



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Automatización del visor de un casco de soldar mediante control de voz**

**MENA GUAMBAÑA HARLIS JEREMY  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**REYES LEON JEAN CARLOS  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Automatización del visor de un casco de soldar mediante control de  
VOZ**

**MENA GUAMBAÑA HARLIS JEREMY  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**REYES LEON JEAN CARLOS  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

**Automatización del visor de un casco de soldar mediante control  
de voz**

**MENA GUAMBAÑA HARLIS JEREMY  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**REYES LEON JEAN CARLOS  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**NOVILLO VICUÑA JOHNNY PAUL**

**MACHALA  
2024**

# Automatización del visor de un casco de soldar mediante control de voz

*por Harlis Jeremy Mena Guambaña*

---

**Fecha de entrega:** 29-jul-2024 11:19a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2424417006

**Nombre del archivo:** rupo02\_Mena\_Harlis\_y\_Reyes\_Jean\_Proyecto\_Titulacion-Turnitin.pdf (1.8M)

**Total de palabras:** 12683

**Total de caracteres:** 65861

# Automatización del visor de un casco de soldar mediante control de voz

## INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO	< 1 %
Trabajo del estudiante		
2	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	< 1 %
Fuente de Internet		
3	Submitted to Universidad Técnica de Machala	< 1 %
Trabajo del estudiante		
4	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a>	< 1 %
Fuente de Internet		
5	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a>	< 1 %
Fuente de Internet		
6	<a href="http://www.viator.com">www.viator.com</a>	< 1 %
Fuente de Internet		
7	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a>	< 1 %
Fuente de Internet		
8	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a>	< 1 %
Fuente de Internet		

9	<a href="http://www.freshplaza.es">www.freshplaza.es</a>	Fuente de Internet	< 1 %
10	<a href="http://eesfrequencyresponseofamplifiers.blogspot.com">eesfrequencyresponseofamplifiers.blogspot.com</a>	Fuente de Internet	< 1 %
11	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a>	Fuente de Internet	< 1 %
12	<a href="http://revistas.unisimon.edu.co">revistas.unisimon.edu.co</a>	Fuente de Internet	< 1 %
13	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a>	Fuente de Internet	< 1 %
14	<a href="http://www.eafit.edu.co">www.eafit.edu.co</a>	Fuente de Internet	< 1 %
15	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a>	Fuente de Internet	< 1 %
16	Submitted to Universidad Nacional de Colombia	Trabajo del estudiante	< 1 %
17	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a>	Fuente de Internet	< 1 %
18	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a>	Fuente de Internet	< 1 %
19	<a href="http://repositorio.unbosque.edu.co">repositorio.unbosque.edu.co</a>	Fuente de Internet	< 1 %
20	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a>		

Fuente de Internet

< 1 %

21

[www.actualidadlaboral.com](http://www.actualidadlaboral.com)

Fuente de Internet

< 1 %

22

[www.derechoecuador.com](http://www.derechoecuador.com)

Fuente de Internet

< 1 %

23

[www.dykinson.com](http://www.dykinson.com)

Fuente de Internet

< 1 %

24

[www.polodelconocimiento.com](http://www.polodelconocimiento.com)

Fuente de Internet

< 1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, MENA GUAMBAÑA HARLIS JEREMY y REYES LEON JEAN CARLOS, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Automatización del visor de un casco de soldar mediante control de voz, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



MENA GUAMBAÑA HARLIS JEREMY

0707093407



REYES LEON JEAN CARLOS

0704715069



## **DEDICATORIA**

Este trabajo realizado con mucho esfuerzo se lo dedico a mis padres por guiarme por un buen camino e inculcarme a ser una persona de bien y por haberme permitido seguir con mis estudios.

A todos quienes forman parte de mi familia, por el apoyo a lo largo de este camino.

**Mena Guambaña Harlis Jeremy**

Principalmente dedico este trabajo de grado a DIOS ya la Virgen María, quienes inspiraron mi camino y mi espíritu, y de alguna manera no me defraudaron en mis días más difíciles.

A mis padres quienes me brindaron la vida, educación, apoyo y consejos, pero aún más me enseñaron sus valores para convertirme en persona de bien, siendo de gran ayuda para nuestra sociedad.

A mi hijo y esposa, que han sido mi energía y mi inspiración para lograr mis metas, me enseñaron a levantarme, a no rendirme y a caminar con la frente en alto, y por enseñarme el valor de la perseverancia y la dedicación.

Y a todas las personas que de forma directa e indirecta ayudaron en mi formación estudiante, para culminar con éxito mis estudios, para lo cual agradezco de todo corazón.

**Reyes León Jean Carlos**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero, agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza y la determinación necesarias para culminar este trabajo.

A mis padres, les expreso mi agradecimiento por su constante apoyo. Gracias por creer en mí, por sus sacrificios y por enseñarme la importancia de la dedicación y esfuerzo.

Agradezco a mi tutor en este trabajo de titulación, el Ing. Johnny Paul Novillo Vicuña por dedicarnos su tiempo, orientación y apoyo a lo largo de este trabajo.

**Mena Guambaña Harlis Jeremy**

En primero lugar a **DIOS**.

Por acompañarme y guiarme a lo largo de mi carrera, por poner en mi camino a personas y situaciones que me ayudaron a crecer, por brindarme una vida llena de experiencias, aprendizajes y sobre todo por no dejarme solo.

**A mis padres.**

Por apoyarme en toda esta etapa universitaria, por ser mi pilar, inspiración, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por cada consejo brindado, por todas sus enseñanzas, que sin duda las guardo en mi mente y corazón.

**A mi familia.**

Mi hijo por ser el principal impulsor en cada paso de mi vida, por ser la persona que más merece este logro, por haberte convertido en el motivo de lucha y superación. También agradezco a mi esposa por su apoyo incondicional, su tiempo y su paciencia en acompañarme a lo largo de esta etapa que no fue fácil, pero tampoco imposible.

**A mis suegros.**

Quienes con su apoyo o consejo han sabido comprenderme y darme la fuerza para continuar luchando, por ser mis segundos padres y porque en todo momento me alentaron a culminar esta gran etapa de mi vida.

**A mis amigos.**

Quienes han sido parte fundamental de esta etapa y con los que siempre guardaré mi agradecimiento y grandes recuerdos. Su apoyo incondicional y experiencias compartidas han hecho de este camino algo inolvidable.

**Reyes León Jean Carlos**

## **RESUMEN**

La automatización hace referencia a la utilización de tecnologías para hacer tareas que requieren trabajo humano. En el sector de la soldadura, la automatización surge como una solución clave para optimizar procesos, mejorar la eficiencia y la seguridad de los empleados, para ello, se han desarrollado nuevas tecnologías como robots, sistemas computarizados, sensores, etc. Se identificó un grave problema, y es que un cierto porcentaje de soldadores durante sus jornadas laborales prefieren la comodidad a la seguridad, esto debido a que para ellos es incómodo y cansado estar realizando la acción de subir y bajar el visor del casco manualmente y de forma repetitiva. Por esta razón, se planteó el desarrollo de un prototipo de casco de soldar con el visor automatizado, capaz de ser controlado por comandos de voz; por lo cual, el soldador puede subir y bajar el visor solo con la voz, sin tener que desconcentrarse ni hacer uso de las manos, reduciendo la fatiga que ocasiona hacer este proceso manualmente. Para la evaluación del prototipo se tomó en cuenta algunas métricas claves; tiempos de respuesta para apertura y cierre del visor y el aumento del uso del casco, Además, se recopilaron opiniones relevantes de los usuarios, enfocados en la experiencia de uso. En cuanto a la hipótesis planteada, según los resultados obtenidos con las fichas de observación, se puede afirmar que el desarrollo del prototipo de un casco de soldar automatizado mediante tecnologías de comandos de voz y servomotores incrementó su uso en los soldadores en un 9,16%. Este prototipo permite a los soldadores mejorar la protección, incrementar su uso y eficiencia laboral, todo esto gracias a la innovación y la implementación de nuevas tecnologías. Estos resultados respaldan la viabilidad y eficacia del prototipo, subrayando la importancia de la automatización en la optimización de procesos industriales.

### **PALABRAS CLAVE**

Arduino, automatización, casco de soldar, control por voz.

## **ABSTRACT**

Automation refers to the use of technologies to perform tasks that require human labor. In the welding sector, automation emerges as a key solution to optimize processes, improve efficiency and employee safety, for which new technologies such as robots, computerized systems, sensors, etc. have been developed. A serious problem was identified, and it is that a certain percentage of welders during their working days prefer comfort to safety, because for them it is uncomfortable and tiring to be performing the action of raising and lowering the helmet visor manually and repetitively. For this reason, the development of a prototype of a welding helmet with an automated visor, capable of being controlled by voice commands, was proposed; therefore, the welder can raise and lower the visor only by voice, without having to lose concentration or use his hands, reducing the fatigue caused by doing this process manually. For the evaluation of the prototype, some key metrics were taken into account, such as response times for opening and closing the visor and the increase in the use of the helmet. Regarding the hypothesis, according to the results obtained with the observation sheets, it can be stated that the development of the prototype of an automated welding helmet using voice command and servomotor technologies increased the use of the helmet by welders by 9,16%. This prototype allows welders to improve protection, increase their use and work efficiency, all this thanks to innovation and the implementation of new technologies. These results support the feasibility and effectiveness of the prototype, underlining the importance of automation in the optimization of industrial processes.

## **KEYWORDS**

Arduino, automation, welding helmet, voice control.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
GLOSARIO.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	13
i. Declaración y formulación del Problema.....	14
ii. Objeto de estudio y Campo de acción.....	15
iii. Objetivos .....	15
iv. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación.....	16
v. Justificación.....	16
vi. Organización del documento.....	17
1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	18
1.1. Antecedentes de la Investigación .....	18
1.2. Antecedentes históricos.....	21
1.3. Antecedentes Teóricos .....	23
1.3.1. Automatización de procesos.....	23
1.3.2. Innovaciones tecnológicas.....	23
1.3.3. Programación y conexionado .....	25
1.3.4. SCRUM.....	25
1.4. Antecedentes Contextuales .....	26
1.4.1. Ámbito de aplicación .....	27
1.4.2. Establecimiento de requerimientos .....	27
2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	28
2.1. Definición del prototipo .....	28
2.2. Metodología de desarrollo del prototipo .....	28
2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación.....	28
2.2.2. Unidades de análisis .....	29
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	29
2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados .....	29
2.2.5. Metodología o métodos específicos .....	30
2.2.6. Herramientas y/o Materiales .....	30
2.3. Desarrollo del prototipo .....	32

2.3.1.	Fase de inicio.....	33
2.3.2.	Fase de planificación.....	34
2.3.3.	Fase de modelado.....	36
2.4.	Ejecución del prototipo.....	47
3.	<b>CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO</b> .....	51
3.1.	Plan de evaluación.....	51
3.1.1.	Objetivo.....	51
3.1.2.	Alcance de la evaluación.....	51
3.1.3.	Cronograma.....	51
3.1.4.	Métricas y medidas.....	52
3.1.5.	Proceso de evaluación.....	52
3.1.6.	Criterios de aceptación.....	53
3.1.7.	Escenarios de prueba.....	53
3.1.8.	Método de Evaluación.....	54
3.2.	Resultados de la evaluación.....	57
3.2.1.	Resultado de Evaluación de Rendimiento.....	57
3.2.2.	Resultados de evaluación de la encuesta de satisfacción.....	58
3.2.3.	Comprobación de hipótesis.....	59
4.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
5.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	62
6.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64
7.	<b>ANEXOS</b> .....	67
	Anexo 1: Matriz de consistencia.....	67
	Anexo 2: Medición de ruido en el taller para realizar la evaluación de rendimiento.....	68
	Anexo 3: Realización de la evaluación de rendimiento.....	68
	Anexo 4: Usuarios utilizando el prototipo.....	69
	Anexo 5: Pruebas de rendimiento de la precisión de reconocimiento de comandos.....	70
	Anexo 6: Pruebas de rendimiento del tiempo promedio de respuesta de ejecución.....	73
	Anexo 7: Encuesta de experiencia de uso del prototipo.....	76
	Anexo 8: Estadística de la encuesta de experiencia del casco de soldar con visor automatizado.....	77
	Anexo 9: Ficha de observación para seguimiento de actividades.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Definición de variables y dimensionamiento .....	16
<b>Tabla 2:</b> Preguntas de investigación .....	18
<b>Tabla 3:</b> Criterios de inclusión y exclusión .....	19
<b>Tabla 4:</b> Técnicas e instrumentos de recopilación de datos .....	29
<b>Tabla 5:</b> Comparación entre entornos de desarrollo.....	31
<b>Tabla 6:</b> Herramientas y/o materiales de hardware .....	31
<b>Tabla 7:</b> Herramientas y/o materiales de software .....	32
<b>Tabla 8:</b> Fases y actividades programadas para la elaboración del prototipo. ....	32
<b>Tabla 9:</b> Equipo Scrum.....	33
<b>Tabla 10:</b> Historia de Usuario - N°1 .....	34
<b>Tabla 11:</b> Historia de Usuario - N°2.....	34
<b>Tabla 12:</b> Historia de Usuario - N°3.....	35
<b>Tabla 13:</b> Historia de Usuario - N°4.....	35
<b>Tabla 14:</b> Planificación de Sprints.....	35
<b>Tabla 15:</b> Planificación de Sprints - Continuación.....	36
<b>Tabla 16:</b> Cronograma del Plan de Evaluación .....	51
<b>Tabla 17:</b> Niveles máximos de emisión de ruido (L <sub>Keq</sub> ).....	54
<b>Tabla 18:</b> Rangos de ruido establecidos para las dos pruebas.....	54
<b>Tabla 19:</b> Plantilla para evaluar la precisión de reconocimiento de comandos.....	55
<b>Tabla 20:</b> Plantilla para evaluar el tiempo promedio de respuesta de ejecución.....	56
<b>Tabla 21:</b> Resumen de los resultados de evaluación en escenario sin ruido .....	57
<b>Tabla 22:</b> Resumen de los resultados de evaluación en escenario con ruido .....	58
<b>Tabla 23:</b> Métricas de la encuesta de satisfacción.....	59
<b>Tabla 24:</b> Guía de observación de soldador 1 - casco tradicional .....	60
<b>Tabla 25:</b> Guía de observación de soldador 1 - casco automatizado.....	60



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Árbol de problemas Causa - Efecto .....	15
<b>Figura 2:</b> Proceso de búsqueda SLR .....	20
<b>Figura 3:</b> Cantidad de artículos seleccionados por año .....	20
<b>Figura 4:</b> Línea de tiempo de la evolución de la automatización.....	21
<b>Figura 5:</b> Mapa conceptual de los antecedentes teóricos .....	23
<b>Figura 6:</b> Definición y funcionalidad del prototipo.....	28
<b>Figura 7:</b> Circuito eléctrico del prototipo.....	36
<b>Figura 8:</b> Modelado de componentes en 3D.....	37
<b>Figura 9:</b> Mecanismo de apertura y cierre del visor en 3D .....	37
<b>Figura 10:</b> Modelado final del casco de soldar en 3D.....	37
<b>Figura 11:</b> Utilización de ejemplo de entrenamiento en Arduino IDE .....	38
<b>Figura 12:</b> Monitor Serie .....	38
<b>Figura 13:</b> Entrenamiento del primer comando en el entorno sin ruido.....	39
<b>Figura 14:</b> Entrenamiento del primer comando en el entorno con ruido de herramientas .....	39
<b>Figura 15:</b> Entrenamiento del primer comando en el entorno con ruido de herramientas y música.....	40
<b>Figura 16:</b> Entrenamiento del segundo comando en entorno sin ruido.....	40
<b>Figura 17:</b> Entrenamiento del segundo comando en entorno con ruido de herramientas .....	40
<b>Figura 18:</b> Entrenamiento del segundo comando en entorno con ruido de herramientas y música.....	41
<b>Figura 19:</b> Ggrabación de los comandos para transferirlas al módulo de voz. ....	41
<b>Figura 20:</b> Monitoreo de respuestas del módulo al reconocer los comandos grabados	42
<b>Figura 21:</b> Librería Servo .....	42
<b>Figura 22:</b> Librería VoiceRecognition .....	43
<b>Figura 23:</b> Creación de instancia myVR y arreglos .....	43
<b>Figura 24:</b> Creación de objetos Servo .....	43
<b>Figura 25:</b> Definición de macros para los comandos de voz.....	44
<b>Figura 26:</b> Definición de los ángulos de los servos.....	44
<b>Figura 27:</b> Programación para el pulsador de emergencia .....	44
<b>Figura 28:</b> Creación de la función setup().....	45

<b>Figura 29:</b> Creación de la función loop() .....	46
<b>Figura 30:</b> Instalación de fuente de energía y módulo de carga.....	47
<b>Figura 31:</b> Colocación de switch y pulsador .....	48
<b>Figura 32:</b> Montaje y conexión de Arduino nano .....	48
<b>Figura 33:</b> Colocación de regulador de voltaje .....	49
<b>Figura 34:</b> Colocación de servomotores.....	49
<b>Figura 35:</b> Distribución final de componentes en el casco.....	50
<b>Figura 36:</b> Vista del casco de soldar con el visor abierto.....	50
<b>Figura 37:</b> Resultados de evaluación de usabilidad de acuerdo a las métricas aplicadas .....	59

## GLOSARIO

### A

**Arduino:** Plataforma de hardware y software de código abierto que simplifica el desarrollo de prototipos electrónicos y proyectos interactivos.

**Automatización:** Implementación de sistemas y procesos automáticos para realizar tareas sin intervención humana directa.

### C

**Casco de soldar:** Equipo de protección personal diseñado para resguardar la cabeza y los ojos de los soldadores durante el proceso de soldadura.

**Control de voz:** Tecnología que permite operar dispositivos o sistemas mediante comandos verbales, facilitando la interacción sin necesidad de contacto físico.

### S

**Servomotor:** Dispositivo electromecánico que utiliza señales de control para realizar movimientos precisos y controlados.

## INTRODUCCIÓN

En un mundo marcado por avances tecnológicos continuos, donde muchas organizaciones están automatizando sus procesos manuales para mejorar el rendimiento, ahorrar costos y minimizar los errores al ejecutar estos procesos. En este contexto, la soldadura industrial, una actividad esencial pero desafiante, busca adaptarse a la era digital [1].

El proceso de soldadura, requiere una atención meticulosa y concentración por parte de los soldadores. En entornos laborales donde la soldadura se realiza en posiciones elevadas o situaciones de acceso complicado, la apertura y cierre manual del visor se vuelve especialmente incómoda, y en muchos casos peligrosa. Es por eso que los soldadores prefieren dejar de usar el casco de soldar en estas situaciones, prefiriendo la practicidad y libre movimiento al no usar esta herramienta de protección.

Según [2], el control automatizado de máquinas implica la gestión a través de dispositivos electrónicos, con el objetivo de simplificar el funcionamiento de los electrodomésticos utilizando el IoT para mejorar la comodidad, la facilidad y la seguridad en la vida diaria. Bajo este contexto, este proyecto tiene como objetivo central el desarrollo de un prototipo revolucionario que busca mejorar significativamente la experiencia de los soldadores mediante la automatización del visor en los cascos de soldar y el uso de las nuevas tecnologías.

Este trabajo se encuentra dividido en 3 capítulos que abordan distintos aspectos esenciales del proceso. En el primer capítulo, se presenta el marco teórico e Introducción, donde se exploran antecedentes históricos, teóricos y contextuales, se establece el ámbito de aplicación y los requisitos del prototipo. El segundo capítulo se centra en el desarrollo del prototipo, abordando temas como la definición, metodología, enfoque, alcance y diseño de la investigación, así como el proceso completo de desarrollo y ejecución del prototipo. Por último, el tercer capítulo se dedica a la evaluación y conclusiones, presentando un plan detallado de evaluación, los resultados obtenidos, las conclusiones derivadas de la investigación y recomendaciones para futuros desarrollos o mejoras del proyecto.

## **i. Declaración y formulación del Problema**

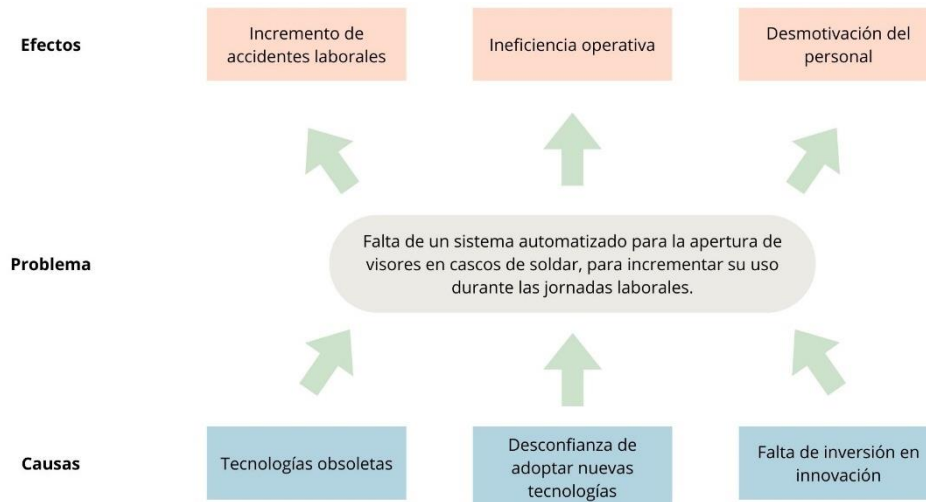
A nivel mundial, el avance tecnológico ha ido incrementando y ha sido adoptado en la gran mayoría de empresas y talleres del país que se dedican a la soldadura como actividad principal es la falta de automatización en sus equipos de protección y seguridad, específicamente los cascos de soldar, los cuales no se han ido actualizando con las nuevas tecnologías que se han desarrollado hasta ahora. Esto resulta en un problema para los trabajadores, debido a que están expuesto a distracciones y riesgos de seguridad durante sus jornadas laborales.

Este problema ha sido abordado de distintas maneras, en la India unos investigadores realizaron un prototipo de un casco de soldar integrado con IoT para un monitoreo en tiempo real en este artículo se demuestra como la adopción e integración de las nuevas tecnologías nos permiten mejorar la eficiencia y la seguridad de los soldadores [3].

En la ciudad de Machala, se reconoció un problema similar, específicamente en el taller de Encofrados Granda, se identificó que los soldadores no suelen hacer uso del casco de soldar, esto debido a que se les hace incomodo y cansado estar abre y cierra el visor del casco y por eso optan por tener el visor abierto la mayoría de veces o directamente no usar el casco y como consecuencia esto aumenta las posibilidades de sufrir un accidente laboral o de dañar la salud de su piel y vistas.

Ante esta problemática se desarrolló un prototipo de un casco de soldar con un visor automatizado mediante control de voz que permite a los soldadores realizar la crucial acción de abrir y cerrar el visor del casco sin la necesidad de interactuar manualmente con el visor, sino que se lo hace con comando de voz, lo cual aumenta su uso ya que es más cómodo y sencillo de usar.

A continuación, en la figura 1 se desarrolló un árbol de problemas causa – efecto, en donde se identifica el problema a resolver, junto con sus causas y efectos.



**Figura 1:** Árbol de problemas Causa - Efecto

A continuación, se formuló el problema de investigación de este trabajo: ¿Cómo incrementar el uso del casco de soldar en los técnicos en soldadura en empresas y talleres mediante los cascos de soldar?

## ii. Objeto de estudio y Campo de acción

### Objeto de estudio

- Casco de soldar con un visor automatizado.

### Campo de acción

- La automatización de un casco de soldar.

## iii. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar un prototipo de casco de soldar con un visor automatizado mediante control de voz, para el aumento de su uso en soldadores.

### Objetivos específicos

- Recopilar información científica sobre tecnologías de comandos de voz, servomotores y los beneficios que aportan al prototipo.
- Desarrollar el software y hardware para la creación del casco automatizado, priorizando su funcionalidad y eficiencia.

- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo en situaciones reales de soldadura para comprobar su desempeño.
- Evaluar el prototipo haciendo uso de una norma de calidad.

#### iv. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación

##### Hipótesis principal (o preguntas de investigación)

- El desarrollo de un prototipo de apertura automatizada de un visor de casco de soldar mediante tecnologías de comandos de voz y servomotores incrementará su uso en los técnicos soldadores de empresas y talleres.

##### Variables y dimensionamiento

En la Tabla 1, se detalla de mejor manera el desglose de la variable independiente e independiente de este trabajo para una mayor comprensión.

**Tabla 1:** Definición de variables y dimensionamiento

Variable	Definición	Categorías	Indicadores	Ítems
<b>Independiente:</b>	Desarrollo de un prototipo de un casco de soldar con un visor automatizado mediante control de voz	Proceso de desarrollo	Desarrollo del prototipo	Fases de Desarrollo
<b>Prototipo de casco de soldar Automatizado</b>		Herramientas	Tecnologías empleadas	Módulo de reconocimiento de voz y Servomotores. Tinkercad
		Metodología	Metodología SCRUM	Planificación, reunión, refinamiento y retrospectiva.
<b>Dependiente:</b>	Experiencia de uso del casco Automatizado para los soldadores durante su jornada laboral.	Experiencia de uso.	Encuestas de experiencia de uso	Registro de datos de uso del prototipo
<b>Experiencia de uso del prototipo</b>		Facilidad de uso	Uso intuitivo	Evaluación de la información recolectada.

#### v. Justificación

En la actualidad la soldadura es una tarea crítica en muchas industrias que requiere que el soldador haga ajustes frecuentes en la configuración de su equipo. Uno de los ajustes más comunes es subir o bajar el filtro de protección del visor del casco de soldar para inspeccionar la pieza o preparar el área de trabajo. Esto normalmente se hace manualmente y distrae al soldador, lo cual puede resultar en errores o accidentes.

Un sistema de control de voz para subir y bajar automáticamente el filtro del casco aumentaría significativamente la productividad y seguridad de los soldadores. Les

permitiría mantener las manos en su trabajo mientras hacen ajustes por voz. También reduciría las distracciones y los errores relacionados con hacer cambios manuales.

A pesar de estos beneficios potenciales, no se han desarrollado sistemas comerciales confiables y económicos de automatización por voz para cascos de soldar. Esta tesis busca abordar este problema a través del diseño e implementación de un prototipo funcional de bajo costo utilizando componentes disponibles en el mercado.

El éxito de este proyecto tendría importantes implicaciones, permitiendo mejoras significativas en la eficiencia y seguridad de una amplia gama de aplicaciones de soldadura. La metodología y el conocimiento desarrollado también podrían servir como base para la automatización de otros procesos industriales mediante interfaz de voz. En resumen, este proyecto apunta a una necesidad práctica no resuelta en un área industrial clave.

Por lo tanto, la automatización del visor de casco de soldar mediante control de voz es un tema importante debido a sus beneficios en términos de seguridad laboral, eficiencia, accesibilidad y su potencial para transformar la industria, lo que justifica la realización de una tesis de grado para profundizar en su implementación, desarrollo y posibles mejoras.

En el anexo 1, se presenta un resumen que abarca todos los objetivos del trabajo de titulación, junto con información pertinente sobre el mismo.

## **vi. Organización del documento**

El documento se encuentra dividido en tres capítulos, en los cuales se aborda las diversas actividades a realizar durante el proceso de titulación:

**Capítulo I:** Se presenta el marco teórico de la investigación, abarcando antecedentes históricos, teóricos y contextuales, se delimita el ámbito de aplicación y se establecen los requerimientos esenciales.

**Capítulo II:** Se centra en el desarrollo práctico del prototipo, abordando temas como la definición del mismo, la metodología empleada para su creación, el enfoque, el alcance y el diseño de la investigación. Además, se detalla la unidad de análisis, los métodos utilizados, las herramientas y materiales empleados, así como el proceso completo de desarrollo y ejecución del prototipo.



**Capítulo III:** Se enfoca en la evaluación del prototipo, incluyendo un plan detallado de evaluación, la presentación de resultados, las conclusiones derivadas de la investigación y finalmente, las recomendaciones para futuros desarrollos o mejoras en el proyecto.

## 1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

En este primer capítulo, se presenta el marco teórico, donde se exploran antecedentes de la investigación, las respectivas preguntas de la investigación, el proceso de búsqueda y los resultados de dicha búsqueda. Además de explorar los antecedentes históricos, teóricos y contextuales, por último, se delimita el ámbito de aplicación y se establecen los requerimientos esenciales.

### 1.1. Antecedentes de la Investigación

Con el objetivo de llevar a cabo la revisión bibliográfica, se optó por emplear la metodología de Revisión Sistemática de Literatura (SLR) [4].

#### a) Preguntas de investigación

Con el propósito de realizar la búsqueda de información, se formularon las preguntas de investigación, las cuales se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Preguntas de investigación

Pregunta de investigación	Descripción y motivación
¿Qué es y cómo funciona la automatización de procesos?	El propósito de esta pregunta es conocer en profundidad el funcionamiento de la automatización.
¿Cuáles son los antecedentes en la aplicación de tecnologías de automatización en la seguridad de los soldadores?	El objetivo de esta pregunta es conocer antecedentes de otros autores que han realizados investigaciones similares a la propuesta en este trabajo.
¿Cuáles son las tecnologías a usar al realizar un prototipo de casco automatizado de soldar?	Con esta pregunta se planea indagar sobre las tecnologías y técnicas que se pueden implementar para la realización del casco automatizado.
¿Qué métricas son las más adecuadas para medir de forma efectiva el aumento del uso del casco automatizado?	Esta pregunta tiene como finalidad la búsqueda de métricas adecuadas para la medición y verificación del aumento de uso del casco automatizado.

#### b) Palabras claves y cadenas de búsqueda

La estrategia de búsqueda aplicada se basó en la implementación de operadores lógicos para conectar conceptos claves mediante cadenas de búsqueda específicas. Se exploraron diversas bases de datos, entre las más importantes tenemos: Web of Science, Scopus, IEEE Explorer, ACM, Google Académico, entre otras.

En la cadena de búsqueda se definieron palabras claves y relevantes para la investigación, como (Automatización, Casco de soldar, Tecnologías de control de voz), cabe recalcar que se realizaron búsquedas preliminares para refinar la cadena de búsqueda. Este enfoque garantizó la identificación de información pertinente, accesible y descargable, procedentes de fuentes bibliográficas especializadas.

### **Cadena de búsqueda**

- ("Automatización" AND ("Soldadura"))
- ("Automatización" OR "IoT") AND ("Seguridad" OR "seguridad industrial")
- ("Automatización" OR "IoT") AND ("Casco de soldar" OR "Casco")
- ("Automatización" OR "IoT") AND ("Servomotor" OR "sensor de voz")
- (“Soldador” OR “Trabajador en soldadura”) AND (“Tecnologías de seguridad” OR “Innovación en equipos de protección”) AND (“Automatización” OR “Casco Automatizado”)
- ("Automatización" OR "IoT") AND ("Casco de soldar" OR "Casco") AND ("Casco de soldar automatizado" OR "Eficiencia laboral")

### **c) Criterios de inclusión y exclusión**

En la Tabla 3 se presentan los criterios de inclusión y exclusión que se usaran para realizar el filtro de artículos científicos.

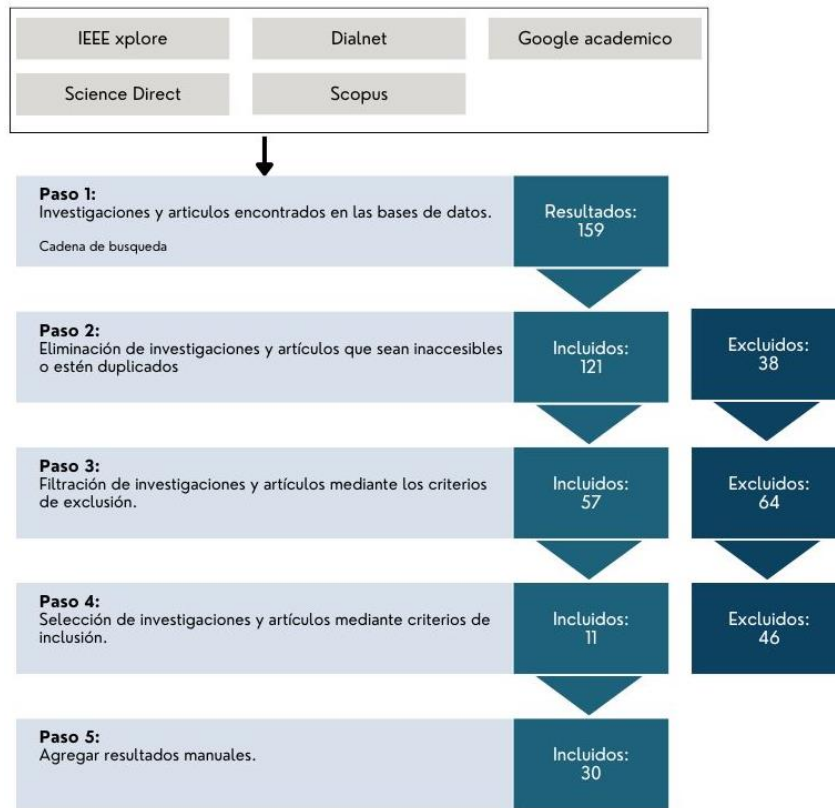
**Tabla 3:** Criterios de inclusión y exclusión

#	<b>Criterio de inclusión</b>
1	Estudios primarios
2	Investigaciones en idiomas inglés y español
3	Artículos publicados en los últimos 5 años
4	Investigaciones y libros relacionados con el tema del proyecto
#	<b>Criterio de exclusión</b>
1	Publicaciones con temáticas irrelevantes
2	Investigaciones secundarias
3	Investigaciones duplicadas
4	Artículos con fechas antiguas (Mayor a 5 años desde su publicación)
5	Investigaciones cortas (menor a 4 páginas)
6	Investigaciones con información incompleta
7	Investigaciones disponibles en idiomas distintos al inglés y español

### **d) Proceso y resultados de la búsqueda**

Después de realizar la búsqueda de artículos científicos relacionados con nuestra investigación por medio de la cadena de búsqueda obtuvimos distintos resultados, a los cuales mediante un filtrado basándonos en nuestra tabla de criterios de inclusión y

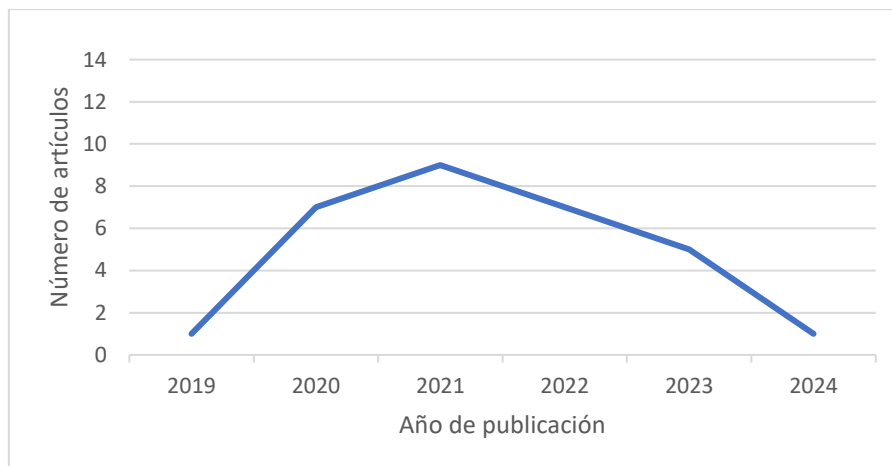
exclusión quedaron los más relevantes para nuestro tema de investigación, se detalla el proceso en la Ilustración 2.



**Figura 2:** Proceso de búsqueda SLR

### Resultados de la búsqueda

En total hemos obtenido 30 artículos científicos relevantes para nuestro trabajo, en los cuales podemos observar en la Ilustración 3 un gráfico en donde se filtra los artículos totales por año y se observa que una gran cantidad de los artículos seleccionados son del año 2021.



**Figura 3:** Cantidad de artículos seleccionados por año

## 1.2. Antecedentes históricos

El concepto de automatizar el equipo de protección del soldador se ha ido expandiendo en los últimos años, a pesar de no ser una tecnología novedosa, ya que los primeros patentes datan de 1970 con el desarrollo de filtros automáticos ante la detección de la soldadura. Sin embargo, esta idea ha resurgido en años recientes[5].

Los inicios formales del concepto de "casco de soldar inteligente" datan del 2001, cuando la compañía Lincoln Electric presentó un prototipo con control electrónico de la protección facial.

Como dice Reyes-Carcasés, et al. [6], a finales de la década de 1980 se realizó una metodología basada en robots de soldadura, la programación de robots de soldadura requiere el uso de sensores especiales, lo que garantiza la precisión y eficiencia.

Como expresa [7], el uso de la tecnología de automatización, como lo es la soldadura robótica ha incrementado de forma sustancial entre los años 2014 a 2017, esto debido a las empresas que buscan incrementar la eficiencia en sus procesos automatizados.

Actualmente los líderes industriales como Miller Electric y Lincoln Electric anunciaron planes para desarrollar modelos comerciales en el 2023-2024, lo que demuestra que la tecnología está llegando a un punto de madurez atractiva para el mercado masivo de soldadores profesionales.

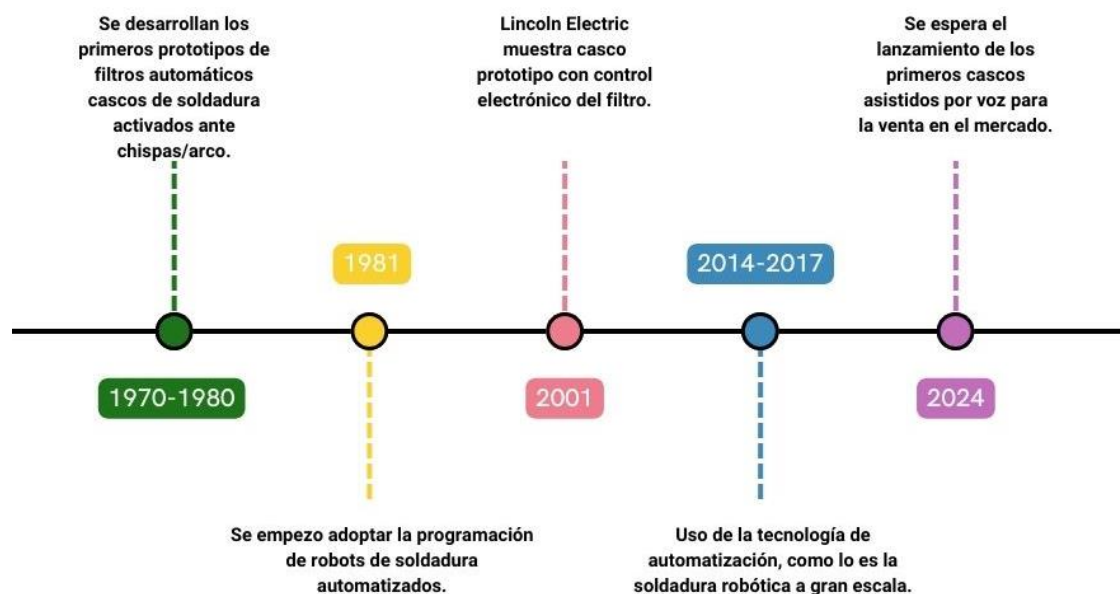


Figura 4: Línea de tiempo de la evolución de la automatización

De acuerdo con [8], los servomotores junto con la ayuda de la plataforma de Arduino Uno tienen diversas aplicaciones, y esta combinación de hardware es una solución muy sencilla para el desarrollo de aplicaciones electrónicas. Es por esta razón que, mediante este proyecto se puede eliminar la necesidad de movimientos repetitivos y complicados para ajustar el visor, se reducen los riesgos de lesiones y fatiga laboral, mejorando así la eficiencia y la seguridad del trabajador.

Por ello, la teoría sostiene que la automatización de tareas, como el ajuste del visor de casco de soldar mediante control de voz, contribuye significativamente a la eficiencia en los procesos industriales. Los autores Pérez, et al. [9], mencionan que La industria 4.0 es una realidad concreta y que la mejora de la seguridad y el bienestar de los empleados, junto con el aumento de la rentabilidad y la productividad, son, los principales objetivos de la colaboración humano-robot.

De acuerdo con [10], el dispositivo electrónico Arduino Nano es un mini Arduino UNO encogido en un perfil más pequeño, teniendo la gran ventaja de un peso más reducido. Gracias a esto este modelo de Arduino es muy buena opción para proyectos en donde es crucial contar con componentes más ligeros. Tomando en cuenta la capacidad de procesamiento del microcontrolador ATmega328 del Arduino Nano, este es apropiada para ejecutar algoritmos simples de reconocimiento de voz y controlar el mecanismo necesario para subir y bajar el filtro del casco.

Como señala [11], en la actualidad la automatización industrial es esencial para que las empresas sean competitivas en sus sector, esto implica la implementación de diversas tecnologías para controlar numerosos procesos industriales, limitando en lo mayor posible la intervención humana. Es por eso que se implementará un casco de soldar con visor automatizado, permitiendo así que este pueda ser controlado por comandos verbales sencillos, representando así una oportunidad comercial importante para aquellas empresas o emprendimientos capaces de hacer realidad esta automatización.

Como se menciona en [12], en los últimos años, han surgido varios sistemas de automatización robótica en distintas empresas alrededor del mundo, estos sistemas automatizados mejoran la eficiencia y la fiabilidad de la soldadura. Dentro de este contexto, la automatización del equipo utilizado por personal resulta clave.

### 1.3. Antecedentes Teóricos

En la Figura 5, se muestra los temas y subtemas que se relacionan con el proyecto de investigación, los cuales serán tratados para el desarrollo del marco teórico.

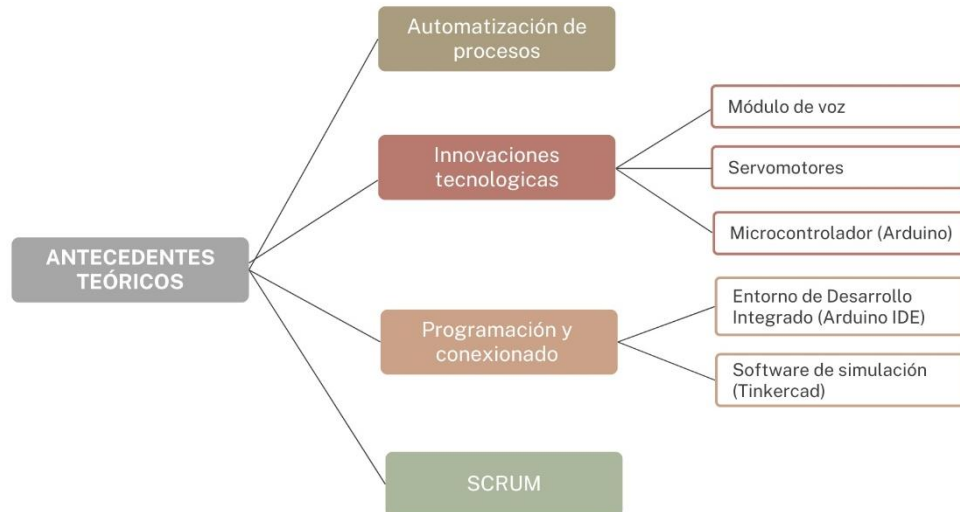


Figura 5: Mapa conceptual de los antecedentes teóricos

#### 1.3.1. Automatización de procesos

En la actualidad las empresas han empezado adoptar la automatización de procesos en sus distintas áreas de trabajo, con el fin de mejorar la eficiencia de sus procesos y aumentar la calidad dentro de sus instalaciones.

Como se señala en [13], la incorporación de las tecnologías de automatización reduce los errores humanos aumentando la velocidad de ejecución en los procesos, la automatización es un pilar indispensable para competir en el sector productivo, con esta tecnología se limita la interacción humana de forma permanente.

De acuerdo con [14], las empresas buscan hallar un equilibrio entre eficiencia económica y productividad para la sostenibilidad de su negocio, es por eso que se trata de incorporar la automatización en todos los procesos posibles, desde procesos complejos hasta los más sencillos, esto con el fin de que se logre la máxima eficiencia.

#### 1.3.2. Innovaciones tecnológicas

Para [15], la innovación es el proceso de aprendizaje con el objetivo de implementar un rediseño o modificaciones a un producto, con el fin de mejorar su productividad y competitividad del mismo.

En [16], se destaca que varios autores tienen distintos puntos de vista de lo que es la innovación, pero se puede apreciar similitudes como que la innovación es la transformación de algún producto existente pero con mejores ideas, es decir un producto mejorado, además que hay q destacar que innovación no tiene el único de mejorar un producto para una empresa u organización, sino que también consiste en dejar un registro para un futuro más inteligente y se puedan seguir mejorando en el futuro.

#### **1.3.2.1. Módulo de voz**

En la actualidad los sensores se usan en distintos proyectos, los sistemas de reconocimiento de voz se han vuelto populares en la aplicación de asistente para domotizar el hogar, autenticidad de identidad y el reconocimiento de comando activados. El módulo de voz recepta señales analógicas y mediante su conexión a un Arduino se puede realizar la programación de múltiples actividades como el movimiento de motores para el traslado lineal o giros en varias direcciones, todo esto mediante el reconocimiento de comandos de voz específicos [17].

#### **1.3.2.2. Servomotores**

Como expresa [18], un servomotor es un motor especial de corriente continua, el cual fue diseñado para moverse un total de grados según el usuario lo requiera y quedarse estable en esa posición, además tiene la característica de que se puede invertir su sentido de giro al cambiar la polaridad del motor.

Como dice [19], se define a un servomotor como un motor eléctrico, el cual puede ser de corriente continua o alterna y que permite controlarlo de forma precisa y según que aplicación se le dé, se puede controlar en posición y velocidad.

#### **1.3.2.3. Microcontrolador (Arduino)**

Según [20], la aparición de Arduino en 2005 llegó a aportar versatilidad y adaptabilidad que no se había visto hasta ese entonces en proyectos asociados con robótica y la programación destinados a la educación. Pero los verdaderos beneficiados fueron las personas interesadas en realizar proyectos independientes, documentarlos y subirlos a Internet. Se puede decir que los microcontroladores son placas fáciles de programar y que estaban enfocados a profesionales y alumnos que desarrollaran dispositivos que podrían interactuar entre ellos.

Por otro lado [21], explica que uno de los principales beneficios es el bajo costo de esta placa a comparación con otras, además de que tanto el hardware como software de Arduino son libre acceso para el desarrollo.

### **1.3.3. Programación y conexionado**

#### **1.3.3.1. Arduino IDE**

Según los autores Molina, et al. [22], Arduino IDE es una plataforma de código abierto, centrados en el software se hace uso de un código simplificado C++ para programar la placa. Esto facilitará la escritura de código para nuestro proyecto, el cual podrá ser escrito y modificado de forma sencilla debido a la naturaleza de Arduino.

#### **1.3.3.2. Tinkercad**

Como se sostiene en [23], Tinkercad es un programa de modelado 3D de libre acceso, el cual fue desarrollado por la empresa Autodesk, en este se puede crear modelos en 3D, que puede ser exportados para ser impresos en impresoras 3D como lo es STL.

Dicho con palabras de [24], Tinkercad es una plataforma gratuita, fácil de usar para el diseño 3D, la electrónica y la codificación en el desarrollo de soluciones informáticas electrónicas que utilizan Arduino. Esta plataforma es un gran aliado al momento de mezclar el conexionado del prototipo para realizar pruebas ya que es compatible con Arduino, con esto se podrán realizar simulaciones lo más realistas posibles, logrando así obtener una idea de su funcionamiento de forma anticipada con respecto a la creación del prototipo.

#### **1.3.4. SCRUM**

Teniendo en cuenta a [25], SCRUM es una metodología de ágil diseño y desarrollo de software, la cual para adoptarla se requiere definir roles, sistemas de medición y entregas, el beneficio de esta metodología es que el equipo de trabajo da más importancia al software funcional es decir prioriza la implementación del proyecto.

En palabras de Pardo, et al. [26], es posible encontrar una amplia gama de enfoques ágiles utilizados en la industria de software, pero según informes, SCRUM sigue siendo la más adoptada por la gran mayoría de organizaciones, convirtiéndose en uno de los enfoques ágiles más usados en la última década. Se debe a que SCRUM permite un cierto grado de



adaptación en las empresas en donde se va a implementar con respecto a otras metodologías.

#### **1.4. Antecedentes Contextuales**

El presente trabajo de titulación se realizó en el taller Encofrados Granda, ubicado en la ciudad de Machala y dedicado desde el 2020 a la fabricación de encofrados metálicos, encofrados de columnas, andamios y otras estructuras metálicas para la industria de la construcción.

Uno de los principales procesos en Encofrados Granda es la soldadura, efectuada manualmente. Esto genera ineficiencias ya que el soldador debe interrumpir su labor para subir o bajar el visor protector de su casco de soldar.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de control por voz para automatizar los movimientos del visor del casco de soldar. Se emplearán algoritmos de procesamiento de lenguaje natural para reconocer comandos verbales y controlar el mecanismo del visor.

La meta que se quiere conseguir es el aumento del uso del casco en los soldadores de Encofrados Granda. Este proyecto sentará las bases para continuar la automatización de procesos en la empresa, mejorando su competitividad regional en el sector metalmecánico.

El proyecto se enmarca en el plan de vinculación de la Universidad Técnica de Machala con el sector productivo de la provincia de El Oro. La UTMACH busca formar profesionales competentes y emprendedores a través de la realización de proyectos que resuelvan necesidades reales de la industria local.

Teniendo en cuenta que son pocos los proyectos de titulación orientados a resolver problemáticas reales de las empresas locales mediante el desarrollo de soluciones informáticas innovadoras. Según [27], en un estudio realizado en un área de la Universidad Técnica de Manabí, se pudo observar cómo un 48,1% de estudiantes escogieron realizar el proyecto de titulación.

De acuerdo con [28], mediante la aplicación de metodologías de diseño e ingeniería apoyadas en plataformas de hardware y software libre, se espera obtener al final un modelo funcional automatizado de casco de soldadura activado por comandos verbales, sentando las bases para trabajos de mayor envergadura en esta línea tecnológica aplicada

### **1.4.1. Ámbito de aplicación**

En la opinión de [29], la automatización industrial se ha convertido en un área en pleno desarrollo y de gran importancia para todos los sectores industriales, pues esto permite mejorar la productividad de las empresas y la calidad de sus productos. En el caso específico de la soldadura, la automatización del visor del casco de soldar a través de comandos verbales facilitaría al operario mantener las manos libres y no interrumpir su trabajo para subir o bajar la careta protectora.

Si bien muchos talleres realizan el manejo del visor de forma manual, aquellos que buscan optimizar sus procesos de soldadura adoptan soluciones automatizadas para controlar el visor mediante pedales o sistemas eléctricos. No obstante, el control por voz representa la opción más avanzada al permitir gestionar el visor simplemente hablando, sin necesidad de elementos adicionales, esto se logró gracias a la retroalimentación del módulo de voz con datos del usuario y sobre el entorno general que los rodea [30].

Desde esta perspectiva, el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de sistema de control de voz para automatizar los movimientos de subida y bajada del visor del casco de soldar utilizado en el taller Encofrados Granda. Dicha solución tecnológica buscará incrementar la productividad y seguridad en los procesos de soldadura de la empresa.

### **1.4.2. Establecimiento de requerimientos**

El desarrollo del prototipo del casco de soldar automatizado requiere:

- Reconocimiento de voz por comandos, con lo cual se permite a los soldadores dar comandos específicos para la apertura y cierre del visor.
- Garantizar un diseño ergonómico que sea ajustable a la cabeza de los soldadores y cumpla con estándares de seguridad.
- Un sistema de respuesta a emergencias, que permita el desbloqueo del visor de forma manual mediante un botón.
- Se implementará un sistema de carga mediante un puerto de carga o baterías recargables, con el fin de facilitar al usuario la carga de su casco.

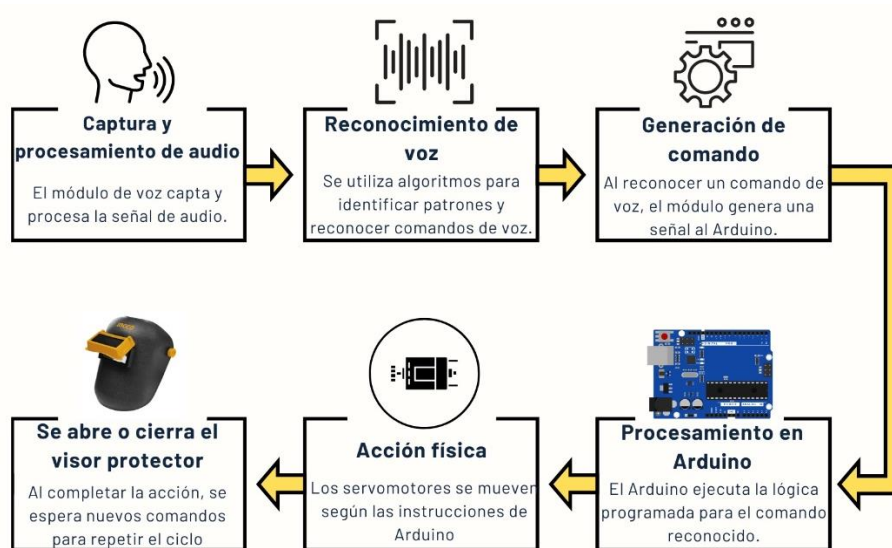
## 2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Este capítulo se enfoca en el desarrollo del prototipo, aquí se aborda temas como la definición del prototipo, la metodología empleada, su enfoque y alcance, este capítulo se centra en el proceso completo de desarrollo y ejecución del prototipo.

### 2.1. Definición del prototipo

El enfoque de esta propuesta tecnológica trató sobre el desarrollo de un prototipo de casco de soldar con un visor automatizado para un taller de soldadura industrial, con el objetivo de aumentar su uso en este taller, eliminando la acción manual de subir y bajar el visor y reemplazando este proceso manual por uno automatizado mediante comandos de voz.

En la ilustración 6, se presenta un esquema del prototipo desarrollado.



**Figura 6:** Definición y funcionalidad del prototipo

El funcionamiento del prototipo del casco de soldar automatizado se centra en que el soldador mediante comandos de voz pueda accionar el sistema del visor automatizado para que suba y baje el visor del casco de forma rápida cuando el trabajador lo necesite.

### 2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

#### 2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

Esta investigación se llevará a cabo con un enfoque cuantitativo, esto con el objetivo de medir las variables de estudio, al momento de finalizar con la investigación se planea hacer uso de la observación de campo y encuestas para verificar si existe un aumento del uso del casco y verificar la experiencia de uso del prototipo. Con respecto al alcance será

exploratorio, esto debido a que no hay demasiada información sobre la solución de un casco con un visor automatizado, con esto se planea examinar la viabilidad y efectividad del prototipo en un ambiente real de trabajo. Por último, el diseño de investigación será cuasiexperimental, este diseño nos proporciona una evaluación empírica del impacto que puede causar el prototipo en los soldadores, brindando información valiosa sobre su experiencia de uso con el prototipo.

### 2.2.2. Unidades de análisis

#### **Población (universo)**

La población determinada para esta investigación serán todos los soldadores del taller Encofrados Granda, lo cual es equivalente a tres soldadores.

#### **Muestra**

Debido a la población del taller Encofrados Granda es muy reducida, se escoge como muestra a toda la población.

### 2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Se hará uso de tres técnicas de recopilación de datos las cuales se hablan un poco más a fondo en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Observación directa</b>	Mediante la observación en el taller se obtendrá una comprensión completa del problema.
<b>Encuesta</b>	Se realizará mediante encuestas impresas y firmadas.
<b>Entrevista</b>	Se realizará una entrevista con preguntas claves que permitan entender el problema de mejor manera.

### 2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos que se usarán para esta investigación serán la observación de campo y la encuesta, estas técnicas nos permitirán evaluar de una forma más sencilla el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Luego de obtener los resultados de las encuestas se procederá a realizar la correcta tabulación de los datos, la cual se hará mediante gráficos estadísticos.

### 2.2.5. Metodología o métodos específicos

**Investigación de campo:** Se hará uso de este tipo de investigación para recolectar datos reales de los soldados, con el propósito de recoger información relacionada con nuestro proyecto, esto se realizará a través de técnicas como encuestas, entrevistas y observación.

**Investigación bibliográfica:** Para el marco de esta investigación, para fortalecer el impacto del estudio se recopilará información teórica, Este enfoque implica búsqueda de información relevante de bases de datos bibliográficas de alto impacto, repositorios académicos y publicaciones en línea.

**Metodología SCRUM:** Consta de seis fases las cuales que se describen a continuación:

- **Creación del backlog del producto:** Se crea una lista en donde se detalla las características que se desea desarrollar en el producto.
- **Planificación del sprint:** Se determinan las tareas asignadas a los miembros del equipo y se realiza una estimación del tiempo necesario para finalizar el proyecto.
- **Ejecución del sprint:** El equipo trabaja en las tareas definidas previamente en la planificación del sprint.
- **Reuniones del equipo SCRUM:** El equipo de desarrollo realiza reuniones diarias para revisar el avance, organizan las tareas del día y abordar posibles problemas.
- **Revisión del Sprint:** Se presenta el los resultados alcanzados al cliente, con el fin de mostrar y discutir los resultados.
- **Retrospectiva:** Al finalizar el sprint se realiza una revisión detallada con el fin de identificar lo que funciono bien, lo que podría mejorar y cómo hacerlo.

### 2.2.6. Herramientas y/o Materiales

Tras una ardua investigación sobre que materiales serían necesarios para llevar a cabo este proyecto, hemos logrado identificar tanto las herramientas de software como hardware que se empleara para la construcción del prototipo.

Además, se realizó una comparación entre dos de las plataformas más usadas para este tipo de prototipos, para poder concluir de mejor manera cual es una mejor opción de implementar, la comparación entre Arduino IDE y Rasberry Pi se detalla en la Tabla 5.

**Tabla 5:** Comparación entre entornos de desarrollo

<b>Arduino IDE</b>	<b>Raspberry Pi</b>
Plataforma de hardware y software de código abierto que facilita la programación de microcontroladores.	Sistema operativo oficial para Raspberry Pi. Está basado en Linux y es compatible con una variedad de software y herramientas.
Utiliza un lenguaje de programación propio basado en C/C++, en una variante simplificada.	Gracias a su versatilidad se puede programar en varios lenguajes como: Python, C, C++, entre otros.
Es ideal para proyectos que necesitan controlar hardware en tiempo real, como sensores, actuadores, entre otros.	Es la mejor opción para proyectos que requieran gran capacidad de procesamiento, ejecución de aplicaciones y estar conectado a la red.

Después de revisar las ventajas y desventajas de ambos sistemas se optó por hacer uso de Arduino, debido a que su programación es más sencilla y se cuenta con mucho material que nos puede servir de guía, además de que en términos de potencia no se requiere mayor poder de procesamiento que ya ofrece la plataforma de Arduino, otro punto clave fue el costo y también tiene la ventaja de ser más económica con respecto a Raspberry Pi.

A continuación, se desglosa las herramientas y materiales que serán necesarios para la construcción del prototipo del casco automatizado, primero se realizó una tabla para las herramientas y/o materiales de hardware la cual se muestra en la siguiente Tabla 6.

**Tabla 6:** Herramientas y/o materiales de hardware

<b>Herramientas y/o materiales de hardware</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función</b>
Casco de soldar.	Equipo de protección personal usado por soldadores.	Es la base del prototipo, el cual se automatizará.
Arduino nano	Placa de desarrollo compacta, versátil y económica.	Actúa como el cerebro del sistema y será el encargado de controlar todos los sensores y procesos.
Servomotores.	Motor eléctrico con un sistema de control que permite posicionarse en un ángulo específico.	Se usó para controlar la apertura y cierre del visor del casco de soldar.
Módulo de voz.	Dispositivo que permite reconocer patrones de voz y convertirlos en datos comprensibles para un microcontrolador.	Captura los comandos de voz del soldador para activar el sistema de apertura del visor del casco.
Módulo de carga.	Dispositivo que permite la recarga de baterías eléctricas.	Es el encargado de cargar la fuente de energía del prototipo.
Cable Dupont Jumper	Cables usados para conexiones entre componentes eléctricos.	Se conecta los sensores y la fuente de energía mediante estos cables.
Batería de iones de litio recargables 3.7 V	Dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica que utilizan tecnología de iones para generar electricidad.	Desempeñan el papel esencial de proporcionar una fuente de energía portátil y recargable.
Regulador de voltaje	Dispositivo electrónico que ajusta el voltaje de salida para mantenerlo constante.	Se utiliza para asegurar que el voltaje sea constante y seguro.
Bornera de voltaje DC hembra	Conector que permite la conexión de un cargador.	Se emplea para facilitar la carga del prototipo mediante un cargador.
Switch on/off	Dispositivo que permite encender o apagar un aparato eléctrico.	Se usó para encender y apagar el casco y evitar consumir energía

En la Tabla 7 se detallan las Herramientas y/o materiales de software que serán fundamentales para el desarrollo del prototipo.

**Tabla 7:** Herramientas y/o materiales de software

Herramientas de software	Descripción	Función
Tinkercad	Plataforma para realizar diseños de prototipos y modelado 3D, permitiendo visualizar un avance de su conexionado	Permitirá tener una visualización previa de cómo se realizarán las conexiones, además de un modelo 3D del casco.
Arduino IDE	Entorno de desarrollo integrado diseñado para programar placas de desarrollo Arduino.	Se desarrollarán los códigos y comando necesarios para el funcionamiento del casco.

### 2.3. Desarrollo del prototipo

Para el correcto desarrollo de la metodología SCRUM se debe tener muy claro las fases en las que se divide esta metodología, es por eso que en la tabla 8 se observa con mayor detalle, las fases y actividades con respecto a este proyecto.

**Tabla 8:** Fases y actividades programadas para la elaboración del prototipo.

<b>INICIO</b>	
<b>Reconocimiento de partes interesadas</b>	Reconocimiento del Scrum Master y aquellos interesados en el proyecto.
<b>Levantamiento de requisitos</b>	Se establecen los requisitos mediante entrevistas con los involucrados.
<b>Equipo de trabajo</b>	Se establece el equipo Scrum.
<b>Programación del proyecto</b>	Coordinación de las fechas para los planes de lanzamiento.
<b>PLANIFICACIÓN</b>	
<b>Desarrollar historias de usuario</b>	Realizar las historias de usuario de manera colectiva con el dueño del producto y definir las funcionalidades
<b>Creación de iteraciones y componentes</b>	Ejecutar las tareas según fechas establecidas.
<b>Estimación de tareas</b>	Elaborar una lista de pendientes del sprint
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	
<b>Entrega de tareas</b>	Elaborar avances de tareas para compartir con los involucrados
<b>Reuniones con cliente</b>	Reuniones con el cliente para exponer los avances del proyecto.
<b>REVISIÓN Y RETROSPECTIVA</b>	
<b>Aceptación de Sprints</b>	Presentación y validación de los Sprint.
<b>Correcciones</b>	Hacer una lista con las correcciones que se deben realizar.
<b>LANZAMIENTO</b>	
<b>Entrega del producto final</b>	Entrega del producto final al cliente
<b>Retrospectiva del producto</b>	Realizar retrospectiva del producto y posibles mejoras para una próxima versión.

### 2.3.1. Fase de inicio

#### Reconocimiento de partes interesadas

Para esta primera parte se han especificado cada uno de los roles del equipo Scrum, en la Tabla 9 se define cada uno de los miembros del equipo Scrum.

Tabla 9: Equipo Scrum

Rol	Encargado(s)	Descripción
Scrum Master o Facilitador	Mena Harlis	Encargado de liderar al equipo en el desarrollo de la metodología y cumplir con su objetivo.
Product Owner	Reyes Jean	Encargado de tratar con los involucrados y tomar decisiones con respecto al producto.
Development Team Member	Mena Harlis, Reyes Jean	Encargados del desarrollo del producto.

#### Levantamiento de requisitos

A través de reuniones y entrevistas con los beneficiarios, se establecieron los requisitos que deben cumplir el prototipo del casco de soldar automatizado, dichos requisitos son:

- **Reconocimiento de voz por comandos:** Implica la implementación de un sistema que permite a los soldadores controlar el visor del casco mediante comandos de voz específicos. Permitiendo una interacción intuitiva para facilitar la operación del dispositivo, fomentando el aumento del uso de los cascos de soldar en el lugar de trabajo.
- **Diseño ergonómico y seguro:** El casco se diseñó con materiales ligeros y resistentes que se ajusten cómodamente a la cabeza del usuario sin comprometer la protección contra impactos y lesiones. Además, mediante pruebas de ajuste y comodidad se garantiza que el diseño ergonómico cumple con las necesidades y preferencias de los soldadores.
- **Sistema de respuesta a emergencias:** La integración de un mecanismo de desbloqueo manual permite al usuario abrir rápidamente el visor en situaciones de emergencia, como fallas en el sistema automatizado. Se prioriza la accesibilidad y facilidad de uso de este sistema para garantizar una respuesta efectiva y rápida ante cualquier situación crítica que pueda surgir durante el trabajo.
- **Sistema de carga versátil:** El prototipo cuenta con un sistema de carga flexible que permita recargar las baterías de manera conveniente y eficiente. También, se brinda la opción de baterías recargables intercambiables, lo que proporciona una mayor autonomía y versatilidad al usuario. Con esto se brinda una solución que



sea práctica y fácil de usar, minimizando los tiempos de inactividad y optimizando la productividad en el lugar de trabajo.

### 2.3.2. Fase de planificación

En este punto se aborda de forma más detallada los puntos de la realización de historias de usuarios y la elaboración de los Sprints los cuales se especifican las tareas a realizar y la duración de cada tarea. Con esto se logró llevar un orden en el desarrollo del prototipo y terminar las tareas en los tiempos establecidos.

#### 2.3.2.1. Historia de Usuario

Las historias de usuario seleccionadas para este proyecto se centraron en la implementación de reconocimiento de comandos por control de voz del casco de soldar automatizado. Las historias de usuario detallan requisitos y características necesarias para desarrollar estas funcionalidades, en las siguientes tablas 10, 11, 12 y 13 se detallan las historias de usuarios.

**Tabla 10:** Historia de Usuario - N°1

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Número:</b>	01	<b>Usuario:</b>	Soldador
<b>Nombre de Historia:</b>	Apertura y cierre rápido y automatizado del visor		
<b>Prioridad:</b>	Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b>	Medio
<b>Requerimiento Funcional:</b>	RF-01	<b>Definición de iteración:</b>	1
<b>Encargado:</b>	Reyes Jean – Mena Harlis		
<b>Descripción:</b>	El soldador necesita poder abrir y cerrar el visor del casco utilizando comandos de voz específicos, eliminando así la molesta interacción manual.		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.		

**Tabla 11:** Historia de Usuario - N°2

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Número:</b>	02	<b>Usuario:</b>	Soldador
<b>Nombre de Historia:</b>	Diseño ergonómico y ajustable		
<b>Prioridad:</b>	Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b>	Bajo
<b>Requerimiento Funcional:</b>	RF-02	<b>Definición de iteración:</b>	1
<b>Encargado:</b>	Reyes Jean – Mena Harlis		
<b>Descripción:</b>	Debido al estrés y cansancio del trabajo se necesita que el casco sea lo más cómodo posible, pero sin comprometer confiabilidad y seguridad del mismo, garantizando así que los usuarios puedan hacer uso del casco durante toda su jornada laboral.		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.		

**Tabla 12:** Historia de Usuario - N°3

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Número:</b>	03	<b>Usuario:</b>	Soldador
<b>Nombre de Historia:</b>	Segundo método de desbloqueo		
<b>Prioridad:</b>	Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b>	Bajo
<b>Requerimiento Funcional:</b>	RF-03	<b>Definición de iteración:</b>	1
<b>Encargado:</b>	Reyes Jean – Mena Harlis		
<b>Descripción:</b>	En caso de daños en el módulo de voz, añadir un botón que permita abrir el visor, esto evita al abrir el visor se fuerce los servomotores y dañando los mismos.		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.		

**Tabla 13:** Historia de Usuario - N°4

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Número:</b>	04	<b>Usuario:</b>	Soldador
<b>Nombre de Historia:</b>	Sistema de carga compatible con puerto de carga o baterías		
<b>Prioridad:</b>	Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b>	Bajo
<b>Requerimiento Funcional:</b>	RF-04	<b>Definición de iteración:</b>	1
<b>Encargado:</b>	Reyes Jean – Mena Harlis		
<b>Descripción:</b>	Se prioriza un sistema de carga compatible mediante un puerto de carga o baterías recargables, para facilitar el proceso de carga y garantizar la disponibilidad del casco cuando se necesite utilizar.		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna.		

### 2.3.2.2. Realización de tareas y elaboración de Sprints

Se realizó un cronograma en donde se especifican las tareas que se han realizado durante la realización de este proyecto, en la tabla 14 y 15 se observa de forma más detallada estas actividades.

**Tabla 14:** Planificación de Sprints

<b>ID de ítem</b>	<b>Enunciado del ítem</b>	<b>Tarea</b>	<b>Estado</b>	<b>Días</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>
<b>PT-01</b>	Planificación del modelado y diseño del casco automatizado.	Tarea 1	Realizado	7	5/12/2023	11/12/2023
	Creación del modelado 3D del visor y casco.	Tarea 2	Realizado	14	12/12/2023	25/12/2023
	Diseño del circuito eléctrico en Tinkercad.	Tarea 3	Realizado	8	26/12/2023	02/01/2024
	Diseñar el esquema de montaje.	Tarea 4	Realizado	7	03/01/2024	09/01/2024
<b>PT -02</b>	Preparación del casco de soldar para la integración de los componentes.	Tarea 5	Realizado	6	10/01/2024	15/01/2024
	Integración del sistema de carga.	Tarea 6	Realizado	6	16/01/2024	21/01/2024
	Integrar el segundo método de apertura.	Tarea 7	Realizado	6	22/01/2024	27/01/2024
	Añadir regulador de voltaje y su calibración.	Tarea 8	Realizado	8	28/01/2024	04/02/2024

**Tabla 15:** Planificación de Sprints - Continuación

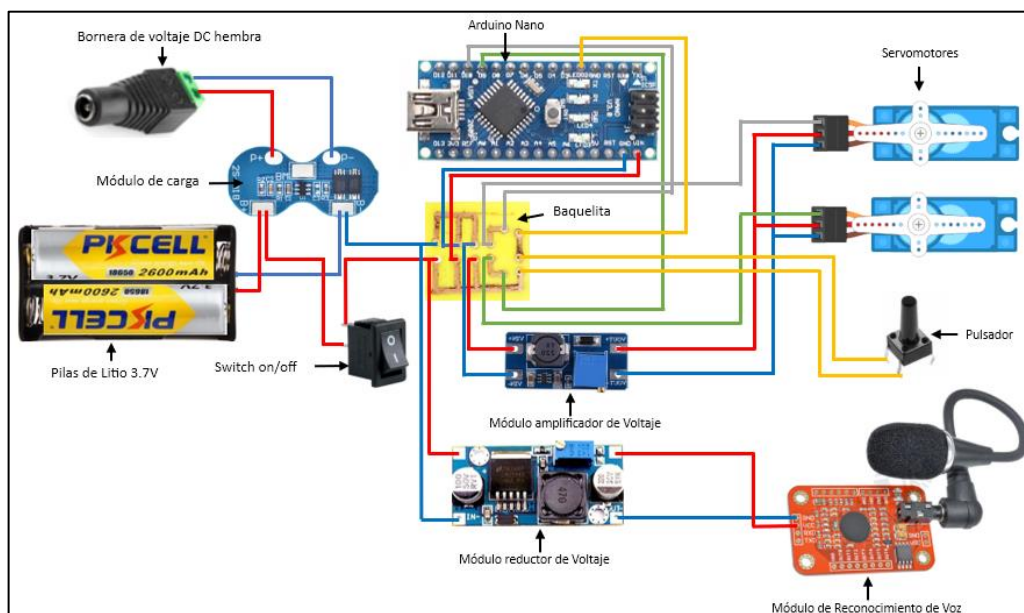
ID de ítem	Enunciado del ítem	Tarea	Estado	Días	Inicio	Fin
PT -03	Instalación de servomotores.	Tarea 9	Realizado	8	05/02/2024	12/02/2024
	Pruebas de funcionamiento.	Tarea 10	Realizado	7	13/02/2024	19/02/2024
	Programar el reconocimiento de comandos.	Tarea 11	Realizado	10	20/02/2024	29/02/2024
	Pruebas de funcionalidad del reconocimiento de comandos y apertura de visor.	Tarea 12	Realizado	22	01/03/2024	22/03/2024
PT-04	Ajustes finales de diseño.	Tarea 13	Realizado	21	23/03/2024	12/04/2024
	Pruebas de ergonomía y seguridad.	Tarea 14	Realizado	14	13/04/2024	27/04/2024
	Primera prueba de funcionalidad en un ambiente real.	Tarea 15	Pendiente	21	28/04/2024	19/05/2024
	Segunda prueba de funcionalidad en un ambiente real.	Tarea 16	Pendiente	22	20/05/2024	10/06/2024
	Optimización de programación.	Tarea 17	Pendiente	15	11/06/2024	25/06/2024

### 2.3.3. Fase de modelado

Para un mejor entendimiento del funcionamiento y creación del circuito que se creó para el prototipo se desarrollaron modelados en 3D y el modelado del circuito eléctrico, todo esto se realizó usando la herramienta Tinkercad.

#### Modelado del prototipo

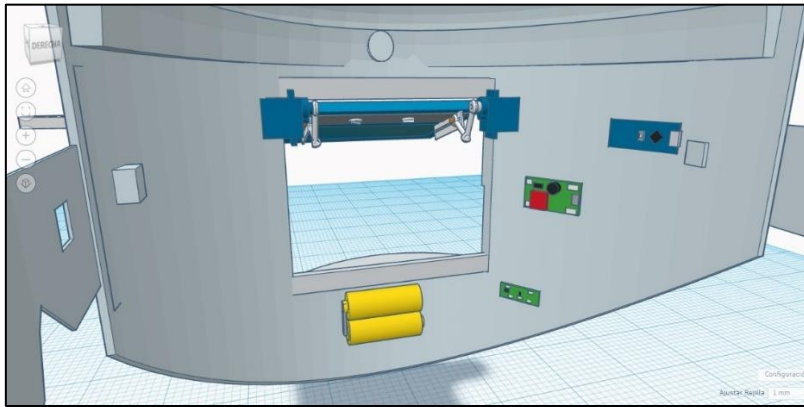
Para esta etapa, se realizó el diseño del circuito eléctrico, con el cual nos guiamos para realizar el diseño del cableado y la colocación de todos sus componentes en posiciones clave, en la figura 7 se puede observar más a detalle las conexiones que se realizan para armar el circuito eléctrico del prototipo.



**Figura 7:** Circuito eléctrico del prototipo

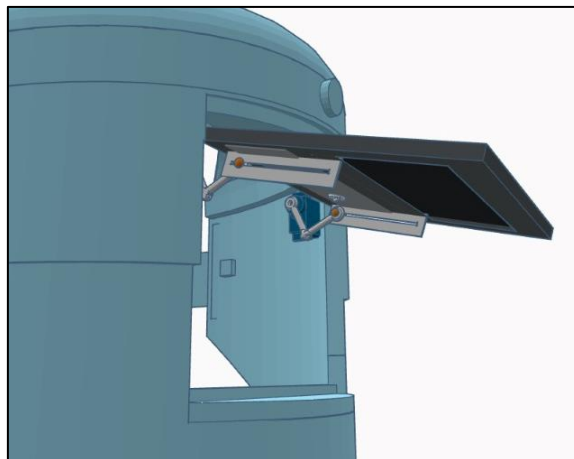
## Diseño de modelos 3D

Para los modelados 3D se hizo uso del programa Tinkercad, como se puede observar en la figura 8 se creó los modelados de los componentes principales del prototipo.



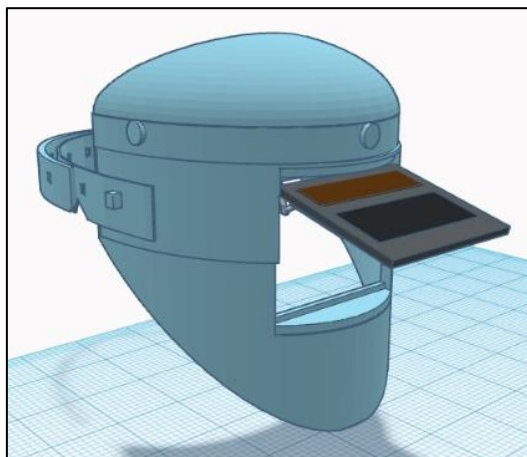
**Figura 8:** Modelado de componentes en 3D

En la figura 9, se observa la ubicación el mecanismo con el que cuentan los servomotores para unirse al visor y este pueda realizar la acción de apertura y cerrado.



**Figura 9:** Mecanismo de apertura y cierre del visor en 3D

Por último, en la figura 10 se visualiza el modelado 3D del casco de soldar final y el cual luego se realizó de forma física siguiendo el diseño de este modelado.



**Figura 10:** Modelado final del casco de soldar en 3D

## Explicación del código

Mediante el programa Arduino IDE se realizó el entrenamiento del módulo de reconocimiento de voz. En primer lugar, es crucial conectar los pines 2 y 3 del Arduino Nano a los pines Rx y Tx del módulo de voz V3 de manera correcta. Además, alimentamos el módulo de voz con un voltaje máximo de hasta 5.5 voltios. Descargamos la librería VoiceRecognitionV3-master desde la web para luego, como se observa en la figura 11 se utilizó un ejemplo desde el entorno de desarrollo Arduino IDE, el cual nos ayudó a integrar el módulo de voz

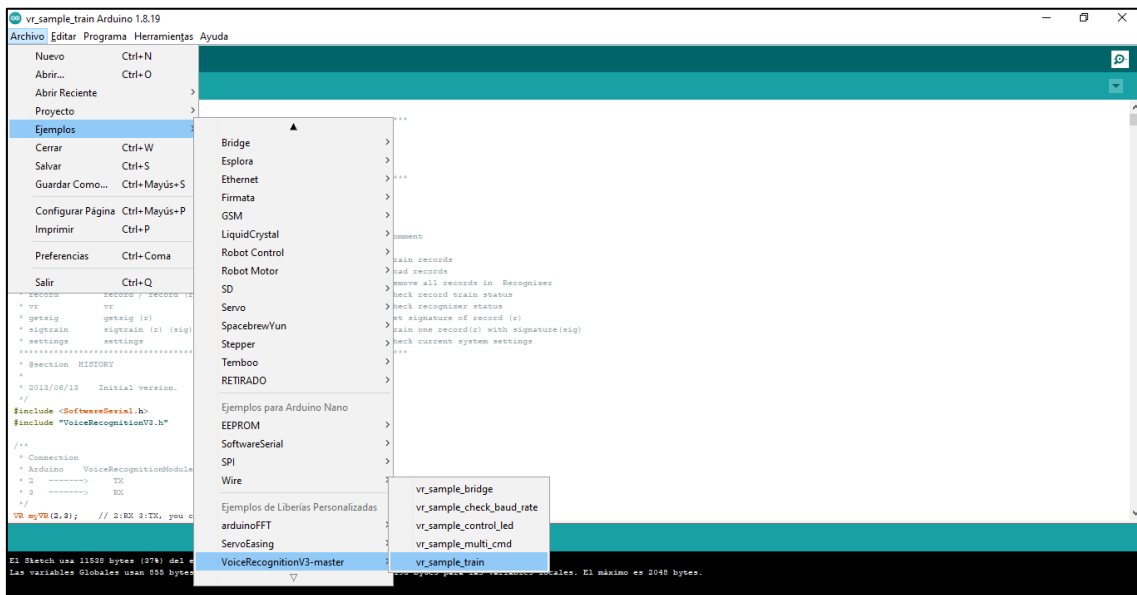


Figura 11: Utilización de ejemplo de entrenamiento en Arduino IDE

Luego como se observa en la figura 12, se procedió a abrir el “Monitor Serie” y para verificar que todo este correctamente ejecutamos el comando “settings”.

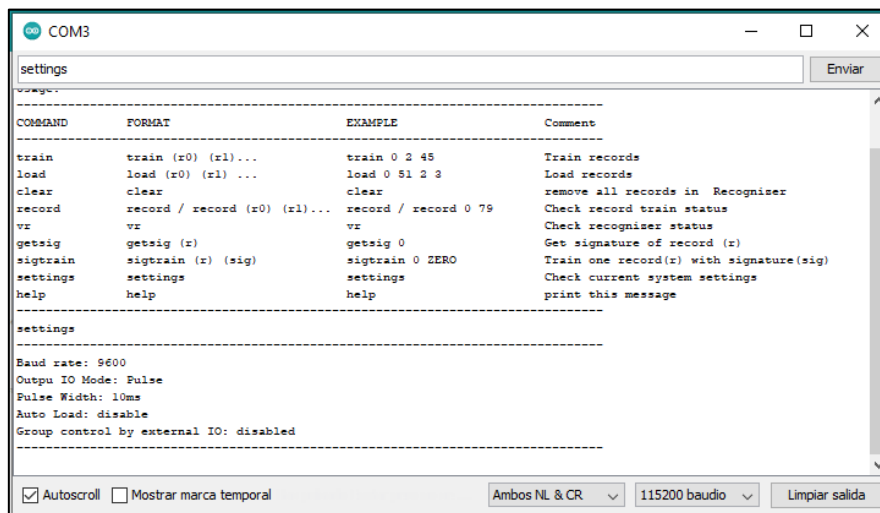


Figura 12: Monitor Serie

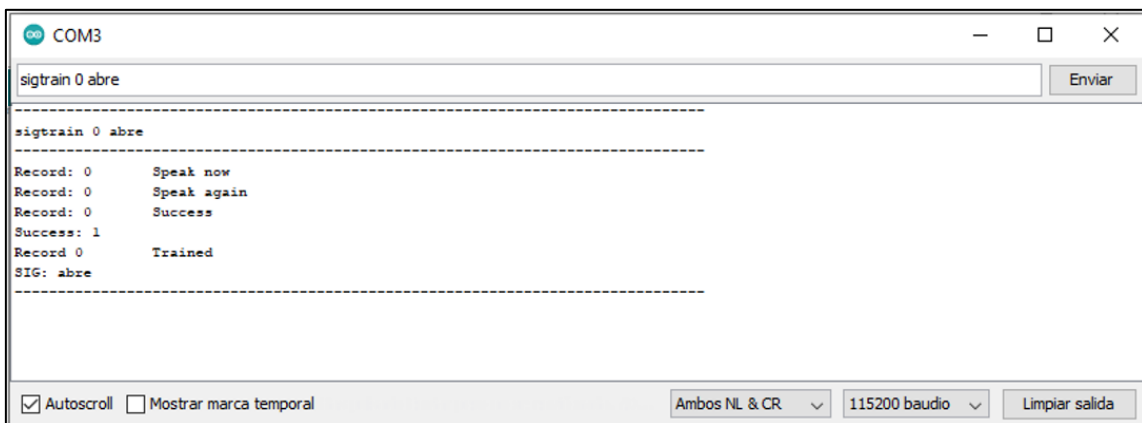
Después se hizo uso del comando “sigtrain” junto con una posición y la firma del comando para iniciar el entrenamiento del módulo de voz, que implica enseñarle a reconocer comandos específicos analizando las características del audio.

Esto con el fin de asegurar una detección precisa en diversos entornos, asignamos las posiciones 0, 1 y 2 al comando "abre" en tres condiciones diferentes: sin ruido, con ruido de herramientas y con ruido de herramientas y música. Así, el módulo aprende a reconocer "abre" confiablemente en distintas situaciones.

De manera similar, utilizamos las posiciones 3, 4 y 5 para el comando "cierra", entrenándolo en los mismos tres entornos. Este método nos ayudó a garantizar una detección precisa de "cierra" en cualquier escenario.

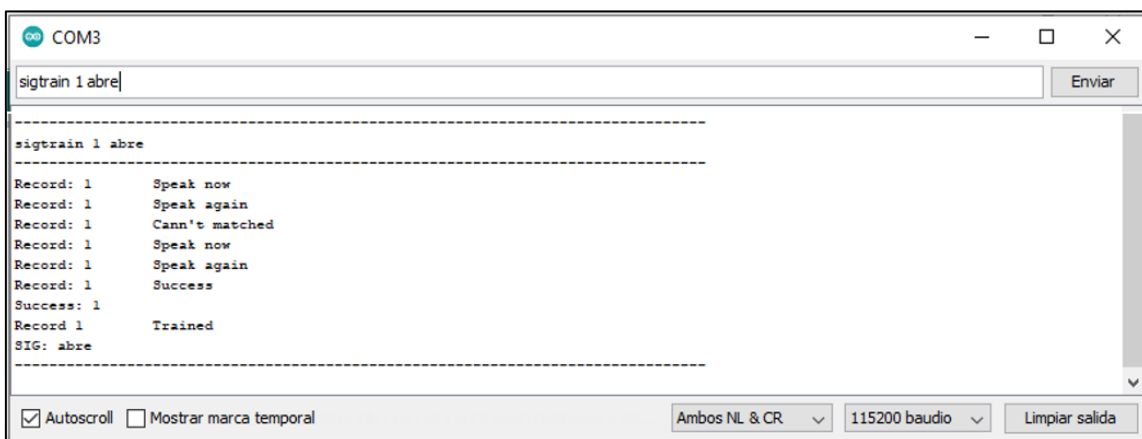
Se puede observar como en las figuras 13, 14 y 15, se realizó el entrenamiento del comando “abre” en distintos entornos en los cuales variaba el ruido de fondo.

**Posición 0:** Se entreno el comando "abre" en un entorno sin ruido.



**Figura 13:** Entrenamiento del primer comando en el entorno sin ruido

**Posición 1:** Se entrenó el comando "abre" en un entorno con ruido de herramientas.



**Figura 14:** Entrenamiento del primer comando en el entorno con ruido de herramientas

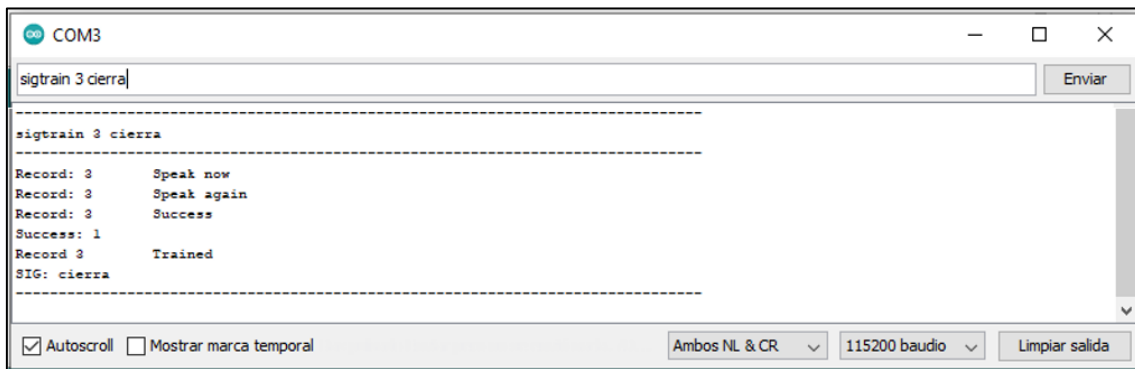
**Posición 2:** Se entrenó el comando "abre" en un entorno con ruido de herramientas y música.



**Figura 15:** Entrenamiento del primer comando en el entorno con ruido de herramientas y música

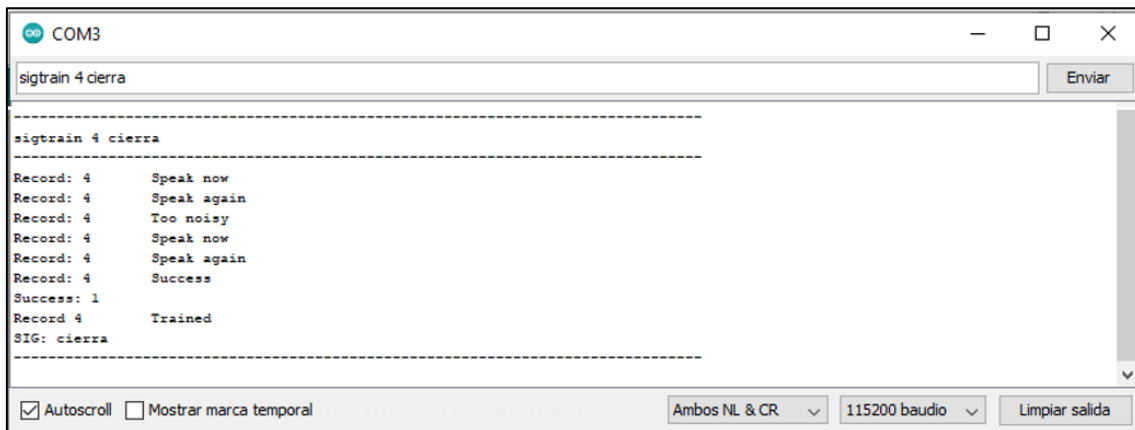
En las figuras 16, 17 y 18 se observa cómo se realizó el entrenamiento del segundo comando "Cierra" en tres entornos en donde se va incrementando el ruido de fondo.

**Posición 3:** Se realizó el entrenamiento del comando "cierra" en un entorno sin ruido.



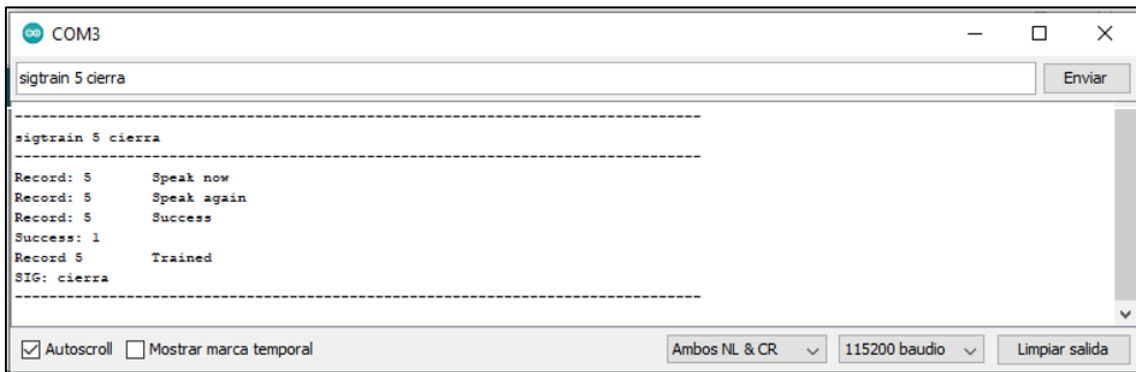
**Figura 16:** Entrenamiento del segundo comando en entorno sin ruido.

**Posición 4:** Se realizó el entrenamiento del comando "cierra" en un entorno con ruido de herramientas.



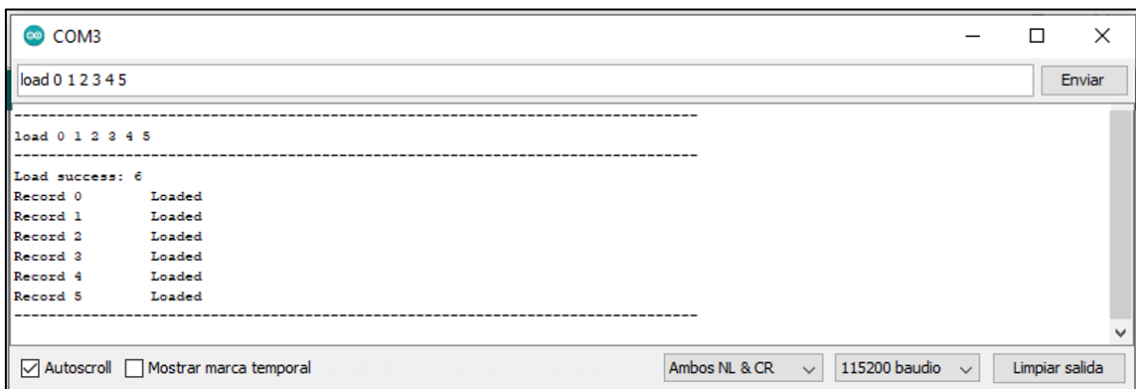
**Figura 17:** Entrenamiento del segundo comando en entorno con ruido de herramientas

**Posición 4:** Se realizó el entrenamiento del comando "cierra" en un entorno con ruido de herramientas y música.



**Figura 18:** Entrenamiento del segundo comando en entorno con ruido de herramientas y música

Luego, se puede observar en la figura 19 como se hizo uso del comando "load" seguido de las posiciones en las que se grabó los comandos para transferir las muestras de voz grabadas al módulo de voz. Esta acción permite que el módulo reconozca y procese los comandos previamente registrados. En esencia, después de la fase de grabación, es necesario cargar las muestras en el módulo para que pueda utilizarlas durante el proceso de reconocimiento de voz. Este paso es crucial para asegurar que el módulo pueda responder adecuadamente a los comandos específicos que han sido registrados previamente.



**Figura 19:** Grabación de los comandos para transferirlas al módulo de voz.

Por último, se puede apreciar en la figura 20 que, una vez grabadas las muestras de los comandos en el módulo de voz, se puede verificar la detección observando la salida en el Monitor Serie del entorno de desarrollo, como el Arduino IDE.



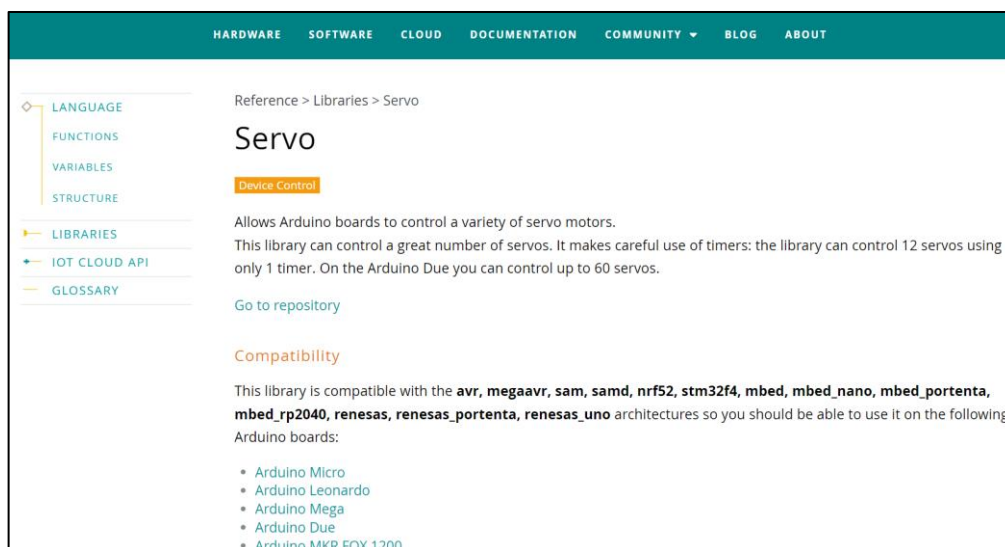
Esto permite monitorear la respuesta del módulo al reconocer los comandos grabados, facilitando así la depuración y verificación del sistema.

VR Index	Group	RecordNum	Signature
3	NONE	3	cierra
0	NONE	0	abre
3	NONE	3	cierra
0	NONE	0	abre
3	NONE	3	cierra
2	NONE	2	abre

**Figura 20:** Monitoreo de respuestas del módulo al reconocer los comandos grabados

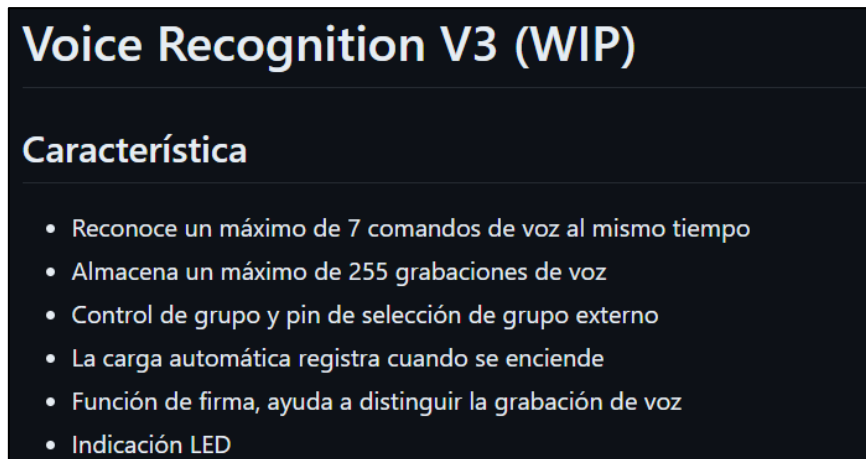
Después de la implementación de los comandos grabados. Este código nos permitirá interactuar con el módulo de voz y ejecutar acciones correspondientes a los comandos detectados.

Posteriormente, se tuvo que realizar la programación de los servomotores en donde se hizo uso de librerías que permiten trabajar de forma más eficiente y rápida, en primer lugar, se utilizó la librería "Servo.h", la cual contiene declaraciones y definiciones necesarias para trabajar con la librería de servomotores. Con esta librería se puede controlar diferentes tipos de servomotores, además permite ajustar la posición y la velocidad de los servomotores, en la figura 21 que se muestra a continuación se puede observar la página oficial de Arduino que nos proporciona la librería que usamos.



**Figura 21:** Librería Servo  
**Fuente:** Página oficial de Arduino

La segunda librería que se usó es “VoiceRecognitionV3.h” la cual se usa específicamente para el modelo de módulo de voz con el que estamos trabajando. Esta librería contiene las funciones necesarias para realizar la comunicación con el módulo de voz y procesar los comandos de voz reconocidos. En la figura 22 se puede observar algunas funciones que permite realizar la librería.



## Voice Recognition V3 (WIP)

### Característica

- Reconoce un máximo de 7 comandos de voz al mismo tiempo
- Almacena un máximo de 255 grabaciones de voz
- Control de grupo y pin de selección de grupo externo
- La carga automática registra cuando se enciende
- Función de firma, ayuda a distinguir la grabación de voz
- Indicación LED

**Figura 22:** Librería VoiceRecognition

Antes de empezar con la programación se incluyeron las librerías que se requieren usar, como en este caso se hizo uso de las librerías “servo.h” y “VoiceRecognitionV3.h”. Luego se procedió a crear una instancia llamada “myVR”, esto con la finalidad de permitir la comunicación serial con el módulo de voz en los pines 2(RX) y 3(TX). Y por último se declaró un arreglo llamado “records” con la finalidad de almacenar los datos del comando de voz reconocidos y se hizo uso de un buffer “buf” para procesar los datos del comando de voz. Todo lo mencionado se representa en la figura 23, en donde están las líneas de código relacionadas con la explicación.

```
1  #include <Servo.h>
2  #include "VoiceRecognition"
3
4
5  VR myVR(2, 3); // 2:RX 3:TX, puedes elegir tus pines favoritos.
6  uint8_t records[7]; // Guardar registro
7  uint8_t buf[64];
```

**Figura 23:** Creación de instancia myVR y arreglos

En la figura 24 se puede observar cómo se declaró dos variables para los servomotores que se utilizaron, cada servomotor se lo conecto de forma individual a un pin específico del Arduino nano, en este caso los pines usados fueron los pines 9 y 10.

```
9  Servo servo1; // Objeto Servo para el primer servo (pin 9)
10 Servo servo2; // Objeto Servo para el segundo servo (pin 10)
```

**Figura 24:** Creación de objetos Servo

Se puede observar como en la figura 25 se definieron 6 posiciones, en donde empieza por (0), los cuales llaman a los comandos de voz grabados en las posiciones de la memoria del módulo de voz.

```
12 #define abre (0)
13 #define abre1 (1)
14 #define abre2 (2)
15 #define cierra3 (3)
16 #define cierra4 (4)
17 #define cierra5 (5)
```

**Figura 25:** Definición de macros para los comandos de voz

Se crearon las variables para almacenar los ángulos específicos (en grados) a los que se deben mover los servomotores 1 y 2 para alcanzar las posiciones de apertura y cierre, en la figura 26 se logra apreciar cómo se realizó los comandos y se estableció los valores para controlar el movimiento de los servomotores:

```
19 // Definimos los ángulos de los servos
20 int anguloAbre1 = 180; // Ángulo "abre" para el servo 1
21 int anguloCierra1 = 90; // Ángulo "Cierra" para el servo 1
22 int anguloAbre2 = 90; // Ángulo "abre" para el servo 2
23 int anguloCierra2 = 180; // Ángulo "Cierra" para el servo 2
```

**Figura 26:** Definición de los ángulos de los servos

En esta parte se realizó la programación del pulsador en caso de emergencia, el cual funciona mediante el pin 4 del Arduino nano, luego para su funcionamiento se definió una variable llamada “buttonState” la cual almacena el estado actual del botón, es decir si esta presionado o no.

Además, como se observa en la figura 27 se crearon cuatro variables más, estas variables se las utilizan para leer el ultimo estado del pulsador, manejar el rebote y el más importante cambiar el estado de los servomotores cuando se presione el botón.

```
25 // Definimos el pin para el pulsador
26 const int buttonPin = 4;
27 int buttonState = 0; // Variable para almacenar el estado del pulsador
28 int lastButtonState = 0; // Variable para almacenar el último estado del pulsador
29 unsigned long lastDebounceTime = 0; // Variable para almacenar el último tiempo de rebote
30 unsigned long debounceDelay = 50; // Tiempo de rebote en milisegundos
31 bool servoState = false; // Variable para almacenar el estado de los servomotores (abierto o cerrado)
```

**Figura 27:** Programación para el pulsador de emergencia

En esta parte del código se realizó una función “setup()” la cual inicializa la comunicación serial con el módulo de voz y el computador, como se observa en la figura 28, en la línea 36 y 37 se

estableció las velocidades de 9600 baudios para el módulo de voz y una velocidad de 115200 baudios para el computador.

Luego tenemos el primer if desde la línea 43 a la línea 49 en donde se verifica si el módulo de reconocimiento de voz está conectado correctamente. O si no, se imprime un mensaje de error indicando que no se encontró el módulo.

Por último, se cargan los distintos comandos de voz que el prototipo reconocerá. Esto se logró con la función “myVR.load()” en donde se cargan los comandos en el módulo de voz.

```
34 void setup()
35 {
36     myVR.begin(9600);
37     Serial.begin(115200);
38     Serial.println("Elechouse Voice Recognition V3 Module\r\nControl Servo sample");
39     servo1.attach(9); // Conectamos el servo 1 al pin 9
40     servo2.attach(10); // Conectamos el servo 2 al pin 10
41     pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); // Configuramos el pin del pulsador como entrada con resistencia pull-up
42
43     if (myVR.clear() == 0) {
44         Serial.println("Recognizer cleared.");
45     } else {
46         Serial.println("Not find VoiceRecognitionModule.");
47         Serial.println("Please check connection and restart Arduino.");
48         while (1);
49     }
50
51     if (myVR.load((uint8_t)abre) >= 0) {
52         Serial.println("abre loaded");
53     }
54     if (myVR.load((uint8_t)abre1) >= 0) {
55         Serial.println("sierra loaded");
56     }
57
58     if (myVR.load((uint8_t)abre2) >= 0) {
59         Serial.println("abre2 loaded");
60     }
61     if (myVR.load((uint8_t)cierra3) >= 0) {
62         Serial.println("cierra3 loaded");
63     }
64     if (myVR.load((uint8_t)cierra4) >= 0) {
65         Serial.println("cierra4 loaded");
66     }
67     if (myVR.load((uint8_t)cierra5) >= 0) {
68         Serial.println("cerrar5 loaded");
69     }
70 }
```

**Figura 28:** Creación de la función setup()

En la figura 29, se puede observar cómo se creó la función “loop()” la cual se la creó con la finalidad de verificar continuamente si se ha reconocido un comando de voz válido. Si se reconoce un comando de “Abre”, mueve los servomotores a la posición “Abierta”.

Si se reconoce un comando “cierra”, mueve los comandos a la posición “cerrada”. Y en el caso que no se reconoce un comando valido, no se realiza ninguna acción.

```
72 void loop()
73 {
74     int ret;
75     ret = myVR.recognize(buf, 50);
76     if (ret > 0) {
77         switch (buf[1]) {
78             case abre:
79             case abre1:
80             case abre2:
81                 servo1.write(anguloAbre1); // Mover servo 1 a ángulo abre
82                 servo2.write(anguloAbre2); // Mover servo 2 a ángulo abre
83                 servoState = true;
84                 break;
85             case cierra3:
86             case cierra4:
87             case cierra5:
88                 servo1.write(anguloCierra1); // Mover servo 1 a ángulo cierra
89                 servo2.write(anguloCierra2); // Mover servo 2 a ángulo cierra
90                 servoState = false;
91                 break;
92             default:
93                 Serial.println("Record function undefined");
94                 break;
95         }
96         printVR(buf);
97     }
98
99     // Lectura del estado del pulsador
100    int reading = digitalRead(buttonPin);
101
102    // Si el estado cambió debido a un rebote
103    if (reading != lastButtonState) {
104        lastDebounceTime = millis();
105    }
106
107    // Si el estado del pulsador cambió después del tiempo de rebote
108    if ((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay) {
109        if (reading != buttonState) {
110            buttonState = reading;
111            // Si el botón está presionado, cambiamos el estado de los servomotores
112            if (buttonState == LOW) {
113                servoState = !servoState;
114                if (servoState) {
115                    servo1.write(anguloAbre1);
116                    servo2.write(anguloAbre2);
117                } else {
118                    servo1.write(anguloCierra1);
119                    servo2.write(anguloCierra2);
120                }
121            }
122        }
123    }
124
125    lastButtonState = reading;
126 }
```

Figura 29: Creación de la función loop()

## 2.4. Ejecución del prototipo

En este punto se explica cómo se realizó el ensamblaje del prototipo paso por paso de forma clara y concisa, de igual forma también se muestra el funcionamiento del prototipo.

### Ensamblaje del prototipo

El ensamblaje del prototipo empieza en este caso con la fuente de energía, se tomó la decisión de empezar por este apartado con el propósito de ir realizando pruebas de funcionamiento a medida que se van instalando los demás componentes.

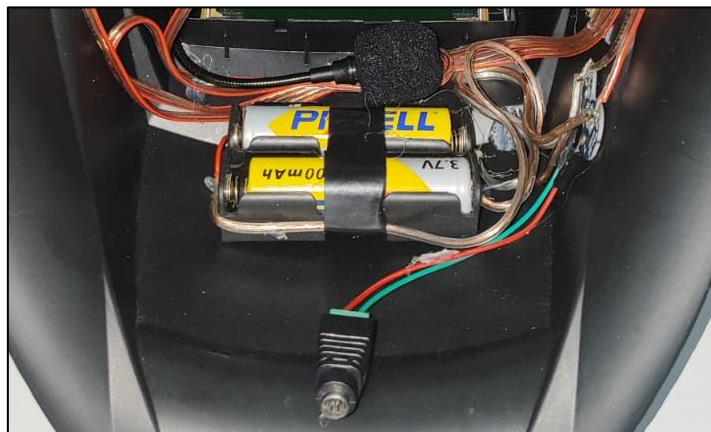
Como fuente de energía se hizo uso de 2 baterías de 3.7 voltios. Se optó por el uso de este tipo de baterías debido a los beneficios que aportan, como la facilidad y rapidez de realizar su cambio en caso de daños.

En la ilustración 30 se puede observar cómo se tiene un conjunto de baterías de 3.7 voltios cada una, conectadas en serie entre las terminales B+ y B- del módulo regulador:

- El polo positivo de la Batería 1 está conectado a la terminal B+ del módulo.
- El polo negativo de la Batería 1 y el polo positivo de la Batería 2 están conectados entre sí mediante un cable. Este punto intermedio se conecta a la terminal BM del módulo.
- El polo negativo de la Batería 2 se conecta a la terminal B- del módulo.

Al estar en serie, las baterías suman sus voltajes, en este caso la suma de dichos voltajes nos da un total de 7,4V. Este voltaje total es el que se obtiene entre las terminales B+ y B- para alimentar los servomotores y otras cargas conectadas.

Adicionalmente, hay una bornera conectada en las terminales P+ y P- del módulo regulador. El propósito de esta bornera es permitir el conexón de un cargador externo para recargar las baterías cuando sea necesario, con esto se cumple uno de los requerimientos que se trató con los beneficiarios.



**Figura 30:** Instalación de fuente de energía y módulo de carga

En la figura 31 se aprecia como se instaló un switch on/off y al costado izquierdo del casco, esto se realizó con el objetivo de poder apagar el dispositivo cuando no esté en uso, evitando consumir energía de forma innecesaria. Además, se agregó el pulsador para accionar el segundo método de desbloqueo en caso de emergencias.

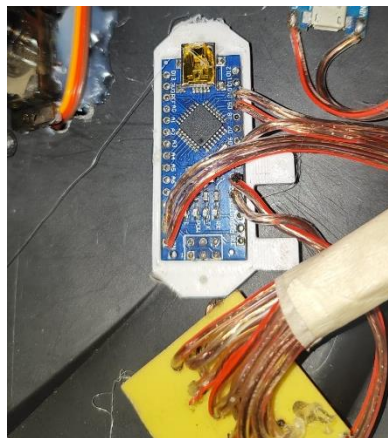


**Figura 31:** Colocación de switch y pulsador

Se cuenta además con un Arduino Nano, el cual recibe energía de las baterías a través de sus terminales GND y VIN. El Arduino se utiliza con el fin de controlar el movimiento de dos servomotores, en el pin 2 del Arduino se conecta un pulsador, que al activarse iniciará el movimiento preset de los dos servomotores. Luego, los pines 9 y 10 se conectan cada uno a la entrada de control de un servomotor distinto.

Todo esto se logra mediante código de programación, los cuales ordenan a los servomotores a realizar la acción de abrir o cerrar el visor.

En la figura 32 se puede observar cómo se realizó el montaje y conexionado del Arduino con la placa de conexiones.



**Figura 32:** Montaje y conexión de Arduino nano

Se puede apreciar en la figura 33 como se procedió agregar un módulo regulador de voltaje, esto con el fin de poder regular el voltaje que se necesita para alimentar a todo el

circuito y de esta forma que sea más estable, evitando así que se produzca problemas de alimentación con los demás componentes.

Su conexión se realiza de la siguiente forma:

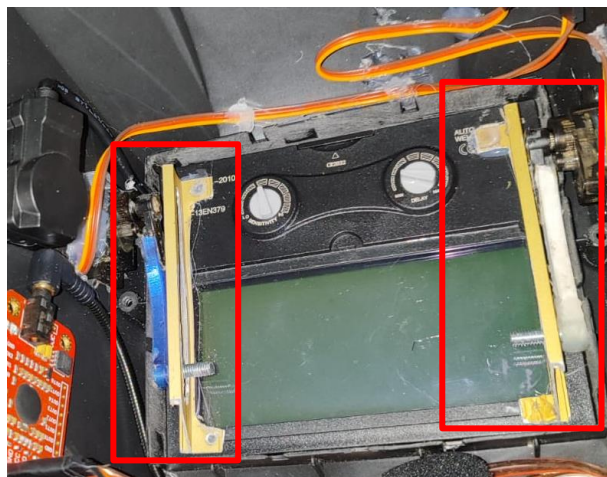
- La entrada VIN+ y VIN- de este regulador se conecta a la salida B+ y B- del módulo principal.
- La salida OUT+ y OUT- entrega un voltaje regulable y estable (digamos 6V) para no quemar los servomotores.



**Figura 33:** Colocación de regulador de voltaje

Siguiendo con los servomotores se debe tener en cuenta que tienen un rango de operación de 4 a 7 voltios. Esto ocasiona un problema el cual es que, la fuente de alimentación entrega 7.4V, lo cual puede quemar los servomotores. Para eso, la alimentación de los servomotores pasa primero por el módulo reductor de voltaje MT3608, el cual ya se explicó su funcionamiento y conexión anteriormente.

Finalmente, ese voltaje se distribuye a cada uno de los dos servomotores, alimentando sus terminales de energía. En la figura 34 se aprecia como se realizó las conexiones de los servomotores al Arduino nano para poder ejecutar las acciones de apertura y cerrado.



**Figura 34:** Colocación de servomotores



En la figura 35 se muestra como quedaron ubicados los componentes dentro del casco, los componentes fueron ubicados con el fin de no incomodar al soldador y garantizando un equilibrio adecuado del peso.



**Figura 35:** Distribución final de componentes en el casco

En la figura 36 se aprecia la elevación del visor del casco de soldar, dicha elevación es la correcta para no interferir con el campo de visión del soldador.



**Figura 36:** Vista del casco de soldar con el visor abierto

### 3. CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

Este capítulo se enfoca en la evaluación del prototipo la cual se realiza mediante un plan de evaluación realizado con la norma ISO 9241-210 y por último se presentan los resultados de dicha evaluación, con el fin de comprobar si los objetivos propuestos fueron alcanzados.

#### 3.1. Plan de evaluación

##### 3.1.1. Objetivo

Evaluar la efectividad del prototipo del casco de soldar mediante la aplicación de la norma ISO 9241-210, garantizando que el casco cumpla con tiempos de respuesta aceptables bajo diferentes condiciones de uso y cumpla con la satisfacción de los usuarios, asegurando así una experiencia de uso óptima para los soldadores.

##### 3.1.2. Alcance de la evaluación

Se requiere evaluar lo siguiente:

- **Precisión**  
Evaluar la precisión del reconocimiento de comandos en diferentes escenarios.
- **Tiempo de respuesta**  
Medir y analizar tiempos de respuesta del visor automatizado desde que se reconoce los comandos de voz.
- **Satisfacción de los usuarios**  
Medir la experiencia de los usuarios resultantes del uso del prototipo del casco con visor automatizado.

##### 3.1.3. Cronograma

La tabla 16 muestra el cronograma elaborado para el plan de evaluación, el cual se llevará a lo largo de 4 semanas.

**Tabla 16:** Cronograma del Plan de Evaluación

Actividades	SEGUNDO HEMISEMESTRE			
	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13
Planificación de la evaluación				
Diseño de la evaluación				
Ejecución de la evaluación				
Recopilación, Análisis y Documentación				

### 3.1.4. Métricas y medidas

#### **Precisión**

Porcentaje de comandos reconocidos correctamente:

- Porcentaje de precisión en ambiente silencioso.
- Precisión en ambiente con ruido de fondo.

#### **Tiempo de respuesta**

Tiempo promedio de respuesta:

- Tiempo de latencia total, que incluye el tiempo de procesamiento del comando y el tiempo de ejecución de la acción.

#### **Satisfacción de los usuarios**

Índice de satisfacción del usuario:

- Porcentaje de usuarios que evalúan la experiencia de uso como satisfactoria, recopilado a través de encuestas.

### 3.1.5. Proceso de evaluación

#### **Pruebas de precisión:**

- **Descripción:** Evaluar la precisión del reconocimiento de comandos por voz en diferentes escenarios y situaciones de uso.
- **Procedimiento:**
  1. Realizar pruebas de reconocimiento de comandos en entornos con diferentes niveles de ruido de fondo y variaciones en la voz del usuario.
  2. Registrar el porcentaje de comandos reconocidos correctamente en cada escenario.

#### **Pruebas de tiempo de respuesta:**

- **Descripción:** Medir el tiempo de respuesta del visor automatizado desde la emisión del comando de voz hasta la ejecución de la acción correspondiente.
- **Procedimiento:**
  1. Emitir una serie de comandos de voz para abrir y cerrar el visor en diferentes escenarios.
  2. Analizar el tiempo promedio transcurrido desde la emisión del comando hasta que se completa la acción.

#### **Pruebas de satisfacción de los usuarios:**

- **Descripción:** Evaluar la experiencia de los usuarios al interactuar con el prototipo del casco de soldar con visor automatizado.

- **Procedimiento:**

1. Realizar las pruebas de uso con los soldadores en situaciones reales de trabajo.
2. Utilizar encuestas para recopilar la opinión de los usuarios sobre la facilidad de uso, el confort del casco y la utilidad del prototipo.
3. Analizar las respuestas de los usuarios y las sugerencias de mejora para futuros cambios en el prototipo.

### **3.1.6. Criterios de aceptación**

#### **Precisión:**

El sistema de reconocimiento de voz debe lograr un porcentaje mínimo del 90% de comandos reconocidos correctamente en todas las pruebas de precisión.

#### **Tiempo de respuesta en escenarios ideales:**

El tiempo de respuesta del visor automatizado no debe ser superior a un segundo en más del 90% de las interacciones del usuario en escenarios ideales.

#### **Tiempo de respuesta en escenarios complejos:**

En ambientes con ruido, el tiempo promedio de respuesta para las interacciones del usuario no debe de exceder el segundo y medio en el 90% de las interacciones.

#### **Satisfacción de los usuarios:**

Al menos el 80% de los encuestados deben considerar que el prototipo del casco de soldar con visor automatizado cumple con sus funcionalidades y necesidades.

### **3.1.7. Escenarios de prueba**

El escenario de pruebas será el taller de Encofrados Granda, en donde los soldadores usarán el casco de soldar con visor automatizado durante su jornada laboral.

Para las pruebas se establecieron los rangos de nivel de ruido basándonos en el Acuerdo N.º 28 que sustituye el Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

En este documento se presenta la tabla con los niveles de presión sonora equivalente [dB(A)] según el tipo de uso de suelo[31]. Se puede observar los niveles máximos de emisión de ruido en la tabla 17.

**Tabla 17:** Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq)

<b>NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR</b>		
<b>USO DE SUELO</b>	<b>LKeq (dB)</b>	
	<b>Periodo Diurno</b>	<b>Periodo Nocturno</b>
	<b>DE 07H01 A 21H00</b>	<b>DE 21H00 A 07H00</b>
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. <b>Ejemplo:</b> Uso de suelo: Residencial + ID2 LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito.	

La primera prueba se la realizará en el taller sin ruido de fondo, para esto se tiene pensado hacer dicha prueba a primera hora de la jornada laboral, es decir a las 7a.m., en donde se estableció un rango de entre 35 dB(A) y 55 dB(A).

Y para la segunda prueba se planea realizar en el mismo sitio donde, pero esta vez con la diferencia de realizar en un horario distinto, más específicamente a medio día, en donde se obtuvo un rango de 60 dB(A) hasta 73 dB(A).

La tabla 18 muestra los rangos que se definieron para los dos tipos de prueba que se realizaran en el taller “Encofrados Granda”.

**Tabla 18:** Rangos de ruido establecidos para las dos pruebas

	<b>Rango dB(A)</b>	<b>Escenario</b>
Prueba #1	35 dB(A) y 55 dB(A).	Taller en silencio
Prueba #2	60 dB(A) hasta 73 dB(A).	Taller con ruido de fondo.

### 3.1.8. Método de Evaluación

Una vez ya establecidos los criterios de aceptación y los escenarios de prueba, se han formulado interrogantes para evaluar los porcentajes obtenidos y los tiempos de respuestas en cada situación.

En el taller Encofrados Granda, el cual cuenta con 3 soldadores se quiere determinar:

- ¿Cuál es el porcentaje de comandos de voz correctamente reconocidos durante las pruebas de precisión en un escenario sin ruido?
- ¿Cuál es el porcentaje de comandos de voz correctamente reconocidos durante las pruebas de precisión en un escenario con ruido de fondo?
- ¿Cuál es el tiempo promedio de respuesta del visor automatizado en escenarios ideales durante las interacciones del usuario?
- ¿Cuál es el tiempo promedio de respuesta del visor automatizado en escenarios con ruido de fondo?

A continuación, se presenta dos plantillas realizadas específicamente para realizar la evaluación del prototipo, la primera plantilla que se muestra en la tabla 19, se la realizó con el objetivo de medir los porcentajes de comandos reconocidos en los escenarios establecidos

**Tabla 19:** Plantilla para evaluar la precisión de reconocimiento de comandos

N.- Soldador	1	
Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))		
Interacciones	Reconoció comando "Abre"	Reconoció el comando "Cierra"
Primera Interacción	Si	Si
Segunda Interacción	No	No
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	Si	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	Si	Si
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	No
Duodécima	Si	No
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	No	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	13	12

<b>Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Reconoció comando "Abre"</b>	<b>Reconoció el comando "Cierra"</b>
Primera Interacción	Si	No
Segunda Interacción	No	Si
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	No	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	No	Si
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	Si
Duodécima	Si	No
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	Si	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	12	13

En esta segunda plantilla que hace referencia a la tabla 20, la cual se usó para medir el tiempo de respuesta del visor automatizado en distintas situaciones.

**Tabla 20:** Plantilla para evaluar el tiempo promedio de respuesta de ejecución

<b>N.- Soldador</b>	1	
<b>Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Abre"</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"</b>
Primera Interacción	0,55	0,93
Segunda Interacción	1,10	0,86
Tercera Interacción	0,55	0,69
Cuarta Interacción	0,60	0,97
Quinta Interacción	0,53	0,64
Sexta Interacción	0,83	0,84
Séptima Interacción	0,87	0,71
Octava Interacción	0,51	1,09
Novena Interacción	0,52	0,63
Decima Interacción	0,76	0,72
Undécima	0,56	0,62
Duodécima	0,80	0,57
Decimotercera	0,58	0,62
Decimocuarta	0,81	0,55
Decimoquinta	0,57	1,03
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,68	0,76

<b>Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Abre"</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"</b>
Primera Interacción	0,86	0,96
Segunda Interacción	0,84	0,52
Tercera Interacción	0,82	0,83
Cuarta Interacción	0,65	0,74
Quinta Interacción	1,57	0,99
Sexta Interacción	0,78	0,53
Séptima Interacción	0,92	0,93
Octava Interacción	0,78	0,65
Novena Interacción	0,58	0,83
Decima Interacción	0,67	0,71
Undécima	1,04	0,78
Duodécima	0,59	0,55
Decimotercera	0,60	0,59
Decimocuarta	0,59	0,96
Decimoquinta	1,07	0,97
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,75	0,77

### **3.2. Resultados de la evaluación**

La evaluación del prototipo se dividió en dos etapas: primero, se evaluó el rendimiento del prototipo y posteriormente se llevó a cabo una encuesta para evaluar la experiencia del usuario que probaron el prototipo. Para más detalles sobre la realización de las pruebas de rendimiento, consulte **Anexo 2 y 3**.

#### **3.2.1. Resultado de Evaluación de Rendimiento**

Para la obtención de resultados se tomó en cuenta las plantillas de evaluación, en las cuales se presentan los datos obtenidos y se realizaron los cálculos para obtener los porcentajes requeridos.

#### **Escenario 1: Sin ruido de fondo**

En la tabla 21 se puede apreciar en que escenario se realizó la evaluación y cuáles fueron los resultados de funcionalidad, al igual que algunas observaciones relevantes.

**Tabla 21:** Resumen de los resultados de evaluación en escenario sin ruido

<b>Número de Usuarios Evaluados:</b>	3
<b>Escenario:</b>	Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))
<b>Funcionalidad:</b>	Satisfactoria para la mayoría de las interacciones
<b>Observaciones Relevantes:</b>	En situaciones sin ruido, el reconocimiento de comandos de voz tiene una efectividad del 91,11%
<b>Observaciones:</b>	<b>Ver Anexo 5</b>



- **Tiempo de respuesta:** El tiempo de respuesta promedio es de 0,75 segundos desde que se da el comando de voz hasta el momento que termina la acción de abrir o cerrar el visor automatizado (Ver **Anexo 6**)
- **Rendimiento:** El prototipo cumple con el rendimiento esperado, esto debido a que solo el 10% de interacciones son superiores a un segundo.
- **Funcionalidad:** Se logro identificar que el prototipo tiene un 91,11% de efectividad al momento de reconocer los comandos de voz.

### Escenario 2: Con ruido de fondo

En este punto se puede apreciar los resultados en el segundo escenario de prueba, de igual forma en la tabla 22 se puede apreciar los de forma más detallada algunos puntos importantes.

**Tabla 22:** Resumen de los resultados de evaluación en escenario con ruido

<b>Número de Usuarios Evaluados:</b>	3
<b>Escenario:</b>	Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))
<b>Funcionalidad:</b>	Satisfactoria para la mayoría de las interacciones
<b>Observaciones Relevantes:</b>	En situaciones con ruido, el reconocimiento de comandos de voz tiene una efectividad del 90%
<b>Observaciones:</b>	<b>Ver Anexo 5</b>

- **Tiempo de respuesta:** El tiempo de respuesta promedio es de 0,82 segundos desde que se da el comando de voz hasta el momento que termina la acción de abrir o cerrar el visor automatizado (Ver **Anexo 6**).
- **Rendimiento:** El prototipo cumple con el rendimiento esperado, esto debido a que solo el 3% de interacciones son superiores a un segundo.
- **Funcionalidad:** Se logro identificar que el prototipo tiene un 90% de efectividad al momento de reconocer los comandos de voz.

### 3.2.2. Resultados de evaluación de la encuesta de satisfacción

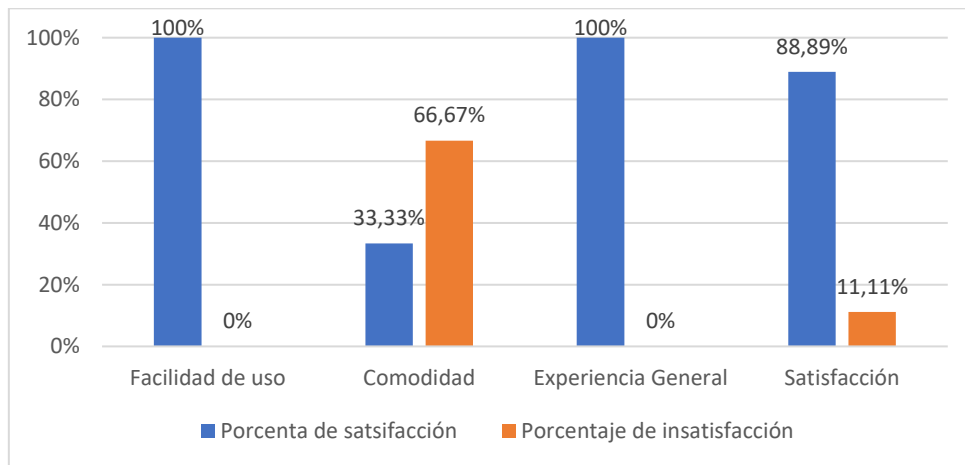
Se realizo una encuesta de satisfacción, la cual constaba de seis preguntas, dicha encuesta fue aplicada a la muestra de la población definida previamente, con el objetivo de comprobar los niveles de satisfacción de los usuarios después de probar el prototipo.

Las preguntas de la encuesta fueron desarrolladas de forma que se pueda evaluar la experiencia del usuario con el prototipo de casco de soldar con un visor automatizado (revisar **Anexo 7 y 8**). A continuación, en la tabla 23 se puede observar de forma organizada por métricas cada pregunta de la encuesta.

**Tabla 23:** Métricas de la encuesta de satisfacción

Métricas	Preguntas	Porcentaje de Satisfacción	Porcentaje de Insatisfacción
<b>Facilidad de uso</b>	Pregunta 1 (100%)	100%	0%
<b>Comodidad</b>	Pregunta 2(100%)	33,33%	66,67%
<b>Experiencia General</b>	Pregunta 3(100%)	100%	0%
<b>Satisfacción</b>	Pregunta 4 (33,33%) Pregunta 5 (33,33%) Pregunta 6 (33,33%)	88,89%	11,11%

Para representar los datos según las métricas obtenidas en la encuesta de satisfacción, se creó un gráfico de barras. En este gráfico, se puede ver los porcentajes de satisfacción del prototipo de casco de soldar con visor automatizado de acuerdo a las métricas establecidas, tal como se muestra en la figura 37.



**Figura 37:** Resultados de evaluación de usabilidad de acuerdo a las métricas aplicadas

### 3.2.3. Comprobación de hipótesis

Para realizar la comprobación de la hipótesis se tomó un enfoque distinto a la encuesta de satisfacción, en este caso se hizo uso de la observación directa, esto con el objetivo de poder observar de primera mano y tomar tiempos precisos sobre cuánto tiempo usan el casco de soldar de forma correcta los soldadores del taller “Encofrados Granda”.

Se tomaron en cuenta los resultados de las fichas de observación las cuales se las realizaron con la meta de llevar un control de las actividades realizadas en el taller en donde usen el casco de soldar, y se realizaron dos fichas por cada soldador, la primera para obtener los tiempos de uso con un casco tradicional que se usa en cualquier taller y por último una segunda ficha la cual se tomaron los tiempos de uso el prototipo de casco de soldar con visor automatizado.

#### Resultados de observación con casco tradicional

En la tabla 24 se aprecia con más detalle las actividades realizadas por el soldador 1, en donde se detalla el tiempo que duró la actividad, el tiempo de soldadura en esa actividad y el tiempo de uso de casco.

**Tabla 24:** Guía de observación de soldador 1 - casco tradicional

Hora	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Reparación de encofrados metálicos	1h30min	1h	30min	50%
15h45	Fabricación de encofrado metálico	2h15min	1h45min	1h05min	61,90%
<b>Total:</b>		3h45min	2h45min	1h35min	57,58%

Se debe aclarar que se realizó esta ficha de observación la jornada laboral de la tarde en este taller empieza a las 14h00 y culmina a las 18h00, es decir es un total de cuatro horas laborales (revisar **Anexo 9**).

En esta primera ficha se logra observación como el soldador hizo uso de su casco en promedio un 57,58% de las actividades, esto debido a que el porcentaje restante el soldador hizo mal uso del casco o directamente no lo uso por diversos motivos, como lo son la incomodidad o no poder subir el visor o bajarlo a su necesidad debido a que sus manos las tenía ocupadas en otras acciones.

### Resultados de observación con casco tradicional

Esta ficha de observación de la realizo con los mismos parámetros que la ficha anterior, como los son: el tiempo de la jornada laboral (4 horas) y el mismo soldador. La única diferencia se encuentra en el tipo de casco, ya que esta vez se realizó con el prototipo de casco de soldar con visor automatizado.

En la tabla 25 se puede apreciar con mayor detalle los resultados obtenidos en la ficha de observación.

**Tabla 25:** Guía de observación de soldador 1 - casco automatizado

Hora	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Fabricación de encofrado metálico	2h30min	2h	1h25min	70,83%
16h40	Fabricación de puerta metálica (Armazón)	45min	30min	25min	66,67%
17h30	Fabricación de puerta metálica (Soldadura de Panel de lata)	30min	20min	15min	75%
<b>Total:</b>		3h45min	2h50min	2h05min	73,53%

En esta ficha se logra observación como el soldador hizo uso de su casco en promedio un 73,53% de las actividades. Como observación se puede decir que el promedio restante, el soldador se quitó el casco para descansar y por motivos de comodidad, ya que el soldador no se sentía totalmente satisfecho con el casco.

## **Conclusión de hipótesis**

Según las fichas de observación se observó que los soldadores con el casco tradicional llegan a usarlo un 68,32% durante su media jornada laboral, mientras que con el prototipo del casco de soldar con visor automatizado ese porcentaje incremento a un 77,48%. Con el casco de soldar con visor automatizado se incrementa su uso en talleres en un 9,16%.

En conclusión, las pruebas realizadas demuestran que el desarrollo de un prototipo de apertura automatizada de un visor de casco de soldar mediante tecnologías de comandos de voz y servomotores incrementará su uso en los técnicos soldadores de empresas y talleres.

## **4. CONCLUSIONES**

- El desarrollo del casco de soldar con visor automatizado mediante control de voz ha demostrado ser una solución eficaz para aumentar su uso entre los soldadores. No solo facilitando el trabajo de los técnicos en empresas y talleres, sino que también mejora la seguridad y eficiencia en las operaciones de soldadura. Este trabajo de investigación puede ser una gran ayuda y guía para trabajos futuros similares, que permitan mejorar otras áreas industriales agregando más sensores y funcionalidades a los cascos.
- Se llevó a cabo una exhaustiva recopilación de información científica que respalda la viabilidad y los beneficios de integrar tecnologías de comandos de voz y automatización, a través de la revisión exhaustiva de artículos académicos en revistas científicas empleando la metodología de Revisión Sistemática de Literatura (SLR), cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, permitiendo el desarrollo del marco teórico de este proyecto.
- El desarrollo de un casco de soldar con visor automatizado, ha sido exitosamente completado, logrando una combinación óptima de funcionalidad y eficiencia. El sistema de control por voz ha demostrado ser intuitivo y confiable. Mientras que la integración de los servomotores garantiza una interacción fluida y precisa del visor automatizado. Este desarrollo ha cumplido con los estándares esperados, proporcionando un dispositivo práctico y eficiente para los soldadores.
- Las pruebas realizadas en condiciones reales de soldadura han demostrado la efectividad y fiabilidad del prototipo. El casco de soldar con visor automatizado ha mostrado un desempeño sobresaliente, respondiendo

adecuadamente a los comandos de usuario y facilitando las tareas de soldadura. Estas pruebas han validado la funcionalidad del prototipo en un entorno real, evidenciando sus beneficios prácticos.

- La evaluación del casco de soldar con visor automatizado realizado conforme a la norma ISO 9241-210 de Ergonomía de la interacción hombre-sistema, ha demostrado que el casco automatizado cumple con los criterios establecidos en términos de eficiencia y usabilidad, excepto con el apartado de comodidad, en donde se debe realizar mejoras en el diseño del casco para mejorar la ergonomía del casco. Los resultados obtenidos de la evaluación han confirmado que el casco automatizado verifica la hipótesis de esta investigación incrementando el uso del casco de soldar en los soldadores del taller en un 9,16%, además, es una solución más efectiva en comparación de los cascos tradicionales, ofreciendo una mejora en la experiencia y protección del soldador.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda seguir actualizando el casco de forma periódica, incorporando nuevas funcionalidades y mejorando el algoritmo de reconocimiento de voz. Esto permitirá incrementar el porcentaje de efectividad en escenarios con mucho ruido, en donde aún se tiene margen de mejora. Además, se deben evaluar e incorporar tecnologías emergentes que puedan mejorar la funcionalidad y usabilidad del casco, como sensores adicionales enfocados a la protección del soldador.
- En cuanto a la optimización del desarrollo del marco teórico, se aconseja seguir con la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura usada en esta investigación. Con esta metodología es más sencilla la recopilación de información necesaria para esta investigación, lo cual permite tener un marco teórico mejor fundamentado y desarrollado. Para mantener el marco teórico al día con los últimos avances y descubrimientos, es crucial revisar y actualizar constantemente la literatura científica relevante.
- Según datos de las encuestas de satisfacción, se sugiere realizar mejoras en la comodidad del casco para su uso en jornadas laborales largas. Esto puede lograrse reduciendo el peso de los componentes o reorganizándolos dentro del casco de forma que el peso se distribuya mejor. Utilizar materiales más ligeros y resistentes

para la fabricación del casco permitirá reducir el peso total sin comprometer la durabilidad y seguridad.

- Para trabajos futuros, se sugiere llevar a cabo pruebas adicionales en una variedad de escenarios y condiciones operativas, además, es recomendable realizar evaluaciones de resistencia mecánica para garantizar que el prototipo no presente fragilidad en su diseño y pueda soportar las exigencias del uso real en diversos entornos.
- Para futuras evaluaciones se recomienda seguir usando la norma ISO 9241-210 en su formato más actualizado, ya que está enfocada a la experiencia del usuario y la eficacia del prototipo. Además, para obtener resultados más precisos, es aconsejable extender el margen de tiempo de las pruebas, lo que permitirá obtener datos más realistas. Por último, se sugiere incluir más preguntas en las encuestas de satisfacción para abordar diversos aspectos del diseño del casco y así identificar áreas de mejora de manera más detallada.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. M. El-Gharib y D. Amyot, «Robotic process automation using process mining — A systematic literature review», *Data Knowl. Eng.*, vol. 148, p. 102229, nov. 2023, doi: 10.1016/j.datak.2023.102229.
- [2] P. Anuradha, K. Vasanth, G. Renuka, y A. R. Rao, «IoT based enabling home automation system for individuals with diverse disabilities», *E-Prime - Adv. Electr. Eng. Electron. Energy*, vol. 6, pp. 1-5, dic. 2023, doi: 10.1016/j.prime.2023.100366.
- [3] S. Sharma, N. Kumar, y B. B. Tyagi, «Converting conventional welding Helmet into smart IoT based welding helmet for smart visualization.», vol. 11, n.º 3, pp. 123-128, 2022, doi: 10.17148/IJARCCCE.2022.11323.
- [4] C. T. Cortes, «Tipologías de uso educativo de las Tecnologías de la Información y Comunicación: una revisión sistemática de la literatura», *EduTec Rev. Electrónica Tecnol. Educ.*, n.º 71, Art. n.º 71, mar. 2020, doi: 10.21556/edutec.2020.71.1489.
- [5] «Shielded Metal Arc Welding (SMAW)», en *Arc Welding Processes Handbook*, John Wiley & Sons, Ltd, 2022, pp. 13-114. doi: 10.1002/9781119819080.ch2.
- [6] I. C. S. Faria, R. A. P. Filleti, y A. L. Helleno, «Evolution of Process Automation in Welding Cells: A Review of the Literature», *Soldag. Insp.*, vol. 27, pp. 1-16, feb. 2022, doi: 10.1590/0104-9224/SI27.04.
- [7] S. I. Wahidi, S. Oterkus, y E. Oterkus, «Robotic welding techniques in marine structures and production processes: A systematic literature review», *Mar. Struct.*, vol. 95, pp. 1-22, may 2024, doi: 10.1016/j.marstruc.2024.103608.
- [8] E. Darie, R. Pécsi, y M. Culcea, «Speed Control of the Direct Current Servomotor and the Stepper Motor with Arduino UNO Platform», *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 664, n.º 1, pp. 1-9, may 2021, doi: 10.1088/1755-1315/664/1/012055.
- [9] S. Proia, R. Carli, G. Cavone, y M. Dotoli, «Control Techniques for Safe, Ergonomic, and Efficient Human-Robot Collaboration in the Digital Industry: A Survey», *IEEE Trans. Autom. Sci. Eng.*, vol. 19, n.º 3, pp. 1798-1819, jul. 2022, doi: 10.1109/TASE.2021.3131011.
- [10] H. K. Kondaveeti, N. K. Kumaravelu, S. D. Vanambathina, S. E. Mathe, y S. Vappangi, «A systematic literature review on prototyping with Arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations», *Comput. Sci. Rev.*, vol. 40, pp. 1-28, may 2021, doi: 10.1016/j.cosrev.2021.100364.
- [11] P. R. Alcocer Quinteros, M. Calero Zurita, N. Cedeño Zambrano, y E. Lapo Manchay, «Automatización de los procesos industriales», *J. Bus. Entrep. Stud. JBES*, vol. 4, n.º 2, pp. 123-131, 2020, doi: 10.37956/jbes.v4i2.82.
- [12] K. Wang, Y. Wang, S. Zhang, J. Zhang, y S. Sun, «Automatic Label Welding Robot System for Bundled Rebars», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 160072-160084, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3130919.
- [13] G. Pico Saltos, J. M. Murillo Villaprado, F. V. Pincay de la Rosa, y F. R. Pincay Villacrés, «Análisis de los niveles de automatización de los procesos industriales», *Cent. Sur*, vol. 4, n.º 2, pp. 16-23, 2020, doi: 10.37955/cs.v4i2.61.

- [14] G. B. López y L. E. Velasteguí, «Automatización de procesos industriales mediante Industria 4.0», *AlfaPublicaciones*, vol. 3, n.º 3.1, pp. 98-115, ago. 2021, doi: 10.33262/ap.v3i3.1.80.
- [15] G. C. Tejada Estrada, J. M. Cruz Montero, Y. C. Uribe Hernandez, y J. J. Rios Herrera, «Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas», *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 24, n.º 85, pp. 197-208, jun. 2019, doi: 10.31876/revista.v24i85.24453.
- [16] G. A. Morales Peña, J. F. Freire Morán, G. A. Morales Peña, y J. F. Freire Morán, «La innovación tecnológica: creando competitividad en las empresas desarrolladoras de software», *Podium*, n.º 39, pp. 139-154, may 2021, doi: 10.31095/podium.2021.39.9.
- [17] J. E. Villanueva Dávila y C. A. Ríos López, «Aplicación de un sistema de control por voz para reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad», *Rev. Científica Sist. E Informática*, vol. 1, n.º 1, pp. 51-57, 2021, doi: <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.93>.
- [18] H. Aguilera Vidal, A. P. Gilces Reyes, G. N. Rosero Carvajal, y A. D. Villavicencio Parrales, «Prototipo de funcionamiento de sensor infrarrojo de seguridad en una dobladora hidráulica de la mecánica industrial», *J. Bus. Entrep. Stud.*, vol. 4, n.º 2, pp. 32-44, jul. 2020, doi: 10.37956/jbes.v4i2.72.
- [19] A. Abd y S. A. Al-Samarraie, «Integral Sliding Mode Control Based on Barrier Function for Servo Actuator with Friction», *Eng. Technol. J.*, vol. 39, n.º 2, pp. 248-259, feb. 2021, doi: 10.30684/etj.v39i2A.1826.
- [20] A. Ismailov y Z. Jo`rayev, «Study of arduino microcontroller board», vol. 3, n.º 3, pp. 172-179, mar. 2022.
- [21] D. Ascencios, K. Meza, J. Lluen, y G. Simon, «Calibración, validación y automatización del sistema de riego por goteo subterráneo usando un microcontrolador Arduino», *Rev. Investig. Altoandinas*, vol. 22, n.º 1, pp. 95-105, mar. 2020, doi: 10.18271/ria.2020.540.
- [22] J. J. Molina Mosquera, J. P. Caviedes Silva, y J. M. Patuso Borda, «Diseño web con HTML5 para un sistema de monitoreo y control remoto por IoT», *Investig. E Innov. En Ing.*, vol. 11, n.º 1, pp. 77-89, may 2023, doi: 10.17081/invinno.11.1.6587.
- [23] M. R. N. Martínez-Artero y J. A. Rabadán Rubio, «Una intervención de sentido espacial con Tinkercad en futuros maestros», *Rev. Educ. Distancia RED*, vol. 23, n.º 76, Art. n.º 76, jul. 2023, doi: 10.6018/red.562041.
- [24] M. Tupac-Yupanqui *et al.*, «Experiences and benefits of using Arduino in a first-year programming course», *Form. Univ.*, vol. 14, n.º 6, pp. 87-96, dic. 2021, doi: 10.4067/S0718-50062021000600087.
- [25] E. Bautista-Villegas, «Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel», *Rev. Amaz. Digit.*, vol. 1, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2022, doi: 10.55873/rad.v1i1.168.
- [26] C. Pardo, E. Suescún, H. Jojoa, R. Zambrano, y W. A. Ortega Ordoñez, «Modelo de referencia para la adopción e implementación de Scrum en la industria de software», *Investig. E Innov. En Ing.*, vol. 8, n.º 3, pp. 14-28, 2020, doi: <https://doi.org/10.17081/invinno.8.3.4700>.



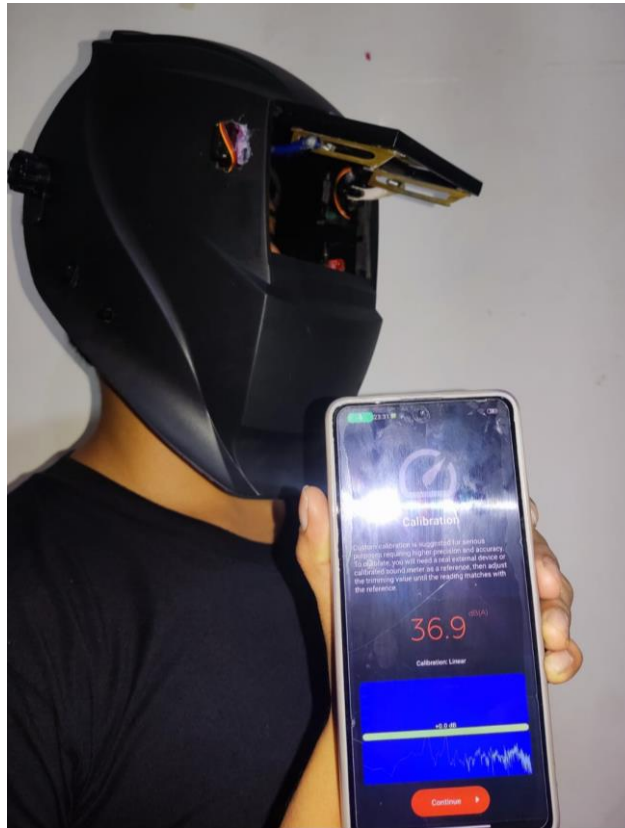
- [27] E. Héctor *et al.*, «TENDENCIAS EN LA TITULACIÓN EN MAESTRÍAS DE TRAYECTORIA PROFESIONAL DEL ÁREA AGRÍCOLA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, ECUADOR», *Rev. Chakiñan Cienc. Soc. Humanidades*, n.º 14, pp. 31-41, ago. 2021, doi: 10.37135/chk.002.14.02.
- [28] G. Takács, E. Mikuláš, M. Gulan, A. Vargová, y J. Boldocký, «AutomationShield: An Open-Source Hardware and Software Initiative for Control Engineering Education», *IFAC-Pap.*, vol. 56, n.º 2, pp. 9594-9599, ene. 2023, doi: 10.1016/j.ifacol.2023.10.263.
- [29] G. M. M. Aguilar, A. S. Escobedo, y V. M. M. Ibarra, «Desarrollo de sitio web para IoT con Arduino», *Científica*, vol. 26, n.º 1, pp. 1-12, 2022, doi: 10.46842/ipn.cien.v26n1a05.
- [30] A. M. Porcelli, «La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos», *Derecho Glob. Estud. Sobre Derecho Justicia*, vol. 6, n.º 16, pp. 49-105, 2020, doi: 10.32870/dgedj.v6i16.286.
- [31] FAO, «ACUERDO MINISTERIAL No. 028», *FAOLEX*, vol. II, n.º 270, pp. 140-141, feb. 2015.

## 7. ANEXOS

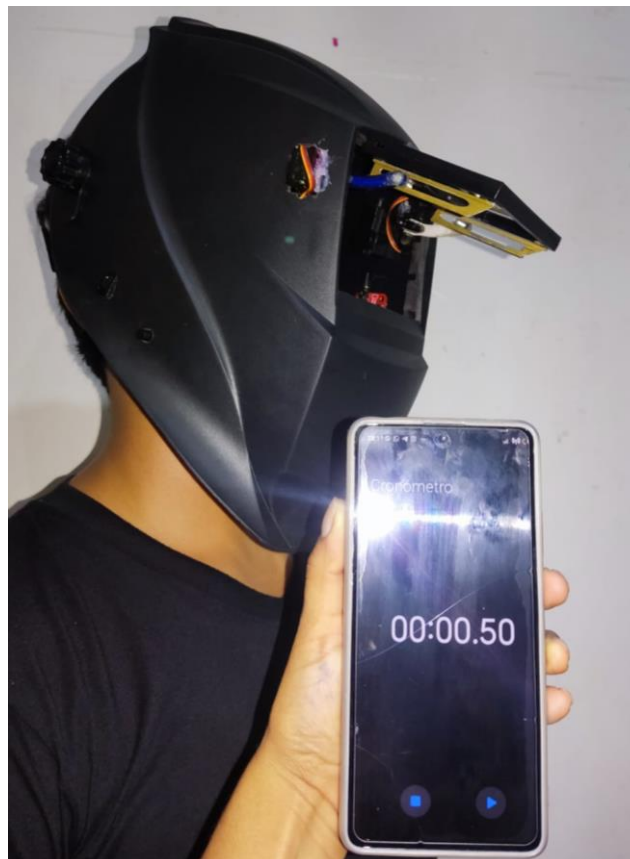
### Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema, objeto y campo	Objetivo	Marco Teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema:</b> ¿Cómo incrementar el uso del casco de soldar en los técnicos en soldadura en empresas y talleres mediante los cascos de soldar?</p> <p><b>Objeto de estudio:</b> Casco de soldar con un visor automatizado.</p> <p><b>Campo de Acción:</b> La automatización de un casco de soldar.</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Desarrollar un prototipo de casco de soldar con un visor automatizado mediante control de voz, para el aumento de su uso en soldadores.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> •Recopilar información científica sobre tecnologías de comandos de voz, servomotores y los beneficios que aportan al prototipo. •Desarrollar el software y hardware para la creación del casco automatizado, priorizando su funcionalidad y eficiencia. •Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo en situaciones reales de soldadura para comprobar su desempeño. •Evaluar el prototipo haciendo uso de una norma de calidad.</p>	<p><b>Antecedentes históricos a nivel internacional y nacional del objeto, campo:</b> Historia y avances tecnológicos aplicables a un casco de soldar automatizado.</p> <p><b>Fundamentos Teóricos de objeto, campo y variables:</b> Automatización de procesos</p> <p>Innovaciones tecnológicas Módulo de voz Servomotores Microcontrolador (Arduino) Programación y conexionado Entorno de Desarrollo Integrado (Arduino IDE) Software de simulación (Tinkercad)</p> <p>SCRUM</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> El desarrollo de un prototipo de apertura automatizada de un visor de casco de soldar mediante tecnologías de comandos de voz y servomotores incrementará su uso en los técnicos soldadores de empresas y talleres.</p>	<p><b>Variable 1 / Independiente:</b> Prototipo de casco de soldar Automatizado</p> <p>Dimensiones o categorías: - Proceso de desarrollo - Herramientas - Metodología</p> <p><b>Variable 2/ Dependiente:</b> Experiencia de uso del prototipo.</p> <p>Dimensiones o categorías: - Experiencia de uso. - Facilidad de uso</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Alcance:</b> Exploratorio. <b>Diseño:</b> Cuasiexperimental.</p> <p><b>Unidades de análisis:</b> <b>Población:</b> 3 personas (Soldadores del taller Encofrados Granda)</p> <p><b>Muestra:</b> 3 personas (total de la población)</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> - Observación de campo - Encuesta</p> <p><b>Técnicas de procesamiento de datos:</b> Tabulación de datos.</p>

## Anexo 2: Medición de ruido en el taller para realizar la evaluación de rendimiento



## Anexo 3: Realización de la evaluación de rendimiento



#### Anexo 4: Usuarios utilizando el prototipo



## Anexo 5: Pruebas de rendimiento de la precisión de reconocimiento de comandos

N.- Soldador	1	
Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))		
Interacciones	Reconoció comando "Abre"	Reconoció el comando "Cierra"
Primera Interacción	Si	Si
Segunda Interacción	No	No
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	Si	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	Si	Si
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	No
Duodécima	Si	No
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	No	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	13	12
Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))		
Interacciones	Reconoció comando "Abre"	Reconoció el comando "Cierra"
Primera Interacción	Si	No
Segunda Interacción	No	Si
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	No	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	No	Si
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	Si
Duodécima	Si	No
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	Si	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	12	13

<b>N.- Soldador</b>	2	
<b>Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Reconoció comando "Abre"</b>	<b>Reconoció el comando "Cierra"</b>
Primera Interacción	Si	Si
Segunda Interacción	Si	Si
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	Si	Si
Sexta Interacción	No	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	No	Si
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	Si
Duodécima	Si	Si
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	Si	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	13	15
<b>Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Reconoció comando "Abre"</b>	<b>Reconoció el comando "Cierra"</b>
Primera Interacción	Si	Si
Segunda Interacción	Si	Si
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	Si	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	Si	Si
Decima Interacción	Si	No
Undécima	Si	Si
Duodécima	Si	Si
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	Si	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	15	14

<b>N.- Soldador</b>	3	
<b>Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Reconoció comando "Abre"</b>	<b>Reconoció el comando "Cierra"</b>
Primera Interacción	No	Si
Segunda Interacción	Si	Si
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	Si	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	Si	Si
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	Si
Duodécima	Si	No
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	Si
Decimoquinta	Si	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	14	14
<b>Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Reconoció comando "Abre"</b>	<b>Reconoció el comando "Cierra"</b>
Primera Interacción	No	Si
Segunda Interacción	No	Si
Tercera Interacción	Si	Si
Cuarta Interacción	Si	Si
Quinta Interacción	Si	Si
Sexta Interacción	Si	Si
Séptima Interacción	Si	Si
Octava Interacción	Si	Si
Novena Interacción	Si	No
Decima Interacción	Si	Si
Undécima	Si	Si
Duodécima	No	Si
Decimotercera	Si	Si
Decimocuarta	Si	No
Decimoquinta	No	Si
<b>Total de comandos reconocidos</b>	12	13

## Anexo 6: Pruebas de rendimiento del tiempo promedio de respuesta de ejecución

N.- Soldador	1	
Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))		
Interacciones	Tiempo de respuesta (seg) "Abre"	Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"
Primera Interacción	0,55	0,93
Segunda Interacción	1,10	0,86
Tercera Interacción	0,55	0,69
Cuarta Interacción	0,60	0,97
Quinta Interacción	0,53	0,64
Sexta Interacción	0,83	0,84
Séptima Interacción	0,87	0,71
Octava Interacción	0,51	1,09
Novena Interacción	0,52	0,63
Decima Interacción	0,76	0,72
Undécima	0,56	0,62
Duodécima	0,80	0,57
Decimotercera	0,58	0,62
Decimocuarta	0,81	0,55
Decimoquinta	0,57	1,03
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,68	0,76
Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))		
Interacciones	Tiempo de respuesta (seg) "Abre"	Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"
Primera Interacción	0,86	0,96
Segunda Interacción	0,84	0,52
Tercera Interacción	0,82	0,83
Cuarta Interacción	0,65	0,74
Quinta Interacción	1,57	0,99
Sexta Interacción	0,78	0,53
Séptima Interacción	0,92	0,93
Octava Interacción	0,78	0,65
Novena Interacción	0,58	0,83
Decima Interacción	0,67	0,71
Undécima	1,04	0,78
Duodécima	0,59	0,55
Decimotercera	0,60	0,59
Decimocuarta	0,59	0,96
Decimoquinta	1,07	0,97
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,75	0,77



<b>N.- Soldador</b>	2	
<b>Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Abre"</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"</b>
Primera Interacción	0,57	0,67
Segunda Interacción	0,71	0,70
Tercera Interacción	0,98	1,05
Cuarta Interacción	1,04	0,93
Quinta Interacción	0,96	0,81
Sexta Interacción	0,74	0,80
Séptima Interacción	0,52	0,59
Octava Interacción	0,91	0,67
Novena Interacción	0,61	0,95
Decima Interacción	0,84	0,91
Undécima	0,84	0,56
Duodécima	0,52	0,73
Decimotercera	0,85	0,58
Decimocuarta	0,68	0,66
Decimoquinta	0,74	0,62
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,77	0,75
<b>Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Abre"</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"</b>
Primera Interacción	0,94	1,03
Segunda Interacción	0,64	1,02
Tercera Interacción	0,95	1,05
Cuarta Interacción	1,06	0,66
Quinta Interacción	1,02	0,61
Sexta Interacción	0,86	0,83
Séptima Interacción	0,91	1,59
Octava Interacción	0,95	0,83
Novena Interacción	0,73	0,73
Decima Interacción	1,51	0,58
Undécima	0,75	0,61
Duodécima	0,86	0,92
Decimotercera	1,09	0,66
Decimocuarta	0,99	0,72
Decimoquinta	0,97	0,87
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,95	0,85

<b>N.- Soldador</b>	3	
<b>Escenario: Sin ruido (35 dB(A) y 55 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Abre"</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"</b>
Primera Interacción	0,61	0,86
Segunda Interacción	0,50	0,68
Tercera Interacción	1,05	0,55
Cuarta Interacción	0,77	0,61
Quinta Interacción	0,58	0,69
Sexta Interacción	0,62	1,08
Séptima Interacción	0,51	0,76
Octava Interacción	0,76	0,73
Novena Interacción	0,94	0,55
Decima Interacción	0,87	0,86
Undécima	0,73	0,62
Duodécima	1,04	0,67
Decimotercera	0,51	0,81
Decimocuarta	0,86	0,98
Decimoquinta	1,02	0,89
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,76	0,75
<b>Escenario: Con ruido de fondo (60 dB(A) hasta 73 dB(A))</b>		
<b>Interacciones</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Abre"</b>	<b>Tiempo de respuesta (seg) "Cierra"</b>
Primera Interacción	0,72	0,58
Segunda Interacción	0,89	0,62
Tercera Interacción	0,71	0,62
Cuarta Interacción	1,08	0,52
Quinta Interacción	0,90	0,61
Sexta Interacción	0,84	0,59
Séptima Interacción	0,78	1,09
Octava Interacción	1,05	0,98
Novena Interacción	0,95	0,75
Decima Interacción	1,04	0,53
Undécima	0,72	0,73
Duodécima	0,92	1,09
Decimotercera	0,58	0,97
Decimocuarta	0,57	1,04
Decimoquinta	0,58	0,87
<b>Tiempo promedio de respuesta</b>	0,82	0,77

## Anexo 7: Encuesta de experiencia de uso del prototipo

1. **¿Qué tan satisfecho estás con la facilidad de uso de los comandos de voz para controlar el visor?**

Nada Satisfecho	Poco Satisfecho	Neutral	Muy Satisfecho	Totalmente Satisfecho
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. **¿Qué tan cómodo te resultó usar el casco durante períodos prolongados?**

Nada Satisfecho	Poco Satisfecho	Neutral	Muy Satisfecho	Totalmente Satisfecho
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. **¿Cómo calificarías tu experiencia general con este modelo automatizado?**

Nada Satisfecho	Poco Satisfecho	Neutral	Muy Satisfecho	Totalmente Satisfecho
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. **¿Recomendarías este casco de soldar con visor automatizado a otros trabajadores?**

Definitivamente no	Probablemente no	Neutral	Probablemente Sí	Definitivamente sí
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. **¿Qué tan satisfecho estarías usando el casco de soldar con visor automatizado mediante comandos de voz durante toda su jornada laboral?**

Nada Satisfecho	Poco Satisfecho	Neutral	Muy Satisfecho	Totalmente Satisfecho
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

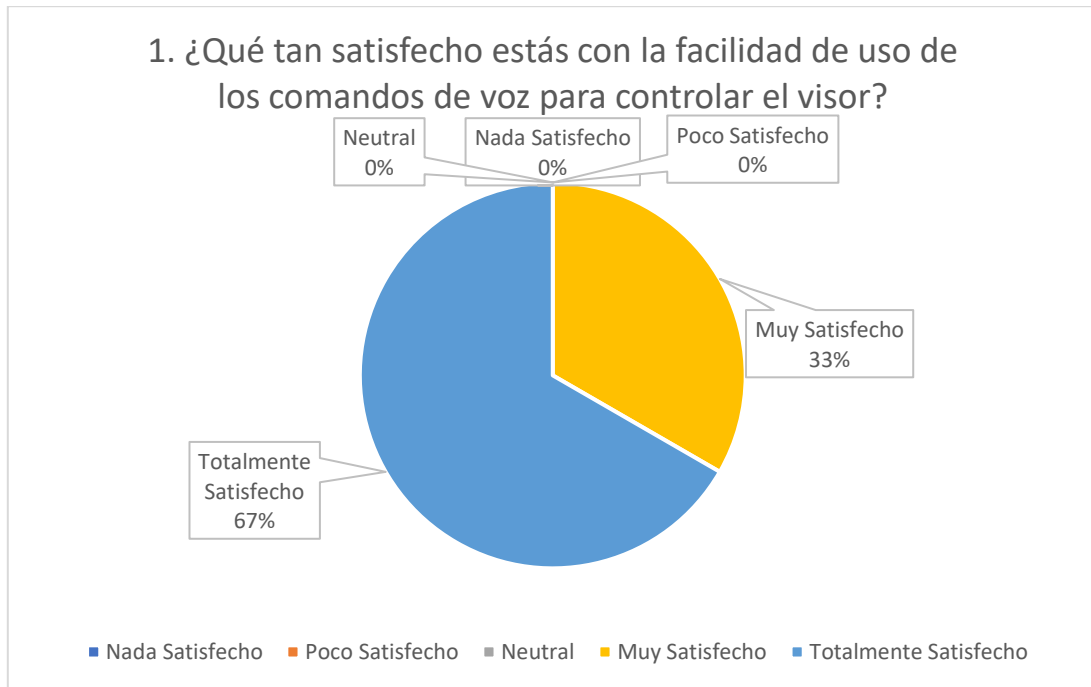
6. **¿Estaría dispuesto a pagar un costo adicional por el casco de soldar con visor automatizado mediante comandos de voz, en comparación de un casco de soldar convencional?**

Definitivamente no	Probablemente no	Neutral	Probablemente Sí	Definitivamente sí
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\_\_\_\_\_  
Firma

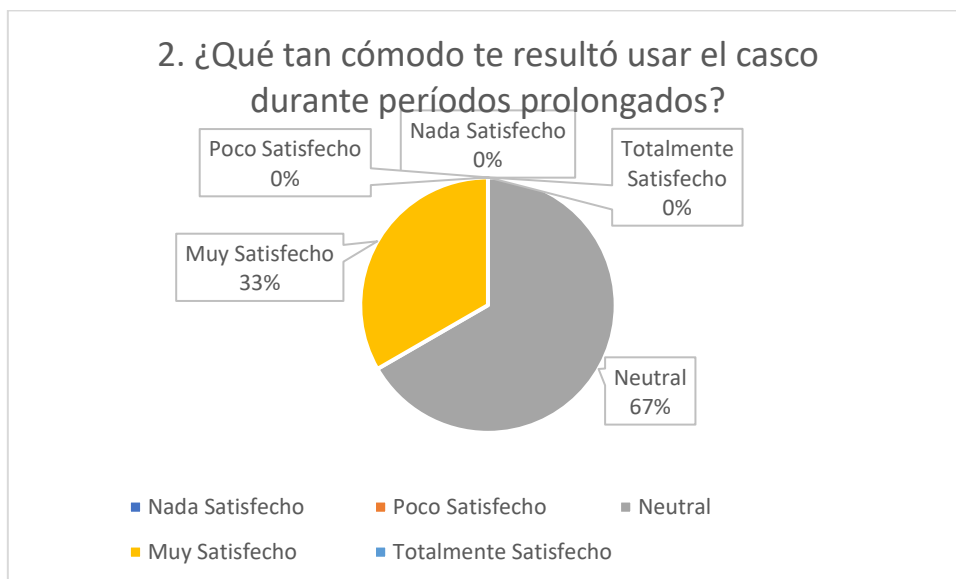
## Anexo 8: Estadística de la encuesta de experiencia del casco de soldar con visor automatizado

### Pregunta 1:



Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 0% de los encuestados eligió “Nada Satisfecho”, el 0% escogió “Poco Satisfecho”, el 0% se mostró “Neutral” ante la pregunta, un considerable 33% están “Muy Satisfechos” y un 67% se encuentra “Totalmente Satisfecho” ante la facilidad de uso de los comandos de voz para controlar el prototipo.

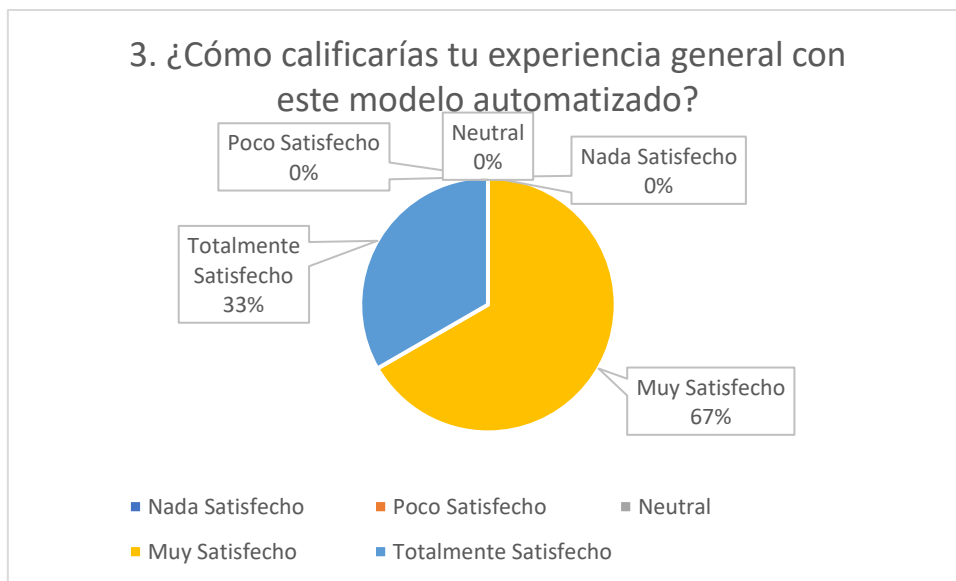
### Pregunta 2:



Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 0% de los encuestados eligió “Nada Satisfecho”, el 0% escogió “Poco Satisfecho”, un 67% escogió “Neutral” en esta pregunta, un

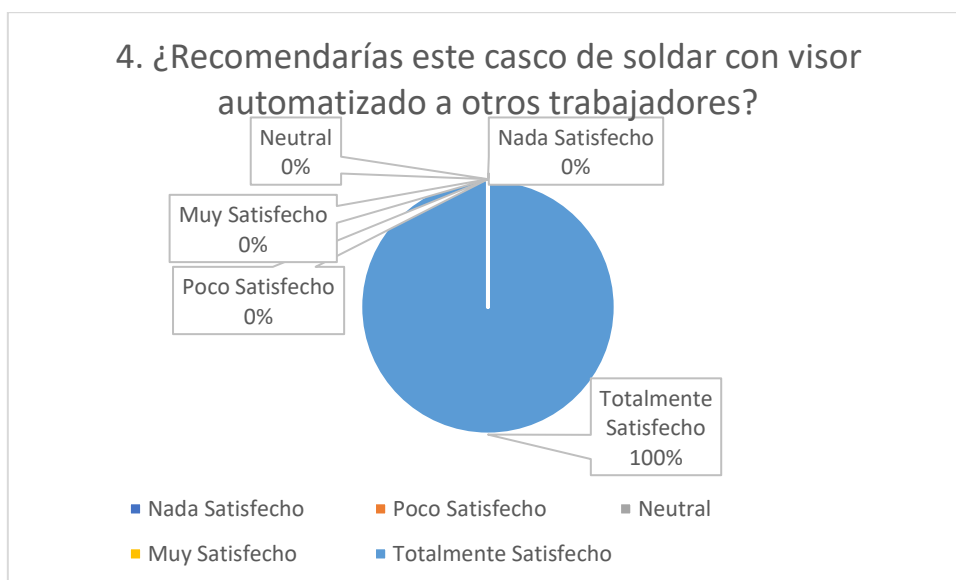
considerable 33% están “Muy Satisfechos” y un 0% se encuentra “Totalmente Satisfecho” ante la comodidad del casco en usos prolongados.

**Pregunta 3:**



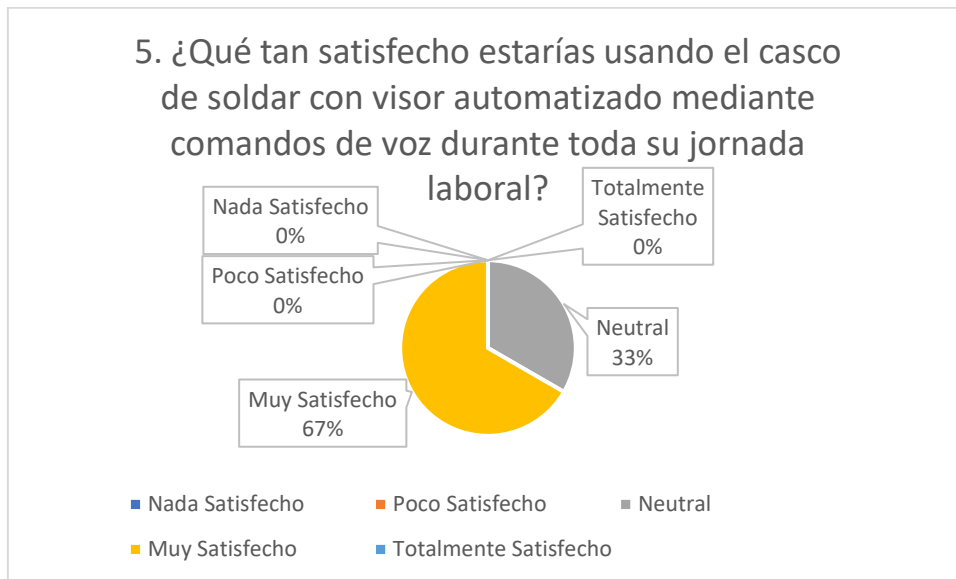
Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 0% de los encuestados eligió “Nada Satisfecho”, el 0% escogió “Poco Satisfecho”, un 0% escogió “Neutral” en esta pregunta, un considerable 67% están “Muy Satisfechos” y un 33% se encuentra “Totalmente Satisfecho” con la experiencia general del prototipo automatizado.

**Pregunta 4:**



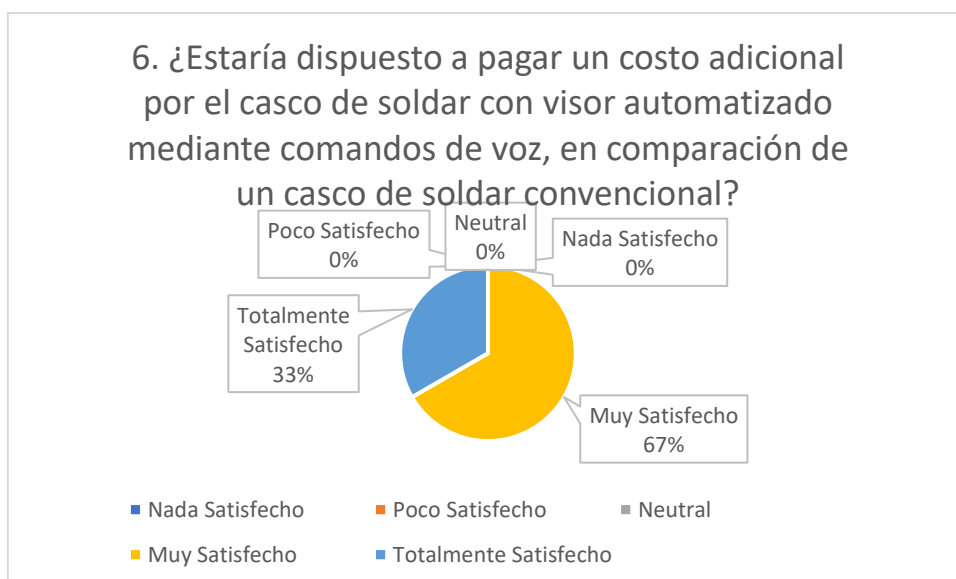
Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 0% de los encuestados eligió “Nada Satisfecho”, el 0% escogió “Poco Satisfecho”, un 0% escogió “Neutral” en esta pregunta, un 0% está “Muy Satisfechos” y el 100% se encuentra “Totalmente Satisfecho” con recomendar el casco de soldar con visor automatizado a otros trabajadores.

**Pregunta 5:**



Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 0% de los encuestados eligió “Nada Satisfecho”, el 0% escogió “Poco Satisfecho”, un 33% escogió “Neutral” en esta pregunta, un 67% está “Muy Satisfechos” y el 0% se encuentra “Totalmente Satisfecho” usando el casco de soldar con visor automatizado durante toda su jornada laboral.

**Pregunta 6:**



Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 0% de los encuestados eligió “Nada Satisfecho”, el 0% escogió “Poco Satisfecho”, un 0% escogió “Neutral” en esta pregunta, un 67% está “Muy Satisfechos” y el 33% se encuentra “Totalmente Satisfecho” si tuviera que pagar un costo adicional para adquirir el casco de soldar con visor automatizado.


## Anexo 9: Ficha de observación para seguimiento de actividades



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN EL TALLER "ENCOFRADO GRANDA"

FECHA	27/06/2024	HORA DE INICIO	14h00	HORA DE SALIDA	18h00	NO. SOLDADOR	01
-------	------------	----------------	-------	----------------	-------	--------------	----

INFORMACION DEL SOLDADOR			
Nombre:	Wilman	Apellido:	Sarango
Tipo de casco:	Automatizado	Firma:	

HORA	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Fabricación de encofrado metálico	2h30min	2h	1h25min	70,83%
16h40	Fabricación de puerta metálica (Armazón)	45min	30min	25min	66,67%
17h30	Fabricación de puerta metálica (Soldadura de Panel de lata)	30min	20min	15min	75%
	<b>Total:</b>	3h45min	2h50min	2h05min	73,53%

OBSERVACIONES
<p>Esta ficha de observación se realizó en un medio día de jornada laboral al soldador #1, este caso con el casco automatizado.</p> <p>Se logró observar un incremento del uso del casco durante situaciones similares a las del día anterior, esto debido a que este casco tiene más visibilidad al poder subir el visor.</p>



# UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN EL TALLER “ENCOFRADO GRANDA”

<b>FECHA</b>	26/06/2024	<b>HORA DE INICIO</b>	14h00	<b>HORA DE SALIDA</b>	18h00	<b>NO. SOLDADOR</b>	01
--------------	------------	-----------------------	-------	-----------------------	-------	---------------------	----

INFORMACION DEL SOLDADOR			
<b>Nombre:</b>	Wilman	<b>Apellido:</b>	Sarango
<b>Tipo de casco:</b>	Tradicional	<b>Firma:</b>	

HORA	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Reparación de encofrados metálicos	1h30min	1h	30min	50%
15h45	Fabricación de encofrado metálico	2h15min	1h45min	1h05min	61,90%
<b>Total:</b>		3h45min	2h45min	1h35min	57,58%

OBSERVACIONES
<p>Esta ficha de observación se realizo en un medio día de jornada laboral al soldador #1.</p> <p>Se logro identificar que uno de los motivos por el cual se quitan el casco de forma seguida es debido a que deben soldar piezas pequeñas, que no permiten subir y bajar el visor porque esto implica que se mueven dichas piezas metálicas.</p>






# UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN EL TALLER "ENCOFRADO GRANDA"

<b>FECHA</b>	28/06/2024	<b>HORA DE INICIO</b>	14h00	<b>HORA DE SALIDA</b>	18h00	<b>NO. SOLDADOR</b>	02
--------------	------------	-----------------------	-------	-----------------------	-------	---------------------	----

INFORMACION DEL SOLDADOR			
<b>Nombre:</b>	Jorge Efrain	<b>Apellido:</b>	Aguilar Sanmaniego
<b>Tipo de casco:</b>	Tradicional	<b>Firma:</b>	

HORA	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Fabricación de protección metálica para ventana	1h45min	1h15min	1h	80%
15h50	Fabricación de protección metálica para puerta (marco)	45min	35min	25min	71,43%
16h30	Fabricación de protección metálica para puerta (diseño interno)	1h30min	1h10min	45min	64,29%
<b>Total:</b>		4h	3h	2h10min	72,22%

OBSERVACIONES
Esta ficha de observación se realizó en un medio día de jornada laboral al soldador #2, este caso con el casco tradicional.



# UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN EL TALLER “ENCOFRADO GRANDA”

<b>FECHA</b>	29/06/2024	<b>HORA DE INICIO</b>	14h00	<b>HORA DE SALIDA</b>	18h00	<b>NO. SOLDADOR</b>	02
--------------	------------	-----------------------	-------	-----------------------	-------	---------------------	----

INFORMACION DEL SOLDADOR			
<b>Nombre:</b>	Jorge Efrain	<b>Apellido:</b>	Aguilar Sanmaniego
<b>Tipo de casco:</b>	Automatizado	<b>Firma:</b>	

HORA	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Fabricación de protección metálica para puerta (seguros y detalles)	2h	1h40min	1h20min	80%
16h10	Fabricación de protección metálica para ventana (soldadura final y detalles)	1h50min	1h20min	1h10min	87,50%
<b>Total:</b>		3h50min	3h	2h30min	83,33%


OBSERVACIONES
Esta ficha de observación se realizó en un medio día de jornada laboral al soldador #2, este caso con el casco automatizado.



# UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN EL TALLER “ENCOFRADO GRANDA”

<b>FECHA</b>	01/07/2024	<b>HORA DE INICIO</b>	14h00	<b>HORA DE SALIDA</b>	18h00	<b>NO. SOLDADOR</b>	03
--------------	------------	-----------------------	-------	-----------------------	-------	---------------------	----

INFORMACION DEL SOLDADOR			
<b>Nombre:</b>	Jordy Andres	<b>Apellido:</b>	Mendieta Sares
<b>Tipo de casco:</b>	Tradicional	<b>Firma:</b>	

HORA	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Fabricación de encofrados metálicos	3h	2h	1h30min	75%
17h05	Reparación de encofrado metálico	50min	40min	30min	75%
<b>Total:</b>		3h50min	2h40min	2h	75%

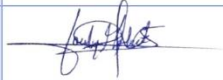
OBSERVACIONES
Esta ficha de observación se realizó en un medio día de jornada laboral al soldador #3, este caso con el casco tradicional.



# UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN EL TALLER “ENCOFRADO GRANDA”

<b>FECHA</b>	02/07/2024	<b>HORA DE INICIO</b>	14h00	<b>HORA DE SALIDA</b>	18h00	<b>NO. SOLDADOR</b>	03
--------------	------------	-----------------------	-------	-----------------------	-------	---------------------	----

INFORMACION DEL SOLDADOR			
<b>Nombre:</b>	Jordy Andres	<b>Apellido:</b>	Mendieta Sares
<b>Tipo de casco:</b>	Automatizado	<b>Firma:</b>	

HORA	Actividad	Tiempo total de la actividad	Tiempo de soldadura	Tiempo de uso de casco	% de tiempo de uso del casco durante el periodo de soldadura
14h00	Reparación de encofrado metálico	3h	2h35	2h	77,42%
17h20	Reparación puerta metálica	1h	50min	35min	70%
	<b>Total:</b>	4h	3h25min	2h35min	75,61%

OBSERVACIONES
Esta ficha de observación se realizó en un medio día de jornada laboral al soldador #3, este caso con el casco automatizado.