deben ser admitidos en las instituciones sin importar su condición.

Mediante la robótica educativa se pretende reforzar el proceso de aprendizaje por medio de un asistente robótico utilizado como herramienta didáctica para la enseñanza del habla y el lenguaje para los niños en su etapa inicial de formación durante el segundo año de educación básica con un rango de edad de 5 a 6 años.

Selección de componentes – Modo 1



Selección de componentes – Modo 2



Diseño mecánico

- Diseño de la estructura metálica del cuerpo del asistente robótico.

Propiedad Acero ASTM A36	Valor
Módulo de elasticidad	200 <i>GPa</i>
Resistencia a la fluencia	250 <i>MPa</i>



Diseño mecánico

- Diagrama de cuerpo libre

$$R_A = R_B = 13.84 \text{ N}$$

$$M_{max} = 2.12 \text{ Nm}$$

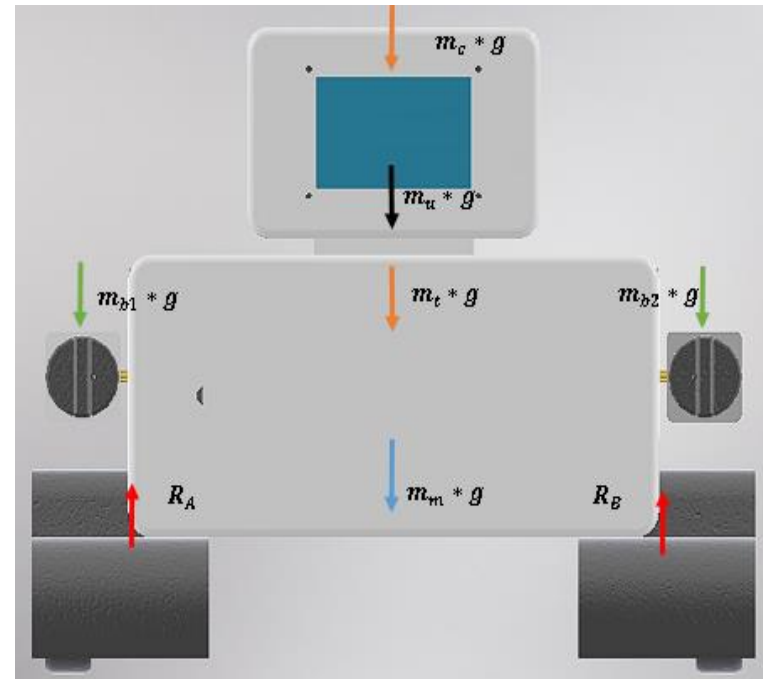
$$\sigma_c = 46,36 \text{ MPa}$$

FACTOR DE SEGURIDAD= 2.5

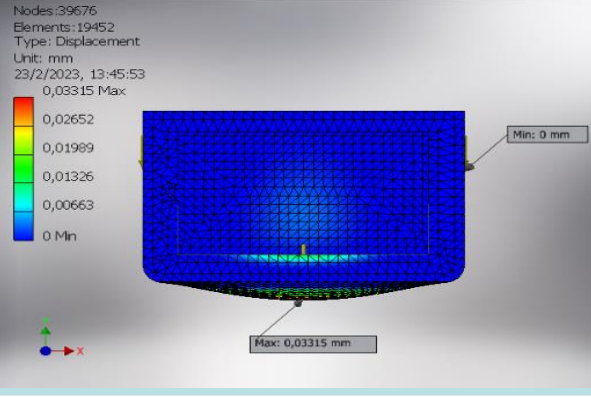
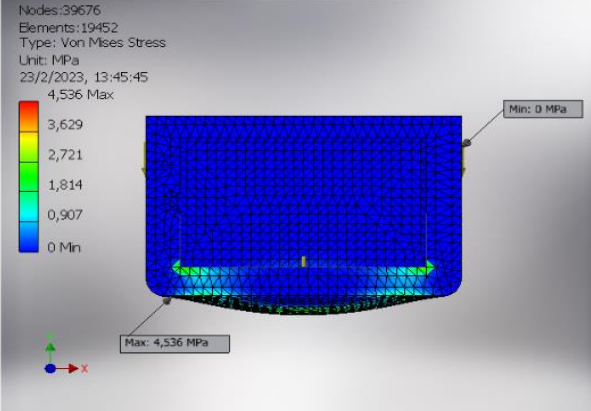
$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_d = 100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d > \sigma_c$$



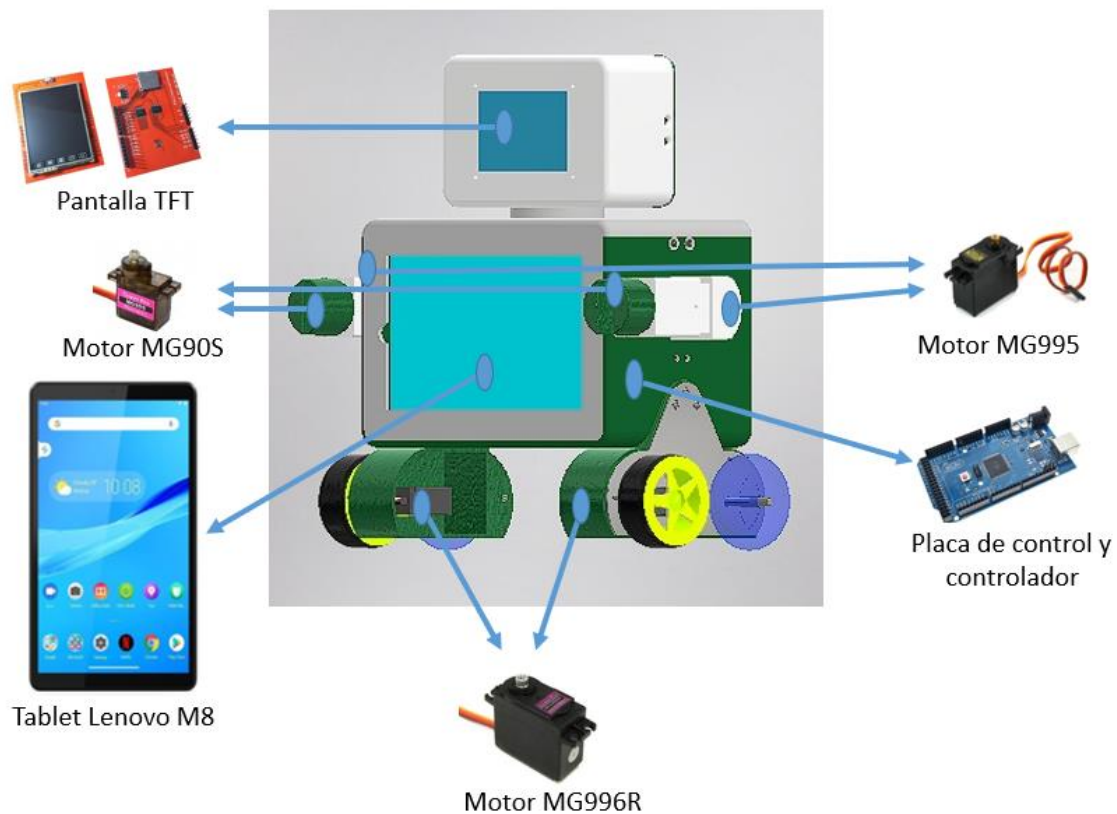
Diseño mecánico

Figura	Análisis	Resultado
 <p>Nodes:39676 Elements:19452 Type: Displacement Unit: mm 23/2/2023, 13:45:53 0,03315 Max 0,02652 0,01989 0,01326 0,00663 0 Min Min: 0 mm Max: 0,03315 mm</p>	<p>Tensión de Von Misses</p>	<p>σ_{max} = 4.536MPa</p>
 <p>Nodes:39676 Elements:19452 Type: Von Mises Stress Unit: MPa 23/2/2023, 13:45:45 4,536 Max 3,629 2,721 1,814 0,907 0 Min Min: 0 MPa Max: 4,536 MPa</p>	<p>Desplazamiento y</p>	<p>y_{max} = 0.033 mm</p>

Diseño mecánico

Figura	Análisis	Resultado
 <p>Type: Von Mises Stress Unit: MPa 22/2/2023, 1:55:46 0,877 Max 0,7016 0,5262 0,3508 0,1754 0 Min</p> <p>Max: 0,5699 MPa Min: 0 MPa</p>	<p>Tensión de Von Mises</p>	<p>$\sigma_{max} = 0.5699 \text{ MPa}$</p>
 <p>Type: Displacement Unit: mm 22/2/2023, 1:55:53 0,08103 Max 0,06482 0,04862 0,03241 0,01621 0 Min</p> <p>Max: 0,08103 mm Min: 0 mm</p>	<p>Desplazamiento</p>	<p>$y_{max} = 0.081 \text{ mm}$</p>

Diseño electrónico



Diseño electrónico

Cantidad	Componente	Consumo
2	Motor MG996R	2.5 A
2	Servomotor MG995	1.5 A
1	Arduino MEGA	0.05 ^a
1	Pantalla TFT LCD 3,5"	0.08 A
1	Modulo Bluetooth	0.05 A

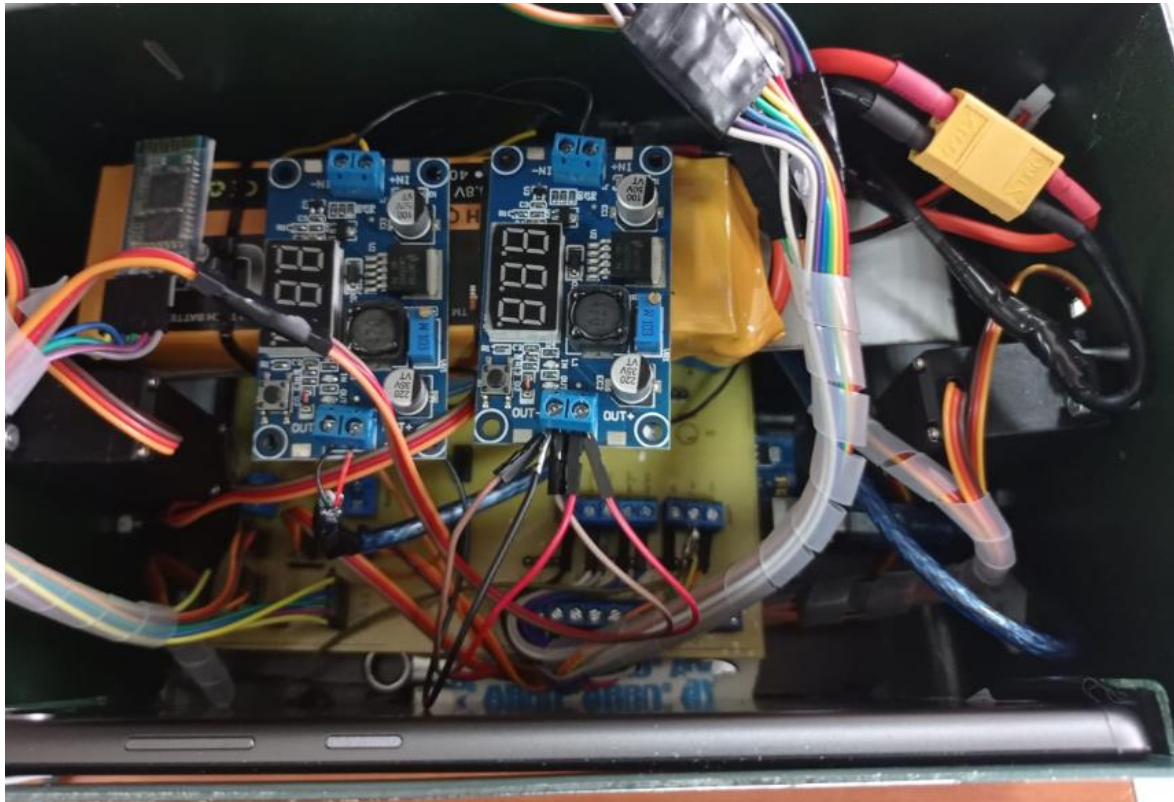
Determinado el consumo de corriente se procede a calcular la potencia total del sistema

$$P = V * I$$

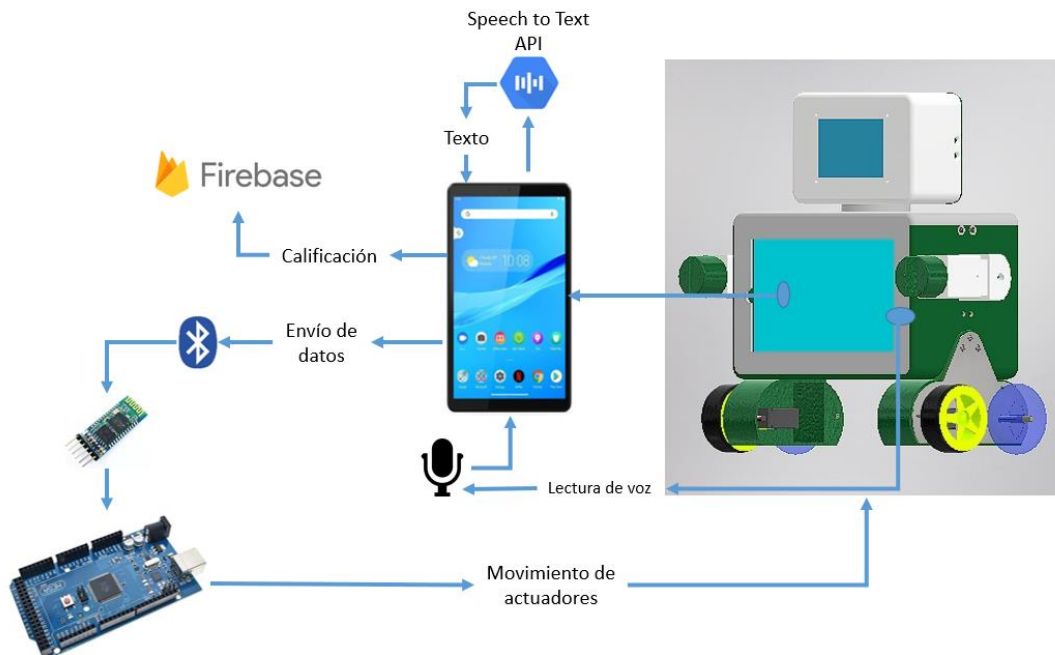
$$P = 5V[2 * 2.5 + 2 * 1.5 + 0.05 + 0.08 + 0.05]$$

$$P = 40.9 W$$

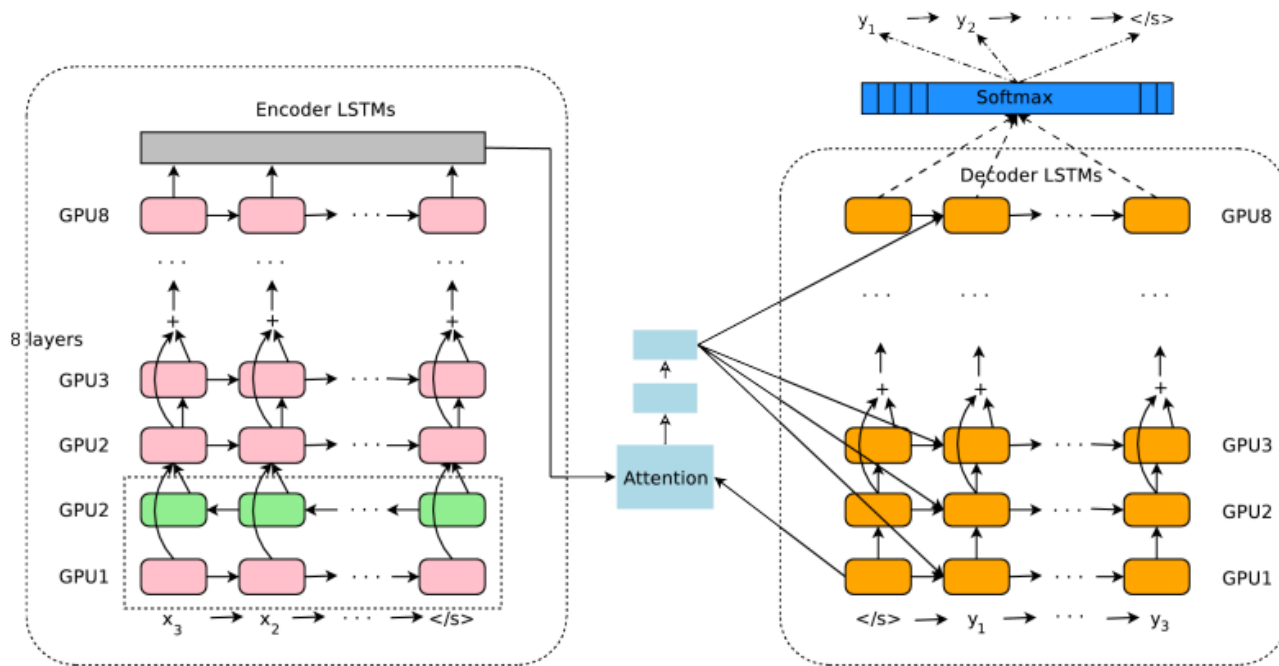
Diseño electrónico



Diseño de Software



Speech to Text de Google

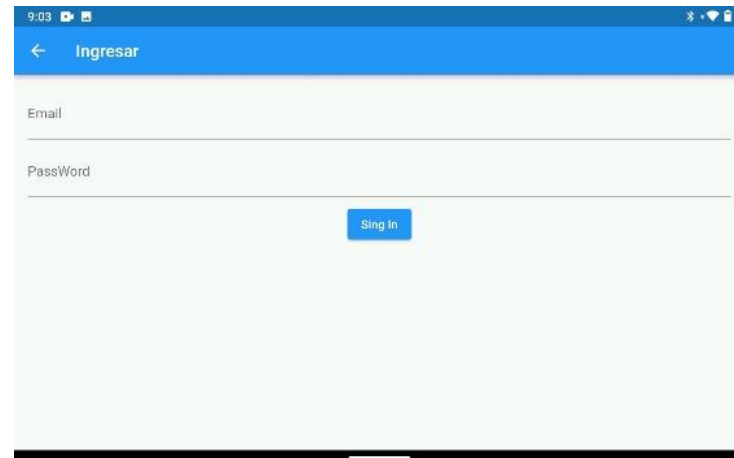
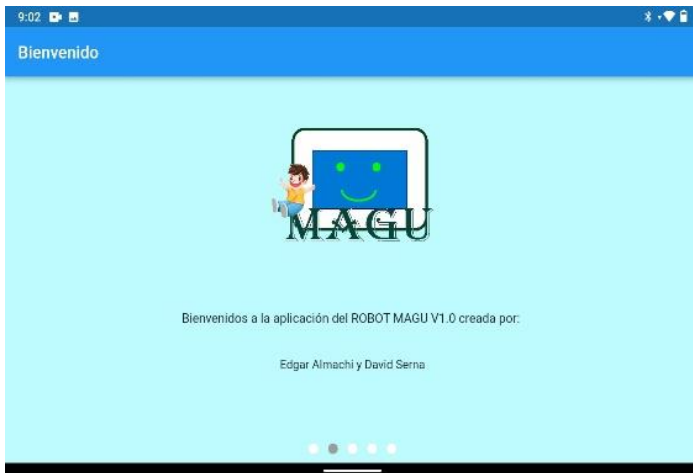
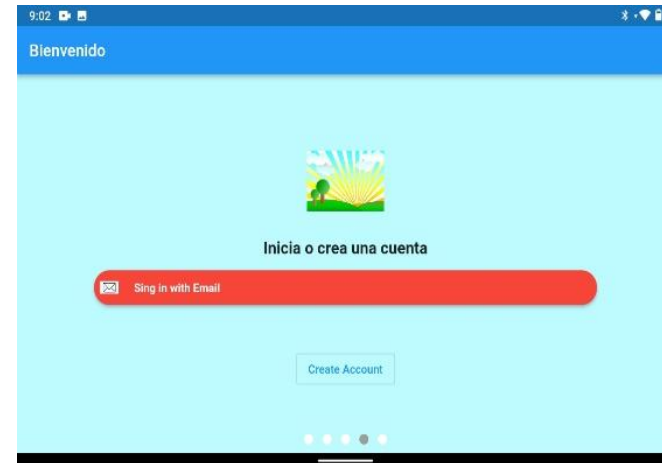


Cloud Firestore

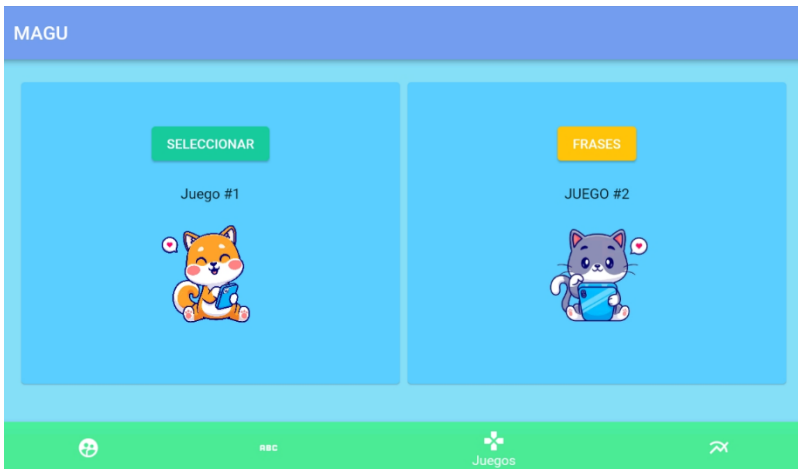
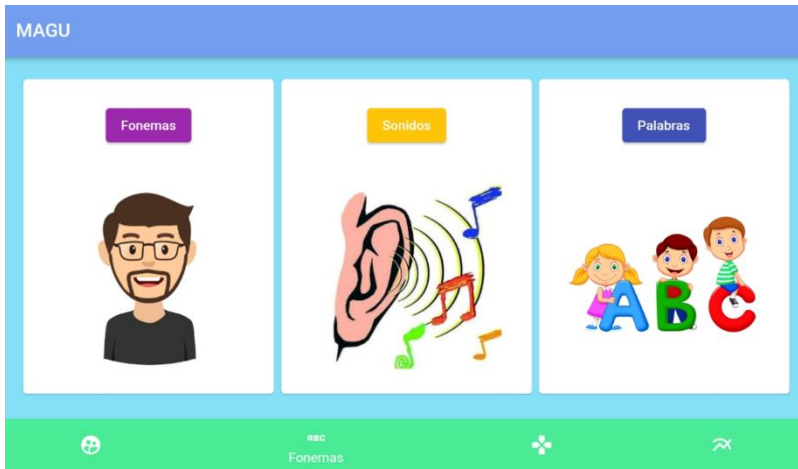
Cloud Firestore es una base de datos NoSQL que pertenece a la plataforma digital de desarrollo de aplicaciones web y móviles Firebase. Esta aplicación se encuentra alojada en la nube y se encuentra disponible para varios sistemas operativos.



Aplicación MAGU



Aplicación MAGU



Revisión de resultados en el dispositivo

←	Fecha/Hora	Palabra	Coincidencia	Pronunciación %	Tipo
	2023.2.19hora21:48:40	imán	Si	8.32	Evaluacion
	2023.2.19hora21:48:56	nido	Si	7.26	Evaluacion
	2023.2.19hora21:49:15	Rosa	Si	9.73	Evaluacion
	2023.2.19hora21:49:34	enano	Si	9.73	Evaluacion
	2023.2.19hora21:49:58	Araña	Si	9.05	Evaluacion
	2023.2.19hora21:52:11	Araña	Si	8.58	Evaluacion
	2023.2.19hora21:52:38	enano	Si	8.85	Evaluacion
	2023.2.19hora21:53:30	Rosa	Si	8.64	Evaluacion
	2023.2.19hora21:53:4	mano	Si	9.05	Evaluacion
	2023.2.19hora21:53:55	sapo	Si	8.18	Evaluacion
	2023.2.19hora21:54:25	El enano se subió a su burro	Si	9.07	Frase
	2023.2.19hora21:54:54	Cindy ayuda a la araña que se encuentra en el charco con su mano	Si	8.93	Frase

Revisión de resultados en Firestore

Google Cloud Firestore console interface showing a collection named 'tesis-flutter-6f88b' with a document selected for 'efalmachi1@espe.edu.ec'.

Document ID	Document Content
andersonchucuri@guarderas.com	
anitavelasco@guarderas.com	
cesarchisac@guarderas.com	
danny@veloso.com	
efalmachi1@espe.edu.ec	2023.2.10hora0:20:37
escarlethaltamirano@guardera...	
franco.ed95@hotmail.com	
isabelacantuña@guarderas.com	
monserratdelgado@guarderas.c...	
prueba1@curso.com	
prueba@espe.edu.ec	
prueba@prueba.com	

Field	Value
fecha	"2023.2.10hora0:20:37"
igualdad	"Si"
nota	"10.00"
palabras	"Araña"
tipo	"Evaluacion"

Pruebas y resultados

Tiempo de carga y descarga de batería de Lipo

Dato	Tiempo de carga (HH:MM)	Tiempo de descarga (HH:MM)
Prueba 1 – Modo 1	01:38	03:40
Prueba 2 – Modo 1	01:45	03:52
Prueba 3 – Modo 1	01:20	03:37
Prueba 4 – Modo 2	01:32	01:48
Prueba 5 – Modo 2	01:41	01:55
Prueba 6 – Modo 2	01:43	01:51

Tiempo de carga y descarga de batería de la Tablet

Dato	Tiempo de carga (HH:MM)	Tiempo de descarga (HH:MM)
Prueba 1	02:00	03:40
Prueba 2	02:15	02:58
Prueba 3	02:08	03:14

Pruebas y resultados

Ángulos de giro permitidos por cada motor

Parte	Ángulo permitido
Hombros	Derecho 0°-90° Izquierdo 90°-180°
Muñecas	Ambas 0°-180°
Ruedas	Ambas 360°

Pruebas y resultados

Distancias entre el usuario y el micrófono

Parte	Distancia (cm)	Reconoce
Prueba 1	5	SI
Prueba 2	5	SI
Prueba 3	5	SI
Prueba 4	7	SI
Prueba 5	7	SI
Prueba 6	7	SI
Prueba 7	9	NO
Prueba 8	9	SI
Prueba 9	9	SI
Prueba 10	11	SI
Prueba 11	11	SI
Prueba 12	11	SI
Prueba 13	13	SI
Prueba 14	13	SI
Prueba 15	13	SI
Prueba 16	15	SI
Prueba 17	15	NO
Prueba 18	15	SI
Prueba 19	17	NO
Prueba 20	17	SI
Prueba 21	17	NO

Pruebas y resultados



Pruebas y resultados

Resultados de la encuesta de conformidad

Nombre	Cargo	Le gusta el robot	Le gusta la aplicación
Anderson C.	Alumno	SI	SI
Isabela C.	Alumno	SI	SI
César C.	Alumno	SI	SI
Escarleth A.	Alumno	SI	SI
Montserrat D.	Alumno	SI	SI
Anita V.	Alumno	SI	SI
Damián V.	Alumno	SI	SI
Inés Carpio	Directora	SI	SI
William Imbaquinga	Docente	SI	SI
Jennifer Gutiérrez	Docente	SI	SI

Pruebas y resultados

Resultados de la encuesta de funcionamiento

Nombre	Cargo	La aplicación funciona	El robot funciona	Fácil de utilizar (sobre 5)	Cumple con su función de enseñanza (sobre 5)
Inés Carpio	Directora	SI	SI	5	5
William Imbaquina	Docente	SI	SI	5	5
Jennifer Gutiérrez	Docente	SI	SI	5	5

Validación de Hipótesis

(H_o) = El Diseño e implementación de un robot social interactivo con robótica cognitiva no contribuirá la educación STEAM a niños y niñas de 8 a 12 años para la empresa Artil Robotics en la ciudad de Ambato.

(H_i) = El Diseño e implementación de un robot social interactivo con robótica cognitiva contribuirá la educación STEAM a niños y niñas de 8 a 12 años para la empresa Artil Robotics en la ciudad de Ambato,

Validación de Hipótesis

Luego se calcula el valor de Chi-Cuadrado a partir de la ecuación

siguiente:

$$x^2 = \sum_{i=1}^f \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - F_{ij})^2}{F_{ij}}$$

Donde:

- x^2 = Valor de Chi-Cuadrado calculado
- f = Número de filas
- k = Número de columnas
- O_{ij} = Frecuencia observada en la fila i de la columna j

Validación de Hipótesis

$$x^2 = \frac{(31 - 24.19)^2}{24.19} + \frac{(9 - 11.5)^2}{11.5} + \frac{(18 - 24.19)^2}{24.19} + \frac{(22 - 11.5)^2}{11.5}$$

$$x^2 = 1.92 + 0.54 + 1.58 + 9.59 = 13.63$$

Ahora se debe calcular el número de grados de libertad con la ecuación siguiente.

$$v = (f - 1)x(k - 1)$$

$$v = (2 - 1)x(2 - 1) = 1$$

Validación de Hipótesis

Cálculo de Chi-Cuadrado

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - f_i)^2}{f_i}$$

Donde:

X^2 = Estadístico Chi-Cuadrado

O_i = Frecuencia observadas

f_i = Frecuencia esperada

Datos	O_i	f_i	$O_i - f_i$	$(O_i - f_i)^2$	$\frac{(O_i - f_i)^2}{f_i}$
Aprendieron con el robot	6	4	2	4	1
No aprendieron con el robot	0	2	-2	4	2
Aprendieron sin el robot	2	4	-2	4	1
No aprendieron sin el robot	4	2	2	4	2
Total				$\sum \frac{(O_i - f_i)^2}{f_i}$	6

Validación de Hipótesis

Mediante la tabla de distribución de Chi-Cuadrado para el 95% de confianza, se obtiene lo siguiente:

Por lo que:

- $x^2_{tabla} = 3.8415$
- Si $x^2 > x^2_{tabla} \rightarrow H_0$ se rechaza
- Si $x^2 < x^2_{tabla} \rightarrow H_0$ se aprueba

donde:

- $x^2 = 8,88$
- $x^2_{tabla} = 3.8415$

$$x^2 > x^2_{tabla}$$

Validación de Hipótesis

“El asistente robótico didáctico si contribuye a la enseñanza del habla-lenguaje a los niños y niñas del segundo año de educación básica de la escuela María Guarderas de la ciudad de Machachi.”

Conclusiones

- Se construyó un juguete educativo con una interfaz móvil para dispositivos Android que utiliza los módulos de Speech To Text para reconocer las palabras vocalizadas por los usuarios y compararlas mediante un algoritmo para calificar la pronunciación de estas. Este juguete presenta una apariencia llamativa para los niños y niñas, con un parecido a los robots clásicos con movimiento de extremidades inferiores y desplazamiento por sistema de tracción.
- Se diseñaron las partes del sistema robótico mediante CAD y se manufacturaron en su mayoría en impresión 3D con filamento PLA no tóxico, teniendo en cuenta que el equipo estaba destinado para niños y niñas. Este sistema posee una aplicación móvil con juegos llamativos para que los niños aprendan con mayor facilidad.
- Este sistema fue desarrollado tomando en cuenta las recomendaciones de la Lic. Inés Carpio con respecto al aprendizaje del habla y del lenguaje de los niños de segundo grado, utilizando los principales fonemas y palabras adecuadas para el rango de edad seleccionado.

Conclusiones

- Se desarrollaron pruebas con los niños de segundo año de educación básica de la Escuela María Guarderas, donde cada uno de los usuarios tuvo contacto directo con el sistema robótico con la supervisión de los profesores y creadores de este proyecto. Se pudo observar un gran interés de los niños en utilizar este sistema y mucha emoción de aprender de una manera diferente a la educación habitual.
- La interacción de los niños con la aplicación ha permitido entender que ellos se pueden beneficiar de esta sin tener la necesidad de utilizar el sistema robótico para reforzar los conocimientos desde su hogar con un dispositivo móvil Android adicional. Por esta razón, se crearon instaladores de la aplicación para que se utilice sin la necesidad de conectarse al sistema principal.

Recomendaciones

- Se recomienda revisar el manual de usuario del juguete antes de utilizarlo para conocer cada una de sus características y facilitar la interacción con este.
- Es recomendable no utilizar el juguete mientras se encuentra en conectado al módulo de carga para prolongar la vida de la batería.
- Se recomienda utilizar este tipo de dispositivos porque facilita la enseñanza a niños de educación básica, aumentando su interés en este tipo de materias.
- Se debe utilizar el sistema robótico con la supervisión de un adulto, puesto que los niños son curiosos y tienden a manipular de forma descontrolada piezas que pueden dañarse fácilmente.
- Utilizar la aplicación móvil desarrollada puede ayudar a reforzar los conocimientos de los niños mientras no utilizan el juguete o no tienen acceso a él, como por ejemplo durante el periodo de vacaciones.

Recomendaciones

- Utilizar la aplicación móvil desarrollada puede ayudar a reforzar los conocimientos de los niños mientras no utilizan el asistente robótico o no tienen acceso a él, como por ejemplo durante el periodo de vacaciones.
- Difundir la aplicación a través de los instaladores a otras escuelas para que pueda ser utilizada como material de soporte.
- Es importante se siga actualizando al asistente robótico de forma constante con audios y actividades para aumentar la cantidad las tareas que pueden realizar los niños.
- Es fundamental que las actividades que se implementen al asistente robótico sean realizadas o supervisadas por una persona capacitada en pedagogía infantil.

GRACIAS!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA