



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL
DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO
TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N°9
PATRIA”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

AUTORES:

Dennis Paúl Rodríguez Yupangui

Michael Javier Travez Flores

TUTOR:

Ing. Ms.C Marco Aníbal León Segovia

Latacunga, Agosto 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Rodríguez Yupangui Dennis Paúl y Travez Flores Michael Javier, declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N°9 PATRIA”**, siendo el Ing. Ms.C Marco Anibal León Segovia tutor del presente proyecto; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente proyecto investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad



Rodríguez Yupangui Dennis Paúl

C.I. 0504352915



Travez Flores Michael Javier

C.I. 0504236290

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N°9 PATRIA”, de Rodríguez Yupangui Dennis Paúl y Travez Flores Michel Javier, de la carrera de **ELECTRICIDAD**, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico – técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2025

Tutor



Ing. Ms.C Marco Aníbal León Segovia

C.I. 0502305402

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto los postulantes: Rodríguez Yupangui Dennis Paúl y Travez Flores Michael Javier, con el título de Proyecto de Titulación: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N°9 PATRIA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar el CD correspondiente según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2025

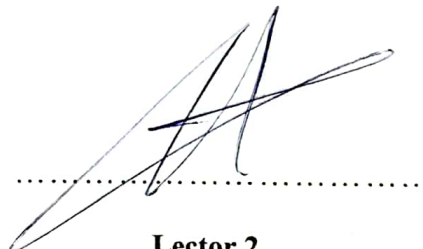
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Ing. Edgar Roberto Salazar Achig Msc.

CC:0502847619



Lector 2

Ing. Manuel Ángel León Segovia.Msc

CC:0502041353



Lector 3

Ing. Secundino Marrero Ramírez Ph.D.

CC:1757107907

Latacunga, 17 de Julio de 2025

**AVAL DE CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO DE PROPUESTA
TECNOLÓGICA**

TCRN EMS

Arturo Javier Benavides Jaya
COMANDANTE DEL CAL 9
Presente. -

De mi consideración:

Yo, **TCRN EMS Arturo Javier Benavides Jaya**, con número de cédula: **1714017405** en mi calidad de **Comandante del CAL 9**, por medio de la presente certifico que los estudiantes **Rodríguez Yupangui Dennis Paúl** y **Travez Flores Michael Javier**, de la carrera de Ingeniería en Electricidad de la **Universidad Técnica de Cotopaxi** han desarrollado y entregado satisfactoriamente el proyecto de investigación titulado: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N° 9 PATRIA”**.

El trabajo fue ejecutado en los laboratorios de la **Universidad Técnica de Cotopaxi**, con el debido acompañamiento académico, y en coordinación técnica con personal de la **Brigada Patria** dando cumplimiento a los objetivos establecidos, demostrando responsabilidad, competencia y compromiso por parte de los autores.

Por lo tanto, se deja en constancia la culminación total del proyecto, así como el apoyo y coordinación interinstitucional.

Atentamente.



Arturo Javier Benavides Jaya
Tlf. 0964032742
Cl. 1714017405
jbenavides1976@gmail.com

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a la Virgencita por acompañarme y bendecir mi camino, dándome fuerza, inteligencia, sabiduría y la capacidad necesaria para desenvolverme de la mejor manera y así culminar mi carrera.

A mis padres, Juan Rodríguez y Cecilia Yupangui, quienes, gracias a su esfuerzo, ejemplo, sacrificio y apoyo incondicional, me han guiado por este sendero del bien y me han enseñado el valor de la humildad, el trabajo, el esfuerzo y la dedicación. Y cómo no agradecer también a mi hermana, Marjorie Rodríguez, quien siempre ha estado presente con su cariño y ánimo constante, en las buenas y en las malas.

A mi novia Evelyn, por su paciencia, comprensión, amor y apoyo incondicional, lo cual me ha mantenido firme y fuerte para continuar y dar siempre lo mejor de mí.

A mis amigos y familiares, y cómo no, a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus docentes, por impartir sus conocimientos y contribuir a mi formación profesional, en especial a mi tutor, el Ing. Marco León, por su guía, dedicación y compromiso durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

A todos, gracias por ser parte de este gran logro.

Dennis P. Rodríguez Y.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi corazón, a Dios, la Virgencita, a mis padres, mi hermana, mi novia, mi familia y amigos en general.

Puesto que el éxito de mi formación es gracias al esfuerzo, dedicación y sacrificio que mis padres hicieron por mí forjando así un hombre de bien, y de la misma manera yo lo eh sabido retribuir siendo reciproco con lo que me dieron, superándome a mí mismo para salir adelante, acogiendo cada palabra y consejo que me supieron dar en su momento, seguro estoy que estarán muy orgullosos de mí y hoy demuestro con humildad que lo logré, y a todas las demás personas que confiaron en este proceso las llevo en mi mente y en mi corazón pues ya son parte fundamental de mi superación personal y hoy profesional, gracias de todo corazón.

Dennis P. Rodríguez Y.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza inquebrantable. Su presencia en mi vida me ha brindado la paciencia, sabiduría y la perseverancia necesaria para afrontar los retos de mi carrera como Ingeniero en Electricidad.

A mi madre, Tatiana Flores Recalde Pilar, le dedico un agradecimiento especial por ser el pilar fundamental quien con su amor, enseñanzas y apoyo incondicional me ha guiado en los momentos difíciles. Gracias por ser el ejemplo de fortaleza, perseverancia y dedicación por enseñarme que con esfuerzo y determinación se pueden superar obstáculos y alcanzar metas propuestas. A mi familia, cuyo cariño y aliento ha sido un motor invaluable en el trascurso de este camino. Gracias por su apoyo incondicional y por ser una fuente de inspiración y fuerza en cada paso que he dado.

A los docentes que, con su dedicación durante mi formación académica, me han proporcionado los conocimientos necesarios para desenvolverme en este tema y llegar a este punto. Un agradecimiento especial al Ing. Marco León como tutor de mi proyecto de investigación quien me ha guiado con su paciencia, y sabiduría como docente

Michael J. Travez F.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Mi madre, Tatiana Flores, por poner en mí toda su fe y confianza para ver este sueño hecho realidad. Y a mi padre, Segundo Travez, por ser un ejemplo de perseverancia y constancia, cuyos valores y fortaleza para salir adelante siempre me han inspirado.

Mi hermano José Luis Travez por estar presente en cada momento. Por darme su apoyo, amistad y por su confianza.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme lograr dar un paso más hacia el éxito. Por convertirme en un profesional competitivo, llena de conocimientos y expectativas. También quiero agradecer de manera muy especial a todos esos docentes por darme una formación profesional en calidad para formarme como Ingeniero muchas gracias.

Michael J. Travez F.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N°9 PATRIA”

Autores:

Rodríguez Yupangui Dennis Paúl

Trávez Flores Michael Javier

RESÚMEN

El presente proyecto de titulación tiene como finalidad la repotenciación del sistema eléctrico y de control de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria, lo cual constituye una herramienta fundamental para fortalecer el rendimiento operativo, incrementar la eficiencia energética y garantizar la confiabilidad del sistema en un entorno de entrenamiento militar establecido, donde el perfeccionamiento de las capacidades tácticas son la base para la toma de decisiones bajo presión y el desarrollo de simulación de prácticas de combate. Es así que la propuesta de repotenciación se enfoca en un estudio integral del sistema actual de blancos móviles, por lo que el levantamiento de información técnica, análisis del diseño eléctrico y de control, y la evaluación de la infraestructura existente aportaron significativamente en implementación de mejoras tecnológicas como la incorporación de nuevos componentes electrónicos con mayor funcionalidad donde el rediseño de los sistemas de blancos móviles van a permitir tener una mejor gestión para los entrenamientos tácticos siendo estos más precisos y dinámicos a fin de ajustarse a los distintos escenarios, garantizando de esta manera un entorno de instrucción más realista, exigente y alineado con los estándares actuales de preparación en operaciones especiales.

Palabras clave: repotenciación, blancos móviles, sistema de control, entrenamiento, simulación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

THEME: "UPGRADE OF ELECTRICAL AND MOVING TARGET CONTROL SYSTEM AT TACTICAL TRAINING FIELD OF 9TH PATRIA SPECIAL FORCES BRIGADE"

Authors:

Rodríguez Yupangui Dennis Paúl

Trávez Flores Michael Javier

ABSTRACT

The purpose of this certification project is to upgrade the electrical and moving target control system at tactical training camp of 9th Special Forces Brigade Patria. This constitutes a fundamental tool for strengthening operational performance, increasing energy efficiency, and ensuring system reliability in an established military training environment, where the improvement of tactical capabilities is the basis for making-decision under pressure and the development of combat practice simulations. Thus, the upgrade proposal focuses on a comprehensive study of current moving target system. Therefore, the collection of technical information, analysis of electrical and control design, and evaluation of existing infrastructure significantly contributed to the implementation of technological improvements such as incorporation of new electronic components with greater functionality. The redesign of the moving target systems will allow better management of tactical training, making them more precise and dynamic in order to adapt to different scenarios, thus ensuring a more realistic and demanding training environment aligned with current standards of preparation in special operations.

Keywords: repowering, moving targets, control system, training, simulation

AVAL DE TRADUCCIÓN

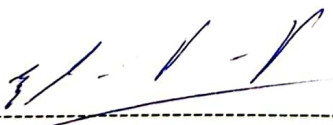
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título es **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES Nº9 PATRIA”** presentado por: **Dennis Paúl Rodríguez Yupangui y Michael Javier Travez Flores**, egresados de la Carrera de: **Electricidad**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizarán bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2025

Atentamente,



Mg. Edison Marcelo Pacheco Pruna

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI:0502617350



Índice de Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
<i>DEDICATORIA</i>	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESÚMEN	ix
ABSTRACT.....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	2
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.3.1 Objeto de investigación	3
2.3.2 Campo de acción.....	4
2.4 BENEFICIARIOS	4
2.4.1 Beneficiarios directos	4
2.4.2 Beneficiarios indirectos	4
2.5 JUSTIFICACIÓN	4

2.6	OBJETIVOS	5
2.6.1	Objetivo General	5
2.6.2	Objetivos Específicos	5
2.7	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	6
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
3.1	ANTECEDENTES	7
3.2	MARCO REFERENCIAL	9
3.2.1	Blancos móviles	9
3.2.2	Sistema de blancos móviles	10
3.2.3	Repotenciación	10
3.2.4	Mantenimiento	11
3.2.5	Tipos de mantenimiento	13
3.2.6	Medidas para el mantenimiento en los equipos y tecnología avanzada	15
4.	METODOLOGÍA	16
4.1.1	Diseño conceptual.....	18
4.1.2	Diagrama de funcionamiento básico.....	18
4.2	Selección de materiales	19
4.2.1	Controlador lógico programable.....	20
4.2.2	Variador de frecuencia	21
4.2.5	Selección de motor para movimiento horizontal de blanco móvil.....	27
4.2.6	Diseño del sistema fotovoltaico.....	32
4.3	DISEÑO ELÉCTRICO	40
4.3.1	Distribución de componentes en el plano arquitectónico del área de entrenamiento ..	42
4.4	Puesta a tierra.....	43
4.5	Programación del controlador lógico programable	44

4.6	Programación de APK	46
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
5.1	Simulación en grabcad mediante diagrama de Grafset	56
5.2	Evaluación económica	57
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
7.	Bibliografía	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Matriz de relación de dependencia de variables.....	17
Tabla 2:	Matriz de variables entrada	17
Tabla 3:	Matriz de variables de salida.....	18
Tabla 4:	Especificaciones de PLCs	20
Tabla 5:	Especificaciones técnicas de variadores de velocidad.....	22
Tabla 6:	Especificaciones técnicas de routes.....	24
Tabla 7:	Especificaciones técnicas de fuente de 12V.....	26
Tabla 8:	Especificaciones técnicas de motor para desplazamiento horizontal.....	31
Tabla 9:	Especificaciones técnicas de panel solar.....	36
Tabla 10:	Especificaciones técnicas de controlador MPPT.....	37
Tabla 11:	Especificaciones técnicas de batería.....	37
Tabla 12:	Especificaciones técnicas de motores para desplazamiento vertical.....	38

Tabla 13: Descripción de gastos directos	57
Tabla 14: Gastos indirectos	58
Tabla 15: Gasto total de repotenciación de blancos móviles.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de funcionamiento básico.....	19
Figura 2: Propiedades de masa de base y blanco móvil.	28
Figura 3: Interfaz de plataforma de centro científico de UE.	34
Figura 4: Rendimiento de energía por mes.....	34
Figura 5: Diagrama conceptual eléctrico.....	41
Figura 6: Circuito de control del sistema de bancos móviles	42
Figura 7: Diagrama de conexión eléctrico del sistema de blancos móviles.	43
Figura 8: Diagrama de flujo de la programación del LOGO.	45
Figura 9: Menú de opciones de App Movil.....	46
Figura 10: Ventana de inspector de opciones de botón.	47
Figura 11: Interfaz de animación de campo de entrenamiento.....	49
Figura 12: Desarrollo de terreno en Unity.....	50
Figura 13: Ventana de diseño de textura para terreno en Unity.	50
Figura 14: Ventana de inspector de objetos.....	51
Figura 15: Interfaz de página Mixamo.	51
Figura 16: Ventana de inspector de avatares.....	52

Figura 17: Ventana de desarrollo de Apk.....	54
Figura 18: Implementación del sistema en un tablero de práctica.	55
Figura 19: Simulación en grabcad mediante diagrama de Grafset.....	56

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Repotenciación del sistema de eléctrico de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria.

Tipo de proyecto:

Propuesta Tecnológica

Carrera:

Carrera de Ingeniería en Electricidad.

Trabajo de titulación vinculado al proyecto:

Desarrollo de sistemas inteligentes aplicados a la ingeniería eléctrica.

Equipo de trabajo:

Ing. Ms.C León Segovia Marco Aníbal	Tutor
Rodríguez Yupangui Dennis Paúl	Postulante
Trávez Flores Michael Javier	Postulante

Área de conocimiento:

07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713 Electricidad y Energía.

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental

Sublíneas de investigación de la carrera:

Conversión y uso racional de la energía eléctrica

2. INTRODUCCIÓN

La eficiencia y operatividad de los equipos y sistemas eléctricos en la capacitación militar son fundamentales para garantizar la preparación táctica y estratégica del personal de Fuerzas Especiales N°9 Patria, por lo que dichos sistemas deben encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y estar adaptados a los requerimientos del personal militar. De tal manera que para el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria es importante el mantenimiento continuo de los equipos y de los sistemas eléctricos, además de la repotenciación de los blancos móviles, siendo una herramienta clave para la simulación de enfrentamientos reales.

Tomando en cuenta estos aspectos se puede decir que la repotenciación del sistema de blancos móviles será una alternativa viable que ayudará al entrenamiento de los equipos militares, debido a que este sistema operará mediante una red eléctrica que permite la creación de escenarios realistas, los mismos que contribuyen al mejoramiento de las capacidades técnicas y sobre todo al fortalecimiento del soporte logístico y funcional de los militares y personal de la Brigada.

De tal manera que para la repotenciación del sistema de blancos móviles se debe contemplar el rediseño de la red de distribución eléctrica, la integración de nuevas tecnologías, y la adecuación de las necesidades tácticas específicas de la Brigada, a fin de potenciar el rendimiento general del sistema, garantizando una mayor autonomía, fiabilidad y adaptabilidad, en concordancia con los objetivos estratégicos de la unidad militar.

Es así que se puede establecer que el presente proyecto de repotenciación representará un avance significativo en la consolidación de un entorno de entrenamiento moderno, eficiente y alineado con las exigencias operacionales de las Fuerzas Especiales N°9 Patria contribuyendo así a la satisfacción de sus necesidades y fines establecidos.

2.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El sistema eléctrico de blancos móviles que se opera en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria es fundamental para el desarrollo de entrenamientos realistas y efectivos de los equipos militares porque permite la simulación de

enfrentamientos y combates. Sin embargo, dicho sistema actualmente ha presentado algunos problemas que han ocasionado malestar en los militares y no han permitido el desarrollo de su entrenamiento.

Entre estos problemas están la mala infraestructura eléctrica y el nivel de obsolescencia tecnológica que actualmente se tiene, esto debido al desgaste de los componentes eléctricos que se dan progresivamente durante los entrenamientos. Por otra parte, otro de los problemas es la limitada capacidad de carga en el sitio de trabajo lo que provoca inestabilidad en la distribución de energía y un control adecuado en los procesos de entrenamiento de los equipos militares.

Todos estos problemas han provocado una disminución en la eficiencia operativa del sistema, generando interrupciones durante las prácticas, lentitud en la respuesta de los blancos y una menor capacidad de adaptación a ejercicios con altos requerimientos tácticos. Además, de no permitir una integración adecuada de los militares con tecnologías modernas, lo cual no permite garantizar una operación continua tomando en cuenta las condiciones climáticas que ayudan de alta demanda energética.

Es así que finalmente la ausencia de una intervención técnica para modernizar y repotenciar el sistema limita el aprovechamiento total del campo de entrenamiento, afectando indirectamente la calidad del adiestramiento del personal militar. Por lo que esta situación evidencia la necesidad de una repotenciación y mantenimiento integral en los equipos que asegure el funcionamiento óptimo, continuo y seguro del sistema eléctrico de blancos móviles, alineado con los estándares operacionales de las Brigada Patria de acuerdo a sus necesidades.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye el mantenimiento en la repotenciación del sistema eléctrico de blancos móviles?

2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1 Objeto de investigación

El Objeto de la investigación del presente proyecto se basa en la automatización y control del sistema

2.3.2 Campo de acción

Para este se tomará en cuenta algunas asignaturas: 3306 Ingeniería y Tecnologías Eléctricas, y 331105 Equipos Eléctricos de Control

2.4 BENEFICIARIOS

2.4.1 Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de la repotenciación del sistema eléctrico y de control de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria serán todo el personal militar y usuarios principales del sistema.

2.4.2 Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos será la comunidad en general a que van a contar con instituciones militares competentes y preparadas.

2.5 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de capacidades operativas en las unidades y equipos de Fuerzas Especiales exige un alto nivel de entrenamiento práctico, realista y continuo, que permita al personal militar enfrentar eficazmente los diversos escenarios que plantea el entorno actual de seguridad. En este contexto, el sistema de blancos móviles del Campo de Entrenamiento Táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N.º 9 Patria constituye una herramienta esencial para la simulación de combates y la evaluación de destrezas individuales y grupales en condiciones dinámicas.

De tal manera que la repotenciación del sistema eléctrico y el funcionamiento de los blancos móviles se justifica tomando en cuenta la necesidad de fortalecer la infraestructura tecnológica del campo de entrenamiento, optimizando su rendimiento, fiabilidad y capacidad, por lo que mediante esta intervención, se busca garantizar un suministro eléctrico más estable, eficiente y acorde a las exigencias operacionales actuales que contribuyan a facilitar la implementación de nuevas tecnologías que potencien los métodos de instrucción y entrenamiento.

Es así que para la adecuada repotenciación en los blancos móviles se requiere una atención prioritaria basada en el mantenimiento de los equipos y sistemas involucrados a fin de garantizar su funcionamiento, reducir significativamente las fallas y asegurar que los sistemas respondan

con precisión durante los entrenamientos tácticos. Por lo que el mantenimiento de estos equipos y sistemas de entrenamiento de blancos móviles son pieza clave para contribuir directamente con su durabilidad, además de ayudar a los militares a tener mayor confiabilidad y ser más efectivos en el desarrollo de sus capacidades de entrenamiento.

Por tanto, esta propuesta no solo se enfoca en la repotenciación del sistema, sino también en el mantenimiento de los equipos y la consolidación de una buena infraestructura que fortalezcan los procesos de adiestramiento contribuyendo significativamente al cumplimiento de los objetivos en el Campo de Entrenamiento Táctico de la Brigada de fuerzas Especiales N°9 Patria.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 Objetivo General

Repotenciar el sistema eléctrico y de control de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria, mediante el uso de equipos eléctricos y software especializado.

2.6.2 Objetivos Específicos

- Identificar el sistema actual de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria.
- Desarrollar el sistema de repotenciación eléctrico de blancos móviles mediante el uso de tecnologías actualizadas.
- Elaborar un análisis técnico-económico del sistema de blancos móviles.

2.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

OBJETIVOS	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS	TÉCNICAS O INSTRUMENTOS
Identificar el sistema actual de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección del campo de entrenamiento táctico y de sus instalaciones • Revisión de los equipos existentes a fin de verificar su funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa detallado de las áreas y reconocimiento de las instalaciones que requieren mejoría • Verificación del funcionamiento de los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación del lugar de entrenamiento mediante la verificación de datos. • Pruebas de validez que corroboren el buen estado de los equipos
Desarrollar el sistema de repotenciación eléctrico de blancos móviles mediante el uso de tecnologías actualizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del nuevo sistema eléctrico tomando en cuenta tecnología adecuada • Programación y configuración del sistema de control 	<ul style="list-style-type: none"> • Planos detallados del sistema • Sistema de control correctamente desarrollado y listo para su uso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Software de diseño eléctrico y de automatización • Verificación mediante pruebas de funcionamiento.
Elaborar un análisis técnico-económico del sistema de blancos móviles	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los costos de los materiales e implementos a utilizar • Desarrollo del plan técnico-económico de acuerdo a las necesidades del sistema de control 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales correctamente seleccionados de acuerdo a sus costos establecidos. • Presupuesto correctamente realizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación y selección de componentes • Presentación del presupuesto

Responsables: Los investigadores

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

En el tema “Implementación de un sistema de simulación móvil de tiro con armas portátiles para el Ejército de la Escuela Militar de Chorrillos” realizado por Omar Dorote de la ciudad de Lima, tuvo como objetivo el desarrollo de un campo virtual de tiro para aportar con la formación y entrenamiento constante de los cadetes, la finalidad de dicho proyecto se realizó mediante el análisis de nuevas propuestas como la implementación de tecnología moderna y equipos eléctricos de simulación de tiros móviles que representan un avance significativo en la modernización de estrategias de entrenamiento relacionados con los distintos entornos operativos a los cuales deben enfrentarse el personal militar. Por otra parte, este proyecto fue desarrollado de manera virtual a través de un sistema que brindó una plataforma tecnológica portátil y versátil que se basó en la práctica del tiro tomando en cuenta condiciones controladas, seguras y altamente realistas sin depender de campos de entrenamiento físicos, permitiendo así su movilidad y la capacitación en diferentes unidades o zonas geográficas a fin de optimizar recursos y tiempo.

La metodología empleada en el proyecto fue el deductivo, el cual permitió identificar las necesidades de los cadetes para su entrenamiento y formación militar, este rigió mediante la simulación de diferentes escenarios tácticos y niveles de dificultad, los mismos que contribuyeron con el desarrollo de habilidades, la toma de decisiones rápidas y el manejo correcto de armas durante las operaciones de combate, permitiendo obtener una evaluación precisa y clara sobre el desempeño personal lo que mejora la retroalimentación durante el proceso de formación tomando en consideración estándares de tecnología actual. [1]

En la investigación realizada por Encalada Jorge estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) con el tema “Incidencia de la utilización de polígonos de tiro virtual y el mejoramiento en la eficiencia del tiro real en la Escuela superior Militar Eloy Alfaro” el proyecto se basó en el mejoramiento de las habilidades de los cadetes ante situaciones reales a través del entrenamiento de polígonos virtuales que están considerados como herramientas complementarias de instrucción facultados para aportar al perfeccionamiento de destrezas y el conocimiento técnico en el manejo y empleo eficiente de diversas armas, siendo indispensables

para consolidar una preparación integral y operativamente efectiva. En este proyecto se hizo uso de sistemas de simulación que se apoyan en sistemas de tecnología avanzada, los cuales incluyeron varios equipos y sistemas eléctricos militares tales como sensores de movimiento, proyectores, redes de comunicación interna y módulos de control electrónico, los mismos que permitieron recrear entornos de combate más realistas para medir con precisión parámetros específicos de puntería, tiempo de reacción bajo situaciones de presión.

Todos estos componentes para su funcionamiento óptimo dependieron de una adecuada instalación, configuración y mantenimiento continuo de sus sistemas eléctricos, los cuales cumplen con estándares de fiabilidad y seguridad donde el empleo de la tecnología eléctrica y electrónica en el ámbito militar no solo proporciona mayor rapidez y mejoramiento en la calidad de los entrenamientos, sino que también permitieron una gestión más eficiente de los recursos, aumentando la disponibilidad operativa de estos y evitando gastos que se puedan presentar por daños de los equipos y sistemas que se presenten por no tener un debido mantenimiento y control durante los procesos de prácticas. [2]

En el tema “Repotenciación de módulos didácticos del laboratorio de redes industriales y Scada con un sistema de control programable mediante mini PLC Logo y variador de velocidad” realizado en la Universidad Salesiana, el principal objetivo del proyecto fue repotenciar los módulos didácticos, los mismos que con el tiempo han ido quedando obsoletos para lo cual el mejoramiento fue realizado mediante la implementación de programas prácticos que ayuden a complementar los conocimientos teóricos de los estudiantes especialmente en la automatización industrial, para lo cual el uso de un PLC logo fue parte importante para desarrollar varias prácticas que mejoran la interactividad y amplían el enriquecimiento de los conocimientos ya que ofrece prácticas reales en sistemas tecnológicos actuales.

Es así que la repotenciación de los módulos didácticos fue tomada como una propuesta significativa que apoya a la modernización de los equipos de última tecnología que son de más fácil manipulación teniendo como propósito de efectuar practicas más seguras y poder integrar la tecnología de los módulos con cualquier equipo existente en el laboratorio a fin de satisfacer con dudas y elevar el conocimiento a nivel industrial. [3]

Tomando en consideración los temas anteriormente mencionados se puede decir que la repotenciación contribuye al mejoramiento de los sistemas de control optimizando el

rendimiento de la tecnología e instalaciones existentes proporcionando una mayor eficiencia energética en los equipos, además de prolongar la operatividad de los mismos en una determinada planta. Por otra parte, la con la ayuda de un buen mantenimiento en los equipos y sistemas que intervienen en los entrenamientos y prácticas militares se logrará reducir fallos en del personal y del equipos, los mismos que facilitan la integración de sistemas de monitoreo y automatización siendo estos son fundamentales para el buen desempeño de las actividades y sobre se contribuirá a mantener una calidad de energía estable y proporcional en cada equipo que se encuentre conectado a una red eléctrica llegando a ser esencial para su eficiencia operativa.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Blancos móviles

Son objetivos que se desplazan o cambian de posición de un sitio a otro, se utilizan comúnmente en entrenamientos militares, policiales o de tiro deportivo, son realizados a través de polígonos o siluetas de tiro que simulan situaciones reales de combate o amenazas [4]

3.2.1.1 Características de los blancos móviles

Los blancos móviles son simulaciones utilizadas para los entrenamientos, estos se caracterizan por cumplir varios aspectos:

- **Movilidad controlada:** Su principal característica es su capacidad de moverse a través rieles, plataformas motorizadas o sistemas que obligan al tirador a anticipar la trayectoria y ajustarse a la velocidad de los objetivos.
- **Diseño:** Son siluetas o figuras que representan amenazas en movimiento para entrenar, ayudan a la familiarización con objetivos reales a fin de mejorar la precisión, velocidad de reacción y toma de decisiones.
- **Reutilizables y resistentes:** Están diseñados de materiales resistentes como el metal para soportar fuertes y múltiples impactos

- **Sistema de control:** Son controlados por sistemas mecánicos, electrónicos o hidráulicos que pueden ser programados o activados que permiten ajustar la velocidad, la trayectoria y la distancia [5]

3.2.2 Sistema de blancos móviles

Es una infraestructura integrada por mecanismos eléctricos o electrónicos diseñados para desplazar objetivos en campos de entrenamiento táctico o de tiro, se caracteriza por dotar de movimiento a siluetas o blancos repartidos por varias partes del campo de entrenamiento a fin de mejorar las destrezas y aptitudes de las personas. [6]

3.2.2.1 Características del sistema de blancos móviles

Un sistema de blancos móviles busca evolucionar en el planeamiento y ejecución de la materia de tiro tomando en cuenta prácticas regulares como complementarias, a fin de ser innovador y beneficioso para el adiestramiento de los cuadros de arma. [6]

3.2.3 Repotenciación

Es el rediseño o mejoramiento ya sea por la actualización o por cambios que se les realiza a los materiales, equipos o sistemas ya existentes tomando en cuenta nuevas condiciones como instalación, generación adicional y sustitución de equipos, que buscan optimizar la capacidad funcional, rendimiento, eficiencia y vida útil del bien. [7]

3.2.3.1 Beneficios de la repotenciación

- Prolonga la vida útil de los materiales y equipos
- Mejora la eficiencia energética
- Reduce costos de operación y mantenimiento
- Aumenta la capacidad de generación
- Mayor capacidad para controlar sistema automatizados y de control [8]

3.2.3.2 Repotenciación de blancos móviles

Es un proceso técnico y estructurado que consiste en mejorar, actualizar y optimizar los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control que permiten el desplazamiento de los objetivos móviles en los campos de entrenamientos militar o de seguridad. Este sistema es realizado en entrenamientos tácticos donde es fundamental simular escenarios realistas y dinámicos.

Desde una perspectiva operativa la repotenciación de blancos móviles permite que los entrenamientos sean más exigentes, variables y efectivos lo que contribuye a reducir costos de mantenimiento, evitar fallos críticos y alinear el sistema de entrenamiento con estándares de seguridad.

3.2.3.3 Implementos para la repotenciación de blancos móviles

- Sustitución de motores eléctricos por otros más eficientes
- Actualización del sistema de control incorporando tecnologías como PLC y microcontroladores
- Sistemas de alimentación eléctrica, integrando fuentes de energía estables
- Sensores, cableado y protecciones que aumentan la seguridad y confiabilidad del sistema
- Estructuras móviles como bases, rieles y mecanismos de tracción que garanticen un desplazamiento fluido y resistente a condiciones adversas.

3.2.4 Mantenimiento

Es toda acción o actividad necesaria y eficaz que se emplea para reparar, conservar o mejorar una unidad o sistema que ayuda a mantener la funcionalidad de equipos y máquinas a través del tiempo, su importancia radica en el nivel de funcionalidad y vida útil que tiene todo tipo de componentes que aportan al desarrollo de actividades, con el objetivo de minimizar las fallas existentes que puedan ocurrir durante su operatividad, es decir el mantenimiento busca optimización y el buen funcionamiento. [9]

3.2.4.1 Mantenimiento de equipos y nuevas tecnologías

Es el conjunto de actividades técnicas, preventivas y correctivas orientadas a preservar, optimizar y garantizar el funcionamiento eficiente y seguro de equipos, sistemas o plataformas que incorporan tecnologías modernas o de última generación. Este tipo de mantenimiento se aplica a dispositivos que integran automatización, inteligencia artificial, realidad aumentada, sensores inteligentes y sistemas eléctricos avanzados [10]

3.2.4.2 Sistema de mantenimiento de equipos y tecnologías

Es un conjunto organizado de actividades, procedimientos, recursos humanos y tecnológicos que tienen como finalidad asegurar el correcto funcionamiento, la disponibilidad y prolongación de la vida útil de equipos, máquinas y tecnología. Un sistema de mantenimiento de equipos permite planificar, ejecutar y controlar todas las actividades relacionadas con la conservación y mejora de los equipos sean estos mecánicos, eléctricos, electrónicos o de cualquier otra naturaleza técnica con el propósito de eliminar fallas y corregir desperfectos asociados a reparaciones o remplazos innecesarios. [10]

3.2.4.3 Características del mantenimiento

El mantenimiento de equipos y nuevas tecnologías es fundamental para asegurar que los sistemas modernos o avanzados sigan siendo funcionales, seguros y actualizados en un entorno donde la innovación avanza constantemente, por lo que el mantenimiento cumple con algunas características como:

- Garantiza la continuidad operativa de los equipos y sistemas avanzados.
- Maximiza la vida útil de los equipos
- Previene fallas que puedan ocasionar daños a través del monitoreo
- Capacita y orienta al personal sobre el uso y manejo de sistema modernos
- Mejora la eficiencia energética y funcional de los equipos
- Ayuda a que los sensores, componentes y elementos de los equipos se adapten a nuevas actualizaciones y cambios frecuentes. [11]

3.2.4.4 Procesos para un correcto mantenimiento

- **Planificación:** Se encarga de determinar los recursos necesarios que ayudan a organizar de manera anticipada todas las actividades de revisión a fin de asegurar que los equipos funcionen de forma continua, proactiva y eficaz, es decir la planificación se basa en identificar la criticidad de los equipos, su estado actual y su programación mediante la evaluación detallada en base a su funcionamiento. [11]
- **Organización:** Consiste en definir como están estructurados los equipos, componentes eléctricos y electrónicos que ayudaran a dar una respuesta rápida y clara sobre su correcto funcionamiento, además la organización en los procesos de mantenimiento ayuda a optimizar los recursos humanos y el tiempo que se establece para el funcionamiento de equipos. [11]
- **Programación:** Constituye parte fundamental en los procesos de mantenimiento debido a que es un conjunto de actividades y acciones que se asignan a los equipos y componentes para que cumplan con su funcionamiento tomando en consideración un tiempo de cumplimiento. [11]
- **Control:** Se caracteriza por ser la etapa de verificación periódica de los materiales y componentes que se encuentran estructurados en los equipos y materiales tecnológicos, analizando sus posibles fallas, desgaste y vida útil con relación a su uso. [11]

3.2.5 Tipos de mantenimiento

3.2.5.1 Mantenimiento Preventivo

Su objetivo se basa en la protección de equipos y el mantenimiento de sus instalaciones que se realiza mediante intervenciones programadas y planificadas con anticipación donde se identifica posibles de averías futuras, paros inesperados o desperfectos que puedan ocurrir durante su funcionamiento. El mantenimiento preventivo para su desarrollo sigue un programa de revisión sistemática e inspección de las condiciones sobre la estructura y composición de los equipos y sistemas tecnológicos. Dicho programa toma en consideración varios aspectos como:

- **Fuentes internas:** Consiste en la búsqueda de mantenimientos existentes de los equipos y del sitio donde se encuentran implementados, a fin de identificar todas las reparaciones que se han ejecutado mientras estos estaban en funcionamiento.
- **Fuentes externas:** Se toma en cuenta todas sugerencias de mantenimiento que otorgan los fabricantes o vendedores de cada producto, equipos o componentes eléctricos y electrónicos.
- **Medidas preventivas:** Son las acciones planificadas y anticipadas que se realizan con el propósito de evitar fallas e interrupciones en los procesos operativos y reducir riesgos de accidentes aumentando la seguridad del área o entorno de trabajo. [13]

3.2.5.2 Mantenimiento correctivo

Se encarga de las correcciones, reparaciones o instalaciones de los objetos, equipos y sistemas dañados por accidentes, estos mantenimientos son realizados a través de personal capacitado, quienes toman en cuenta varios aspectos necesarios para su correcto funcionamiento:

- **El conjunto de tareas:** Estas están encaminadas a eliminar defectos que se presentan en distintos equipos y deben ser reportados al departamento de mantenimiento.
- **Mantenimiento no programado:** Se da cuando una planta o equipo falla generando tiempo de inactividad, lo que requiere la remoción o remplazo de los componentes dañados ya sean estos nuevo o viejos.
- **Mantenimiento programado o planificado:** Se realiza cuando se identifica una falla inminente en los equipos y componentes, por lo que su mantenimiento es planificado tomando para eliminar o evitar posibles riesgos. [14]

3.2.5.3 Mantenimiento predictivo

Toma en consideración la capacidad de predecir fallos críticos o de alto nivel a través de la aplicación de una serie de evaluaciones y experimentos no invasivos en todas las piezas de los equipos o máquinas sin interferir con su trabajo para el cual están destinadas. El mantenimiento predictivo está basado en el funcionamiento de los equipos tomando en cuenta cada una de las

advertencias de los componentes y piezas que se puede dar mediante sonidos o la inhabilitación de los equipos y maquinas durante su tiempo de trabajo. [15]

La ejecución del mantenimiento predictivo tiene algunas ventajas:

- Reduce el tiempo de parada al conocer mediante las evaluaciones que sensor o que imprevisto es lo que le está afectando al equipo o sistema.
- Facilita el análisis de posibles averías
- Permite el conocimiento historial de los equipos y su actuación ante una situación de falla
- Contribuye a la creación y reparación de sistemas internos, además ayuda a identificar si es necesario la compra de nuevos equipos o elementos tecnológicos. [15]

3.2.5.4 Mantenimiento autónomo

Es una estrategia de conservación en la que los propios operadores de los equipos, maquinarias y sistemas eléctricos asumen las responsabilidades básicas para mantenerlos en perfectas condiciones, sin depender de personal técnico calificado, por lo que esta práctica es importante en entornos industriales modernos especialmente donde se haga uso de nuevas tecnologías avanzadas. El mantenimiento autónomo consiste en la ejecución de varias tareas:

- Limpieza regular de los equipos
- Inspección visual y funcional
- Detección temprana de fallas o anomalías
- Registro de condiciones anormales

3.2.6 Medidas para el mantenimiento en los equipos y tecnología avanzada

- Revisión continua de las conexiones y terminales eléctricas para evitar falsos contactos o sobrecalentamientos

- Limpieza de equipos para evitar la acumulación de agentes externos como polvo, humedad o residuos que afecten a los componentes
- Verificación del estado de enfriamiento de los equipos y dispositivos sensibles
- Lubricación de todas las partes eléctricas y electrónicas de los equipos según las especificaciones del creador
- Inspección de cables y dispositivos de protección como breakers y fusibles
- Actualización de sistemas en los equipos eléctricos y electrónicos para su correcto funcionamiento. [16]

4. METODOLOGÍA

El presente capítulo tiene como finalidad detallar la descripción, el desarrollo y diseño del sistema de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 "Patria" usando elementos eléctricos y electrónicos para aportar al entrenamiento militar., a fin de proponer un informe técnico-económico con evaluación de costos, beneficios y viabilidad.

Se realizó el diseño del sistema blancos móviles, donde en se encuentra con componentes neumáticos, componentes de control, pulsadores, indicadores y aplicaciones remotas, uso de herramientas computacionales de simulación y programación. El sustento del diseño para el control de parámetros se ve reflejado en la investigación de documentos, artículos científicos, softwares computacionales, sitios web.

4.1 Matriz de relación de variables

La Tabla 1 presenta una distinción clara entre las variables independientes y dependientes del sistema de blancos móviles, lo cual resulta fundamental para comprender de manera estructurada su funcionamiento. Identificar estas variables permite establecer relaciones clave y analizar con mayor exactitud el comportamiento del sistema de blancos móviles.

Tabla 1: Matriz de relación de dependencia de variables

Variables independientes	Campo de entrenamiento táctico de la Brigada Patrian N°9.
Variables dependientes	Sistema eléctrico de blancos móviles.

La Tabla 2. muestra las variables de entrada con relación a la activación del sistema mediante botones físicos o virtuales, permitiendo al operador iniciar, detener o configurar el desplazamiento de los blancos móviles de forma manual y controlada, a través de señales digitales que son interpretadas por el LOGO para ejecutar las acciones correspondientes.

Tabla 2: Matriz de variables entrada

VARIABLES DE ENTRADA				
Relacionadas con la activación del sistema mediante botones físicos o virtuales				
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas
Botón de inicio	Control manual/Digital	Activado / No activado	Consola o aplicación remota	Entrada digital
Botón de paro	Control manual/Digital	Activado / No activado	Consola o aplicación remota	Entrada digital
Botón de paro de emergencia	Seguridad/Digital	Activado / No activado	Consola física o aplicación remota	Corte inmediato de energía
Selección de movimiento de blanco móvil	Control programado	Tipo de secuencia seleccionada	HMI / aplicación remota	Entrada digital o analógica

La Tabla 3 muestra las variables de salida que están relacionadas con el movimiento de los blancos móviles, las cuales se activan mediante señales enviadas desde el LOGO hacia los actuadores del sistema, en este caso los motores, permitiendo el desplazamiento de los blancos móviles de acuerdo con la lógica de control establecida.

Tabla 3: Matriz de variables de salida

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos / Dispositivos
Activación de movimiento	Control eléctrico	Activado / Desactivado	Motor trifásico	Señal digital del LOGO! al variador	PLC LOGO! + Variador G110 + Motor
Dirección del movimiento	Sentido de giro	Adelante / Atrás	Blanco móvil	Salida digital o señal de control al G110	PLC LOGO! + G110 (entrada digital DIR)
Velocidad de movimiento	Control analógico	Rápido / Lento	Blanco móvil	Señal analógica desde el LOGO!	PLC LOGO! + G110
Posición del blanco	Estado posicional	Punto A / Punto B	Blanco móvil	Final de carrera o sensor de posición	Sensores inductivos / ópticos / mecánicos
Simulación visual	Visualización en pantalla	Izquierda / Derecha	Pantalla de monitoreo	Visualización virtual	Software Unity

4.1.1 Diseño conceptual

El diseño conceptual se enfocó en definir la lógica operativa del sistema de blancos móviles, con el objetivo de evaluar si la interacción entre los botones físicos y virtuales, el PLC y los actuadores proporciona una respuesta eficaz y segura. Posteriormente, se procedió al dimensionamiento adecuado y a la validación de la disponibilidad de elementos como pulsadores, indicadores, la interfaz de monitoreo y los controladores, con el propósito de seleccionar componentes de calidad que garanticen la confiabilidad del sistema.

4.1.2 Diagrama de funcionamiento básico

El sistema de monitoreo de blancos móviles se estructura en tres etapas principales, como se ilustra en la Figura 1. En cada una de estas fases se identifican los componentes clave y sus respectivas características. La primera etapa corresponde al manejo de señales de entrada, las

cuales permiten iniciar el sistema, seleccionar la secuencia de operación y activar el paro de emergencia.

La segunda etapa está conformada por el controlador lógico programable (PLC), que se encarga de procesar e interpretar las señales de entrada, ejecutando de forma precisa las acciones sobre los actuadores para activar los blancos móviles conforme a la secuencia predefinida.

Finalmente, la tercera etapa incluye una pantalla de monitoreo encargada de mostrar en tiempo real las operaciones del sistema, incluyendo la activación de los blancos móviles. Además, se integra una simulación visual del entorno de entrenamiento, desarrollada en Unity, que permite al operador supervisar y evaluar las acciones tácticas de manera más intuitiva y eficaz.

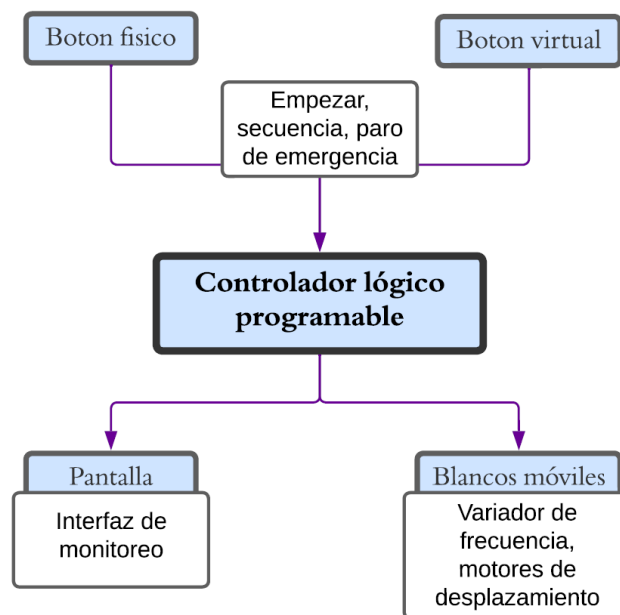


Figura 1: Diagrama de funcionamiento básico

4.2 Selección de materiales

Para llevar a cabo esta propuesta tecnológica, se optó por un diseño basado en materiales que aseguren un desempeño óptimo, alta durabilidad y precisión frente a posibles interferencias del entorno. Los componentes seleccionados deben ser lo suficientemente robustos para resistir condiciones adversas como vibraciones, humedad, polvo, cambios de temperatura y golpes mecánicos. Asimismo, tanto el microcontrolador como los dispositivos de almacenamiento deben ofrecer un procesamiento eficiente y una transmisión de datos estable y confiable,

garantizando así la operatividad continua del sistema. En esta sección se detallan los criterios considerados para la elección de los materiales clave, teniendo en cuenta su desempeño técnico, costo y compatibilidad con el resto del sistema.

4.2.1 Controlador lógico programable

Las especificaciones tomadas en cuenta para la selección del siemens LOGO fueron las siguientes: alimentación, número de entradas y salidas digitales, tipo de salida, dimensiones, comunicación y comunicación como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Especificaciones de PLCs

Características	Siemens LOGO! 12/24RCE	Schneider Electric Zelio SR2B121BD	Allen-Bradley Micro810 2080- LC10-12QWB
Alimentación	12/24 V DC	24 V DC	12/24 V DC
Entradas digitales	8 (4 pueden configurarse como analógicas)	8	8
Salidas digitales	4 relé	4 relé	4 relé
Comunicación	Ethernet, servidor web integrado, Modbus TCP	Puerto mini USB para programación	Puerto USB para programación
Memoria de programa	400 bloques	200 bloques	No especificado
Pantalla integrada	Sí	Sí	No
Montaje en riel DIN	Sí (35 mm)	Sí	Sí

Dimensiones (mm)	90 x 71.5 x 60	71.2 x 90 x 60	90 x 70 x 60
Precio estimado en Ecuador (USD)	\$716.	\$270	\$150




El controlador siemens logo se escogió por varias razones entre ellas están:

- El número de entradas digitales de 8 es adecuado para este proyecto ya que el sistema cuenta con 4 finales de carrera, 1 paro de emergencia, 1 pulsador para inicio del sistema y 1 botón para variar la secuencia de blancos móviles.
- La alimentación de 12 V DC es ideal ya que es de fácil conexión, ampliamente disponible y compatible con la mayoría de los componentes del sistema, como sensores, módulos de control y actuadores. Por esta razón, se descarta el uso del PLC Schneider Electric Zelio, el cual requiere una alimentación de 24 V DC, lo que implicaría la incorporación de una fuente adicional, aumentando la complejidad, el costo y el consumo energético del sistema.
- El tamaño de 90 x 71.5 x 60 mm indica que el controlador es pequeño lo que lo hace ideal para la ubicación en una caja de protección no muy grande.
- El protocolo de comunicación Ethernet, servidor web integrado, Modbus TCP son estándar en la industria para la transmisión de datos entre distintos dispositivos como: variadores de frecuencia, SCADA, etc, siendo tecnología suficiente para el proyecto, por lo que se descarta los PLC Allen-Bradley Micro810 2080-LC10-12QWB.

4.2.2 Variador de frecuencia

Para el control del motor en el sistema de blancos móviles, se evaluaron diferentes variadores de frecuencia, considerando criterios como voltaje de entrada, tipo de control, protecciones, interfaz de comunicación, facilidad de configuración, y compatibilidad con el resto del sistema. Las características comparadas se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5: Especificaciones técnicas de variadores de velocidad

	Siemens SINAMICS G110	LS iC5 (modelo básico)	Huanyang HY01D523B
Características			
Voltaje de entrada	1~ 200–240 V AC	1~ 200–240 V AC	1~ 220 V AC
Potencia nominal (HP/kW)	Hasta 3 HP (2.2 kW)	Hasta 2 HP (1.5 kW)	Hasta 2 HP (1.5 kW)
Frecuencia de salida	0–650 Hz	0–400 Hz	0–400 Hz
Tipo de control	V/f y V/f con vector modulado PWM avanzado	V/f estándar	V/f estándar
Rango de velocidad ajustable	1:100	1:30	1:20
Protecciones	Sobrecorriente, sobretensión, cortocircuito, fallo a tierra, etc.	Básicas (sobrecarga, sobrevoltaje)	Limitadas (sobrecarga y sobrevoltaje)
Interfaz de comunicación	RS485 Modbus integrado	No en modelos básicos	No estándar / limitada
Panel de control desmontable	Sí (opcional)	No	No
Filtros EMC internos	Sí, incluidos	No (requiere externos)	No (requiere externos)

Configuración y software	Fácil, software STARTER o panel frontal	Menú básico con botones	Pantalla básica numérica
Aplicaciones típicas	Automatización, bombas, ventiladores, maquinaria ligera	Ventiladores, compresores pequeños	CNC, bricolaje, ventiladores




El variador Siemens SINAMICS G110 fue seleccionado por las siguientes razones:

- Mayor capacidad de potencia (hasta 3 HP / 2.2 kW): Permite un rango más amplio de aplicaciones y ofrece mayor margen de operación para motores de desplazamiento más exigentes en el sistema.
- Control avanzado V/f con vector modulado PWM: Asegura una regulación de velocidad más precisa y estable, esencial para el movimiento controlado de los blancos móviles.
- Amplio rango de velocidad ajustable: Mejora la capacidad de respuesta del sistema y permite una mejor adaptación a distintas condiciones operativas.
- Protecciones completas integradas: El G110 incluye protecciones contra sobre corriente, sobre temperatura, cortocircuitos y fallos a tierra, lo que garantiza mayor seguridad y confiabilidad durante el funcionamiento continuo.
- Interfaz de comunicación RS485 con Modbus: Compatible con el Siemens LOGO!, facilita la integración con sistemas de monitoreo o SCADA y la comunicación eficiente entre dispositivos.
- Filtros EMC integrados: Elimina la necesidad de instalar filtros adicionales, simplificando el cableado y mejorando la compatibilidad electromagnética del sistema.
- Software de configuración intuitivo: Permite una programación fácil y rápida desde el panel frontal o mediante el software.

4.2.3 Selección de router

Para la conectividad inalámbrica del sistema, se evaluaron tres routers de uso general con capacidad de operación en redes de 2.4 GHz y distintos niveles de prestaciones. La selección consideró la velocidad de transmisión requerida, compatibilidad, consumo energético, facilidad de configuración y costo. La Tabla 11 muestra la comparación de las especificaciones más relevantes entre los modelos considerados.

Tabla 6: Especificaciones técnicas de routes.

Especificaciones	ROUTER TPLINK WIFI 300Mbps	ROUTER DAHUA N3	ROUTER DAHUA AX3000
			
Velocidad inalámbrica	300 Mbps (2.4 GHz)	300 Mbps (2.4 GHz)	574 Mbps (2.4 GHz) + 2402 Mbps (5 GHz)
Puertos Ethernet	4 LAN + 1 WAN (10/100 Mbps)	3 LAN + 1 WAN (10/100 Mbps)	3 LAN + 1 WAN (Gigabit 10/100/1000 Mbps)
Antenas	2 antenas fijas de 5 dBi	2 antenas externas omnidireccionales	4 antenas externas omnidireccionales
Modos de funcionamiento	Solo enrutador	Enrutador, Repetidor	Enrutador, Repetidor
Estándares Wi-Fi	IEEE 80211 b/g/n	IEEE 802.11 b/g/n	IEEE 802.11 b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 6)
Botón WPS/Reset	Sí (WPS/Reset combinado)	Sí (Reset, WPS disponible)	Sí (Reset), WPS disponible

Seguridad inalámbrica	WPA/WPA2	WPA-PSK, WPA2-PSK, WPA2-MIXTO	WPA/WPA2/WPA3, Wi-Fi para invitados, control parental
Fuente de alimentación	9V / 0.6A	12V / 0.5 ^a	12V / 1.5 ^a




A pesar de la disponibilidad de routers más avanzados como el Dahua AX3000, el TP-Link WiFi 300 Mbps fue seleccionado por su excelente relación costo–beneficio, siendo completamente adecuado para los requerimientos del sistema. La decisión se justifica por los siguientes puntos:

- Velocidad suficiente para la aplicación: Aunque el AX3000 ofrece velocidades superiores, los 300 Mbps del TP-Link en la banda de 2.4 GHz son más que suficientes para los requerimientos de comunicación del sistema, que se limita al envío de señales de control y transmisión de datos de bajo volumen entre el controlador y el sistema de visualización.
- Mayor número de puertos Ethernet: El TP-Link cuenta con 4 puertos LAN + 1 WAN, lo que permite una conexión directa a múltiples dispositivos sin necesidad de switches adicionales
- Menor consumo energético: Requiere solo 5.4 W, mientras que el Dahua AX3000 consume hasta 18 W, lo que representa un ahorro energético importante para instalaciones de operación continua o alimentadas mediante sistemas portátiles o de respaldo.
- Simplicidad de configuración: Su modo exclusivo como enrutador evita interferencias o complejidades innecesarias en la red, simplificando la puesta en marcha del sistema.

4.2.4 Selección de fuente

La fuente de alimentación seleccionada debe proporcionar una salida de 24 V DC con suficiente corriente para alimentar de manera confiable los actuadores, sensores y dispositivos de control del sistema de blancos móviles. Para ello, se evaluaron tres modelos comerciales, cuyas especificaciones se detallan en la Tabla 12.

Tabla 7: Especificaciones técnicas de fuente de 12V.

	EVL TPS-2405\	Autonics SPB-120-24	WAGO 787-732
Características			
Voltaje de entrada	120–240 V AC (selector manual)	100–240 V AC	100–240 V AC
Voltaje de salida	24 V DC (ajustable)	24 V DC	24 V DC
Corriente de salida	5 A	5 A	5 A
Potencia	120 W	120 W	120 W
Protecciones	Sobretensión, sobrecorriente	Sobrecarga, cortocircuito	Cortocircuito, sobrecarga, sobretensión
Indicadores LED	Sí	Sí	Sí (DC-OK)
Montaje	Superficie	Riel DIN	Riel DIN
Dimensiones (mm)	198 × 98 × 42	125 × 113 × 40	110 × 136 × 92

A pesar de que las tres fuentes ofrecen las mismas capacidades eléctricas nominales (24 V, 5 A, 120 W), la EVL TPS-2405 fue seleccionada por su sobresaliente relación entre costo, funcionalidad y adaptabilidad al sistema. A continuación, se detallan los motivos técnicos que justifican su elección:

- **Compatibilidad eléctrica total:** Proporciona la misma salida de 24 V DC y 5 A que las opciones de Autonics y WAGO, garantizando la correcta alimentación de los componentes del sistema.
- **Protecciones integradas suficientes:** Aunque la fuente WAGO ofrece una gama más amplia de protecciones, la EVL TPS-2405 cubre las más críticas para este tipo de sistemas: sobretensión y sobrecorriente, protegiendo los dispositivos de fallas eléctricas comunes.
- **Versatilidad de entrada:** Acepta voltajes de entrada de 120 a 240 V AC con selector manual, facilitando su adaptación en diferentes entornos eléctricos.
- **Indicador LED de estado:** Permite una verificación rápida del funcionamiento del sistema de alimentación.
- **Dimensiones reducidas:** Aunque no es la más compacta, su diseño de montaje en superficie permite una instalación sencilla y económica en tableros eléctricos o cajas de control sin requerir riel DIN.

4.2.5 Selección de motor para movimiento horizontal de blanco móvil

Para la selección del motor se inició con el modelamiento del sistema que va a transportar el blanco móvil tal como se muestra en la figura 2. Con el objetivo de encontrar el peso total para el cálculo de la potencia necesaria para que el motor pueda poner en movimiento el blanco móvil.

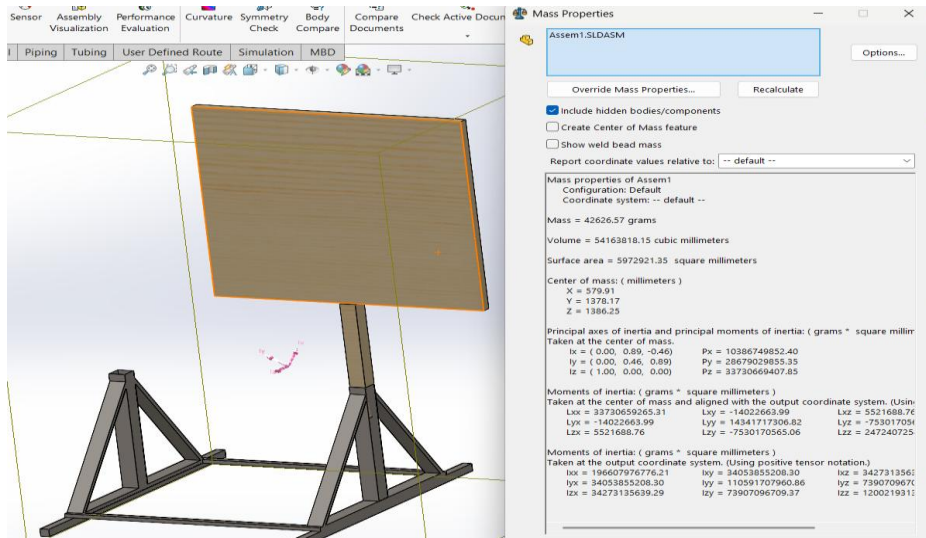


Figura 2: Propiedades de masa de base y blanco móvil.

La figura 2 muestra una masa de 42,63 kg lo que permitió encontrar la fuerza de la siguiente manera:

$$\sum f_y = 0$$

$$N_a - W = 0$$

Donde:

$$W = m * g$$

$$W = 42,63kg * 9,81m/s$$

$$N_a = W = 418,2N$$

Debido a que la fuerza que debe aplicar el motor es mayor cuando el objeto está en reposo y debe superar la fuerza de la inercia se considera que:

$$\sum f_x = 0$$

$$F - F_r + F_{inercia} = 0$$

Donde:

F = Tensión aplicada en el cable que hala el blanco.

F_r = Fricción producida en el desplazamiento por las llantas.

$F_{inercia}$ = Fuerza producida por la inercia.

$$F = F_r + F_{inercia}$$

$$F = \mu_s * N_a + m * \frac{v}{t}$$

Sabiendo que el coeficiente de fricción estático entre el caucho de las llantas y el cemento es de 0,3 se obtiene una tensión en el cable de:

$$F = 0,3 * 418,2N + 42,63kg * \frac{0,4m * s}{s}$$

$$F = 146,775N$$

Posterior al cálculo estático del blanco móvil, se realizó también el cálculo dinámico, en donde se descarta la fuerza de inercia ya que el cuerpo ha dejado de estar en reposo y se encuentra en movimiento a una velocidad constante. En esta etapa, el único esfuerzo que el motor debe vencer es la fricción dinámica entre las ruedas y el perfil tipo C. por lo tanto el análisis se realizó de la siguiente manera:

$$F = F_r + ma$$

$$F = \mu_k * N_a + ma$$

$$F = 0,02 * 418,2N + 0$$

$$F = 8,364$$

Como se pudo observar la fuerza es mayor en el momento de arranque del motor ya que el sistema debe vencer el momento de inercia dando una fuerza de 338,61 N

Considerando que el eje del motor está conectado a un disco que permite el movimiento del blanco móvil, permite calcular el torque necesario que debe producir el motor lo cual se realizó de la siguiente manera:

$$T = F * r$$

Donde:

T=torque necesario para mover el sistema

r = radio del disco anclado al eje del motor

$$T = 146,775N * 0.10m$$

$$T = 14,7Nm$$

Debido a que el motor va a tener un control de velocidad se plantea para el cálculo una velocidad lineal del móvil máxima de 0,4m/s con el objetivo de encontrar la potencia que debe producir el motor.

$$P = F * v$$

Donde:

P= potencia del motor

v= velocidad lineal del blanco móvil

$$P = 146,775N * 0,4m/s$$

$$P = 73,38W$$




Considerando una eficiencia de 80% se obtendría una potencia de

$$P = \frac{73,38W}{0,8} = 91,73W$$

Con estos datos se procede a realizar una selección del motor como se detalla a continuación.

Para el desplazamiento horizontal del blanco móvil se evaluaron tres motores monofásicos de inducción de 1/6 HP (0.12 kW), considerando criterios como velocidad, consumo de corriente, tipo de carcasa, clase de aislamiento, facilidad de montaje y precio. La comparativa detallada se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Especificaciones técnicas de motor para desplazamiento horizontal.

	Motor Thompson YL	Baldor L3509	WEG R60 - 1/6 HP Monofásico
Características			
Tipo	Inducción monofásica	Inducción monofásica	Inducción monofásica
Potencia (HP / kW)	1/6 HP (0.12 kW)	1/6 HP (0.12 kW)	1/6 HP (0.12 kW)
Voltaje de entrada	120 V	115 V	110–127 V
Frecuencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Corriente nominal	3:00 a. m.	2.5 A	2:00 a. m.
N.º de fases	1 (monofásico)	1 (monofásico)	1 (monofásico)
Clase de aislamiento	A	B	B
N.º de polos / Velocidad	4 polos / 1720 RPM	4 polos / 1200 RPM	4 polos / 1300 RPM
Temperatura máxima de operación	60 °C	70 °C	65 °C
Carcasa	Metálica	Carcasa ODP (abierta, ventilada)	Carcasa TEFC (cerrada)
Montaje	Base fija	Base rígida	Base universal

El motor Thompson YL fue seleccionado por las siguientes razones técnicas y económicas:

- Velocidad de giro superior de 1720 RPM: Su velocidad nominal es mayor en comparación con los modelos Baldor de 1200 RPM y WEG de 1300 RPM, lo que permite un movimiento más rápido del blanco móvil en recorridos horizontales, optimizando los tiempos de respuesta del sistema.

- Compatibilidad eléctrica directa: Opera a 120 V, lo cual es totalmente compatible con la alimentación doméstica y con el resto de la instalación eléctrica del sistema, sin necesidad de adaptadores o transformadores.
- Carcasa metálica resistente: Aunque no es cerrada como la TEFC del WEG, la carcasa metálica del motor Thompson es robusta y adecuada para ambientes de trabajo controlados, lo cual facilita su mantenimiento y al mismo tiempo reduce el costo en comparación con los modelos más caros.
- Montaje sencillo: Cuenta con una base fija que permite una instalación rápida y segura, ideal para estructuras personalizadas como las que se diseñan en sistemas de blancos móviles.

4.2.6 Diseño del sistema fotovoltaico

Debido a que el campo de entrenamiento se encuentra en un sitio aislado de energía eléctrica, resulta necesario la adquisición de equipos que suministren energía tanto en DC para ello se deberá seleccionar un panel solar basándose en especificaciones técnicas necesarias para el sistema las cuales se presentan a continuación.

El panel solar está destinado para la alimentación del router el cual proporcionara una red wifi en el campo de entrenamiento, sabiendo que el panel durante el día la radiación solar puede variar se plantea un sistema de alimentación compuesto de un panel solar, una batería y un controlador de carga, para encontrar las especificaciones técnicas de cada componente se empezó calculando la potencia consumida por el router TpLynk de la siguiente manera.

$$P = V * I$$

Donde:

P: Potencia consumida

V: Voltaje de operación del router

I: Corriente que consume el router

$$P = 9V * 0.6A$$

$$P = 5.4W$$

Esta potencia se encontró con ayuda de la corriente y voltaje obtenidos de las especificaciones técnicas del router, dando un total de 5.4W lo cual sirvió para calcular el consumo diario del equipo tomando en cuenta un entrenamiento de 6 horas por día.

$$CD = P * T$$

Donde:

CD: Consumo diario

T: tiempo de consumo

$$CD = 5,4W * 6H$$

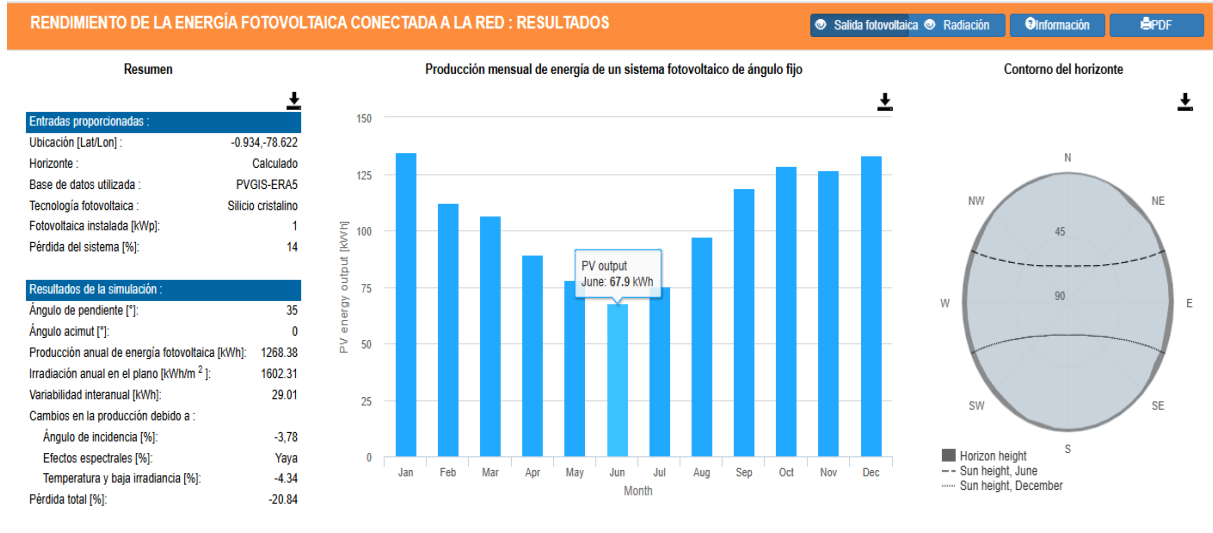
$$CD = 32,4WH/dia$$

A continuación, se procede a calcular la potencia mínima del panel solar, para esto es necesario encontrar las horas pico solares (HSP) para lo cual se realizó una investigación por medio del centro científico de la unión europea que brinda asesoramiento en áreas como cambio climático, energía, tecnología digital, etc. En la figura 3 se puede observar el grado de inclinación que deberían tener los equipos fotovoltaicos en la regio de Latacunga y la potencia fotovoltaica máxima instalada de 1 KWp.

The image shows a screenshot of the PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) web application. On the left is a map of the Latacunga region in Ecuador, with a blue location pin. The right side of the interface contains configuration options for a solar energy simulation. The 'CURSOR' section shows coordinates (-0.934, -78.620) and an elevation of 2751m. The 'UTILICE SOMBRAS DE TERRENO' section has 'Horizonte calculado' checked. The main configuration area is titled 'RENDIMIENTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED' and includes settings for the radiation database (PVGIS-ERA5), technology (Silicio cristalino), installed power (1 kWp), system loss (1%), and mounting options (Independent position, 35° slope). There are also input fields for electricity price, interest rate, and system lifetime.

Figura 3: Interfaz de plataforma de centro científico de UE.

Una vez escogida la región en la que se va a trabajar el sistema proporciona la potencia fotovoltaica para cada mes del año, en la figura 4 se observa que el mes con menor potencia es junio obteniendo un valor de 67,9KWh/mes.



Última actualización : 18/12/2024 Arriba

Figura 4: Rendimiento de energía por mes.

Esta información de potencia que proporciona la plataforma el centro científico de investigación EC, permitió el cálculo de HSP con la siguiente formula:

$$HSP = \frac{PotenciaFotovoltaica}{30días}$$

$$HSP = \frac{67,9kWh}{30} = 2,26 \frac{h}{día}$$

Para el cálculo de la potencia necesaria por los paneles se realizó tomando en cuenta un factor de seguridad de 70% como se muestra a continuación:

$$PotenciaNecesaria = \frac{consumoDiario}{HPS * eficiencia}$$

$$PotenciaNecesaria = \frac{32,4Wh}{2,26h * 0,7} = 20,49W \approx 30W$$

Debido a que en el mercado se encuentran paneles de 20W y de 30W se escoge el de 30W para no trabajar al límite en potencia, con estos datos se procedió al cálculo del número de paneles solares, para eso se realizó un cálculo de la energía que proporciona el panel solar, de la siguiente manera:

$$energiaUtil = 30W * 2.26h * 0,7 = 45,5Wh$$

Relación:

$$\frac{energiaUtil}{consumoDiario} = \frac{32,4Wh}{47,5Wh} = 0,68$$

Esta relación indica que un panel de 30W es suficiente para alimentar al router.

Para la selección de la batería y el controlador de carga fue necesario el cálculo de capacidad y carga como se muestra a continuación:

$$Capacidad(Ah) = \frac{consumoDiario}{V * profundidad\ útil}$$

Donde:

Profundidad útil: porcentaje de descarga para evitar daños de la batería

V: voltaje

$$Capacidad(Ah) = \frac{32,4Wh}{12V * 0,8} = 3,38Ah \approx 4Ah$$

Corriente del controlador de carga

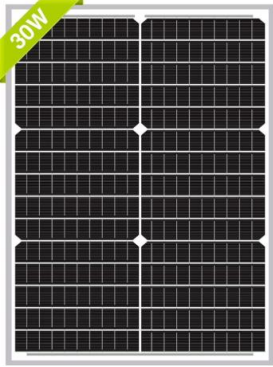
$$I = \frac{PotenciaNecesaria}{voltaje}$$

$$I = \frac{30W}{12V} = 2,5A \approx 3A$$

Una vez obtenido las especificaciones técnicas se seleccionó los componentes que se muestran a continuación.


En la Tabla 9 se muestra las especificaciones técnicas de un panel solar de 30W el cual fue seleccionado debido a que se ajusta a las necesidades del sistema fotovoltaico pequeño, este está hecho con materiales resistentes como aluminio y vidrio templado garantizando durabilidad en los exteriores y sus conectores MC3 y MC4 que permiten una conexión fácil y segura.

Tabla 9: Especificaciones técnicas de panel solar.

Panel solar	
Característica	
Marca	Newpowa
Potencia nominal	30W
Voltaje nominal	12V
Material	Aluminio, vidrio templado, EVA
Dimensiones (pulgadas)	19.29" x 14.37" x 1.1"
Eficiencia	Alta eficiencia
Tipo de conector	MC3 o MC4

La tabla 10 muestra un controlador de 10A a 12v MPPT, lo cual cumple con las características del sistema diseñado y aprovecha al máximo la potencia generada por el panel solar, además cuenta con múltiples protecciones electrónicas como: protecciones contra cortocircuito, sobrecarga, polaridad inversa, y circuito abierto.

Tabla 10: Especificaciones técnicas de controlador MPPT.

Controlador MPPT	
Característica	
Voltaje clasificado	12V / 24V automático
Corriente nominal	10 ^a
Salida USB	5V / 3 ^a
Pantalla	LCD, configuración con una tecla
Temperatura de operación	-35 °C a 60 °C
Funciones adicionales	Temporizador, sensor de luz
Indicación	Pantalla con funciones de monitoreo

La tabla 11 muestra las especificaciones técnicas de una batería Ultracell de 12V y 4Ah como sistema de almacenamiento el cual se usará cuando el panel solar no pueda proporcionar energía al sistema.

Tabla 11: Especificaciones técnicas de batería.

Batería Ultracell

Especificaciones



Voltaje 12 V

Capacidad 4 Ah



Energía total 48 Wh (12V × 4Ah)

Uso recomendado Sistemas solares pequeños

4.2.7 Selección de motor para movimiento vertical de blanco móvil

Para el accionamiento vertical del blanco móvil se evaluaron tres motores monofásicos de inducción de ¼ HP (0.19 kW), considerando aspectos clave como eficiencia energética, consumo de corriente, tipo de montaje, velocidad nominal y costo. La Tabla 12 presenta la comparación técnica entre los modelos analizados.

Tabla 12: Especificaciones técnicas de motores para desplazamiento vertical.

	WEG	Dayton 3K091K	Baldor L3509
Características	1AG4PBB0L0AR03		



Potencia (HP / kW)	¼ HP / 0.19 kW	¼ HP / 0.19 kW	¼ HP / 0.19 kW
Voltaje	127 / 220 V	115 / 208–230 V	115 / 208–230 V
Frecuencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Corriente nominal	1.53 A (127 V) / 0.88 A (220 V)	3.8 A (115 V) / 1.9 A (230 V)	3.8 A (115 V) / 1.9 A (230 V)
Velocidad nominal	1720 RPM	1725 RPM	1725 RPM
Tipo de rotor	Jaula de ardilla	Jaula de ardilla	Jaula de ardilla
Tipo de carcasa	ODP (abierta)	ODP (abierta)	ODP (abierta)
Clase de aislamiento	B	B	B
Montaje	Brida C	Base	Base
Aplicaciones típicas	Uso general, agrícola, bombas pequeñas	Ventiladores, bombas, herramientas pequeñas	Ventiladores, bombas, herramientas pequeñas
Precio estimado en Ecuador	USD 100–120	USD 130–150	USD 140–160
Características	WEG 1AG4PBB0L0AR03	Dayton 3K091K	Baldor L3509

El motor WEG 1AG4PBB0L0AR03 fue seleccionado debido a las siguientes ventajas técnicas y económicas:

- Menor consumo eléctrico: Su corriente nominal de 1.53 A a 127 V es significativamente menor en comparación con los modelos Dayton y Baldor (ambos con 3.8 A a 115 V), lo que implica una mayor eficiencia energética y menor generación de calor en operación continua. Esta característica es especialmente relevante para mecanismos verticales, donde el consumo puede incrementarse por efecto de la gravedad.

- Versatilidad de voltaje: Puede operar tanto a 127 V como a 220 V, lo que permite una mayor flexibilidad de instalación en diferentes entornos eléctricos sin necesidad de adaptadores o transformaciones costosas.
- Sistema de montaje mediante brida tipo C: Este tipo de montaje es ideal para aplicaciones donde se requiere acoplamiento directo a mecanismos como actuadores lineales o reductores, facilitando una alineación precisa y compacta en sistemas verticales donde el espacio es limitado. A diferencia del montaje en base, la brida proporciona una fijación frontal más estable y centrada.

4.3 DISEÑO ELÉCTRICO

Para el diseño eléctrico se empezó con un diagrama que permite observar todos los componentes como se muestra en la figura 5, el objetivo de este diagrama es identificar la distribución de energía desde la energización hasta el control de velocidad de los motores.

La alimentación cuenta con 2 componentes que son el panel soldar que suministra 12V DC para energizar el router que permite la comunicación inalámbrica y un generador eléctrico entrega 110V AC al variador de frecuencia para habilitarlos. El control y comunicación del sistema cuenta con el siemens LOGO! que es el componente más importante del sistema de control ya que recibe señales desde pulsadores, paro de emergencia y la aplicación móvil desarrollada en unity conectada por Wi-Fi al router, permitirá el control remoto y enviara una señal análoga al variador de frecuencia el cual se encargara de habilitar los motores a la velocidad deseada tanto de los blancos móviles horizontales habilitados con el motor Thomson como los blancos con desplazamiento vertical ayudados por el motor de la marca WEB.

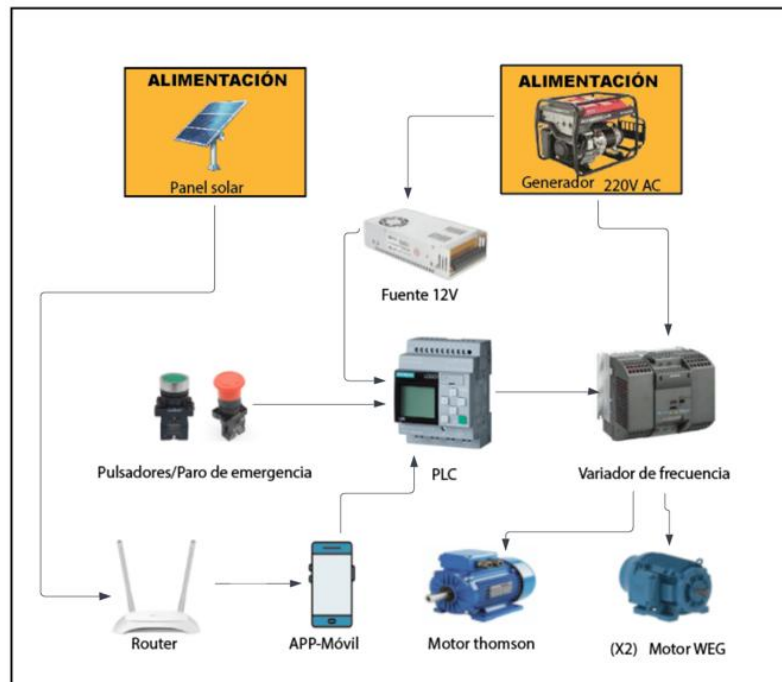


Figura 5: Diagrama conceptual eléctrico

A continuación se presenta el diseño del circuito de control mostrado en la figura 6, esta muestra un sistema de automatización eléctrica diseñado para controlar tres motores trifásicos mediante el uso de variadores de frecuencia, bajo la supervisión de un controlador Siemens LOGO!. Este diseño está pensado para garantizar el arranque y paro seguro de motores, así como la posibilidad de variar su velocidad según condiciones de operación determinadas por sensores o entradas de usuario.

El sistema cuenta con una alimentación eléctrica monofásica proveniente de un generador eléctrico protegida por un interruptor termomagnético, el cual actúa como protección principal contra sobrecargas o cortocircuitos.

En el circuito de control se incluye un pulsador de inicio y dos pulsadores digitales, conectados a las entradas del LOGO!. Estas señales permiten al controlador lógico tomar decisiones para accionar o detener los motores según la lógica programada. El Siemens LOGO!, ubicado en el centro del diagrama, recibe estas entradas y, a través de sus salidas digitales, controla los variadores de frecuencia conectados a continuación.

Cada uno de los dos variadores de frecuencia recibe señales desde el controlador para gestionar el funcionamiento de los respectivos motores trifásicos. Estos variadores no solo permiten el

arranque y paro suave de los motores, sino también el control preciso de su velocidad mediante modulación de frecuencia, lo que incrementa la eficiencia energética del sistema.

El uso de variadores de frecuencia añade una capa de protección adicional para los motores, al evitar picos de corriente en el arranque, y permite un control dinámico adaptable a distintos requerimientos de proceso. Este diseño modular facilita el mantenimiento y la estabilidad del sistema.

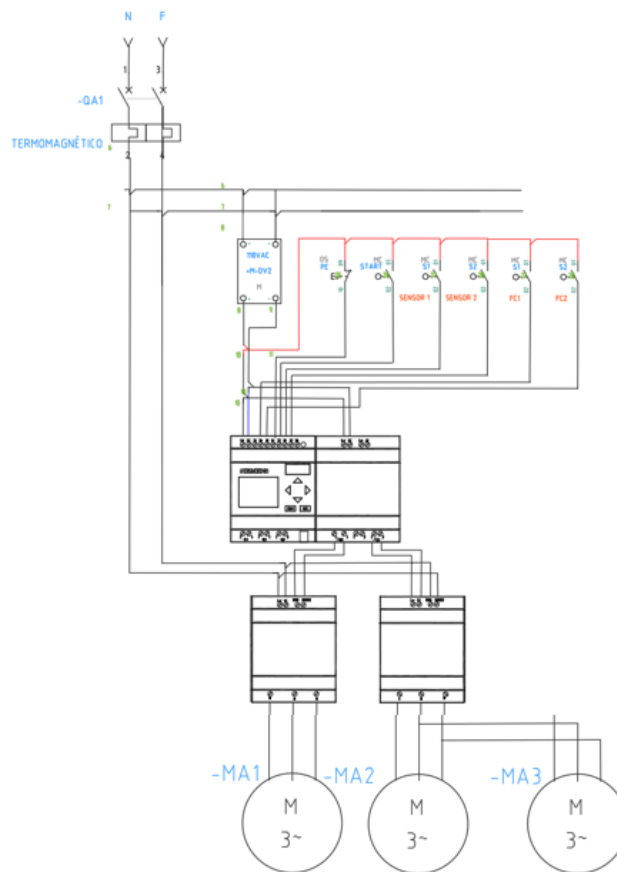


Figura 6: Circuito de control del sistema de blancos móviles

4.3.1 Distribución de componentes en el plano arquitectónico del área de entrenamiento

La figura 6 muestra la distribución de componentes, la estructura está diseñada para la ubicación del motor Thomson el cual permitirá el desplazamiento horizontal del blanco móvil por medio de poleas y en cada extremo se ubica finales de carrera para que el LOGO sepa cuando el motor debe invertir el giro para así regresar a la posición inicial el blanco móvil horizontal. También cuenta con un espacio para la ubicación de 2 motores WEG que permitirán el desplazamiento vertical los blancos móviles verticales con ayuda de un sistema engrane cremallera. La

alimentación de cada motor y final de carrera deberá pasar por lugares estratégicos como muestra la figura 7 hasta llegar al tablero de control que es en donde se conectan al siemens LOGO y los variadores de frecuencia para el control de velocidad y giro de los motores.

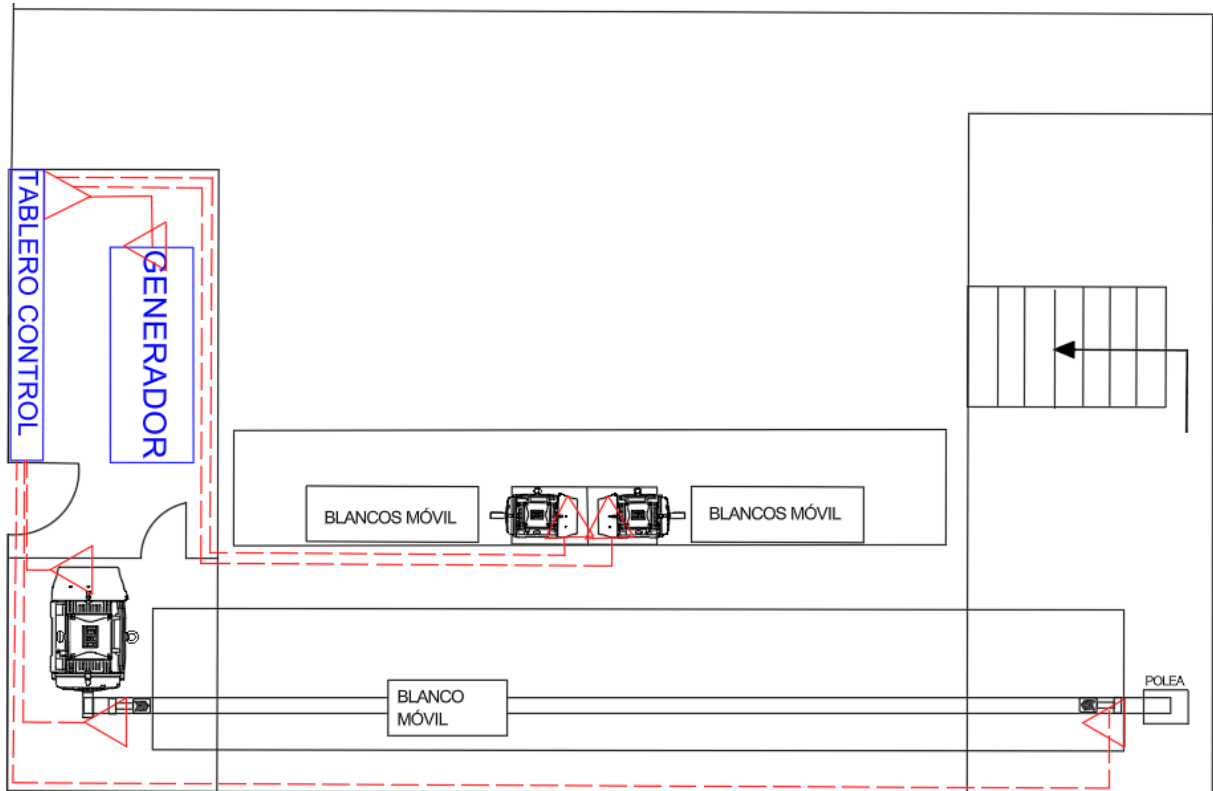


Figura 7: Diagrama de conexión eléctrica del sistema de blancos móviles.

4.4 Puesta a tierra

Para el sistema de blancos móviles es necesario una puesta a tierra para la protección a las personas de descargas eléctricas, protección a los equipos como el LOGO, motores y sensores de sobrevoltajes o fallas eléctricas. Esto permite garantizar el buen funcionamiento del sistema y disipa cargas estáticas y sobretensiones.

Para ello es necesario calcular el número de varillas, seleccionar el cable para conectar a tierra y seleccionar el electrodo de la puesta a tierra.

Como primer paso se seleccionó una varilla de 5/8" de diámetro y 1,80 m de largo, fabricada en acero cobreado, ya que constituye un estándar mundial en sistemas de puesta a tierra. Esta

elección se debe a que ofrece un buen equilibrio entre conductividad eléctrica, resistencia mecánica y durabilidad frente a la corrosión.

Para calcular la puesta a tierra se debe tener como objetivo lograr una resistencia menor a 25 Ω , para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi L} * \left(\ln \left(\frac{4L}{d} \right) - 1 \right)$$

Donde:

- ρ =Resistividad estimada del terreno 100 Ωm
- L=Longitud de la varilla 1,80 m
- D=Diámetro de la varilla 0,016m (5/8)

$$R_t = \frac{100\Omega\text{m}}{2\pi * 1,8} * \left(\ln \left(\frac{4 * 1,8}{0,016} \right) - 1 \right)$$

$$R_t = 21,6 \Omega$$

Debido a que la resistencia menor a 25 Ω no se debe añadir barras adicionales para dividir la resistencia de la siguiente manera:

Como se observa, la resistencia baja a 21,6 Ω al utilizar cinco varillas, lo cual indica que el sistema de puesta a tierra cumple con los requisitos normativos para una instalación segura y eficiente. Este valor garantiza una disipación adecuada de corrientes de falla y transitorios eléctricos, protegiendo tanto a las personas como a los equipos electrónicos sensibles, como el PLC, motores y electroválvulas. Además, al mantenerse por debajo del umbral recomendado de 10 Ω , se asegura una correcta operación de los dispositivos de protección diferencial y se minimiza el riesgo de tensiones peligrosas en las carcasas metálicas de la instalación.

4.5 Programación del controlador lógico programable

Para realizar la programación del logo 8, se empezó realizando un diagrama de flujo como se muestra en la figura 8 con el objetivo de seguir como guía en la programación de logo Soft, este diagrama muestra detalladamente los pasos que se deben seguir durante el proceso, primero

empieza el sistema al presionar el botón de inicio, el usuario tendrá 2 opciones para interactuar con los blancos móviles, de forma vertical y horizontal representados con los pulsadores 1 y 2, al presionar el botón 1 el sistema deberá poner en accionar el motor de modo que con ayuda de un sistema mecánico de polea el blanco móvil se desplace de forma horizontal, una vez que el blanco toca el final de carrera se envía una señal al LOGO! con el objetivo de hacerle saber que el sentido de giro del motor debe cambiar, de la misma forma el blanco móvil se desplazara hasta retornar a su punto de inicio donde tocara el final de carrera y se repetirá el desplazamiento hasta que el usuario presione el botón stop, o el paro de emergencia. Si el usuario presiono el botón 2 se activarán dos motores que acoplados a un sistema de engrane cremallera permitirán el desplazamiento vertical de los blancos móviles de modo que el blanco salga a la vista de los soldados y se esconda bajo la superficie cada cierto tiempo, retornando de la misma manera con ayuda de finales de carrera y saliendo del bucle con ayuda de stop o paro de emergencia.

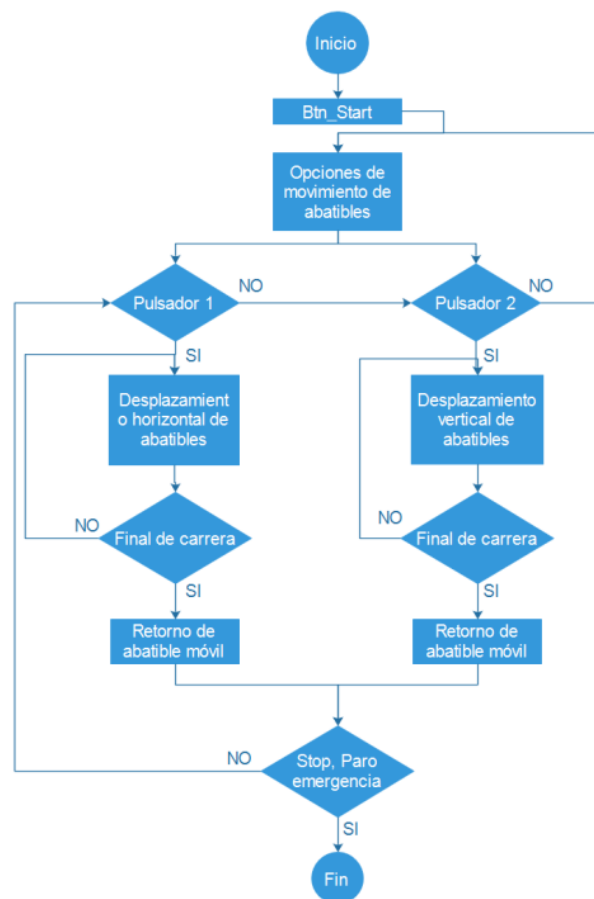


Figura 8: Diagrama de flujo de la programación del LOGO.

4.6 Programación de APK

Dado que muchas plataformas para el desarrollo de interfaces tienen limitaciones en la cantidad y tipo de objetos disponibles como botones, sliders, pulsadores o indicadores y requieren un plan de suscripción mensual para desbloquear funcionalidades avanzadas, es por esto que se planteó como alternativa el desarrollo de una aplicación personalizada utilizando Unity 3D.

Esta herramienta, en conjunto con Visual Studio y librerías como Sharp7, permite implementar una interfaz gráfica flexible y robusta, ¡facilitando la comunicación directa entre un dispositivo móvil y el controlador LOGO! 8.3 de Siemens, sin incurrir en costos adicionales por licencias comerciales.

Para el desarrollo de esta aplicación se empezó diseñando un menú para el usuario como se muestra en la figura 9. Este cuenta con 3 botones iniciales que son los siguientes, empezar, opciones y salir, el botón iniciar es el que habilita todo el sistema, el botón opciones desglosa un segundo menú que permitirán al usuario escoger entre blancos abatibles o blancos móviles y finalmente cada botón de blancos desglosara un tercer menú que permite al usuario escoger si presiono el botón de blancos abatibles entre 5 opciones de secuencias mientras que si presiona el botón de blanco móvil, tiene la opción de movimiento horizontal y movimiento vertical de los blancos móviles.



Figura 9: Menú de opciones de App Móvil.

Esta interfaz se realizó con ayuda de las opciones que presenta los botones creados como `Button-TextMeshPro`, en la figura 11 se presentan las configuraciones que permite realizar unity desde inspector, entre ellas están, posición, ancho, alto, transparencia, imagen, colores y función al dar un click.

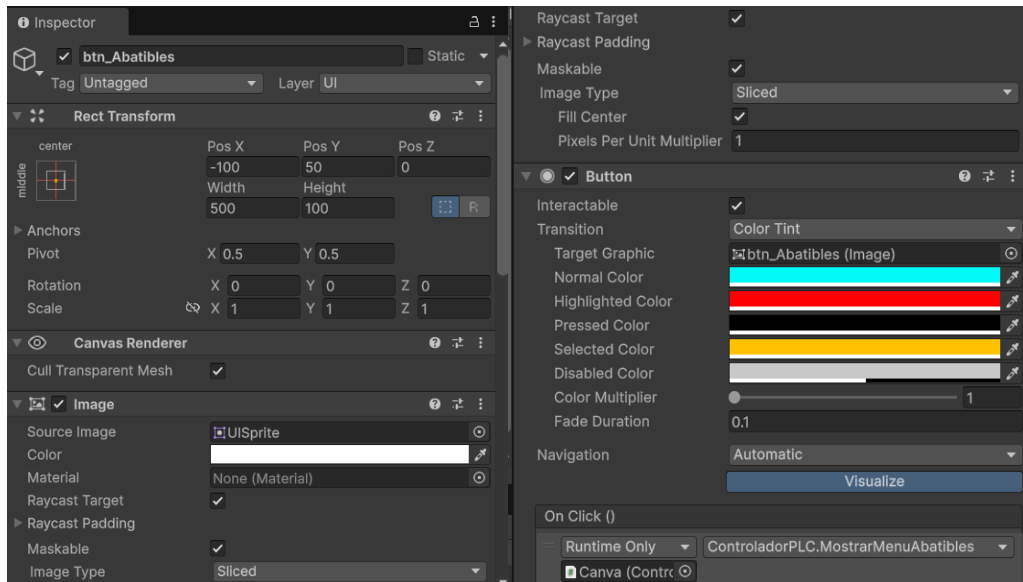


Figura 10: Ventana de inspector de opciones de botón.

La programación de la interfaz se realizó en Visual Studio, dentro del entorno de Unity, y haciendo uso de la librería Sharp7, que permite la comunicación con LOGO 8.3 Siemens mediante el protocolo S7. A continuación, se detallan los bloques más importantes del código que permiten establecer la conexión con el PLC y ejecutar acciones mediante botones.

```
using Sharp7;
```

```
using UnityEngine;
```

```
using UnityEngine.SceneManagement;
```

```
using UnityEngine.UI;
```

```
using System.Collections;
```

Estas directivas permiten acceder a funciones clave:

- `using Sharp7`; habilita el uso de la librería Sharp7 para comunicarse con el PLC Siemens.
- `using UnityEngine, SceneManager` y `UI` son necesarias para manejar la lógica del juego, la interfaz gráfica y las escenas dentro de Unity.
- `using System.Collections`; permite usar rutinas de ejecución en paralelo como corrutinas, útiles para tareas como temporizadores o animaciones.

Luego la conexión al LOGO de la siguiente manera:

```
private string plcIp = "192.168.0.130";

client = new S7Client();

int result = client.ConnectTo(plcIp, rack, slot);
```

Se puede ver que se crean algunas variables y funciones que se utiliza de la siguiente manera:

- `plcIp` almacena la dirección IP del PLC en la red local.
- `client` es una instancia de `S7Client`, el objeto que gestiona la conexión.
- `ConnectTo(...)` intenta establecer comunicación con el LOGO!.

Finalmente, la acción del botón, que a continuación se mostrara un ejemplo para lectura y escritura de una marca.

```
public void EncenderMarcaM01() // Encender movil vertical
{
    int read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 0, true); // M0.0
        int write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
    }
}
```

```

if (write != 0)
    Debug.LogError("Error al escribir M0.1: " + client.ErrorText(write));
}
}

```

Esta función se ejecuta al presionar un botón y realiza lo siguiente:

- MBRead(0, 1, buffer) lee 1 byte desde la dirección de memoria Merker M0.0 del LOGO y guarda los datos en el arreglo buffer.
- Si la lectura (read) fue exitosa, se modifica el primer bit (M0.0) del buffer con SetBitAt(...), estableciéndolo en true, es decir, activado.
- Luego, MBWrite(0, 1, buffer) escribe de nuevo el byte modificado en el LOGO, aplicando el cambio en la marca.
- Si ocurre un error en la escritura, se muestra en la consola de Unity un mensaje de error con la descripción correspondiente gracias a client.ErrorText(write).

Al seleccionar cualquier opción de blanco móvil la aplicación iniciara la segunda escena en la cual se desarrolló un entorno similar al campo de entrenamiento de la Brigada Patria N°9, los avatares representaran los blancos móviles como se observa en la figura 12. que se deslizaran de acuerdo al tipo de movimiento seleccionado.



Figura 11: Interfaz de animación de campo de entrenamiento.

Esto se logró gracias a que unity ofrece la opción de crear un objeto como terreno como se muestra en la figura 11 en el cual se puede modificar al gusto con ayuda de un pincel para darle formas montañosas con ayuda de las opciones que ofrece en el inspector de unity.

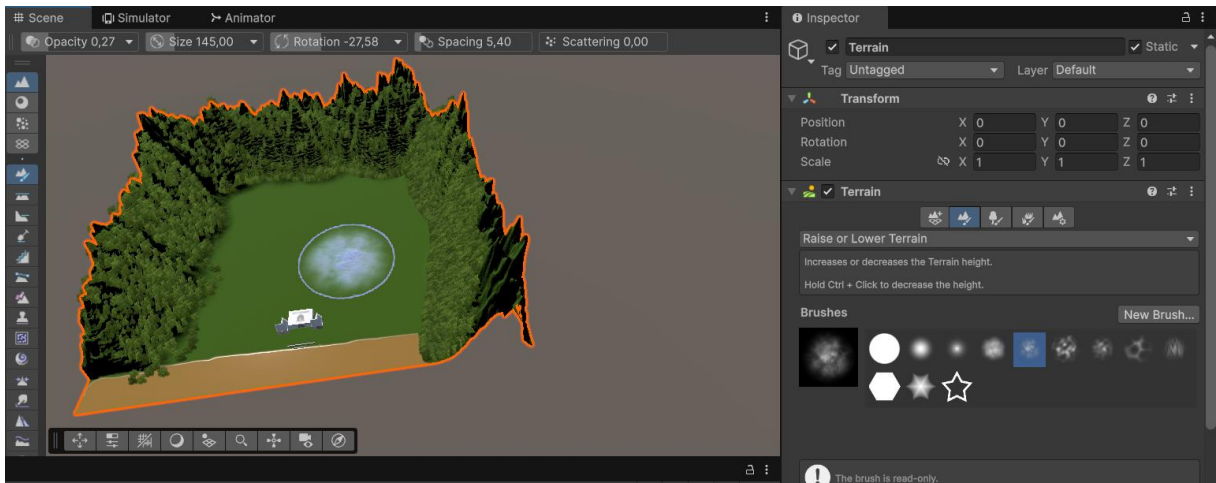


Figura 12: Desarrollo de terreno en Unity.

Una vez creado el terreno se procede con el darle texturas al terreno como el césped como se muestra en la figura 12 y la generación de árboles desde las mismas opciones del inspector lo cual permite con ayuda de un pincel generar un grupo de árboles en el área escogida, para esta aplicación se desarrolló un ambiente similar al encontrado en el campo de entrenamiento Brigada Padria N° 9.

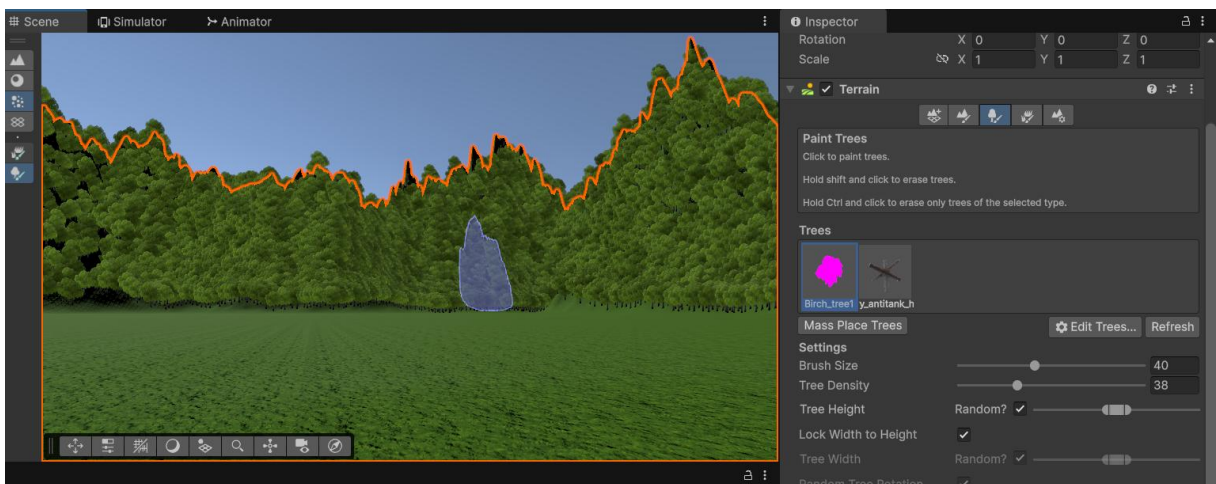


Figura 13: Ventana de diseño de textura para terreno en Unity.

A continuación, se crearon los objetos que se presentan la figura 14 para lo cual se descargó de la misma biblioteca de unity varios grupos de objetos, se seleccionó el deseado y se añadió la

textura como imágenes y logos de las fuerzas armadas con el objetivo de darle un estilo militar, con las opciones del inspector de Unity se logra escalar el objeto, darle una ubicación y seleccionar la forma deseada del objeto.

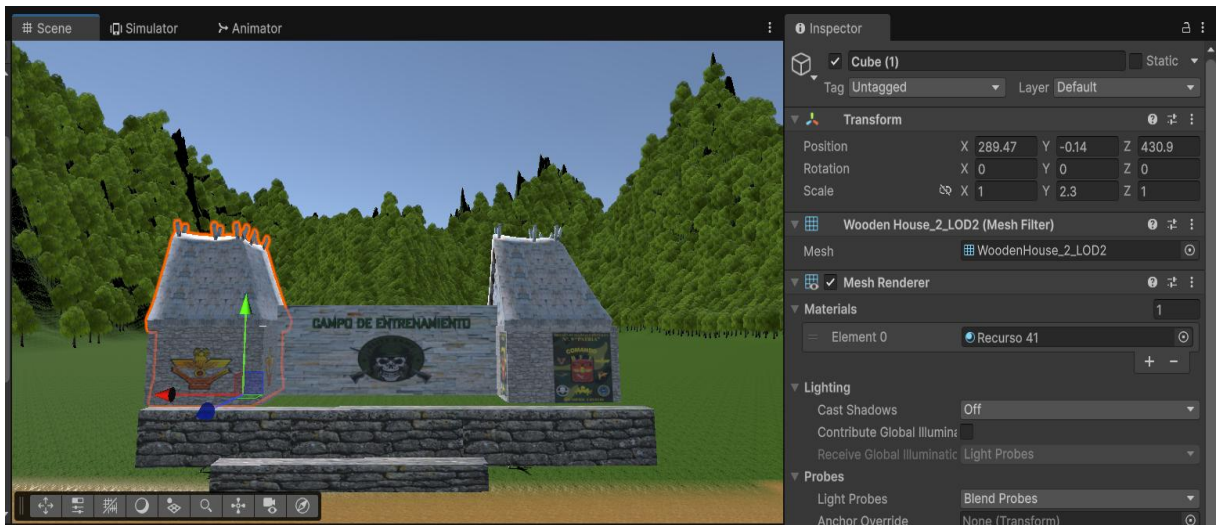


Figura 14: Ventana de inspector de objetos.

Para la creación de los avatares que se muestra en la figura 15, se descargó desde la plataforma Mixamo el cual proporciona distintas figuras y posiciones que desee el usuario, se presiona en descargar y se carga en la carpeta de Unity en la que se está guardando el proyecto.

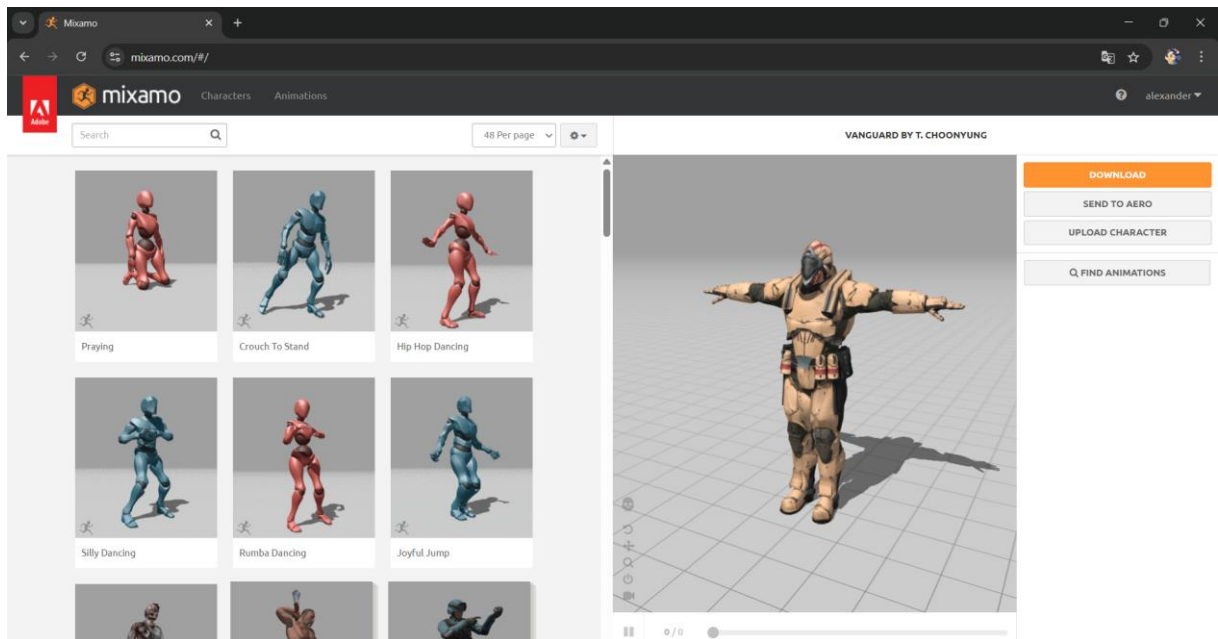


Figura 15: Interfaz de página Mixamo.

Una vez descargado, se crea un objeto y desde las opciones del inspector se procede a cargar el avatar y posición descargado, además se puede cargar un script para poder realizar cualquier tipo de animación e ingresar parámetros según la programación realizada como se muestra en la figura 16.

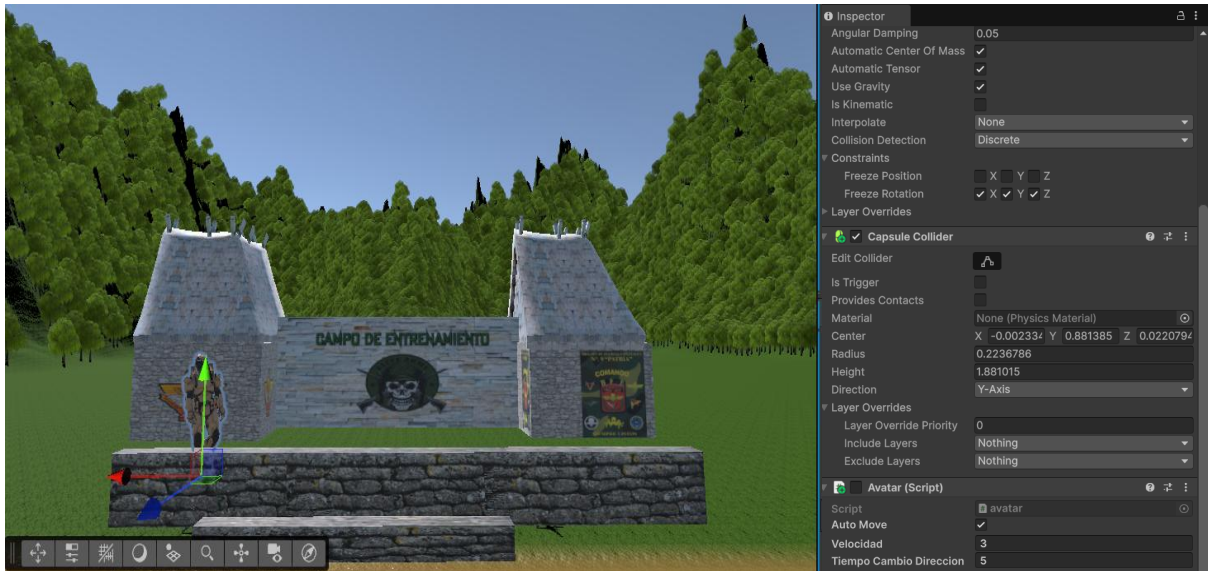


Figura 16: Ventana de inspector de avatares

Para el control del desplazamiento horizontal de un avatar en la escena de Unity, se ha implementado un script en C# que permite modificar dinámicamente la velocidad mediante un Slider, así como establecer límites de recorrido dentro de la interfaz. A continuación, se detalla el código utilizado y su funcionamiento:

```
public GameObject[] avatares;
```

```
public Slider sliderVelocidad;
```

- avatares: es un arreglo de objetos tipo GameObject que representa a los avatares que se desplazarán en la escena.
- sliderVelocidad: es un componente de la interfaz gráfica (UI) que permite al usuario ajustar la velocidad del movimiento del avatar en tiempo real.

```
private float velocidad = 2f;
```

```
private float xInicial;
```

```
private float limiteIzquierdo;
```

```
private float limiteDerecho;
```

```
private bool mover = false;
```

```
private int direccion = -1;
```

- *velocidad*: almacena la velocidad actual del movimiento, con un valor inicial de 2 unidades por segundo.
- *xInicial*: guarda la posición horizontal (eje X) del avatar al inicio de la escena.
- *limiteIzquierdo* y *limiteDerecho*: definen los límites mínimo y máximo entre los cuales puede moverse el avatar.
- *mover*: indica si el avatar debe desplazarse o no.
- *direccion*: define la dirección del movimiento (-1 hacia la izquierda, 1 hacia la derecha).

```
xInicial = avatares[0].transform.position.x;
```

```
limiteIzquierdo = xInicial - 20f;
```

```
limiteDerecho = xInicial;
```

- Se toma como referencia la posición inicial del primer avatar del arreglo (*avatares[0]*).
- El límite izquierdo se establece 20 unidades a la izquierda de esa posición inicial.
- El límite derecho corresponde a la misma posición inicial, restringiendo así el rango de movimiento.

```
velocidad = sliderVelocidad.value;
```

Este valor se actualiza dinámicamente en cada iteración, de modo que la velocidad del avatar depende directamente del valor definido por el usuario en la interfaz mediante el slider.

```
avatares[0].transform.Translate(Vector3.right * direccion * velocidad * Time.deltaTime);
```

- Esta instrucción aplica el movimiento sobre el eje X del avatar (Vector3.right) en la dirección definida por la variable dirección.
- El desplazamiento se multiplica por la velocidad actual y por Time.deltaTime para garantizar un movimiento suave e independiente del rendimiento del dispositivo.

Una vez creado todas las escenas, objetos y botones que se van a controlar, se procedió con la simulación, este presenta errores en el caso de un error programático y también permite verificar la comunicación con el LOGO. Una vez verificado que este bien se procede a la construcción de un archivo Apk que permita la instalación en cualquier sistema operativo para el que se tenga planteado utilizarse, en la figura 18 se muestra que se escogió el sistema operativo de Android, estas opciones permiten escoger resolución y escenarios que se desean cargar, para este caso se escogió el escenario del menú de opciones y el escenario del campo de tiro para finalmente presionar en build y esperar a que se genere un archivo Apk el cual deberá enviar al celular deseado y deberá instalárselo.

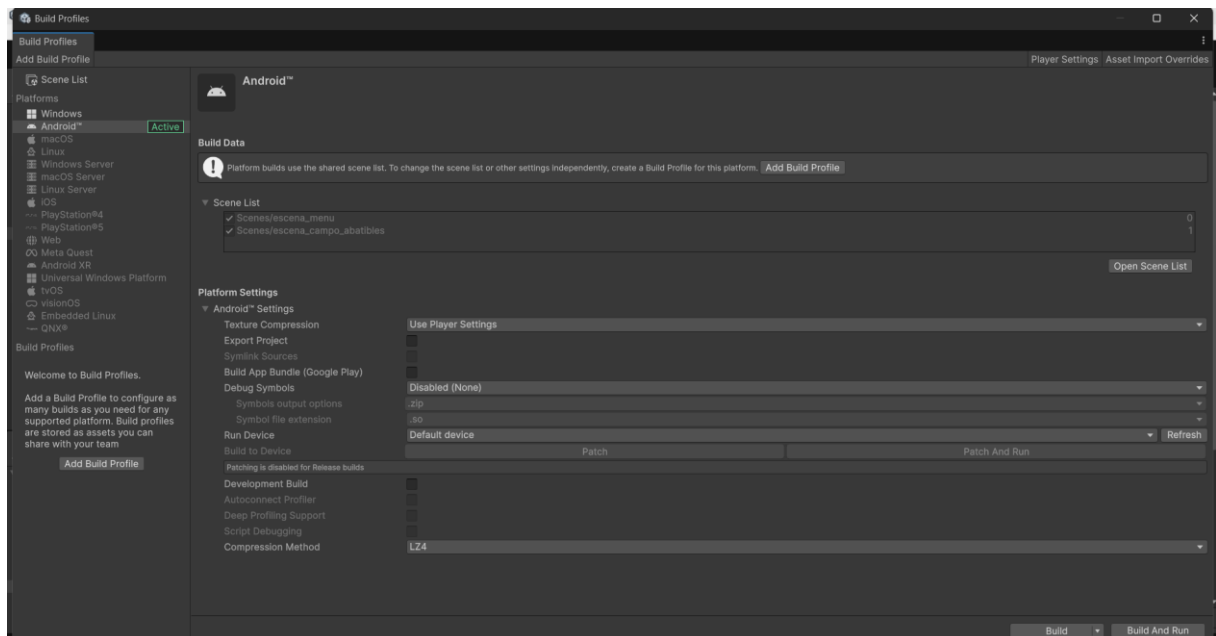


Figura 17: Ventana de desarrollo de Apk.

4.7 Implementación en tablero de laboratorio

Se desarrolló un sistema de prototipo que permitió probar la funcionalidad antes de una futura implementación por parte de Brigada Patria N°9 de su campo de tiro, la figura 18 muestra el

tablero de practica y sus debidas conexiones de todos los elementos eléctricos, de control y del sistema neumático como: el disyuntor, el controlador lógico LOGO, pulsadores, variadores, finales de carrera, router, potenciómetros, motores, expansores de entradas y salidas analógicas, fuente DC.



Figura 18: Implementación del sistema en un tablero de práctica.

La implementación permitió verificar de manera práctica la operatividad del sistema antes de su posible traslado al campo real. La interacción entre los componentes eléctricos, el controlador lógico programable LOGO 12/24RC permitió demostrar la funcionalidad del desplazamiento de los blancos móviles, lo que facilitó la fase de pruebas permitiendo depurar errores de programación, evaluar la respuesta del control de velocidad de los motores. De este modo, se sienta una base sólida para una futura implementación del sistema en la Brigada Patria N.º 9.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los principales resultados derivados del diseño propuesto del sistema. Si bien el presente trabajo no contempla la implementación física del prototipo, se realiza un análisis teórico y funcional de los componentes seleccionados, así como una simulación de su comportamiento esperado. Además, se incluye una estimación económica del sistema completo, considerando los costos de adquisición de los componentes y materiales. Este análisis permite proyectar la viabilidad técnica y financiera del prototipo, así como su posible rentabilidad en un contexto de aplicación real.

5.1 Simulación en grabcad mediante diagrama de Grafset

La Figura 19 muestra la simulación del proceso, la cual permite visualizar el funcionamiento del sistema de manera interactiva. Esta simulación incluye botones que emulan tanto los pulsadores físicos como los sensores de final de carrera, facilitando así una representación clara y precisa de la secuencia de operación prevista en el diseño. Esta simulación indica los pasos y acciones que se van realizando de acuerdo a los botones que presione el usuario, inicia en un estado cero sin ninguna acción hasta que el usuario presione start, el sistema de inmediato esperara que el usuario presione un botón ya sea para blancos horizontales o verticales, una vez que se ha seleccionado se pondrán en marcha los motores y no pararan hasta que se presionen el paro de emergencia, el botón stop o el final de carrera, mientras no se presione el paro de emergencia, el sistema permanecerá en un bucle en donde el móvil se desplazara hasta tocar un final de carrera y se regresara en posición contraria.

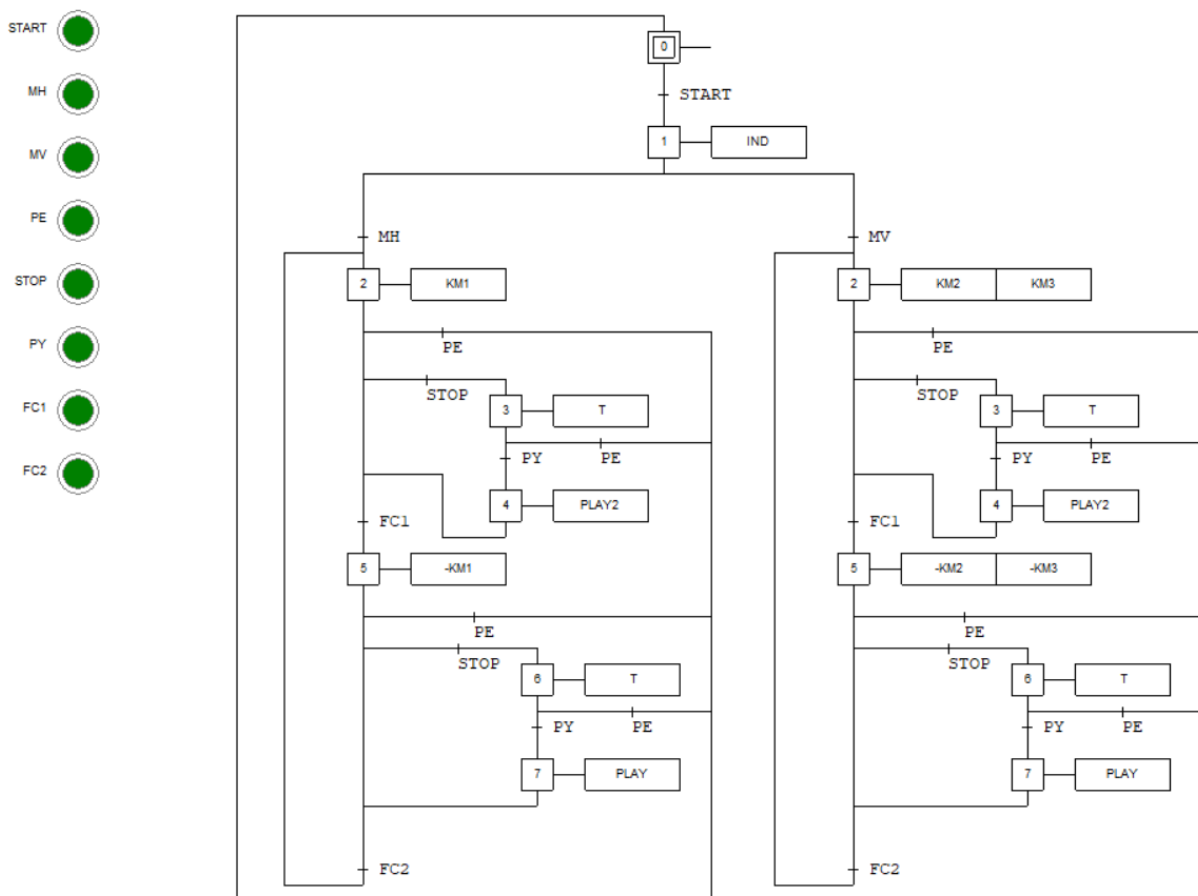


Figura 19: Simulación en grabcad mediante diagrama de Grafset

5.2 Evaluación económica

La tabla 13, muestra los gastos en los componentes seleccionados que debe adquirir la Brigada Patria N°9 para una futura repotenciación del sistema del campo de entrenamiento de los blancos móviles.

Tabla 13: Descripción de gastos directos

Análisis económico			
Componentes	Cantidad	Valor	Total
Componentes compartibles			
Controlador lógico	1	200	200
Variador de frecuencia	2	270	540
Router TP-Link	1	20	20
Fuente de Alimentación de 24 V	1	16,62	16,62
Batería Ultracell	1	40	40
Controlador MPPT	1	20	20
Panel solar	1	90	90
Final de carrera	4	14	56
Motor Thompson YL	1	80	80
Expansor Logo 8 12/24V 8 Salidas analógicas	1		140,25
Cable AWG FLEX 4x12 (100 m x4)	1		252,72
Cable AWG FLEX 4x16 (100 m x4)	1		230,10
VNTC 235110 Control UL 12x14 AWG FLEX (100 m x12)	1		720,40
Cable AWG 18 (100 m x1)	1		45
Microswitch Rodillo Largo Camsco	6		28,86
Base para Microswitch Rodillo Largo Camsco	6		40,84
Potenciómetros con placa base	2		15
Switch de tablero Rojo o verde	3		4,25
Interruptor o Paro de Emergencia	1		5,15
Breaker riel din 3P 50A	1		30,75

Terminal tipo ojo Amarillo VF 5.5-6			
1/4"	50		7.5
Terminal tipo azul VF 2-6 1/4"	50		4.5
Grapas 2 orejas 3/4"	50		5
Grapas 2 orejas 1/2 "	50		5
Mano de obra	1	500	500
TOTAL			4547,94

La tabla 14, muestra los costos de los imprevistos que se deberán tomar en cuenta en cuanto a transporte y viáticos.

Tabla 14: Gastos indirectos

Gastos en componentes electrónicos			
Material	Cantidad	Costo/unidad	Costo total
Transporte	2 personas	\$10.00	\$20.00
Imprevistos	1	\$20.00	\$20.00
Viáticos	2 personas	\$50.00	\$100.00
		Total	\$140.00

La tabla 15, muestra el costo total de la repotenciación del sistema de blancos móviles, donde se suma los gastos directos e indirectos generando un total de \$4687,94

Tabla 15: Gasto total de repotenciación de blancos móviles

Gasto total	
Gastos	Valor
Gastos directos	\$4547,94

Gastos indirectos	\$140,00
Total	4687,94

En promedio un campo de tiro tiene una planificación de al menos un gasto de \$250 000,00 USD mientras que el diseño del sistema de blancos móviles tiene un presupuesto de \$4687,94; el ahorro es de \$245312,06 USD como se muestra en la ecuación 5.1 lo cual resulta muy rentable el desarrollo del sistema de blancos móviles en la Brigada Patria N°9.

$$\text{Ahorro} = \text{Gasto promedio} - \text{Gasto total} \quad (5.1)$$

$$\text{Ahorro} = \$250\,000,00 \text{ USD} - \$4687,94 \text{ USD} = \$245312,06 \text{ USD}$$

El ahorro en porcentaje representa el 93% calculado con la ecuación 5.2, resulta ser una diferencia significativa de costos entre la planificación del diseño de blancos móviles y la implementación promedio de un nuevo diseño de campo de tiro.

$$\text{ahorro}\% = \frac{4687,94 \cdot 100}{247952,38} \% \quad (5.2)$$

$$\text{ahorro}\% = 93\%$$

Para determinar la viabilidad y rentabilidad del prototipo, se realizó un análisis económico utilizando los indicadores financieros del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Cabe destacar que la repotenciación propuesta no persigue fines de lucro; por ello, la evaluación de rentabilidad se basó en la capacidad del proyecto para generar beneficios económicos a través del ahorro, optimizando el uso de recursos y reduciendo costos operativos en comparación con sistemas convencionales.

El VAN se obtiene descontando los flujos de efectivo futuros a valor presente y restando la inversión inicial. Se usa la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (5.3)$$

Donde:

- F_t : Flujo de caja en el periodo t
- r: Tasa de descuento o tasa de interés
- t: Número de años
- I_0 = Inversión inicial

$$VAN = \sum \frac{9600}{(1+10\%)^t} - 4687,94 \quad (5.3)$$

La inversión inicial contempló todos los costos relacionados con la adquisición de materiales, componentes electrónicos y mecánicos, así como los gastos asociados al desarrollo y simulación del prototipo. Esta inversión fue estimada en un total de \$4687,94. Para evaluar la rentabilidad del proyecto, se consideró un tiempo de análisis de un año. Dado que se trata de una propuesta sin fines comerciales, se adoptó una tasa de descuento moderada del 10 %. El flujo de caja anual se estimó con base en el ahorro que implicaría no contratar servicios externos de entrenamiento. Anteriormente, capacitar a un pelotón de 10 soldados fuera de la institución representaba un gasto de aproximadamente \$200 diarios y tomando en cuenta que suelen realizar su entrenamiento 2 días a la semana anualmente tienen un gasto de \$9600; con la repotenciación del sistema, este monto se transforma en un ahorro directo proyectado como ingreso anual en el análisis financiero.

En cuanto al cálculo de la TIR, se sabe que busca la tasa de interés que hace que el VAN sea cero con ayuda de la fórmula 5.4, este dato se calcula mediante prueba y error, se utilizó Excel que permite el cálculo Directo.

$$0 = \sum \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I_0 \quad (5.4)$$

Donde:

- F_t : Flujo de caja en el período t
- TIR: Tasa de descuento o tasa de interés
- t: Número de años

- I_0 = Inversión inicial

$$0 = \sum \frac{9600,00}{(1+TIR)^1} - 6487,94 \quad (5.4)$$

Como resultado se obtuvo un VAN de \$4032,33 que al ser mayor a 0, se concluye que el proyecto es viable ya que generará ahorros económicos a la Brigada Patria N°9, mientras que la TIR o tasa de interés que genera un VAN de cero resulto ser de 104,78%, lo cual al ser mayor que el 10% permite concluir que el proyecto es rentable, además también se puede apreciar que son valores muy altos pero justificables ya que el proyecto no se realizara desde cero debido a que anteriormente se realizó ya el campo de entrenamiento y actualmente lo que se plantea es una repotenciación conservando toda la parte mecánica dando así un gran ahorro para la institución.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En conclusión, se logró identificar de manera precisa el estado actual del sistema de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N.º 9 Patria, evidenciando su condición operativa parcial, pero con la ausencia total del sistema de control eléctrico. Este diagnóstico permitió sentar las bases para su intervención técnica y futura repotenciación.
- En consecuencia, se diseñó e implementó desde cero un sistema de automatización eléctrica para los blancos móviles, utilizando un PLC Siemens LOGO 8.3 como unidad de control central, dos variadores de frecuencia Siemens G1 10 para accionar los motores existentes para el movimiento horizontal y vertical así, botón de paro de emergencia, y una interfaz de control desarrollada en Unity. El nuevo sistema permite la selección de modos de operación, activación segura de motores, control de velocidades y sentidos.
- Finalmente, el costo total de la repotenciación eléctrica fue de \$4687.94 USD, incluyendo el Logo, variadores, botoneras, cableado, contactores, protecciones, fuentes de alimentación y materiales de montaje. Al comparar este valor con un sistema comercial de automatización para blancos móviles estimado en más de \$2.100,00 USD,

se obtuvo un ahorro económico del 59,24 %, con la ventaja adicional de que el sistema puede ser replicado y mantenido localmente sin necesidad de licencias propietarias ni equipos de alto costo.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar la información obtenida en el diagnóstico del sistema como punto de partida para diseñar una solución integral de repotenciación, que contemple la recuperación del control eléctrico mediante tecnologías actuales, garantizando así la operatividad, eficiencia y seguridad del sistema en los entrenamientos tácticos.
- Optimizar la interfaz Unity integrando opciones avanzadas como selección de perfiles de entrenamiento, exportación de reportes de uso y sincronización con bases de datos externas para trazabilidad de sesiones.
- Se recomienda establecer un presupuesto anual para mantenimiento preventivo de los componentes eléctricos y electrónicos, y capacitar al personal técnico de la Brigada en programación del LOGO y operación del sistema, garantizando así su sostenibilidad a largo plazo.

7. Bibliografía

- [1] D. Omar, «Repositorio de la Escuela Militar de Chorrillos,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4015eaf8-b23d-44a3-8d83-db22fb052476/content>.
- [2] E. Jorge, «Repositorio de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE,» 2017. [En línea]. Available: Incidencia de la utilización de poligonos de tiro virtual y el mejoramiento en la eficiencia del tiro real en la Escuela Superior Militar Eloy Alfaro.
- [3] P. Kerly, «Repositorio Universidad Politécnica Salesiana,» 2018. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14543/1/UPS-GT001944.pdf>.
- [4] «Enciclopedia Libre,» Wikipedia, 2025. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Blanco_de_tiro.
- [5] A. J. Ángel, «Centros de adiestramiento y campos de maniobras y tiro,» *Revista ejercito tierra español*, vol. 800, nº 75, 207.
- [6] I. company, «Sistemas de seguridad blancos móviles,» [En línea]. Available: <https://www.indracompany.com/sites/default/files/gyrus.pdf>.
- [7] A. Arturo, «Rehabilitar, repotenciar y modernizar. La nueva frontera,» Bogota, Colombia, 2017.
- [8] A. Misael, Escritor, *Repotenciacion de centrales hidroelectricas*. [Performance]. 2011.
- [9] T. L. & S. J., *Mantenimiento, su implementacion y gestión*, México D.F: Grupo editorial Patria, 2016.

- [10] Á. Renato, «Repositorio de la Universidad Politecnica Saleciana "Elaboracion de un plan de mantenimiento electrico utilizado en una planta industrial",» 25 agosto 2023. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25925/4/UPS-GT004555.pdf>.
- [11] V. J. & P. Daniel, «La innovación tecnológica en el área de mantenimiento y sus resultados,» *Scielo*, vol. 36, nº 99, 2024.
- [12] C. Ricardo, «Elementos electronicos para una educación de alto nivel,» *Revista científica electrónica de ciencia y tecnología*, vol. 9, nº 25, p. 32, 2013.
- [13] Á. S. Jhony, «Elaboración de un plan de mantenimiento electrico preventivo usando herramientas del sistema TPM en una planta industrial,» 25 agosto 2023. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25925/4/UPS-GT004555.pdf>.
- [14] T. L., «Diseño de un programa de mantenimiento en la Institución educativa Don Bosco,» 2021. [En línea]. Available: Repositorio de la Universidad Católica de Manizales.
- [15] L. David, *Diseño de un plan de mantenimiento predictivo*, Quito, Ecuador: Sedemi, 2020.
- [16] R. Barry, *Manual de ingeniería electrica y mantenimiento de apoyo*, México D.F.: Mc. Graw Hill, 2014.
- [17] G. Richard, «Repositorio Escuela Politécnica de Chimborazo,» 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8955/1/108T0219.pdf>.

- [18] T. Wilmer, «Repotenciación del sistema de control y distribución de cargas eléctricas para las bombas al vacío de la hacienda El Futuro,» Marzo 2023. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/mishe/Downloads/PI-002440.pdf>.
- [19] M. Giveaway, «Crate club,» 2025. [En línea]. Available: <https://crateclub.com/es/blogs/carga/what-is-tactical-training-a-comprehensive-guide-to-preparing-for-the-unexpected>.
- [20] R. e. táctico, «Zona táctica,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.zonatactica.es/156-entrenamiento-tactico#:~:text=El%20entrenamiento%20t%C3%A1ctico%20es%20una,manera%20efectiva%20en%20situaciones%20cr%C3%ADticas..>
- [21] F. Jiménez, «Blog atleta táctico,» octubre 2020. [En línea]. Available: <https://atletatactico.com/entrenamiento-tactico/>.
- [22] S. Diego, «Scribd.com,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/presentation/464240731/CLASE-1>.
- [23] T. A. & V. Boris, «Repositorio Escuela Politécnica del Ecuador,» 19 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5c9cbfae-22e2-436b-9227-19368a24fdcf/content>.

ANEXOS

Anexo 1. Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE BLANCOS MÓVILES

1. Introducción

El presente manual está dirigido a los operadores, técnicos y supervisores que harán uso de la aplicación desarrollada en Unity 3D para la simulación e interacción con el sistema de blancos móviles. Esta aplicación tiene como objetivo representar de forma gráfica e interactiva el comportamiento del sistema diseñado para prácticas de tiro en escenarios virtuales, permitiendo su validación lógica y operativa mediante simulación.

2. Objetivos

- Proporcionar una guía clara y detallada sobre el uso de la aplicación Unity para el control del sistema.
- Facilitar la comprensión de los distintos modos de funcionamiento disponibles.
- Documentar la estructura, navegación y lógica de operación de la interfaz desarrollada.
- Servir como referencia para los operadores una vez que el sistema físico esté implementado.

3. Información de seguridad

La aplicación fue diseñada para el control de un sistema físico que será implementado en el futuro, sin embargo, en su estado actual no interactúa con componentes reales, por lo que no representa riesgos físicos durante su operación.

Se recomienda lo siguiente para su uso responsable:

- Utilizar la aplicación en un entorno de pruebas controlado cuando se conecte a hardware real en fases futuras.
- Asegurarse de que el dispositivo esté correctamente conectado a la red local, especialmente en pruebas de comunicación con el PLC.
- Evitar cerrar la aplicación mientras se encuentra en medio de una secuencia activa.
- En futuras integraciones con el sistema físico, será obligatorio aplicar protocolos de seguridad adicionales antes de permitir el control en campo.

4. Funcionamiento de aplicación móvil

Paso 1. Asegurarse que el sistema este encendido.

Paso 2. Encender el router.

Paso 3. Asegurarse que el dispositivo móvil se encuentre conectado en la red local.

Paso 4. Abrir la aplicación móvil.

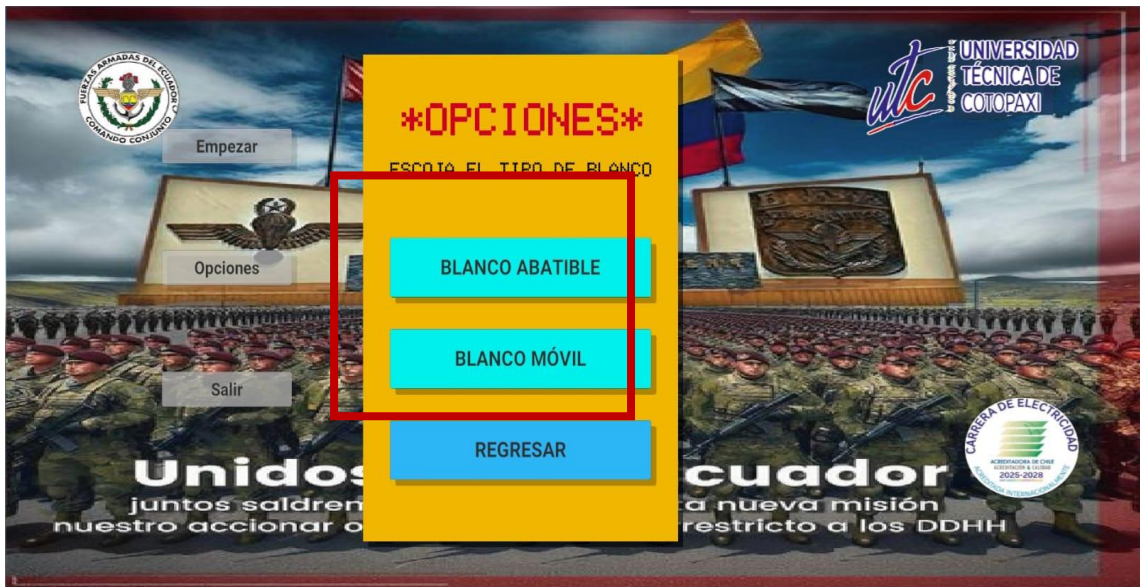
Paso 5. Se abrirá la interfaz móvil la cual presentará 2 botones activos de encendido del sistema y salir de la aplicación además de un botón desactivado de opciones



Paso 6. Presionar empezar para energizar todo el sistema y activar el botón opciones.



Paso 7. Presionar opciones para desglosar un menú de opciones donde se visualizará si el usuario desea controlar el sistema de blancos móviles o abatibles.



Paso 8. En caso de elegir los blancos móviles la interfaz mostrara un último menú donde el usuario podrá elegir el tipo de móvil que desea activar, ya sea horizontal o vertical.



Paso 9. Al presionar una opción el usuario podrá observar una animación en la cual un avatar que representa el blanco móvil elegido se ira moviendo de acuerdo a la velocidad real del sistema, en los extremos se presentara una slider que permitirá al usuario manipular la velocidad del blanco según sea necesario.



También se mostrará un panel de control donde el usuario podrá pausar, poner en marcha o activar el paro de emergencia según sea necesario.



Paso 10. En la parte inferior derecha se presenta un botón para regresar el cual cambiara de escena la animación volviendo al menú de secuencias



Paso 11. Presionar salir para desactivar todo el sistema.



Conclusiones

- La aplicación móvil desarrollada en Unity constituye una herramienta funcional y adaptable para el control de un sistema de blancos móviles y abatibles, cumpliendo con los objetivos planteados para su futura integración con un sistema físico real.
- A través de una interfaz intuitiva y estructurada por menús jerárquicos, se logra guiar al operador en la selección y activación de los diferentes modos de operación, ya sea mediante secuencias de blancos abatibles o movimientos horizontales/verticales de blancos móviles.
- La inclusión de controles como sliders de velocidad, botones de pausa y paro de emergencia proporciona un entorno realista y operativo que refleja el comportamiento previsto del sistema físico, lo cual facilita su validación lógica previa a la implementación real.
- El diseño de escenas específicas que simulan el entorno de un campo de entrenamiento contribuye a una experiencia visual clara y funcional, mejorando la comprensión del sistema por parte del operador.
- El manual de usuario facilita el aprendizaje y uso correcto de la aplicación, documentando paso a paso el flujo operativo y los elementos disponibles en cada sección de la interfaz, lo que permitirá una futura capacitación más eficiente cuando el sistema real entre en funcionamiento.

Recomendaciones

- Una vez que el sistema físico sea implementado, se recomienda realizar pruebas piloto que integren la aplicación Unity con el hardware real (PLC, sensores y actuadores), con el fin de verificar la sincronización y respuesta del sistema en condiciones reales.
- Es conveniente complementar este manual con un apartado adicional de "preguntas frecuentes" o "solución de problemas", una vez que se recopilen experiencias de uso práctico y posibles errores comunes.
- Se sugiere incluir en futuras versiones de la aplicación funcionalidades adicionales como registro de sesiones, estadísticas de uso, o autenticación de usuarios, con el fin de ampliar su aplicabilidad en escenarios de entrenamiento avanzado.
- Se recomienda establecer protocolos de seguridad física antes de autorizar la operación real del sistema, especialmente para las secuencias de movimiento de blancos, donde intervienen actuadores eléctricos o neumáticos.
- Finalmente, es aconsejable mantener una documentación técnica paralela sobre las conexiones entre la aplicación y el PLC, para facilitar el mantenimiento del sistema y permitir actualizaciones futuras sin comprometer su funcionalidad.

Anexo 2. Memoria técnica.

MEMORIA TECNICA

Proyecto: Repotenciación del sistema eléctrico de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria.

Autores: Rodríguez Yupangui Dennis Paúl, Trávez Flores Michael Javier

Tutor: Ing. Ms.C Marco Aníbal León Segovia

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera: Ingeniería en Electricidad

1. OBJETIVO GENERAL

Implementar el sistema eléctrico de blancos móviles en el campo de entrenamiento táctico de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria, mediante la incorporación de tecnologías actualizadas y componentes robustos que garanticen la operatividad continua del sistema.

2. ALCANCE

La repotenciación comprende el rediseño de la red eléctrica, ¡la incorporación de controladores programables LOGO!, el uso de variadores de frecuencia Siemens SINAMICS G110, motores de inducción para desplazamiento horizontal y vertical de blancos, comunicación inalámbrica mediante router WiFi alimentado por energía solar, y una interfaz de monitoreo y control desarrollada en Unity.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de blancos móviles consta de dos subsistemas:

- **Movimiento horizontal:** Controlado por motor Thompson YL de 1/6 HP, acoplado a un sistema mecánico con disco de tracción, operado mediante variador de frecuencia y PLC.

- **Movimiento vertical:** Controlado por motor WEG 1AG4PBB0L0AR03 de 1/4 HP, optimizado para eficiencia y bajo consumo.
- **Control lógico:** A cargo de un PLC Siemens LOGO! 12/24RCE con entradas digitales para sensores y pulsadores, y salidas para controlar variadores.
- **Interfaz gráfica:** Aplicación en Unity que permite activar secuencias desde un dispositivo móvil mediante red WiFi.
- **Sistema solar:** Compuesto por panel de 30 W, batería de 12 V – 4 Ah, y controlador MPPT de 10 A para alimentar el router.

4. CÁLCULOS PRINCIPALES

Cálculo de fuerza para arranque horizontal:

- Masa total: 42.63 kg
- Coeficiente de fricción estático: 0.3
- Velocidad deseada: 0.4 m/s
- Fuerza total: 146.78 N
- Torque requerido: 14.7 Nm
- Potencia real requerida: 91.73 W

Cálculo para sistema solar del router:

- Consumo diario estimado: 32.4 Wh
- HSP (Latacunga): 2.26 h/día
- Potencia mínima requerida del panel: 20.49 W
- Panel seleccionado: 30 W
- Batería: 12 V / 4 Ah

- Controlador: MPPT 10 A

5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE COMPONENTES

5.1 Controlador Lógico Programable (PLC)

Criterio	Siemens LOGO! 12/24RCE	Justificación
Alimentación	12/24 V DC	Compatible con sistema existente y fácil de implementar
Entradas digitales	8 (4 analógicas)	Suficientes para sensores, pulsadores y botones del sistema
Salidas digitales	4 relé	Adecuadas para control de actuadores
Comunicación	Ethernet, Web Server, Modbus TCP	Permite integración con variador y red remota
Dimensiones	90 x 71.5 x 60 mm	Compacto para instalación en caja de control
Pantalla	Sí	Permite monitoreo local
Precio estimado	USD 716	Justificado por prestaciones técnicas y compatibilidad industrial

5.2 Variador de Frecuencia

Criterio	Siemens SINAMICS G110	Justificación
Voltaje de entrada	1~ 200–240 V AC	Compatible con fuente del sistema
Potencia nominal	Hasta 3 HP (2.2 kW)	Capacidad superior para futuras expansiones
Tipo de control	V/f y V/f vector modulado PWM	Precisión en velocidad y control
Comunicación	RS485 Modbus integrado	Integra con LOGO! para control eficiente
Protección	Completa: sobrecorriente, sobretemp., etc.	Asegura operación confiable y segura
Configuración	Software STARTER o panel frontal	Fácil ajuste y verificación
Filtros EMC	Internos	Mejora compatibilidad electromagnética sin elementos externos

5.3 Router WiFi

Criterio	TP-Link WiFi 300 Mbps	Justificación
Velocidad inalámbrica	300 Mbps (2.4 GHz)	Suficiente para transmisión de control y monitoreo

Puertos Ethernet	4 LAN + 1 WAN	Permite conexión de múltiples dispositivos sin switch
Alimentación	9V / 0.6A	Bajo consumo, ideal para operación solar
Facilidad de configuración	Alta	Ideal para ambientes tácticos
Seguridad	WPA/WPA2	Suficiente para red cerrada de operación
Precio	Bajo	Relación costo/beneficio excelente

5.4 Fuente de Alimentación

Criterio	EVL TPS-2405	Justificación
Salida	24 V DC / 5 A	Compatible con variadores y PLC
Entrada	120–240 V AC con selector	Versátil para uso en distintas zonas
Protecciones	Sobrecorriente, sobretensión	Protección básica confiable
Indicadores LED	Sí	Verificación rápida de estado
Montaje	Superficie	Fácil instalación sin necesidad de riel DIN
Dimensiones	198 × 98 × 42 mm	Aceptables para espacio disponible

5.5 Motor de Desplazamiento Horizontal

Criterio	Motor Thompson YL	Justificación
-----------------	------------------------------	----------------------

Potencia	1/6 HP (0.12 kW)	Supera potencia requerida con margen de seguridad
Voltaje de entrada	120 V AC	Compatible con red disponible
Velocidad	1720 RPM	Ideal para respuesta rápida del sistema
Carcasa	Metálica	Resistente para ambientes controlados
Montaje	Base fija	Instalación simple

5.6 Motor de Desplazamiento Vertical

Criterio	WEG 1AG4PBB0L0AR03	Justificación
Potencia	1/4 HP (0.19 kW)	Margen de potencia superior para movimiento vertical
Voltaje	127/220 V	Flexibilidad en instalación
Corriente	1.53 A a 127 V	Bajo consumo
Montaje	Brida tipo C	Ideal para acoplamiento directo y compacto

5.7 Componentes adicionales del sistema

Componente	Descripción técnica	Función principal
Pulsadores de arranque	Pulsador normalmente abierto, tipo seta o plástico industrial, 24 V DC	Iniciar sistema desde consola física

Pulsador de secuencia	Pulsador normalmente abierto, 24 V DC	Cambiar secuencia de blancos móviles
Paro de emergencia	Botón tipo hongo, enclavamiento mecánico, contacto NC	Detener todo el sistema en caso de emergencia
Finales de carrera	Sensores mecánicos de posición, contactos NA/NC	Detectar posición límite de blancos móviles
Disyuntor termomagnético	2P, 10–16 A, curva C, tensión 220 V AC	Protección general contra cortocircuito y sobrecarga
Borneras	Borneras DIN, 2.5 mm ² , con etiquetas	Conexión segura y organizada en el tablero
Cable N°12 AWG	Cobre, aislamiento PVC, color rojo/negro	Alimentación de potencia para motores y variadores
Canaleta plástica	25x40 mm o similar, con tapa	Canalización de cables en tablero y estructura
Etiquetas y marcadores	Etiquetado de cables y dispositivos	Facilita el mantenimiento y diagnóstico

6. CONCLUSIONES

- La presente memoria técnica documenta la selección de componentes eléctricos, electrónicos y de comunicación que requiere el sistema para la implementación de un campo de tiro con blancos móviles y control automatizado.
- Se presentan cálculos de fuerza, torque y potencia para justificar la selección de los motores y garantizar el desplazamiento eficiente de los blancos tanto en sentido horizontal como vertical.
- El LOGO! 12/24RCE y el variador de frecuencia G110 permite una integración robusta y confiable del sistema de control, con posibilidad de expansión y monitoreo remoto.

- El sistema contempla una solución autónoma de conectividad WiFi mediante paneles solares, batería y controlador MPPT que asegura su funcionamiento en ubicaciones sin acceso a red eléctrica.
- Se detallan todos los criterios técnicos de los materiales que facilitará la compra, instalación y puesta en marcha del sistema en una futura implementación.

7. RECOMENDACIONES

- Seguir las especificaciones técnicas indicadas en esta memoria para asegurar compatibilidad y correcto funcionamiento del sistema.
- Asegurar que el sistema fotovoltaico esté correctamente orientado e inclinado según la radiación solar local, tal como se indica en esta memoria, para garantizar la autonomía energética del router WiFi.
- Capacitar al personal técnico encargado de operar el sistema en el uso del panel Unity, ¡del PLC LOGO! y del software de variador, asegurando un manejo adecuado y seguro.

Anexo 3. Programación en visual studio.

```
using Sharp7;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine.UI;
using System.Collections;

public class ControladorPLC : MonoBehaviour
{
    public Button botonFoco1;
    public Button botonFoco2;

    private S7Client client;
    private byte[] buffer = new byte[30];
    private string plcIp = "192.168.0.130"; //"192.168.0.130";
    private int rack = 0;
    private int slot = 1;
    public GameObject btn_abatible;
    public GameObject btn_Movil;
    public GameObject btn_Regresar;
    public GameObject btn_opcion_1;
    public GameObject btn_opcion_2;
    public GameObject btn_Regresar_3;
    public GameObject btn_Opciones;

    void Start()
    {
        client = new S7Client();
        int result = client.ConnectTo(plcIp, rack, slot);
    }
}
```

```

btn_abatible = GameObject.Find("btn_Abatibles");
if (btn_abatible != null) btn_abatible.SetActive(false);
btn_Regresar = GameObject.Find("btn_Regresar");
if (btn_Regresar != null) btn_Regresar.SetActive(false);
btn_Movil = GameObject.Find("btn_Movil");
if (btn_Movil != null) btn_Movil.SetActive(false);
btn_opcion_1 = GameObject.Find("btn_opcion_1");
if (btn_opcion_1 != null) btn_opcion_1.SetActive(false);
btn_opcion_2 = GameObject.Find("btn_opcion_2");
if (btn_opcion_2 != null) btn_opcion_2.SetActive(false);
btn_Opciones = GameObject.Find("Opciones");
btn_Opciones.GetComponent<Button>().interactable = false;

int read = client.MBRead(0, 1, buffer);
S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 4, false);
int write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
Debug.Log("Conectado al m2");
if (write != 0)
    Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));

read = client.MBRead(0, 1, buffer);
S7.SetBitAt(ref buffer, 1, 1, false);
write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
Debug.Log("Conectado al m2");
if (write != 0)
    Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));

ApagarnuevoMarcaM20();

read = client.MBRead(2, 1, buffer);
if (read == 0)
{

```

```

S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 4, false); // M0.0
write = client.MBWrite(2, 1, buffer);
if (write != 0)
    Debug.LogError("Error al escribir M0.1: " + client.ErrorText(write));
}

if (GameState.estado_regresar == 1)
{
    MostrarMenuOpciones();
    MostrarMenuAbatibles();
    read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 1, false);
        write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
        Debug.Log("Conectado al m2");
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));
    }
}
else if (GameState.estado_regresar == 2)
{
    MostrarMenuOpciones();
    MostrarMenuMoviles();
    read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 1, false);
        write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
        Debug.Log("Conectado al m2");
        if (write != 0)

```

```

        Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));
    }
}

if (result == 0)
{
    Debug.Log("Conectado al PLC");
}
else
{
    Debug.LogError("Error de conexión: " + client.ErrorText(result));
}
}

private void OnApplicationQuit()
{
    client.Disconnect();
}

// Corrutina para activar y desactivar M20.4 varias veces
private IEnumerator PulsarMarcaM20(int repeticiones, float retardo = 0.2f)
{
    for (int i = 0; i < repeticiones; i++)
    {
        // Apagar M4.0
        ApagarnuevoMarcaM20();
        Debug.Log($"{i} Apago M20.0");

        yield return new WaitForSeconds(retardo);

        // Encender M4.0 (bit 4 del byte 0)

```

```

EncendernuevoMarcaM20();
Debug.Log($"[{i}] Encender M20.0");

yield return new WaitForSeconds(retardo);

}

GameState.estado_botones = 0;
Debug.Log($" Finalizado: M20 pulsada {repeticiones} veces");
SceneManager.LoadScene("escena_campo_abatibles");
}

// Métodos para botones seleccion de play and stop
public void estado_abatible()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 1;
}

public void estado_horizontal()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 2;
}

public void estado_vertical()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 3;
}

// ✓ Métodos para botones que pulsan M20.4 de 1 a 5 veces
public void PulsarM20_1Vez()
{

```

```

    GameState.repeticionesIniciales = 1;
    StartCoroutine(PulsarMarcaM20(1));
}

public void PulsarM20_2Veces()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 2;
    StartCoroutine(PulsarMarcaM20(2));
}

// ... igual para los otros:
public void PulsarM20_3Veces()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 5;
    StartCoroutine(PulsarMarcaM20(5));
}

public void PulsarM20_4Veces()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 3;
    StartCoroutine(PulsarMarcaM20(3));
}

public void PulsarM20_5Veces()
{
    GameState.repeticionesIniciales = 4;
    StartCoroutine(PulsarMarcaM20(4));
}

```

```

// ✓ Otros métodos que ya tenías (sin cambios)
public void EncenderMarcaM01() // M0.1
{
    GameState.estado_botones = 1;
    GameState.estado_regresar = 2;
    GameState.estado_slider = 2;
    int read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 0, true); // M0.0
        int write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.1: " + client.ErrorText(write));
    }
}

public void EncenderMarcaM04()
{

    int read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 3, true); // M0.4
        int write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
        Debug.Log("escribir M0.4: ");
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));
    }
}

public void empezar()
{

```

```
    btn_Opciones.GetComponent<Button>().interactable = true;
}
```

```
public void ApagarMarcaM04()
{
    int read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 3, false); // M0.4
        int write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
        Debug.Log("escribir M0.4: ");
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));
    }
}
```

```
public void EncenderMarcaM13()// Mencender movil horizontal
{
    GameState.estado_botones = 1;
    GameState.estado_slider = 1;

    int read = client.MBRead(1, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 4, true); // M13.4
        int write = client.MBWrite(1, 1, buffer);
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M13.0: " + client.ErrorText(write));
    }
}
```

```

public void Salir()
{
    int read = client.MBRead(0, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 3, false); // M0.4
        int write = client.MBWrite(0, 1, buffer);
        Debug.Log("escribir M0.4: ");
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.4: " + client.ErrorText(write));
    }
    Application.Quit();
    Debug.Log("Aquí se cierra el juego");
}

```

// 🗄️ Menús y navegación

```

public CanvasGroup menuOpciones;
public CanvasGroup menuPrincipal;
public CanvasGroup menuAbatibles;
public CanvasGroup menuMoviles;

public void MostrarMenuOpciones()
{
    btn_abatible.SetActive(true);
    btn_Movil.SetActive(true);
    btn_Regresar.SetActive(true);
    menuOpciones.alpha = 1;
    menuOpciones.interactable = true;
    menuOpciones.blocksRaycasts = true;

    menuPrincipal.interactable = false;
}

```

```

    menuPrincipal.blocksRaycasts = false;
}

public void MostrarMenuAbatibles()
{
    menuAbatibles.alpha = 1;
    menuAbatibles.interactable = true;
    menuAbatibles.blocksRaycasts = true;

    menuOpciones.interactable = false;
    menuOpciones.blocksRaycasts = false;

    menuMoviles.alpha = 0;
    menuMoviles.interactable = false;
    menuMoviles.blocksRaycasts = false;
    GameState.estado_regresar = 1;
}

public void MostrarMenuMoviles()
{
    //btn_opcion_1.SetActive(true);
    //btn_opcion_2.SetActive(true);
    //btn_Regresar_3.SetActive(true);
    GameState.estado_regresar = 2;

    menuMoviles.alpha = 1;
    menuMoviles.interactable = true;
    menuMoviles.blocksRaycasts = true;

    menuOpciones.interactable = false;
    menuOpciones.blocksRaycasts = false;
}

```

```

    menuAbatibles.alpha = 0;
    menuAbatibles.interactable = false;
    menuAbatibles.blocksRaycasts = false;
}

public void VolverAlMenuOpciones()
{
    menuOpciones.alpha = 1;
    menuOpciones.interactable = true;
    menuOpciones.blocksRaycasts = true;

    menuAbatibles.alpha = 0;
    menuAbatibles.interactable = false;
    menuAbatibles.blocksRaycasts = false;

    menuMoviles.alpha = 0;
    menuMoviles.interactable = false;
    menuMoviles.blocksRaycasts = false;
}

public void VolverAlMenuPrincipal()
{
    menuOpciones.alpha = 0;
    menuOpciones.interactable = false;
    menuOpciones.blocksRaycasts = false;

    menuPrincipal.interactable = true;
    menuPrincipal.blocksRaycasts = true;
}

// Carga de escenas
public void CargarEscenaConAvatares()

```

```

{
    GameFlags.mostrarAvatares = true;
}

public void CargarSecuenciaPorPares()
{
    GameFlags.mostrarAvataresPorPares = true;
}

public void CargarSecuenciaReordenados()
{
    GameFlags.mostrarAvataresReordenados = true;
}

public void CargarSecuenciaDeCuatro()
{
    GameFlags.mostrarAvataresDeCuatro = true;
}

public void CargarSecuenciaDeCuatroOrdenados()
{
    GameFlags.mostrarAvataresDeCuatroOrdenados = true;
}

public void DesplazamientoHorizontal()
{
    GameFlags.DesplazameintoHorizontal = true;
}

public void IrAEscenaSecuencia()

```

```

{
    GameFlags.secuenciaActiva = true;
}

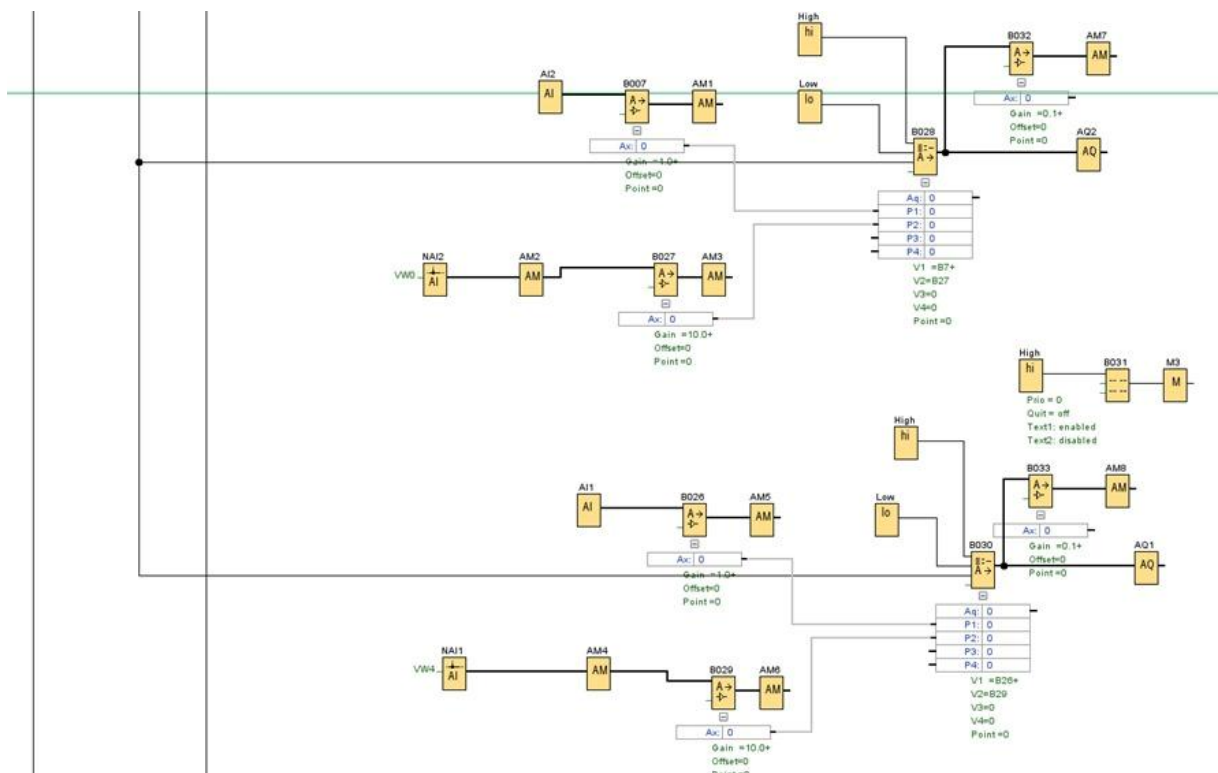
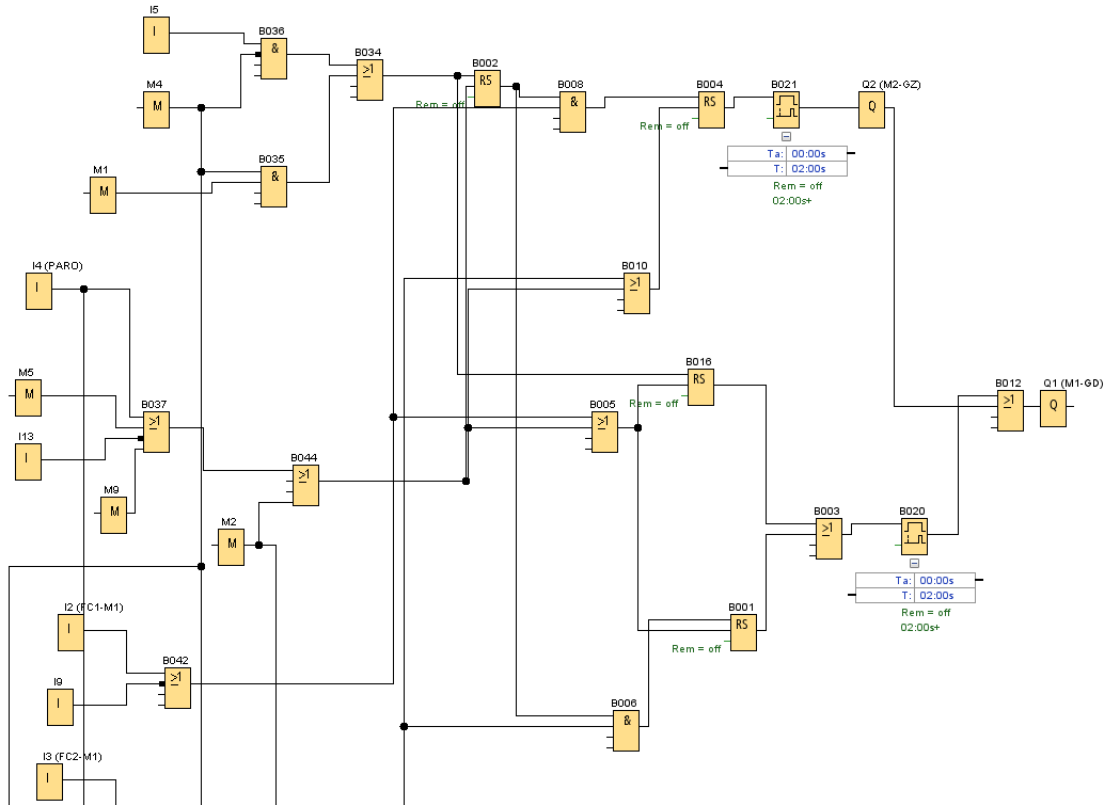
public void IniciarPulsadoExtraM20(int repeticiones)
{
    StartCoroutine(PulsarMarcaM20(repeticiones));
}

public void EncendernuevoMarcaM20() // Mencender movil vertical
{
    int read = client.MBRead(2, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 3, true); // M0.0
        int write = client.MBWrite(2, 1, buffer);
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.1: " + client.ErrorText(write));
    }
}

public void ApagarnuevoMarcaM20() // Mencender movil vertical
{
    int read = client.MBRead(2, 1, buffer);
    if (read == 0)
    {
        S7.SetBitAt(ref buffer, 0, 3, false); // M0.0
        int write = client.MBWrite(2, 1, buffer);
        if (write != 0)
            Debug.LogError("Error al escribir M0.1: " + client.ErrorText(write));
    }
}
}

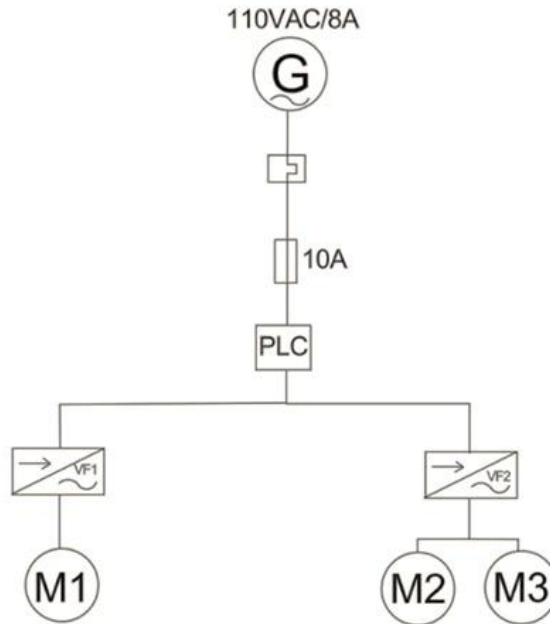
```

Anexo 4. Programación en Logo Soft



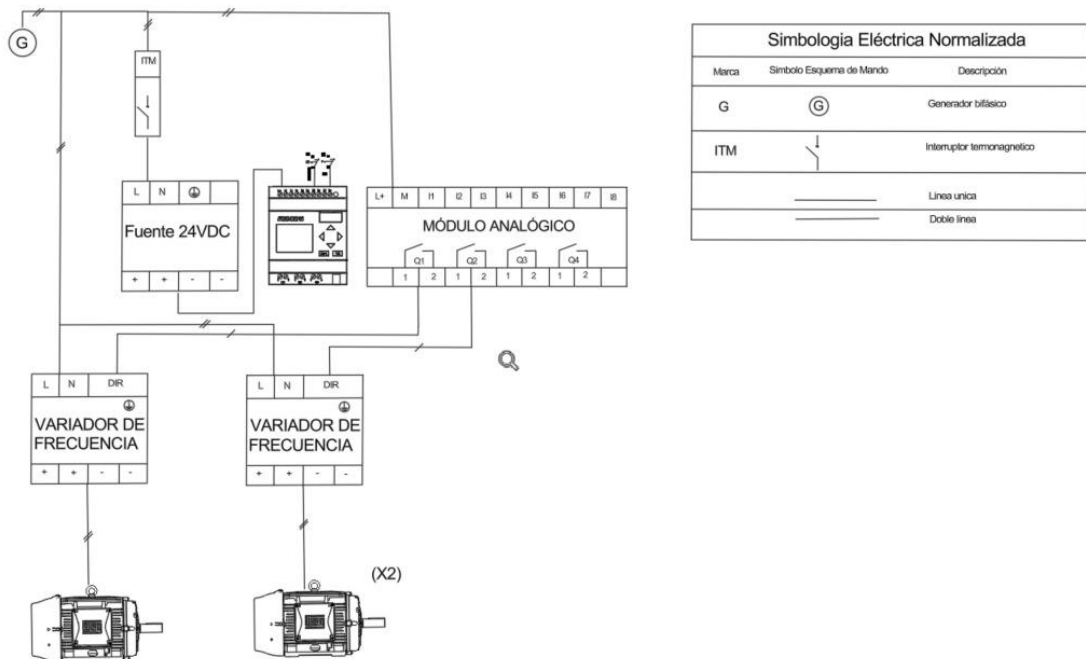
Anexo 5. Diagrama Unifilar Eléctrico

Unifilar Blancos móviles



Anexo 6. Diagrama Eléctrico

Diagrama de Control y Potencia



Anexo 7. Mantenimiento de motores de la Brigada Patria.

Inspección de motor WEG



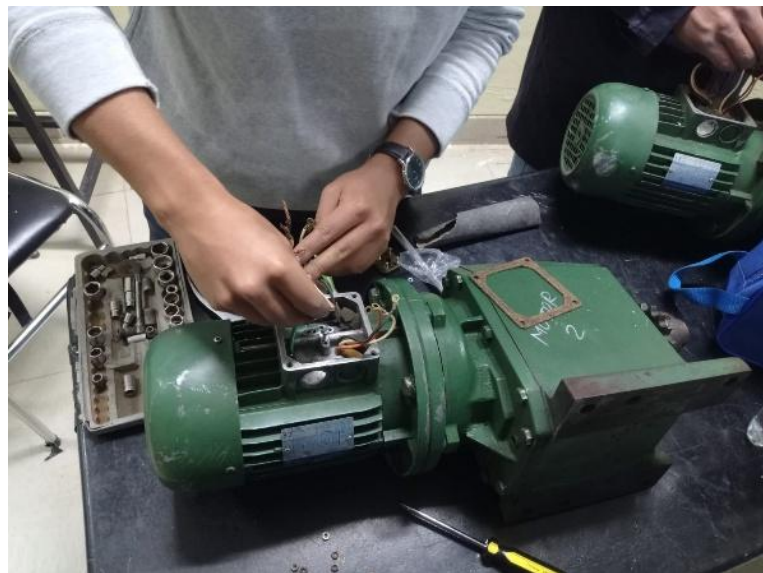
Desensamble del motor para mantenimiento



Limpieza de circuito eléctrico



Ubicación de nuevos cables



Desmontaje de los Variadores de Frecuencia



Mantenimiento de los Variadores de Frecuencia



Entrega final de motores repotenciados



Anexo 6. Inspección al campo de entrenamiento de la Brigada Patria.

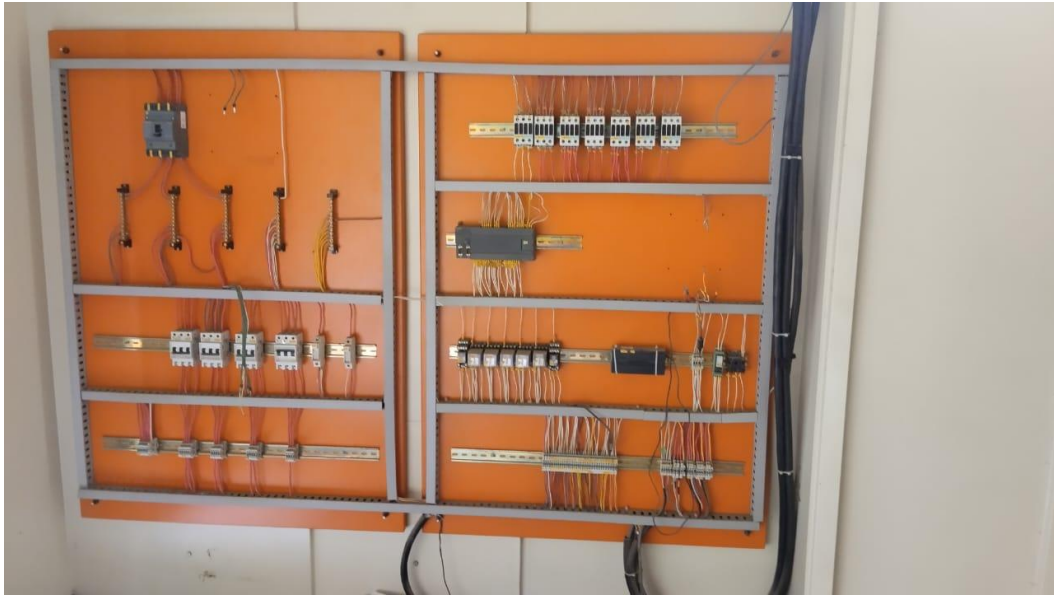
Sistema de movimiento de blanco móvil horizontal



Silueta Blanco móvil Horizontal



Tablero de control de la Brigada Patria



Guía de movimiento del blanco móvil horizontal



Anexo 7. Informe de Similitud



CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica con el tema: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE BLANCOS MÓVILES EN EL CAMPO DE ENTRENAMIENTO TÁCTICO DE LA BRIGADA DE FUERZAS ESPECIALES N°9 PATRIA”** de **Dennis Paúl Rodríguez Yupangui** y **Michael Javier Travez Flores**, de la carrera de: **Electricidad**, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto Turnitin, con un porcentaje de coincidencias del 7%; y, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.

Marco León
Tesis_Rodriguez_Travez

Quick Submit
Quick Submit
Universidad Técnica De Cotopaxi

7% Similitud general
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes expuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto copiado
- Texto mencionado

Fuentes principales

- 0% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 1% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Latacunga, 01 de Agosto del 2025

Ing. Ms.C Marco Anibal León Segovia
C.I. 0502305402
TUTOR

Anexo 8. Entrega del estudio y Conformidad de la brigada Patria

