

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en electricidad y computación

Diseño y simulación del sistema de municionamiento y panel de control de la ametralladora BREDA 40/70

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en automatización industrial

Presentado por:

Erick Arturo Pinargote Velasquez

Andrés Ramiro Paredes Quispe

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de titulación a Dios por siempre guiar y cuidar mi camino, a mi padre, madre y abuela que han sido un pilar fundamental para que yo haya llegado a este momento, a mi esposa que con su amor y apoyo incondicional he podido cumplir con todos mis deberes y obligaciones, a mi hijo que es el nuevo motor de mi vida y finalmente a mis hermanos y familia por siempre brindarme su confianza.

ANDRÉS RAMIRO PAREDES QUISPE

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, Javier Pinargote y Fanny Velasquez, quienes estuvieron cuando más los necesité, y a mi futuro, porque es esta la semilla que no parará de producir frutos en mi camino.

ERICK ARTURO PINARGOTE VELASQUEZ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al personal de la Armada del Ecuador que me dio la oportunidad de prepararme en esta prestigiosa institución, al PhD. Cesar Martin y al MsC. Dennys Cortez por sus constantes enseñanzas que dieron un valor significativo a este trabajo de titulación y finalmente a mi esposa por su amor y paciencia brindado en este tiempo.

ANDRÉS RAMIRO PAREDES QUISPE

Agradezco a Dios por darme la sabiduría para superar todos los problemas que se me han presentado durante la carrera. Agradezco a los profesores que formaron parte de mi educación en Espol y en especial a los que estuvieron a cargo de mi formación profesional. Por último, agradezco a mis padres que bajo el trabajo y el esfuerzo me proveyeron todos los recursos emocionales y económicos que mis estudios demandaron, soy fruto de los esfuerzos y de las decisiones que tomaron confiando en mis capacidades, por ello, más que a todo, agradezco a mis padres por su confianza.

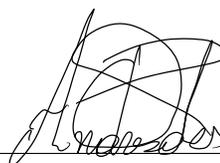
ERICK ARTURO PINARGOTE VELASQUEZ

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (*nombre de los participantes*) y doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Erick Arturo Pinargote Velasquez



Andrés Ramiro Paredes Quispe

EVALUADORES

DENNYS CORTEZ ALVAREZ

PROFESOR DE LA MATERIA

CÉSAR MARTÍN MORENO

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está dirigido a la modernización del sistema de municionamiento y panel local de la ametralladora Breda 40/70 que se encuentra a bordo de las corbetas misileras de la Armada del Ecuador. Para la actualización del sistema de municionamiento se propone diseñar un sistema de control basado en uso de un PLC y un HMI y el rediseño del plano eléctrico adaptando los nuevos dispositivos.

Para la elaboración del nuevo sistema de control se utilizaron como referencias los manuales del arma y entrevistas a los operadores y encargados de mantenimiento, con la finalidad de poder realizar la selección de equipos, generación de algoritmos, diseño de interfaz HMI y el desarrollo del plano eléctrico acorde a las necesidades del armamento y las limitaciones físicas que tiene la ametralladora.

Las pruebas realizadas de la lógica e interfaz HMI del sistema propuesto en este documento resultaron exitosas y coherentes con el sistema antiguo; Además, el costo económico determinado de la implementación del sistema representa un gran ahorro para la Armada del Ecuador.

Se logró diseñar un nuevo sistema de control de municionamiento para la ametralladora BREDA 40/70 mediante el uso de un PLC S7-1515T-PN y un HMI Basic Panel KTP900, equipos capaces de soportar las necesidades del proceso.

Palabras claves: BREDA 40/70, Modernización, S7-1515T-PN, HMI.

ABSTRACT

This degree work is aimed at the modernization of the ammunition system and local panel of the Breda 40/70 machine gun on board the missile corvettes of the Ecuadorian Navy. For the upgrade of the ammunition system, it is proposed to design a control system based on the use of a PLC and an HMI and the redesign of the electrical plan adapting the new devices.

For the development of the new control system, we used as references the manuals of the weapon and interviews to the operators and maintenance managers, in order to make the selection of equipment, generation of algorithms, design of HMI interface and the development of the electrical plan according to the needs of the weapon and the physical limitations of the machine gun.

The tests performed on the logic and HMI interface of the system proposed in this document were successful and consistent with the old system; in addition, the determined economic cost of the implementation of the system represents a great saving for the Ecuadorian Navy.

It was possible to design a new ammunition control system for the BREDA 40/70 machine gun through the use of a PLC S7-1515T-PN and a Basic Panel KTP900 HMI, equipment capable of supporting the needs of the process.

Keywords: *BREDA 40/70, Modernization, S7-1515T-PN, HMI.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
CAPÍTULO 1	11
1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Descripción del problema.....	12
1.2 Justificación del problema.....	12
1.3 Objetivos.....	13
1.4 Marco teórico	14
CAPÍTULO 2	23
2 METODOLOGÍA.....	23
2.1 Metodología de trabajo	29
2.2 Motores.....	31
2.3 Comunicación del sistema de control.....	31
2.4 Programación del sistema.....	32
2.5 Diseño de interfaz HMI.....	40
2.6 Diseño eléctrico	40
CAPÍTULO 3	43

3	RESULTADOS Y ANÁLISIS	43
3.1	Análisis de costos	44
3.2	Resultados obtenidos.....	45
CAPÍTULO 4		54
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
	Conclusiones.....	54
	Recomendaciones.....	55
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTINAVE	Astilleros Navales Ecuatorianos

SIMBOLOGÍA

VAC	Voltaje de corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente directa
HMI	Interfaz hombre máquina
PLC	Controlador lógico programable
CPU	Unidad central de procesamiento.
HF	High Feature
Kg	Kilogramo
M	Metro
DI	Digital Input
DQ	Digital Output

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Arreglo de freno y embrague [11]	15
Figura 1.2 :Freno electromagnético [11]	17
Figura 1.3: Micro interruptor de seguridad y consentimiento. Sección transversal [11]	18
Figura 1.4: Micro interruptor de carga [11].....	19
Figura 1.5: Micro interruptores de seguridad por Anillos móviles y cadenas bloqueadas [11]	20
Figura 1.6: Luz controlada por un PLC	21
Figura 1.7: PLC y HMI operando un proceso industrial.....	22
Figura 2.1: Diagrama funcional de las líneas de distribución de 440[V]-60[Hz] y 115[V]-60[Hz] de la embarcación.[12].....	26
Figura 2.2: Diagrama de bloques funcional del sistema de municionamiento. [12] ..	28
Figura 2.3: Comunicación del sistema de control.....	32
Figura 2.4 Inicialización del sistema	32
Figura 2.5 Selección de la estación local/remoto	33
Figura 2.6 Encendido de guardamotores	34
Figura 2.7 Encendido de señal preoperativo y motores de municionamiento.....	34
Figura 2.8 Comprobación de encendido de motores y encendido de señales de arma lista y seguro mecánico	35
Figura 2.9 Encendido de embrague izquierdo (1)	36
Figura 2.10 Encendido de embrague izquierdo (2)	36
Figura 2.11 Activación de señales embrague On y embrague Off	36
Figura 2.12 Encendido de embrague derecha (1).....	37
Figura 2.13 Encendido de embrague derecha (2).....	37
Figura 2.14 Encendido de frenos sección izquierda.....	38
Figura 2.15 Encendido de frenos sección derecha	39
Figura 2.16 Diseño interfaz HMI	40
Figura 2.17 Diagrama unifilar	42
Figura 3.1 Simulación inicialización del sistema	45
Figura 3.2 Simulación selección de la estación local/remoto	45

Figura 3.3 Simulación encendida de guardamotores	46
Figura 3.4 Simulación encendida de señal preoperativo y motores de municionamiento	46
Figura 3.5 Simulación comprobación de encendido de motores y encendido de señales de arma lista y seguro mecánico	47
Figura 3.6 Simulación encendida de embrague izquierdo (1)	47
Figura 3.7 Simulación encendida de embrague izquierdo (2)	48
Figura 3.8 Simulación activación de señales embrague On y embrague Off	48
Figura 3.9 Simulación encendida de embrague derecha (1).....	49
Figura 3.10 Simulación encendida de embrague derecha (2).....	49
Figura 3.11 Simulación encendida de frenos sección izquierda.....	50
Figura 3.12 Simulación encendida de frenos sección derecha	51
Figura 3.13 Simulación interfaz HMI 1	52
Figura 3.14 Simulación interfaz HMI	52
Figura 4.1 Carátula diseño eléctrico	56
Figura 4.2 Índice del diseño eléctrico.....	56
Figura 4.3 Diagrama unifilar	56
Figura 4.4 Distribución eléctrica primaria.....	56
Figura 4.5 Distribución secundaria	56
Figura 4.6 Módulo DI 1	56
Figura 4.7 Módulo DI 2	56
Figura 4.8 Módulo DO	56
Figura 4.9 Armario de potencia.....	56
Figura 4.10 Caja servoamplificadora	56
Figura 4.11 Caja auxiliar	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Equipos propuestos	43
Tabla 3.2: Tabla de costos	44

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Implementación general del muelle

PLANO 2 Ubicación de ánodos en tablestacado frontal

PLANO 3 Ubicación de ánodos en tablestacado lateral norte y sur

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

La Armada del Ecuador en la década de los 80 con el fin de desarrollar su poder naval para la defensa de la soberanía nacional, adquirió seis corbetas misileras clase Esmeraldas, las mismas que debido a que estaban entrando en obsolescencia tanto operativa como logística, en el año 2014 iniciaron trabajos de repotenciación a tres de estas seis unidades a través de la empresa Astilleros Navales Ecuatorianos (ASTINAVE), sin embargo, gran parte del armamento aún se encuentra con tecnología antigua, como lo es la ametralladora Breda 40/70 que actualmente los trabajos de reparación y mantenimiento cada vez son más complejos, ya que los componentes electrónicos no se encuentran comúnmente en el mercado, dando como consecuencia que la ametralladora entre en un estado obsolescencia.

El nacimiento de nuevas tecnologías como son los PLC's y las interfaces HMI's han revolucionado el mundo de la automatización industrial, abriendo así un abanico de posibilidades en diferentes industrias; gracias a su versatilidad, fácil adquisición y programación se pueden optimizar y modernizar sistemas antiguos, generando ahorros de costos de operación y mantenimiento.

El propósito del presente trabajo es de realizar el diseño de un nuevo sistema de control de municionamiento de la ametralladora BREDA 40/70, mediante el uso de un PLC y HMI que soporte las necesidades del proceso y permita reemplazar y modernizar el sistema actual, con la finalidad de facilitar los trabajos de mantenimiento y reparación del armamento.

Esta investigación es de suma importancia para la Armada del Ecuador gracias a su escalabilidad, ya que los conceptos y conocimientos que se exponen a lo largo de esta materia integradora pueden ser el punto de partida para la ejecución de procesos de modernización de otros tipos de armamento que tienen similar tipo de operación, como lo es el cañón Oerlikon.

1.1 Descripción del problema

La Armada del Ecuador en el año 1982 consciente de su reducido poder naval y del crecimiento económico que estaba teniendo el país debido a la explotación petrolera, realiza las gestiones pertinentes para la fabricación de 6 corbetas misileras clase esmeraldas en Italia, mismas que estaban dotadas de armamento como: lanzadores triples de misiles de superficie MM40, lanzador cuádruples de misiles antiaéreos Aspide, cañón anti superficie/aéreo Otomelara calibre 76/62 mm, torpedos anti submarinos MK-46 MOD 2, cargas de profundidad y la ametralladora doble Breda calibre 40/70mm.

Con el pasar de los años las corbetas han cumplido con un sin número de operaciones, las cuales han dado como resultado que varios componentes de sus sistemas electrónicos cumplan con el tiempo de vida útil y requieran reparaciones emergentes, como es el caso de la ametralladora Breda 40/70.

El sistema de la ametralladora Breda 40/70 posee varios subsistemas electrónicos, como son el sistema de municionamiento y panel local, mismas que actualmente poseen serias averías en sus tarjetas y componentes electrónicos, todo esto debido a la dificultad que se presenta al momento de realizar trabajos de reparación o mantenimiento, ya que esta tecnología se encuentra es desuso, siendo muy complejo adquirir componentes nuevos.

1.2 Justificación del problema

Actualmente, las ametralladoras Breda 40/70 que se encuentran abordo de las corbetas misileras están entrando en una etapa de obsolescencia, debido a que los antiguos componentes electrónicos cada vez son más complejos de encontrar en el mercado, por lo cual resulta imperante buscar nuevas tecnologías que permitan modernizar este sistema, con la finalidad de poder simplificar los trabajos de mantenimiento y reparación del sistema electrónico.

Dado que actualmente existen tecnologías muchos más eficientes, robustas y eficaces como son los PLC's y HMI's, es posible modernizar sistemas de control antiguos de una forma sencilla y con un gran soporte de parte de las empresas fabricantes, lo cual permite que estos equipos sean viables para poder modernizar el sistema de municionamiento y panel local de la ametralladora Breda 40/70.

Este proyecto se enfocará en la creación de un nuevo sistema de control del municionamiento de la ametralladora Breda 40/70 a través de un PLC y un HMI, los mismos que serán encargados de recolectar las señales emitidas por los diferentes sensores y finalmente encender los respectivos actuadores.

De este modo, esta investigación pretende mejorar la operatividad del armamento de las corbetas misileras, con el propósito de que de la Armada del Ecuador pueda cumplir con su constante preparación del personal ante posibles amenazas y de este modo poder cumplir con su rol de resguardar la soberanía nacional e integridad territorial.

Por otro lado, este proyecto busca promover la investigación de otros sistemas de armas, con la finalidad de que los buques de la Armada del Ecuador mejoren su estado de operatividad y puedan ejecutar misiones de defensa y seguridad de los espacios marítimos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un nuevo sistema de control de municionamiento de la ametralladora BREDA 40/70 mediante el uso de un PLC y HMI que soporte las necesidades del proceso y condiciones del entorno para facilitar los procesos de mantenimiento y reparación del armamento.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un programa en lógica escalera que permita reemplazar la lógica analógica del sistema de municionamiento actual mediante el software TIA Portal.
- Desarrollar el interfaz HMI que sustituya el panel de control actual y permita el control de sistema de municionamiento de la ametralladora Breda 40/70.
- Realizar un plano eléctrico del nuevo sistema que sirva de guía para futuras expansiones, reparaciones y mantenimientos del sistema

1.4 Marco teórico

1.4.1 Operatividad del sistema.

La ametralladora BREDA 40/70 posee dos secciones que componen el sistema de municionamiento, ambas secciones son independientes y se encuentran separadas, sin embargo, ambos sistemas son idénticos.

La siguiente descripción es dedicada solo a la sección izquierda.

El sistema de cadenas de municionamiento en la ametralladora BREDA 40/70 opera con los siguientes actuadores:

- Motor de tipo trifásico asíncrono.
- Un embrague (acopla la cadena al motor de su respectiva sección).
- 3 frenos (actúan tan pronto el embrague este desacoplado).

Los componentes que controlan o monitorean los actuadores mencionados son descritos a continuación:

- Relé K17(una vez energizado habilita el inicio o encendido del motor).
- Relé K9(Una vez energizado, elimina la alimentación del circuito de control de frenos y enciende el embrague).
- Disyuntor automático CB1(Una vez energizado, conecta la línea de suministro a través del motor de accionamiento de la sección izquierda).

A continuación, se presenta una descripción más detallada de los actuadores más importantes.

1.4.2 Embrague

El embrague es el mecanismo encargado de conectar o desconectar la transmisión de potencia entre dos árboles en un sistema móvil, en un coche, habilita o elimina la transferencia de potencia del motor a la caja de cambio. El embrague debe ser capaz de desconectar ambos arboles si estos se hallan en movimiento o se encuentran completamente detenidos. En la ametralladora BREDA 40/70 encontramos 2 embragues, uno en cada sección del arma, los cuales conectan o desconectan la carga (cadenas de alimentación) a los dos motores de tipo asíncrono trifásico del sistema de alimentación.

Las características eléctricas de cada embrague son las siguientes:

Voltaje de alimentación nominal: 24 V DC

Corriente en estado estable (a 24 V, 20°C): 1.28 A

Potencia nominal a 20°C: 31W

Torque estático: 4Kg/m

Torque dinámico: 2.5 Kg/m.

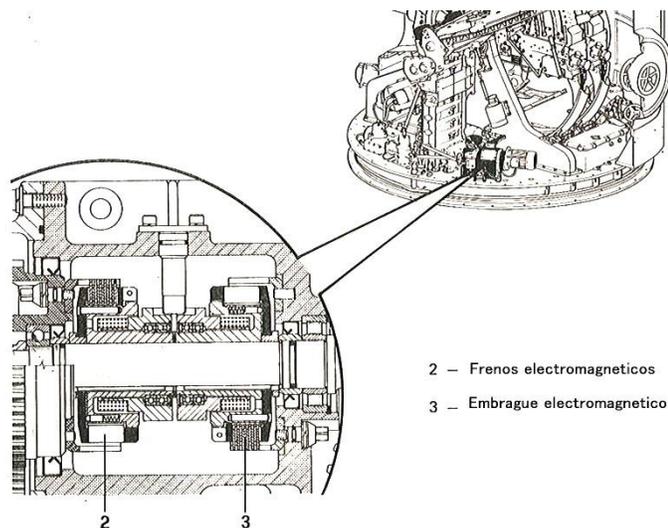


Figura 1.1: Arreglo de freno y embrague [11]

1.4.3 Motor

Es una maquina que pertenece a un sistema mayor ayudando a que este funcione por medio de la transformación de la energía eléctrica o química (combustible fósil o de otro tipo) en energía mecánica, existen tres tipos de motores, el motor eléctrico, el motor de combustión externa y el motor de combustión interna.

Dentro de la ametralladora BREDA 40/70 se encuentran dos motores de tipo asíncrono trifásico, uno en cada sección del arma, los cuales son los encargados del accionamiento de las cadenas del sistema de alimentación, estas transportan las municiones a los cañones del arma.

Ambos motores presentan las siguientes características eléctricas:

- Tensión de alimentación nominal: 440VAC.
- Frecuencia: 60 Hz
- Potencia nominal: 3.6 HP
- Velocidad de operación: 3420 RPM
- Peso: 13 Kg.

Estos motores deben ser puestos en marcha de preferencia en vacío haciendo uso de los embragues del sistema de municionamiento.

1.4.4 Freno

Es el elemento encargado de reducir la inercia de una parte móvil en un sistema, estos pueden ser de varios tipos según su aplicación, para detener las cadenas móviles del sistema de alimentación en la ametralladora BREDA 40/70 se cuenta con 6 frenos electromagnéticos, tres en cada sección del arma, estos absorben la energía cinética de traslación de las cadenas de alimentación, deteniéndolas de forma inmediata. Un freno está ubicado en el mismo bloque que incluye el embrague electromagnético y es controlado alternativamente con él por medio del mismo relé, accionado por una lógica de tipo OR; los otros dos frenos están ubicados en una posición adecuada a lo largo de la cadena del sistema de alimentación.

Las características eléctricas de cada freno son las siguientes:

Voltaje de alimentación nominal: 24 V DC

Corriente en estado estable (a 24 V, 20°C): 1.28 A

Potencia nominal a 20°C: 31W

Torque estático: 4Kg/m

Torque dinámico: 2.5 Kg/m.

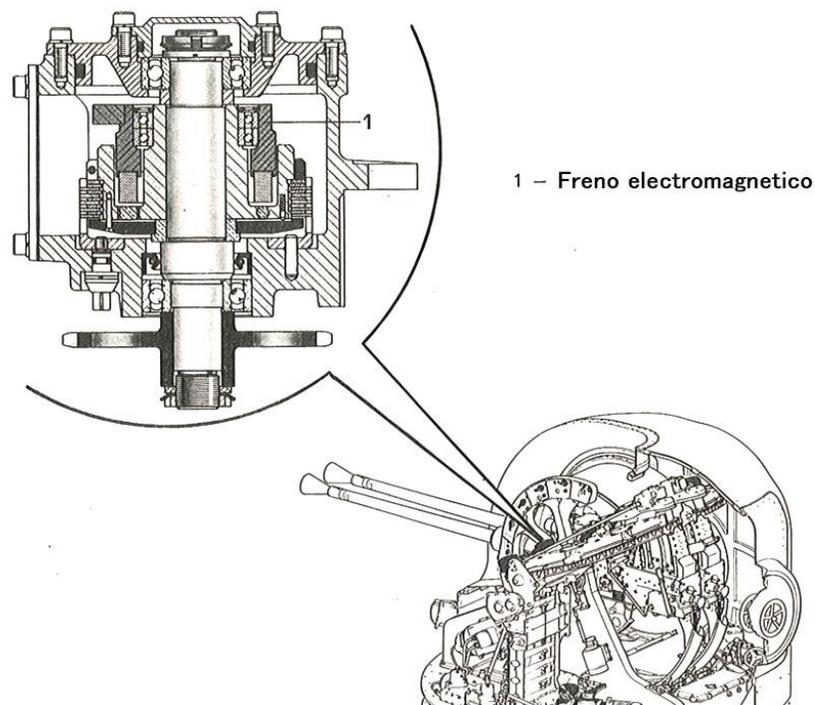


Figura 1.2 :Freno electromagnético [11]

Los circuitos encargados de la administración eléctrica del sistema son los siguientes:

1.4.5 Circuito de freno automático CB1

El interruptor automático es alimentado por la línea de suministro principal a través del transformador T2; En serie de la ruta de alimentación del CB1 encontramos los siguientes elementos:

- Los contactos del relé térmico, con lámpara de alarma asociada DS1.
- el micro interruptor controlado por las escotillas de descarga del cargador giratorio de municiones
- Contactos del relé K17.

1.4.6 Circuito de relé K17

Representa el consentimiento externo para encender el motor de accionamiento de las cadenas. El circuito de energización del relé K17 está conectado a la línea de 24 VDC.

1.4.7 Circuito de relé K9

El relé K9 es energizado por la línea de 24 VDC

En serie de la ruta de alimentación del CB1 encontramos los siguientes elementos:

- Los contactos del interruptor automático CB1 (Indican que el embrague puede ser accionado solo si el motor está funcionando correctamente)
- El micro interruptor de seguridad por falla en el carro de transporte de municiones (Normalmente cerrado, en caso de falla se desacopla el embrague y se activan los frenos)
- Micro interruptor de seguridad por falla en la cadena relativa al sistema de municionamiento (Normalmente cerrado)
- Micro interruptor de carga (controla la presencia del máximo número de cartuchos que se cargan dentro de la apertura del arma)

1.4.8 Micro interruptor

Las funciones de protección del sistema se encuentran fundamentadas de micro interruptores de tipo “pushbutton” UNIMAX altamente sensitivos, la corriente máxima operativa es igual a 15 [A] a 115 hasta 250 V AC.

Estos micro interruptores están dentro de cajas estancas con pulsador de control asociado y enchufe para el cable de conexión.

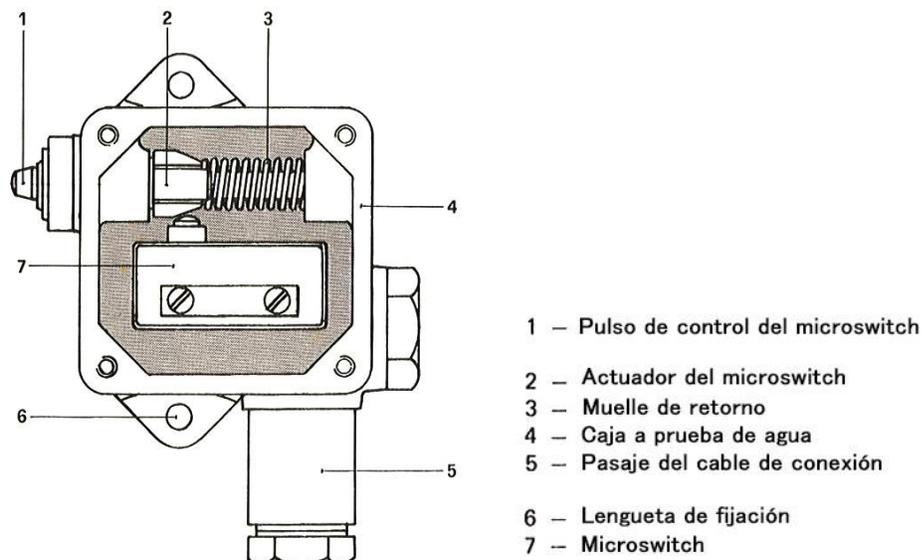


Figura 1.3: Micro interruptor de seguridad y consentimiento. Sección transversal [11]

Los micro interruptores mas importantes que informan al sistema de municionamiento los eventos que requieren control de seguridad y consentimiento son los siguientes:

1.4.9 Micro interruptores de seguridad por carga de apertura de alimentación.

La función de estos micro interruptores es detener el sistema de alimentación de municiones por medio del desacople de los embragues y simultáneamente la activación de los frenos; lo mismo ocurre cuando, debido a un atasco en el sistema de alimentación los cartuchos no pueden avanzar más allá de la abertura de alimentación hacia abajo en la bandeja de carga.

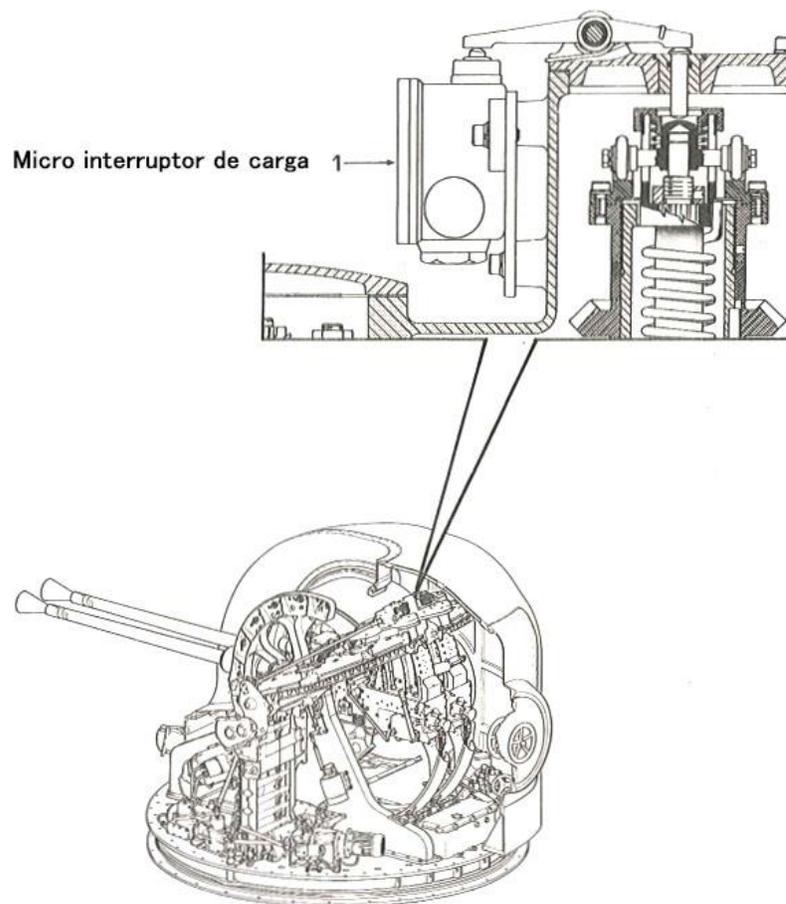


Figura 1.4: Micro interruptor de carga [11]

1.4.10 Micro interruptores de seguridad por impulsadores bloqueados

La función de estos micro interruptores es detener el sistema de alimentación de municiones por medio del desacople de los embragues y simultáneamente la activación de los frenos, debido a un atasco en las cadenas del sistema de municionamiento.

1.4.11 Micro interruptores de seguridad por Anillos móviles bloqueados

La función de estos micro interruptores es detener el sistema de alimentación de municiones por medio del desacople de los embragues y simultáneamente la activación de los frenos cuando, debido a un atasco en los estantes del cargador giratorio automático de municiones, los cartuchos no pueden avanzar más.

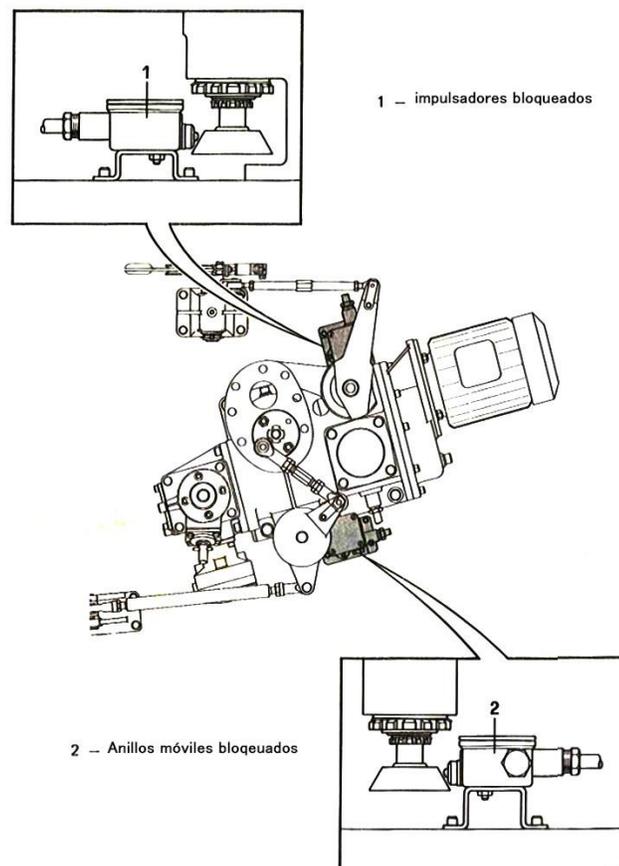


Figura 1.5: Micro interruptores de seguridad por Anillos móviles y cadenas bloqueadas [11]

Para comprender la solución propuesta es necesario conocer los siguientes instrumentos de control y automatización.

1.4.12 Controlador Lógico programable

Un controlador lógico programable es un ordenador tal como el que tenemos en casa ya que este posee entradas y salidas (I/O), una memoria, una unidad central de procesamiento (CPU) y un software. Un PLC se diferencia de un PC por su campo de aplicación, un PLC es fabricado para un entorno industrial, es un equipo robusto, listo para soportar vibraciones, humedad, polvo y en general condiciones

ambientales difíciles. El PLC fue inventado en 1964 por Dick Morley, sus funciones básicas son contar, calcular, cronometrar y administrar o procesar diversas señales de entrada o salida ya sean estas analógicas o digitales.

Entre las ventajas del uso de los PLCs está la facilidad de extender sus funciones de una forma simple por medio de la reprogramación, lo que no sucede en un sistema cableado lleno de circuitos e integrados, ya que estos traen una configuración fija, donde para agregar una función es necesario rediseñar la tarjeta controladora, además, un PLC puede ser remplazado con facilidad y en poco tiempo solicitando un nuevo equipo a la empresa fabricante donde la programación puede ser transferida del PLC antiguo al nuevo, también es posible integrar equipos o áreas de proceso, es decir, podemos conectar nuestro PLC a un HMI para mostrar las variables de un proceso en tiempo real o podemos conectarlo también a otro PLC, haciendo que estos trabajen en grupo. Las aplicaciones de estos equipos son infinitas dentro del área de control ya que estos equipos son respaldados por una gran comunidad que se encuentra en crecimiento todos los años.

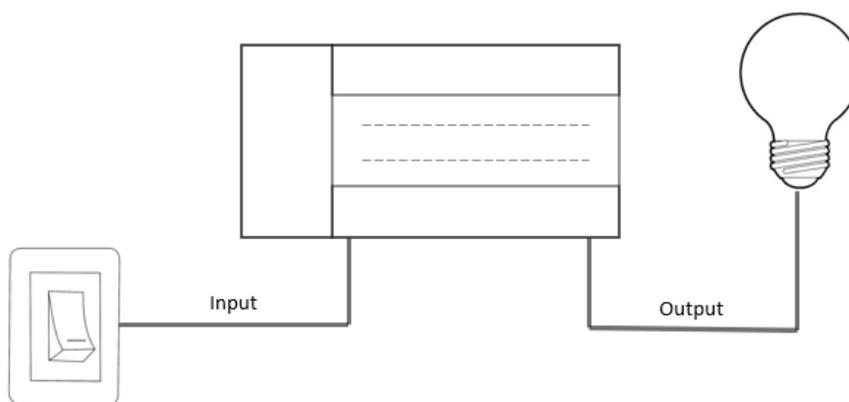


Figura 1.6: Luz controlada por un PLC

1.4.13 Interfaz humano-maquina

El HMI es el equipo utilizado en los sistemas de control que permite a los operadores comunicarse con los actuadores de la planta y recibir una retroalimentación en tiempo real, Un HMI o Human-Machine Interface es un panel visual que ofrece información y control sobre la planta o el proceso en cuestión, desde este podemos observar de forma didáctica variables de proceso como la temperatura, la presión, el nivel de un tanque y muchas otras. Dentro de las ventajas del uso de un HMI encontramos la facilidad para aprender el control o

supervisión de un proceso, ya que los datos que este presenta pueden ser fácilmente interpretados y solo falta conocer la lógica del funcionamiento del sistema para poderlo operar desde este equipo. Un HMI no puede operar solo, siempre es necesario que este acompañado por un PLC.

Con la mayoría de HMIs no es necesario conocer un lenguaje de programación ya que los softwares dedicados a estos equipos traen la opción de arrastrar y soltar.

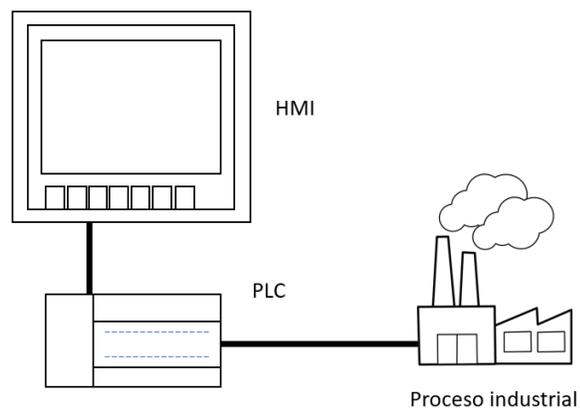


Figura 1.7: PLC y HMI operando un proceso industrial

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

A continuación, se describirá el estado actual del sistema de municionamiento de la ametralladora BREDA 40/70 y de las mejoras propuestas.

La ametralladora BREDA 40/70; hasta la fecha de la redacción de este documento, cuenta con un sistema complejo para su funcionamiento, este puede ser dividido en varios subsistemas, entre estos se encuentra el de municionamiento. Este es automático, sin embargo, es necesario el consentimiento del operador y del estado eléctrico de varios interruptores de seguridad para que este pueda ser iniciado con éxito.

Los ítems relacionados con el actual sistema de municionamiento de la ametralladora son los siguientes:

- Panel de control general.

En el panel frontal del panel de control general encontramos los siguientes 3 tipos de elementos.

- Dispositivos de control
 - Selector OFF-LOCAL-REMOTE (Switch 3101).
 - Preoperativos, ON and OFF (Botón 3110 y 3111).
 - Embragues ON-OFF (Botón 3115 y 3116).
 - Servo mecanismos ON-OFF (Botón 3120 y 3121).
 - Inyectores Dentro-Fuera (Botón 3135 y 3136).
 - Emergencia (Botón 3102).
- Indicadores luminosos.
 - Anillos bloqueados I-D (lámparas piloto rojas, 3250 y 3252).
 - Impulsadores bloqueados I-D (lámparas piloto rojas, 3254 y 3256)
 - Cadenas bloqueadas I-D (Lámparas piloto rojas, 3258 y 3260).
 - Seguros eléctricos - mecánicos (Lámparas piloto rojas 3262 y 3264).

- Líneas de suministro 400[Hz]-60[Hz] (Lámparas piloto verdes, 3274 y 3276)
 - Atracador armado (Lámparas piloto verdes, 3278 y 3284).
 - Alimentador aprovisionado I-D (Lámparas piloto verdes, 3282 y 3284).
 - Cuchara cargada I-D (Lámparas piloto verdes, 3286 y 3288).
 - Preoperativos ON-OFF (Lámparas piloto verdes 3210 y roja 3211).
 - Embragues ON-OFF (Lámparas piloto verdes 3215 y roja 3216)
 - Servo mecanismos ON-OFF (Lámparas piloto verdes 3220 y roja 3221).
 - Inyectores dentro (Lampara piloto roja 3236).
 - Inyectores fuera (Lampara piloto verde 3235).
- Actuadores del sistema de municionamiento.
 - Motor de municionamiento izquierdo
 - Motor de municionamiento derecho
 - Frenos y embrague izquierdo.
 - Frenos y embrague derecho.
- Circuito de control eléctrico referido al sistema de municionamiento.
 - Relés.
 - K17 y K18.
 - K9 y K10.
 - K20 (Battle short).
 - Bobinas (Interruptor automático)
 - CB1 (115 [VAC]-60[Hz]).
 - CB2 (115 [VAC]-60[Hz]).
- Micro interruptores de seguridad.
 - Descarga del arma izquierda (115 [VAC]-60[Hz])
 - Descarga del arma derecha(115[VAC]-60[Hz])
- Switches
 - S2
- Líneas de alimentación
 - 440 [VAC]-60[Hz]
 - Motores

- 115 [VAC]-60[Hz]
 - Switch S2
 - Bobinas CB1 y CB2
- 24 [VDC]
 - Varios relés.
 - Embragues y frenos izquierdos.
 - Embragues y frenos derechos.
- Protección eléctrica.
 - Fusible F2 (clasificación= 2[A]) (Unión auxiliar).
 - Fusible F1 (Clasificación= 10[A]) (Unión auxiliar)
 - Fusibles F14, F15 y F16 (clasificación= 10[A]) (Gabinete de poder).
 - Relé térmico motor izquierdo.
 - Relé térmico motor derecho.
- Transformadores.
 - T1 (13.4[VAC]-60[Hz]) (Trifásico).
 - T2 (115[VAC]-60[Hz]) (monofásico).
- Rectificador.
 - CR3 (24[VDC]).

Es necesario recordar que la lista anterior solo representa los ítems que son necesarios considerar para el desarrollo de este proyecto. Sin embargo, la ametralladora no solo contiene el sistema de municionamiento, sino también el sistema de disparo, el de ronza y elevación, entre otros, y estos dependen a su vez de tarjetas electrónicas, circuitos de potencia, compuertas lógicas, sistemas mecánicos etc.

Actualmente el resto de los sistemas se encuentran en proceso de actualización, por lo que es necesario que el diseño que se realice sobre el sistema de municionamiento de la ametralladora sea compatible y fácil de acoplar con el resto de mejoras. Para esto, dentro del análisis se consideran todas las partes del diseño antiguo y en base de este se diseña el nuevo.

A continuación, se describirá el diagrama funcional de las líneas de distribución de la embarcación.

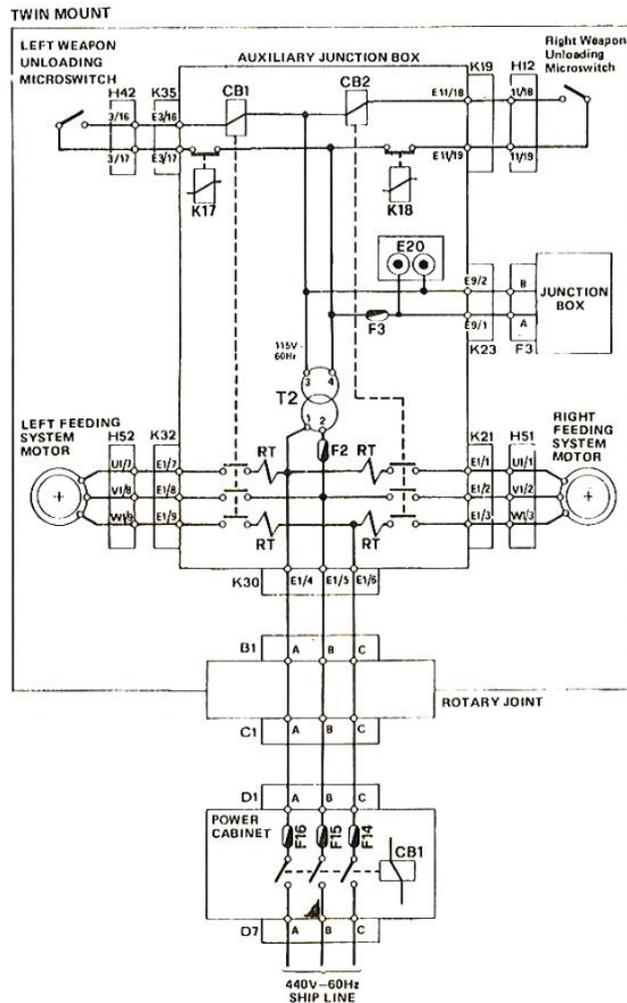


Figura 2.1: Diagrama funcional de las líneas de distribución de 440[V]-60[Hz] y 115[V]-60[Hz] de la embarcación.[12]

En el diagrama se muestran las líneas A, B y C, las cuales transportan 440 [VAC] a 60 [Hz], esta es la fuente dedicada a la ametralladora BREDA y de esta se derivan otras salidas con la ayuda de varios transformadores que alimentan el resto de partes que componen el arma, el sistema de municionamiento se beneficia de dos; el transformador T1 y T2, pero en este diagrama se revisará solo la función del T2. La entrada de las líneas A, B y C pasan por el disyuntor CB1, el cual permite o inhibe la alimentación a todos los sistemas eléctricos de la ametralladora, también, en el camino podemos observar los fusibles F16, F15 y F14, los cuales cuidan la corriente consumida por todo el sistema eléctrico de municionamiento y de los sistemas que se derivan de este. Lo siguiente que podemos observar son 4 relés térmicos dedicados a los motores de municionamiento izquierdo y derecho. Si

continuamos el recorrido hacia arriba de las líneas de alimentación nos encontraremos con el transformador T2, donde la corriente del devanado primario es controlada por el fusible F2, y el devanado secundario alimenta las bobinas CB1 y CB2 con 115 [VAC] a 60 [Hz], que a su vez pasan por los micro interruptor de descarga del arma izquierda y derecha, si seguimos podemos observar que la continuidad del circuito se ve interrumpida por los relés K17 y K18 los cuales son los que de esta forma dan el consentimiento para encender los motores de municionamiento izquierdo o derecho respectivamente, ya que al ser energizados permiten cerrar el circuito de las bobinas CB1 y CB2, las cuales activan el encendido de los motores.

A continuación, se describe el diagrama de bloques funcional del actual sistema de municionamiento.

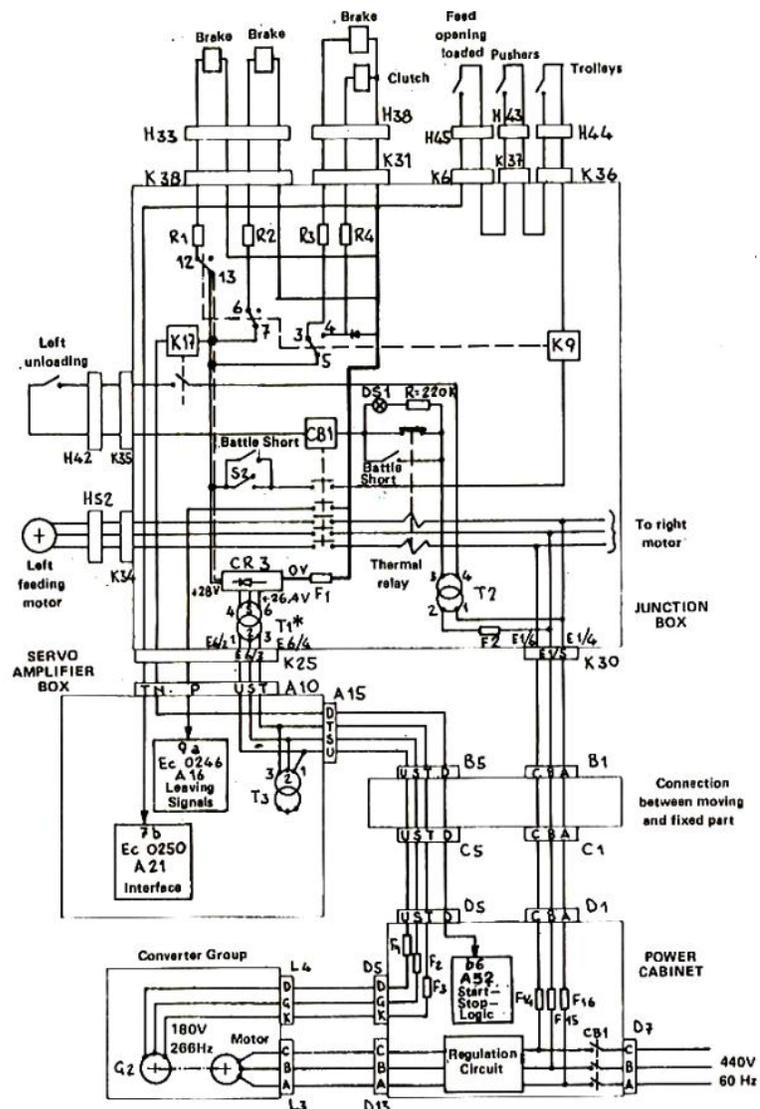


Figura 2.2: Diagrama de bloques funcional del sistema de municionamiento. [12]

El diagrama contiene los mismos elementos que el diagrama funcional de las líneas de distribución ya presentado y descrito, en este, se puede notar que no está el relé K18, ni la bobina CB2, esto debido a que se está referenciando solamente a la sección izquierda del sistema de municionamiento. Aquí se han añadido el resto de los actuadores y el relé que controla cada uno de ellos. Se puede notar que el relé K9 activa y desactiva los embragues y frenos, y si observamos con cuidado, tanto los embragues y frenos se encuentran alimentados por 24 Voltios, sin embargo la alimentación de los embragues está condicionada por el relé K9, el mismo que corta o conecta el subministro eléctrico a los frenos de forma alternada, por lo que cuando se energiza el relé K9 se engancha el embrague y simultáneamente se desactivan los frenos correspondientes a la sección izquierda, sucede lo contrario

cuando K9 se encuentra apagado (Lo mismo sucede con K10). También se puede observar al rectificador CR3 que recibe 3 líneas de 13.6 [VAC] a 60[Hz] del transformador T1 y entrega 24 [VDC] que alimenta a varios relés, a los frenos y embragues en ambas secciones del sistema de municionamiento.

La corriente del circuito eléctrico de 24[V] se encuentra controlada por el fusible F1.

2.1 Metodología de trabajo

Una vez identificado el sistema antiguo se describirá que partes serán modificadas para conseguir un sistema de municionamiento moderno.

Dentro de la solución, solo se ha considerado reemplazar parte del circuito de control eléctrico, manteniendo la misma lógica del funcionamiento y todos los actuadores y en general la mecánica que hace posible el municionamiento del arma.

El dispositivo seleccionado para cumplir la función de cerebro en el proceso fue un controlador lógico programable de la familia S7 1500 con un CPU 1515T-2 PN. El cual fue seleccionado por la robustez de su construcción, esto debido a las exigencias del entorno de la ametralladora, este controlador fue seleccionado también por el soporte que tiene en el campo industrial, ofreciendo una gran variedad de alternativas para solucionar cualquier futuro problema de control que tenga el arma.

Con respecto a las entradas y salidas que tiene el proceso, fue necesario elegir módulos compatibles con el CPU elegido, por esto se eligieron los siguientes módulos:

- Módulos de entrada: S7-1500, DI 16x24VDC HF
- Módulos de salida: S7-1500, DQ 32x24VDC/0.5A HF

A continuación, se describen las partes a reemplazar y los equipos que ocuparán la posición, así mismo se mencionará brevemente las partes que se conservan.

ACTUADORES

Los actuadores, al igual que las partes mecánicas serán conservadas y el sistema moderno de municionamiento al igual que en el antiguo, funcionará en base de estas partes.

TRANSFORMADORES

Todas las fuentes de voltaje alterno serán conservadas.

SWITCHES

Los switches forman parte de los instrumentos en base a los cuales el sistema antiguo tomaba decisiones, por esta razón se mantienen, con el objetivo de que el PLC posea un control completo y seguro.

MICRO INTERRUPTORES

Los micro interruptores cumplen en el sistema de municionamiento la misma función que los switches; mantienen informado al sistema de control del estado mecánico de las partes en tiempo real, por esta razón se mantienen.

BOBINAS

Todas las bobinas (CB1 y CB2) serán remplazadas por código dentro de la programación.

RELÉS

Todos los relés (K9, K10, K17, K18 y K20) serán remplazados por código dentro de la programación.

INDICADORES

Los indicadores luminosos serán eliminados, pero su utilidad se mantendrá proyectada a través del HMI.

PULSADORES (Dispositivos de control)

Los pulsadores serán eliminados, pero su utilidad se mantiene por medio de botones digitales en el HMI.

El único pulsador físico que se mantendrá es el de emergencia.

RECTIFICADORES

El rectificador CR1 proveía a varios actuadores, relés y m de 24 [VDC], sin embargo, este será reemplazado por una fuente de carga de la marca Siemens SITOP PSU8200 24 V/20, la misma que es una fuente de alimentación estabilizada que se va a alimentar de la señal trifásica 440V-60Hz y proveerá una salida de 24V DC a 20 A.

PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Todas las protecciones eléctricas se van a mantener.

TARJETA DE CONTROL

La tarjeta de control será reemplazada por un CPU S7-1500 es necesario la inclusión de una fuente PS 25W 24V DC de la marca Siemens.

Se decidió añadir una fuente alimentación (PS 25W 24V DC) dedica al CPU SIMATIC S7-1500.

2.2 Motores

Los motores de municionamiento actualmente son encendidos por medio de 2 bobinas (CB1 y CB2) que cierran los contactos entre la alimentación y los motores, por otro lado, la protección eléctrica solo está soportada por 2 relés térmicos y por los fusibles en serie (F14, F15, F16), sin embargo, estos no solo controlan la corriente del motor sino la corriente de todo el sistema de municionamiento en general. El sistema dedicado a los motores será remplazado por completo, tanto en la protección eléctrica, como en el método de control. La protección será guiada por un guardamotor y el encendido por un contactor que recibirá la orden desde el CPU del sistema de control y además desde el mismo contactor se enviará una señal de realimentación al PLC que permitirá al operador conocer el estado en todo momento por medio del HMI.

El contactor y el guardamotor elegido son los siguientes:

- Contactor: 3RT2024-1NB30.
- Guardamotor: 3RV2011-1GA15.

2.3 Comunicación del sistema de control

El protocolo de comunicación elegido fue PROFINET, a continuación, se muestra el diagrama de conexión entre la CPU, HMI y el computador.

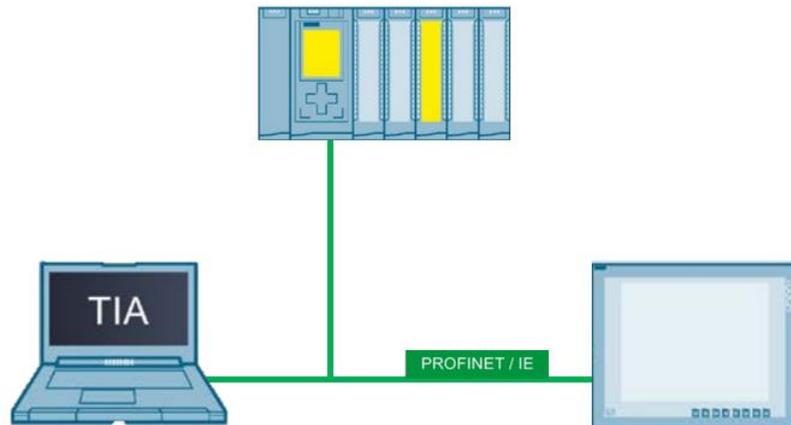


Figura 2.3: Comunicación del sistema de control

El protocolo de comunicación fue elegido considerando las posibilidades en cuanto a interconectividad y la corta distancia que existe entre los equipos intercomunicados, la cual no supera los 10 metros.

2.4 Programación del sistema

El presente algoritmo que se detalla a continuación está enfocado en la modernización del sistema de municionamiento y panel de control local.

El segmento 1 permite la inicialización del sistema, el cual tiene 2 entradas físicas que son pulsadores de inicio y paro, una vez que se envíe un pulso en alto a la entrada "PulsStart" el sistema se va a ejecutar mediante la salida "Run", mientras que lo contrario ocurrirá cuando se envíe un pulso a la entrada "PulsStop".

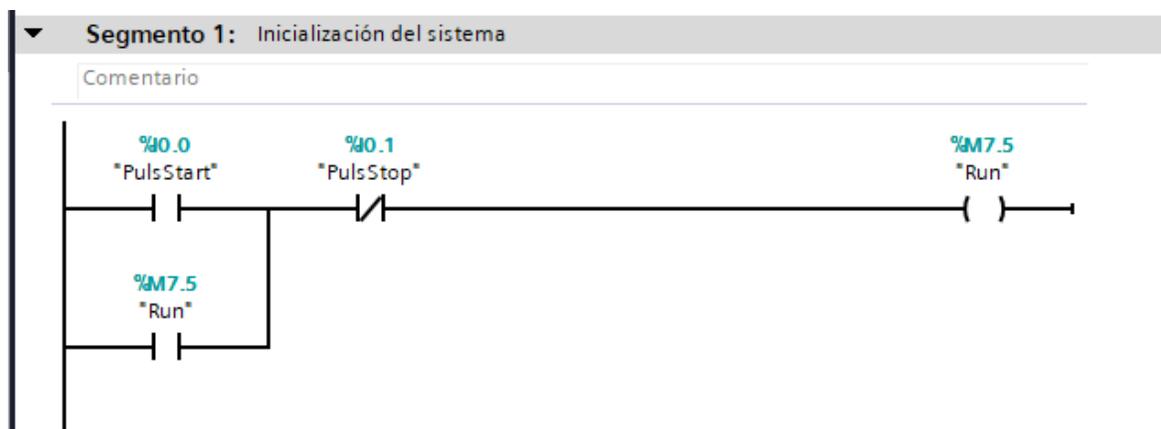


Figura 2.4 Inicialización del sistema

El segmento 2 permite seleccionar la estación por el cual se va a operar el armamento, donde se puede escoger local o remoto; en la primera rama se define que una vez exista un pulso en la entrada “botonLocal” se va a encender la salida “PLocal” y esta misma salida se va a desactivar cuando exista un pulso en la entrada “BotonRemoto”; del mismo modo, en la segunda rama cuando exista un pulso a través de la señal “BotonRemoto” se va a encender la salida Remoto y se va a desactivar cuando haya un pulso en la entrada “BotonLocal”.

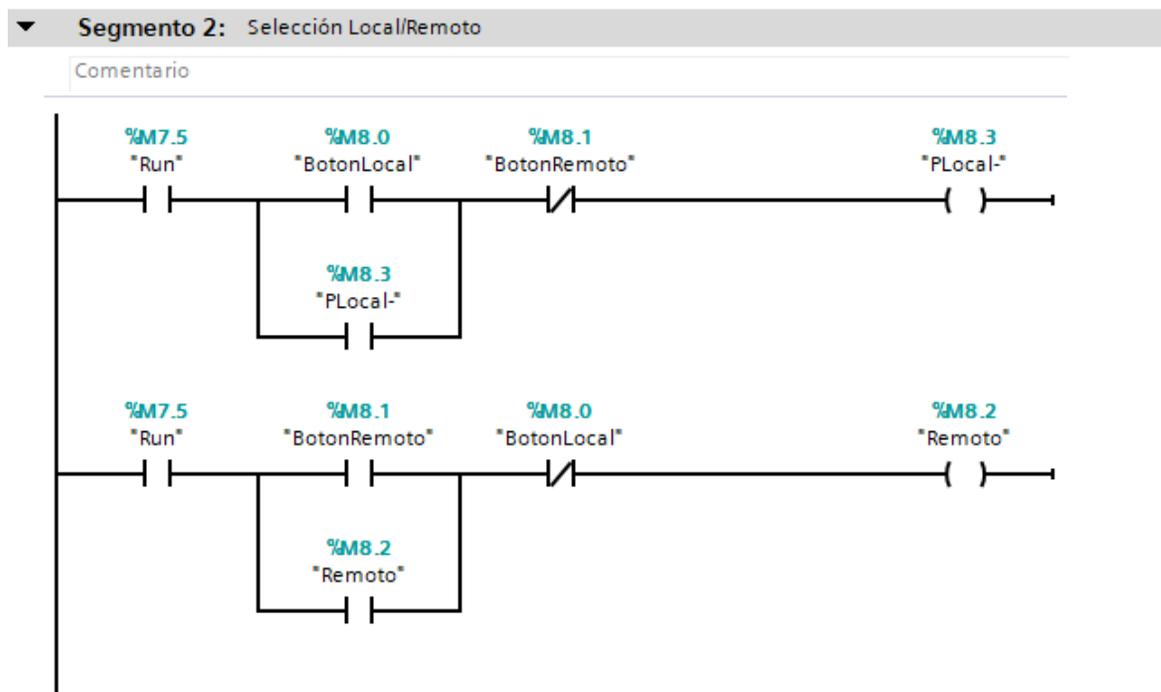


Figura 2.5 Selección de la estación local/remoto

Una vez inicializado el sistema y configurado para trabajar de modo local a través de las señales “Run” y “PLocal” respectivamente, el segmento tres va a recibir las señales de las entradas “SGuardamotorDer” y “SGuardamotorIzq”, lo cual permitirá conocer que los guardamotors de los motores trifásicos han sido conmutados para finalmente encender la salida “Listo”.

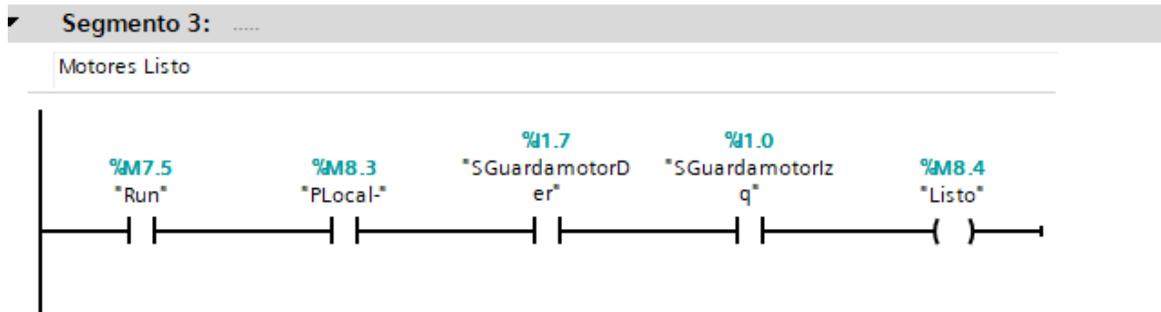


Figura 2.6 Encendido de guardamotores

Si siguiendo la secuencia, ya teniendo activado las señales “Run”, “PLocal” y “Listo”, el segmento cuatro va a permitir encender la señal “PreoperativoOn” y los motores trifásicos “QMotorDer” y “QMotorIzq” a través del pulso del botón “BotonPreoperativoOn” y de manera contraria se desactiva la señal y los motores al enviar un pulso a través de la entrada “BotonPreoperativoOff” y se activa salida “PreoperativoOff”.

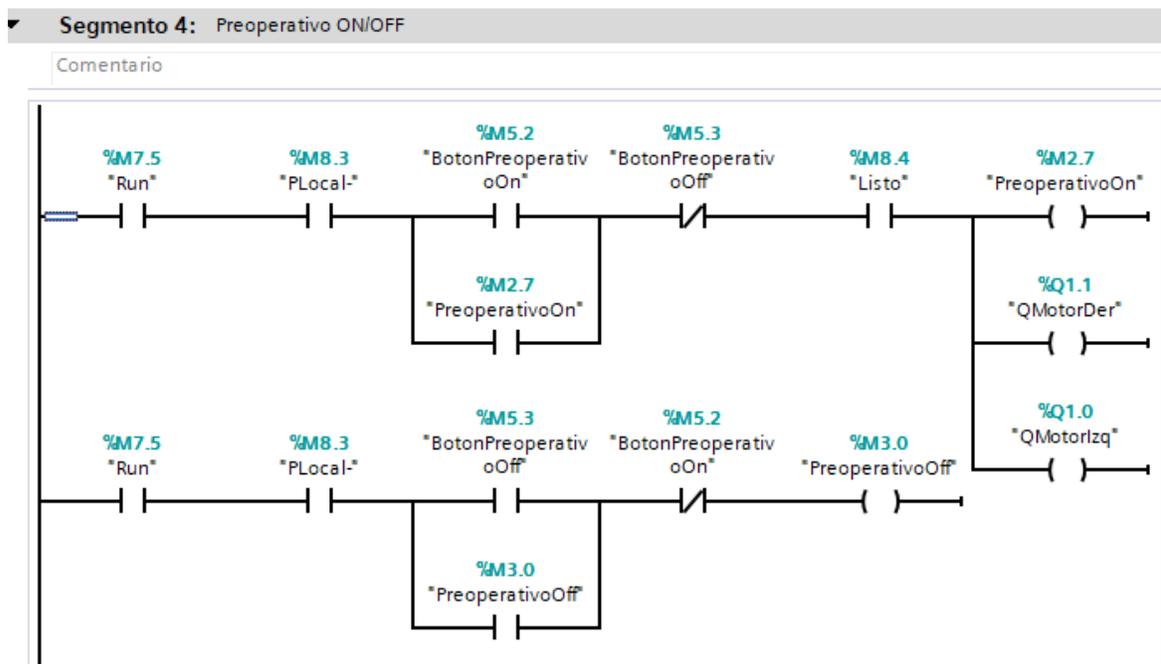


Figura 2.7 Encendido de señal preoperativo y motores de municionamiento

Estando activado las señales “Run”, “PLocal” y “PreoperativoON”, la primera rama del segmento 5 va a almacenar las señales que indican que los motores han sido activados exitosamente mediante las entradas “SContactorDer” y “SContactorIzq”, una vez activadas estas señales se encenderán las salidas “Dentro” y “ArmaListaServo”. Por otro lado, la rama 2 va a permitir que se encienda una señal seguro mecánico cuando alguna escotilla esté abierta.

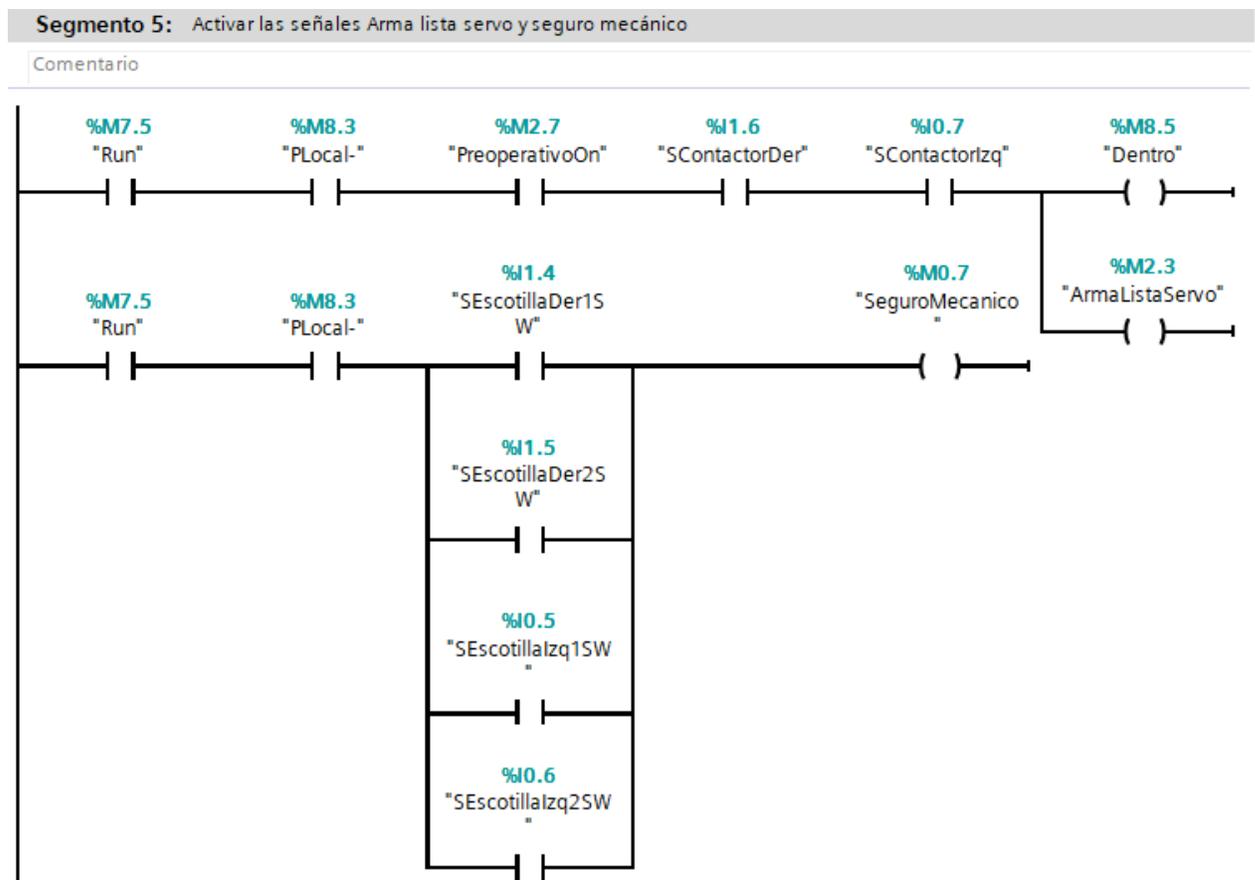


Figura 2.8 Comprobación de encendido de motores y encendido de señales de arma lista y seguro mecánico

La primera rama de los segmentos 6 y 7 contribuirán en el control de los embragues de la sección izquierda y derecha respectivamente, esto es posible a través de la activación y desactivación de las entradas tales como “SControlEmbragueIzq”, “SControlEmbragueDer”, “SAlimentadorIzq”, “SAlimentadorDer”, etc. Por otro lado, la segunda y tercera rama del segmento 6

van a indicar el instante que se enciende la señal “EmbragueOn” y “EmbragueOff” respectivamente.

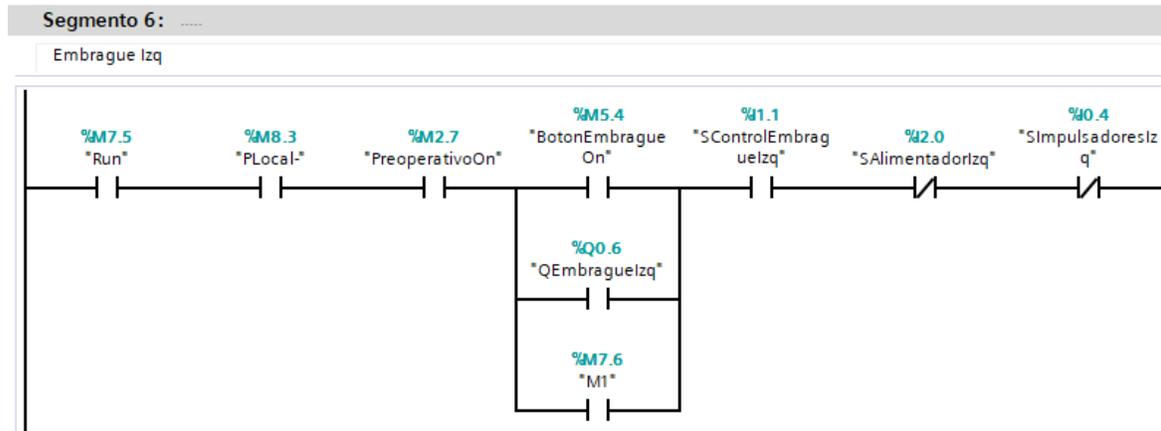


Figura 2.9 Encendido de embrague izquierdo (1)

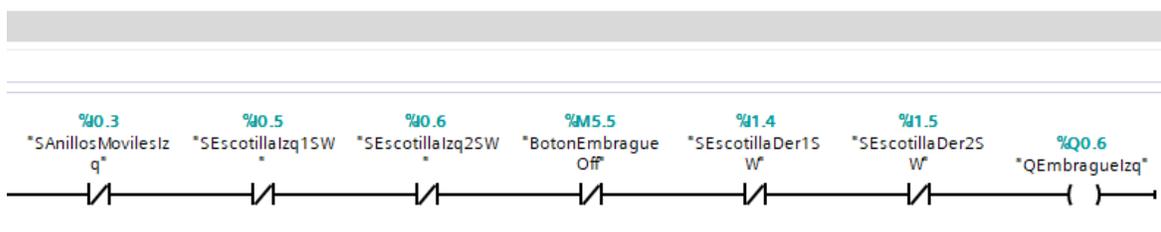


Figura 2.10 Encendido de embrague izquierdo (2)

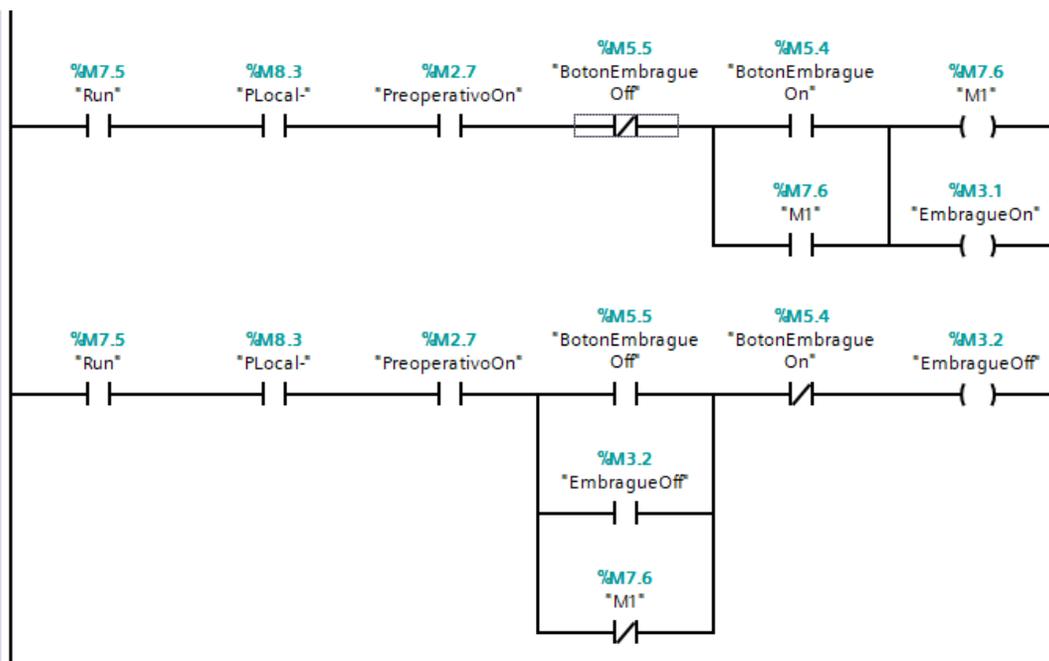


Figura 2.11 Activación de señales embrague On y embrague Off

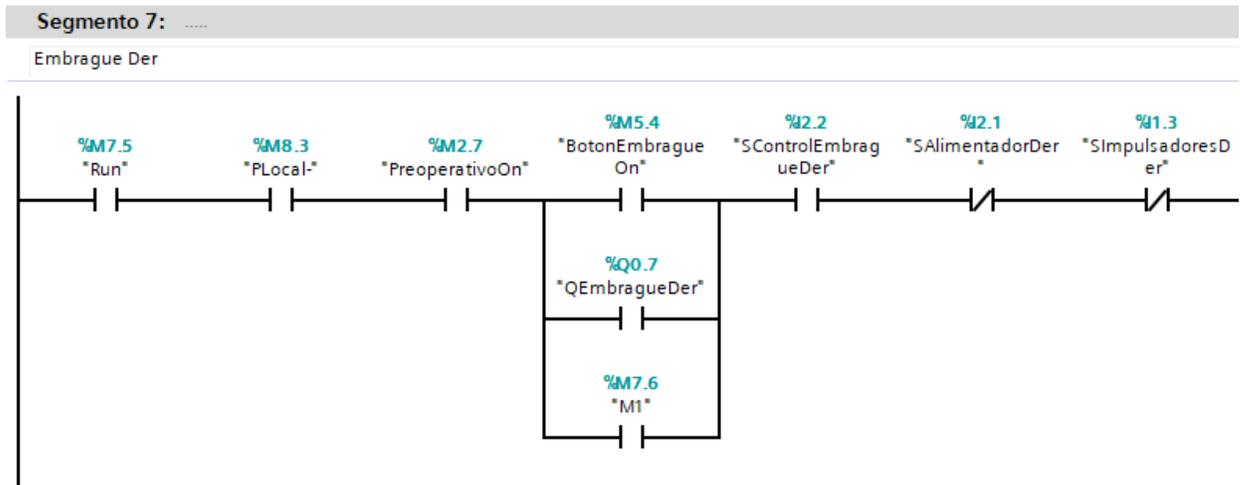


Figura 2.12 Encendido de embrague derecha (1)

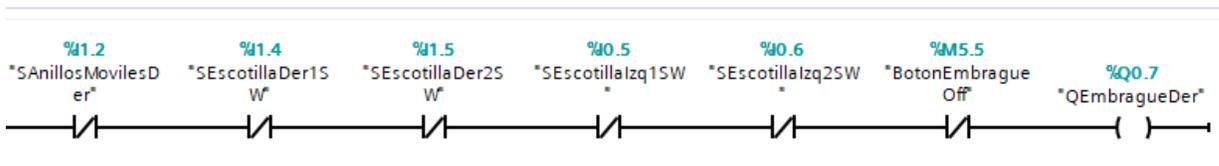


Figura 2.13 Encendido de embrague derecha (2)

Los segmentos 8 y 9 serán los encargados de controlar el encendido y apagado de los frenos, de tal modo que cuando permitan el encendido cualquiera de estas señales señales “SControlEmbragueIzq”, “SControlEmbragueDer”, “SAlimentadorIzq”, “SAlimentadorDer”, etc. Se van a encender los frenos.

Remplazar

Segmento 8:

Freno Izq

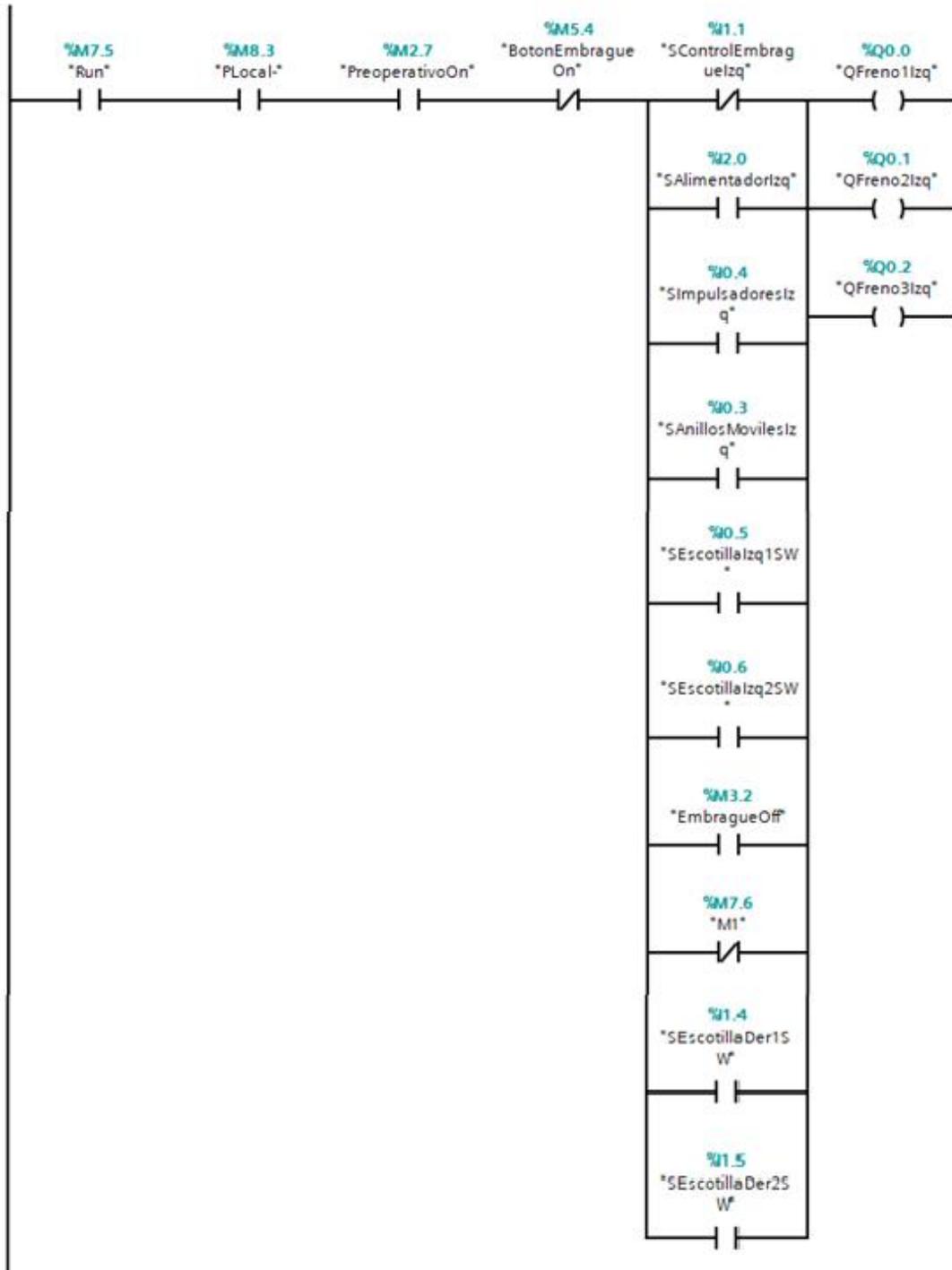


Figura 2.14 Encendido de frenos sección izquierda

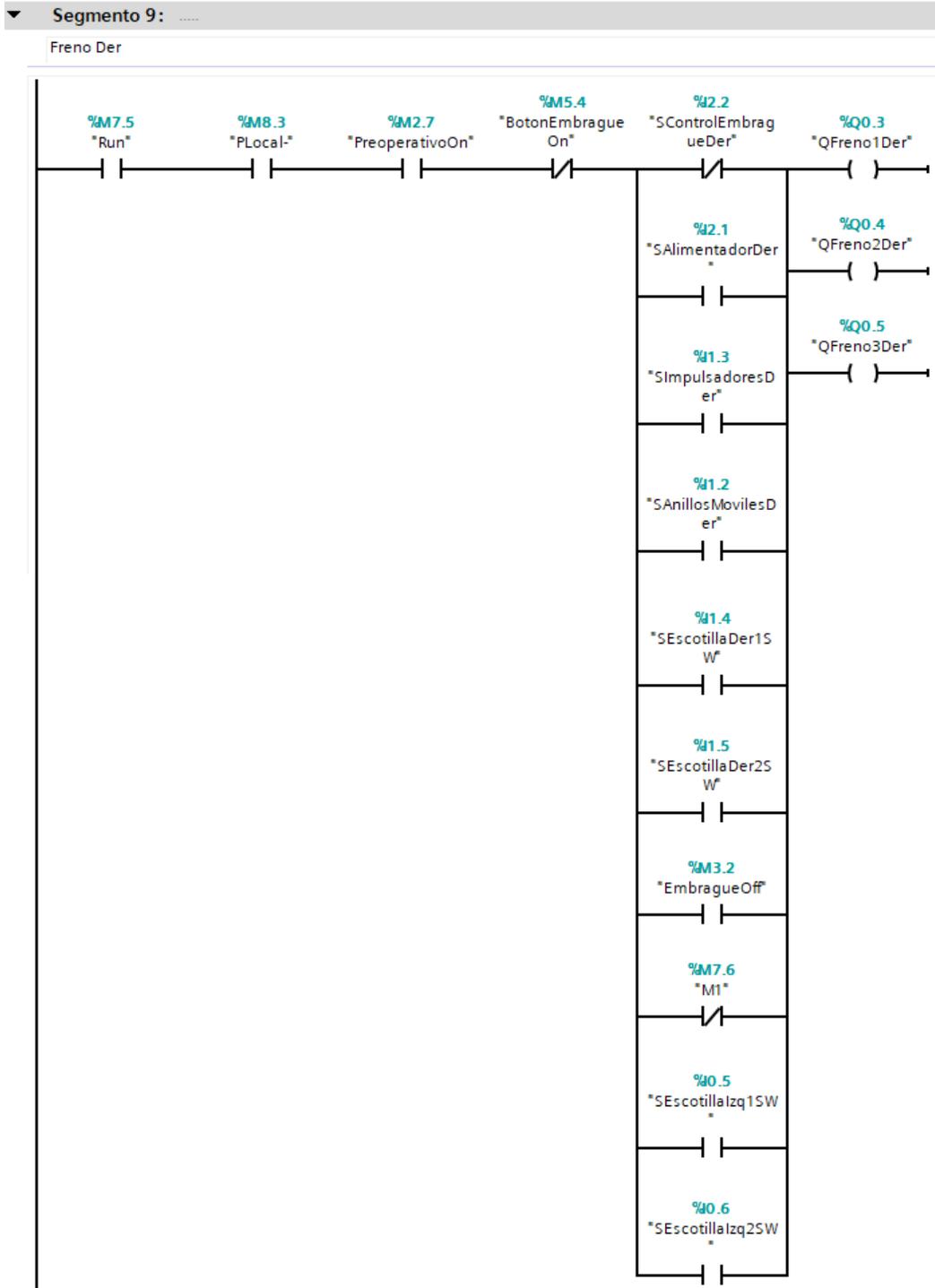


Figura 2.15 Encendido de frenos sección derecha

2.5 Diseño de interfaz HMI

A continuación, se detalla el nuevo diseño de interfaz hombre-máquina, mismo que se va a ejecutar en un SIMATIC HMI, KTP900 Basic, Basic Panel, que permite el manejo con teclado/táctil inscrito en una pantalla TFT de 9", 65536 colores. El Interfaz se comunicará mediante protocolo PROFINET con el CPU S7-1500.

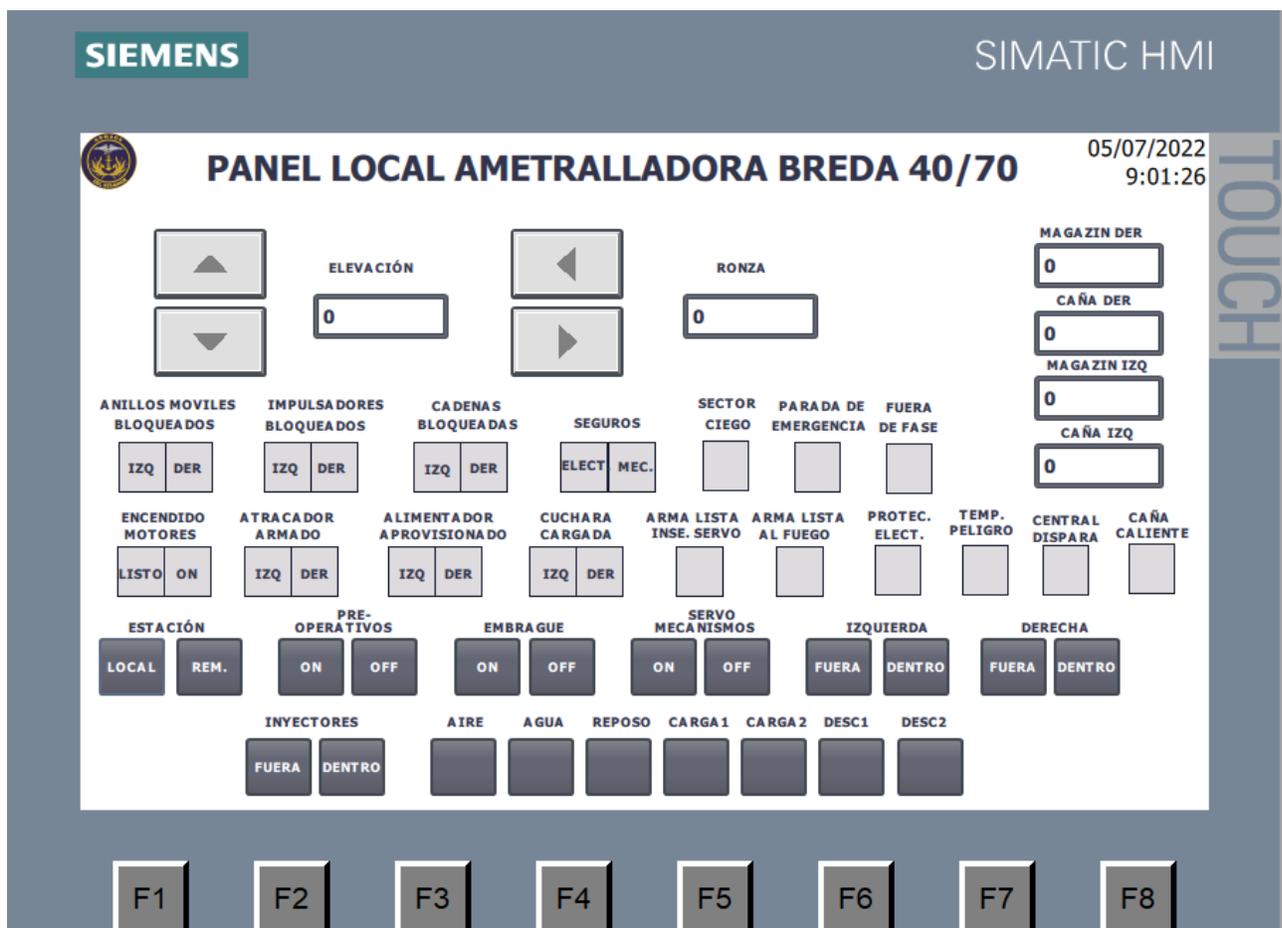


Figura 2.16 Diseño interfaz HMI

2.6 Diseño eléctrico

En el siguiente diagrama unifilar podemos observar el diseño final del circuito eléctrico del sistema de municionamiento.

En este diseño están inscritos los dispositivos de control como el CPU del PLC S7-1515T con sus respectivos módulos de entradas y salidas y el HMI, asimismo, se

puede revisar la ubicación de los elementos de alimentación como la fuente PS y PM que proveen de potencia al bus de fondo del sistema y a las salidas de los módulos los cuales administran la alimentación de varios sensores y actuadores. Por otro lado, se puede visualizar el recorrido eléctrico que se debe realizar para el correcto conexionado de los módulos con los respectivos sensores y actuadores.

DIAGRAMA UNIFILAR

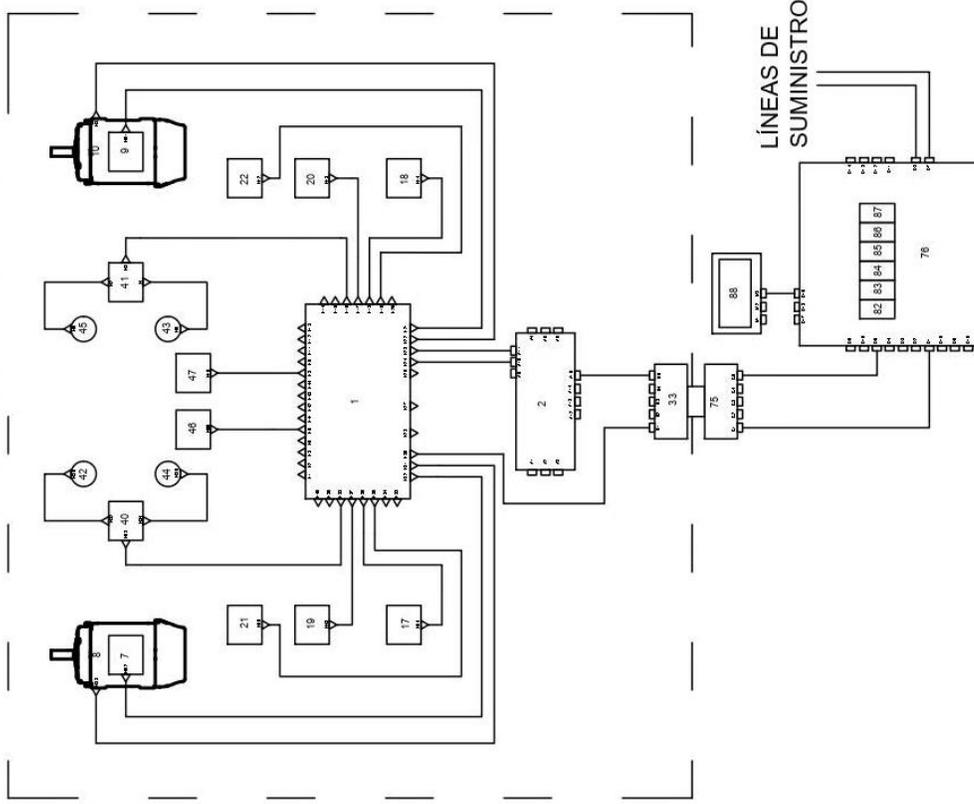


TABLA DE ELEMENTOS

#	DESCRIPCIÓN
1	CAJA AUXILIAR
2	CAJA SERVO AMPLIFICADORA
7	MOTOR DE MUNICIONAMIENTO IZQUIERDO
8	GRUPO EMBRAGUE/FRENO DE SECCIÓN IZQUIERDO
9	MOTOR DE MUNICIONAMIENTO DERECHO
10	GRUPO EMBRAGUE/FRENO DE SECCIÓN DERECHA
17	DISPOSITIVO DE ANILLOS MOVILES SECCIÓN IZQUIERDA
18	DISPOSITIVO DE ANILLOS MOVILES SECCIÓN DERECHA
19	DISPOSITIVO IMPULSADOR SECCIÓN IZQUIERDA
20	DISPOSITIVO IMPULSADOR SECCIÓN DERECHA
33	PORTE MOVIL
40	GUÍA DE CARTUCHO IZQUIERDO CAJA DE CONEXIONES DE FRENO
41	GUÍA DE CARTUCHO DERECHO CAJA DE CONEXIONES DE FRENO
42	GUÍA DE CARTUCHO IZQUIERDO FRENO DE CADENA EXTERNO
43	GUÍA DE CARTUCHO DERECHO FRENO DE CADENA EXTERNO
44	GUÍA DE CARTUCHO IZQUIERDO FRENO DE CADENA INTERNO
45	GUÍA DE CARTUCHO DERECHO FRENO DE CADENA INTERNO
46	DISPOSITIVO DE ALIMENTADOR APROVISIONADO IZQUIERDO
47	DISPOSITIVO DE ALIMENTADOR APROVISIONADO DERECHO
75	PORTE FIJA
76	ARMARIO DE POTENCIA
82	FUENTE DE ALIMENTACIÓN ESTABILIZADA SITOP P-SUR8200 24 V/20 A
83	FUENTE DE ALIMENTACIÓN P.S. 25W 24V DC
84	CPU S7-1500 1515T-2 PN
85	MÓDULO DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0)
86	MÓDULO DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0)
87	MÓDULO DQ 32x24VDC/0.5A HF (6ES7 522-1BL01-0AB0)
88	HMI BASIC PANEL KTP900

FECHA	MODIFICACIÓN	PCR	REV.
			1
DISEÑO P. PRODEL-ANIMADOTE 03/09/2022 DISEÑO P. PRODEL-ANIMADOTE 03/09/2022 REVISO PHD. CESAR MARTIN 03/09/2022 APROBADO PHD. CESAR MARTIN 03/09/2022		ESCALA SIN ESCALA DIB. No. CPS-EMA-202	PÁGINA 31 DE 40 PROYECTO MODERNIZACIÓN AMBULATORIO BANDA 407/50 DIAGRAMA DE CONEXIONES CAJAS DE CONTROL

Figura 2.17 Diagrama unifilar

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Las pruebas realizadas del sistema de municionamiento propuesto en este documento fueron exitosas, estas se llevaron a cabo a través del programa Tia Portal haciendo uso de la programación escalera. Además, el diseño de la interfaz gráfica fue presentada a un grupo de operadores que hasta el momento de la redacción de este documento controlan las ametralladoras de tipo BREDA 40/70 que se encuentran habilitadas y afirmaron que el comportamiento del sistema propuesto resulta coherente con el antiguo. El sistema de municionamiento sugerido se encuentra respaldado por planos eléctricos que pueden ser consultados dentro de este documento, los cuales describen como se debería ser ejecutada la comunicación entre cada uno de los equipos que hacen posible el municionamiento del arma. Durante el rediseño del circuito eléctrico se consideró minimizar el uso del dispositivo “slip ring” con el objetivo de preservar su capacidad para expansiones futuras.

A continuación, se listan los equipos que se consideraron parte en la solución de la modernización del sistema de municionamiento.

Tabla 3.1 Equipos propuestos

N°	EQUIPO
1	CPU S7-1515T-PN
2	Módulo de entrada digital
3	Módulo de salida digital
4	Fuente PS
5	Fuente PM
6	HMI SIMATIC Basic Panel KTP900
7	Guardamotor
8	Contactador

3.1 Análisis de costos

A continuación, se muestra la tabla de precios de los instrumentos necesarios para modernizar el sistema de municionamiento como se propone dentro de este proyecto.

En la lista de precios no se consideró el programa Tia Portal, ya que este viene incluido en la compra del CPU 1515T-PN, además no se incluyen los instrumentos necesarios para la instalación física de los equipos en la estructura de la embarcación.

Tabla 3.2: Tabla de costos

Cantidad	Nombre	Descripción	Costo
2	3RV2011-1GA10	Guardamotor	\$143.3
2	3RT2024-1AB00	contactor	\$81.98
1	SIMATIC S7 Memory Card, 256 MB	Tarjeta de memoria	\$326
1	CPU 1515T-PN	Controlador lógico programable	\$3,899
2	Módulo de entrada digital (16x24VDC)	Módulo de entrada digital	\$1,030
1	Módulo de salida digital (32x24VDC)	Módulo de salida digital	\$1,218
1	6ES7505-0KA00-0AB0 power supply PS 25W 24 V	Fuente de alimentación PS	\$267
1	SITOP PSU8200 24 V/20 A (440 VAC)	Fuente de alimentación PM	\$305
1	SIMATIC Basic Panel KTP900	HMI	\$2,741
20	Industrial Ethernet FastConnect TP flexible Cable GP 4 x 2 (metro)	Cable ethernet industrial	\$280
4	IE FC RJ45 PLUG 180 4X2	Conector RJ45	\$117.8
8	Relé de 24 V 10A	Relevador industrial	\$72
Total			\$10,481.08

Los costos de la implementación representan un ahorro para la armada del Ecuador si se considera el gasto periódico que se destina en mantenimiento y reparación de cada una de las ametralladoras BREDA 40/70 que la armada tiene en su poder, además, de implementarse la solución en una de las ametralladoras, se tiene la seguridad de que el resto de las ametralladoras pueden funcionar con el mismo sistema.

3.2 Resultados obtenidos

En esta sección se evidencia el correcto funcionamiento de las simulaciones tanto del algoritmo en lógica escalera como del diseño del interfaz HMI, Asimismo, en el Apéndice A se visualiza el rediseño eléctrico con los dispositivos que se detallaron en el capítulo anterior.

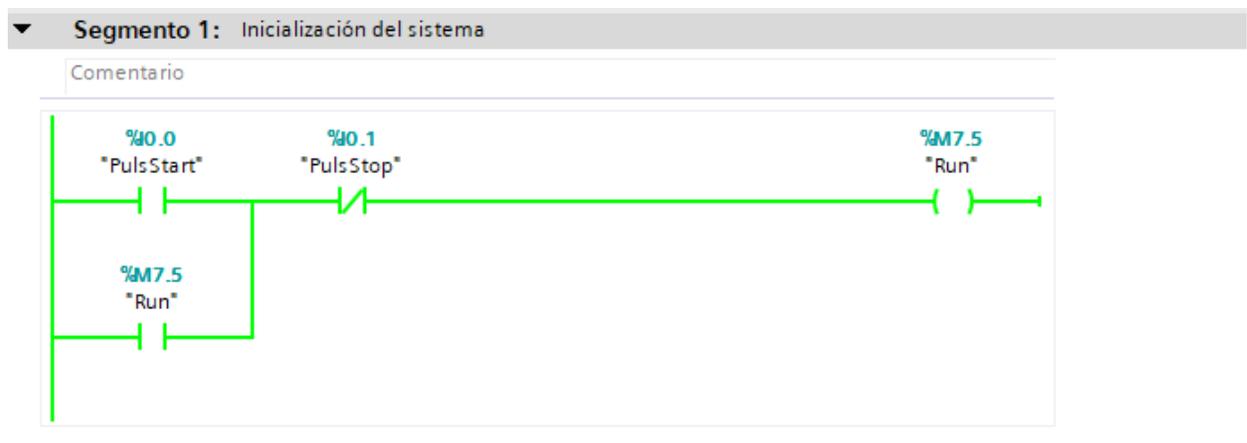


Figura 3.1 Simulación inicialización del sistema

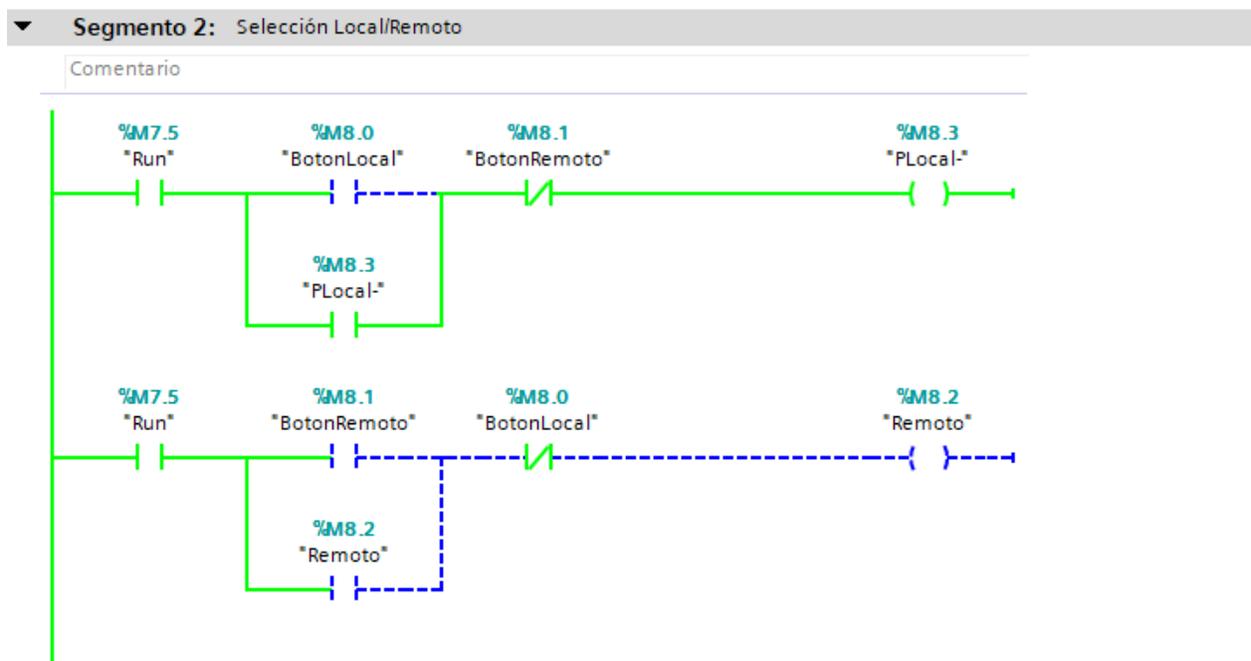


Figura 3.2 Simulación selección de la estación local/remoto

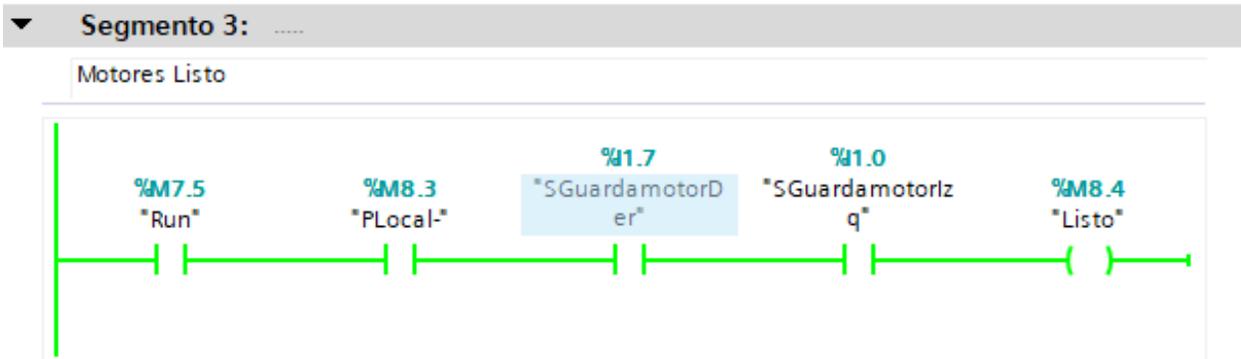


Figura 3.3 Simulación encendida de guardamotores

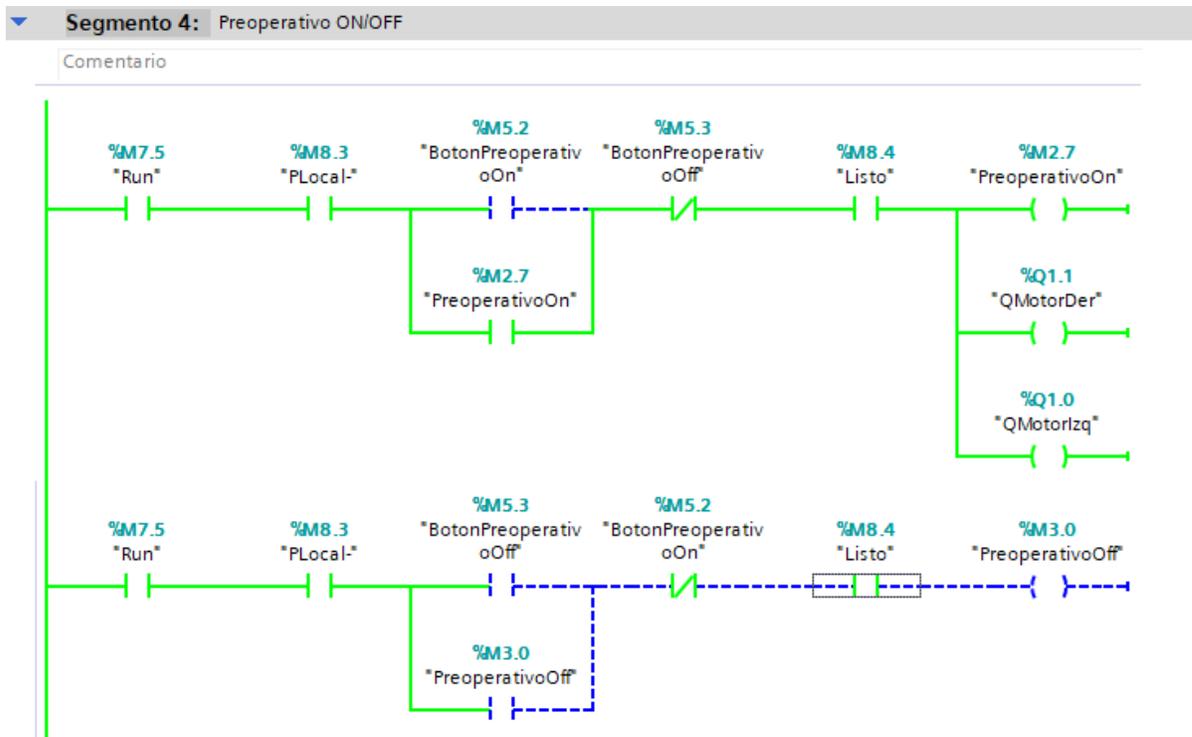


Figura 3.4 Simulación encendida de señal preoperativo y motores de municionamiento

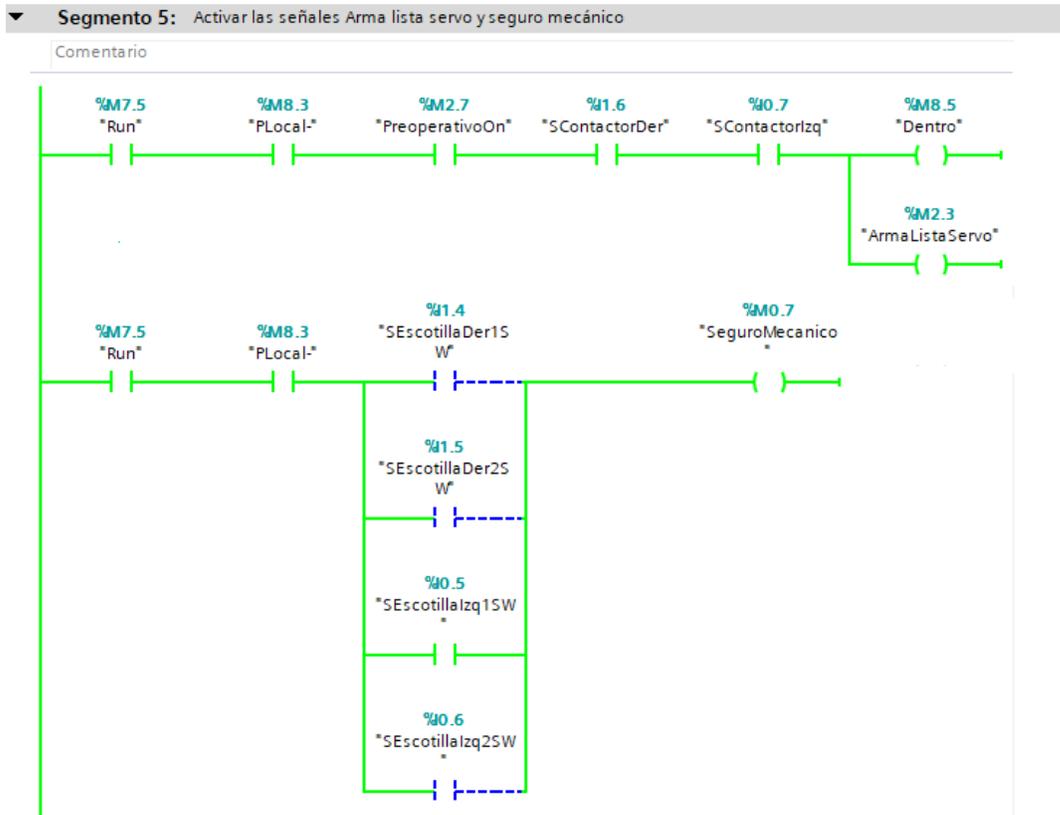


Figura 3.5 Simulación comprobación de encendido de motores y encendido de señales de arma lista y seguro mecánico

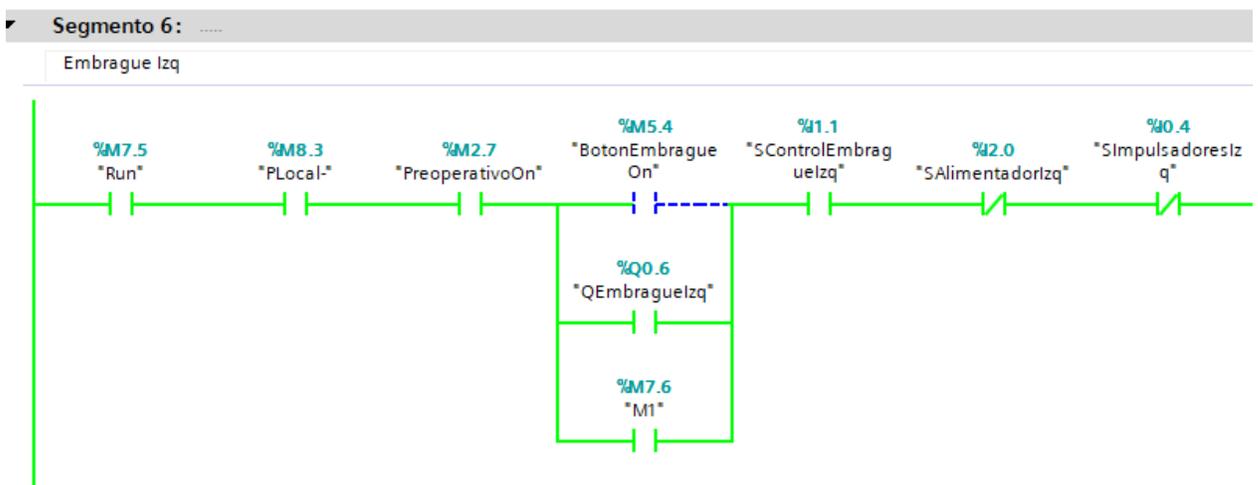


Figura 3.6 Simulación encendida de embrague izquierdo (1)

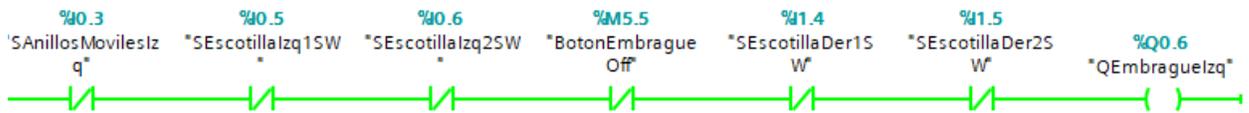


Figura 3.7 Simulación encendida de embrague izquierdo (2)

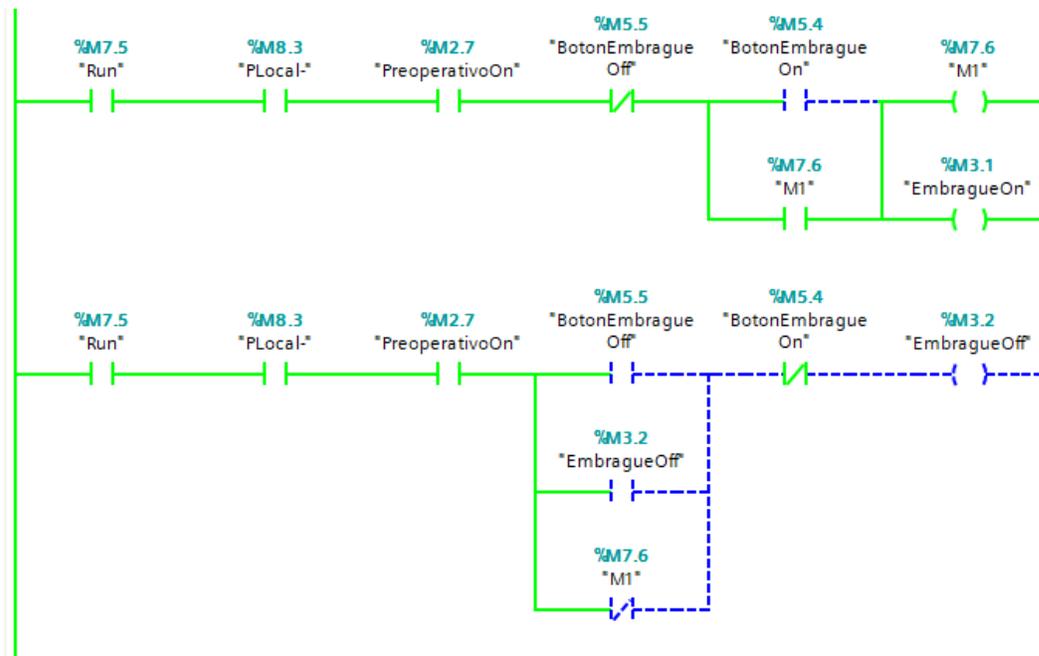


Figura 3.8 Simulación activación de señales embrague On y embrague Off

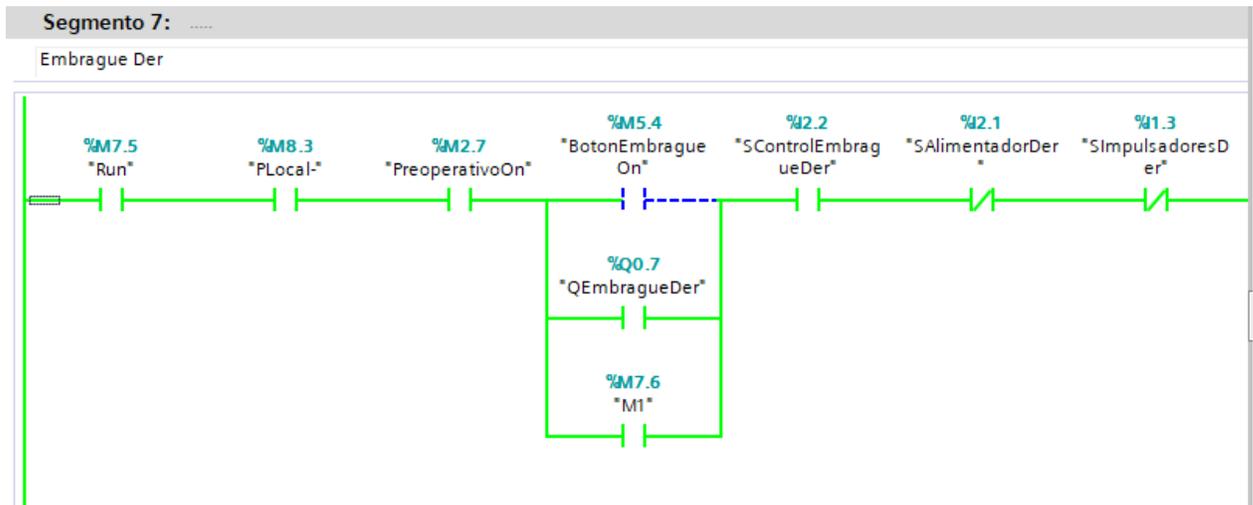


Figura 3.9 Simulación encendida de embrague derecha (1)

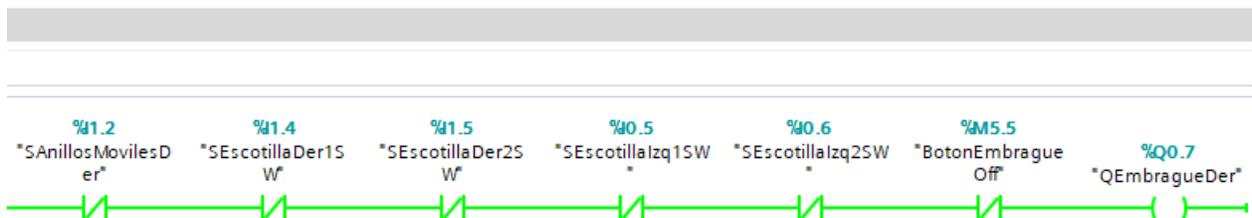


Figura 3.10 Simulación encendida de embrague derecha (2)

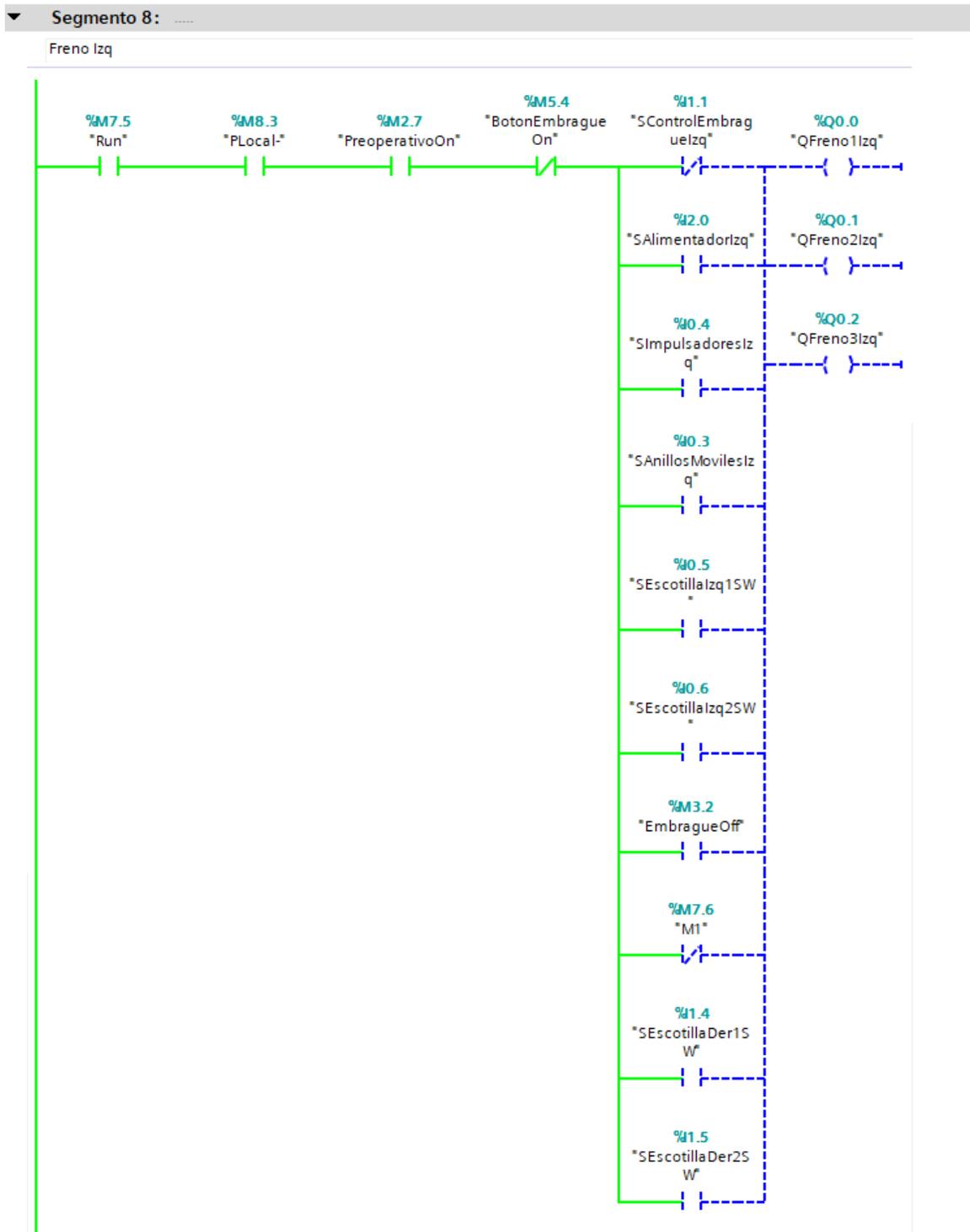


Figura 3.11 Simulación encendida de frenos sección izquierda

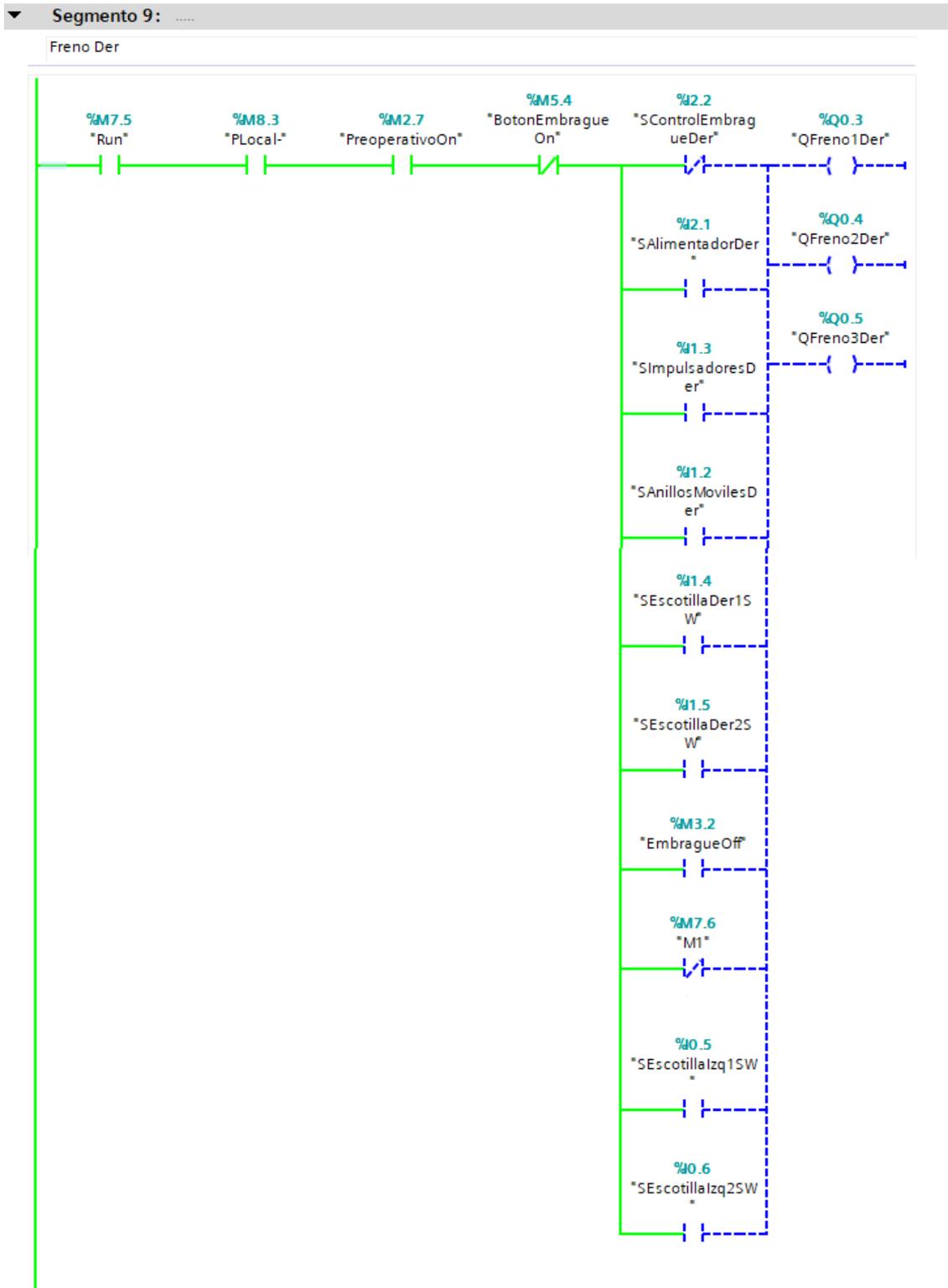


Figura 3.12 Simulación encendida de frenos sección derecha

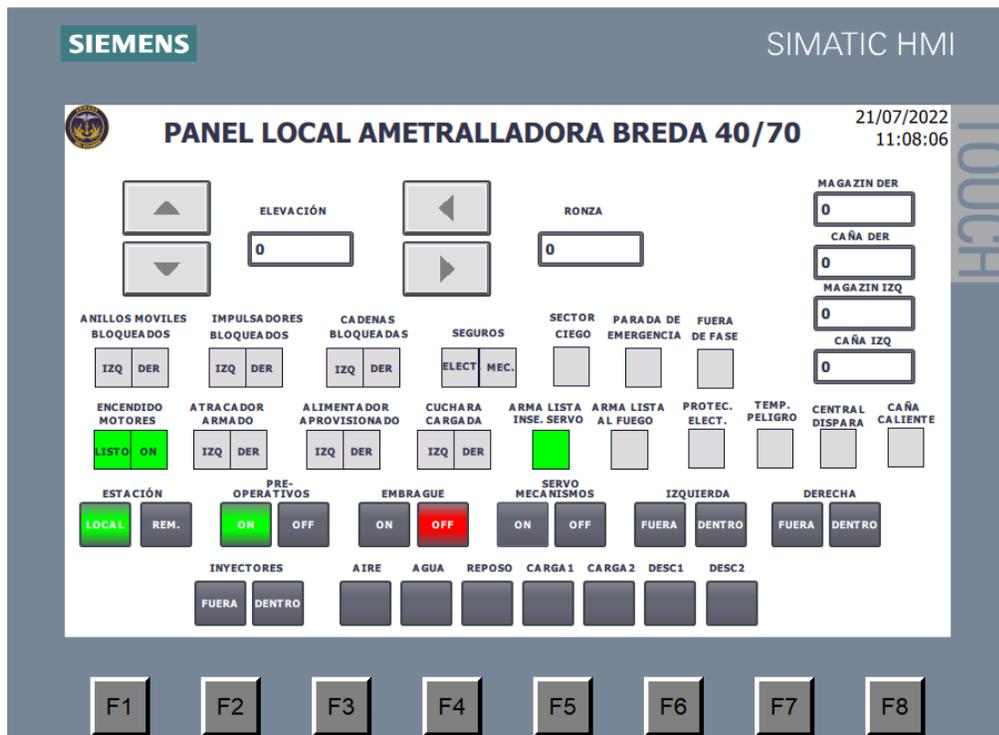


Figura 3.13 Simulación interfaz HMI 1

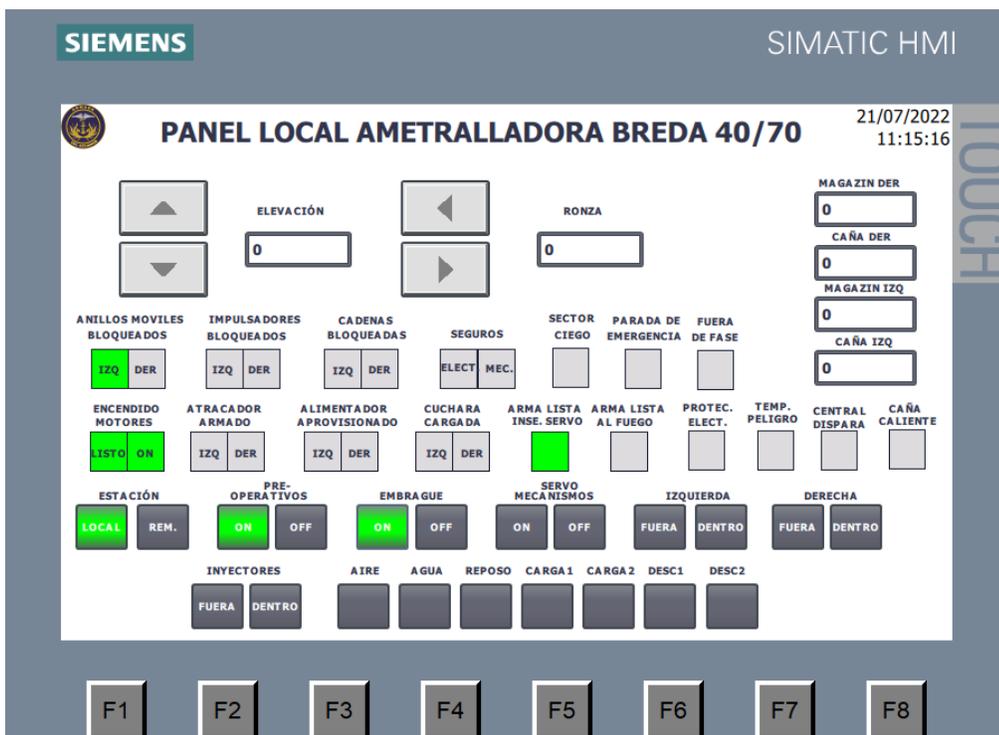


Figura 3.14 Simulación interfaz HMI

Es necesario destacar que durante el diseño del interfaz HMI no se consideró la implementación de mejoras, por el contrario, este se encuentra en base al antiguo, esto con el objetivo de dar facilidad al momento de integrar todos los sistemas de los que se encuentra compuesta la ametralladora BREDA 40/70.

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo de materia integradora tiene como resultado que es posible modernizar el sistema electrónico antiguo de la ametralladora Breda 40/70, ya que se puede replicar su lógica a través de los equipos que se detallan en el capítulo 2 y aprovechar su espacio físico para implementar el nuevo sistema electrónico como se puede observar en el rediseño de los planos eléctricos.

De este modo, se puede aseverar que este trabajo es de gran aporte para la Armada del Ecuador, ya que representa el primer paso para llegar a automatizar otros sistemas de la Ametralladora Breda 40/70, por otro lado, este proyecto puede servir como base para replicar su modernización en otros armamentos antiguos que tengan similar operación e incluso puede ser de mucha ayuda para el diseño de uno nuevo.

Conclusiones

De acuerdo con la simulación en lógica escalera realizada en el programa Tia Portal se puede afirmar que la modernización del sistema de municionamiento de la ametralladora Breda 40/70 se puede llevar a cabo a través de equipos industriales disponibles en la actualidad.

Se concluye que el panel local actual puede ser reemplazado por un interfaz HMI, el cual contribuye a que los procesos sean controlados de manera dinámica y eficiente.

a través del rediseño eléctrico se constata que físicamente es posible realizar la instalación de los equipos propuestos este proyecto, asimismo, sirve de guía para la implementación del nuevo sistema, reparación y mantenimiento del armamento.

Recomendaciones

Es recomendable añadir sensores redundantes para los sistemas móviles más importantes con el fin de preservar su integridad en mayor medida.

Es recomendable instalar una PLC redundante por medio de conexiones de redundancia, si una CPU falla la otra debe asumir el control del arma.

Durante la implementación del proyecto, usar materiales de alta gama, ya que la disponibilidad del arma es de suma importancia en todo momento, sus componentes deben estar preparados para ambientes robustos.

En el futuro, dentro del diseño integral de la interfaz gráfica HMI se recomienda mejorar la sección dedicada al sistema de municionamiento ya que esta puede ser más didáctica.

En el diseño integral del HMI se recomienda dedicar una sección al sistema de municionamiento, de esta forma se puede agregar un gráfico que cambie de características en presencia de errores, la modificación permitirá a los operadores reconocer problemas con rapidez.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. M. BRESCIANA, "Weapon system synthetic description" en 40/70 Compact twin mount, Vol 1. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 17-46.
- [2] B. M. BRESCIANA, "Operational coincide description" en 40/70 Compact twin mount, Vol 1. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 47-48.
- [3] B. M. BRESCIANA, "FEEDING DEVICE" en 40/70 Compact twin mount, Vol 2. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 85-89.
- [4] B. M. BRESCIANA, "Automatic magazine" en 40/70 Compact twin mount, Vol 4. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 17-27.
- [5] B. M. BRESCIANA, "Feeding control boxes" en 40/70 Compact twin mount, Vol 4. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 103-110.
- [6] B. M. BRESCIANA, "Differentials" en 40/70 Compact twin mount, Vol 4. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 133-137.
- [7] B. M. BRESCIANA, "Fan-shaped cartridge guides" en 40/70 Compact twin mount, Vol 4. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 149-155.
- [8] B. M. BRESCIANA, "Twin-Mount electrical description" en 40/70 Compact twin mount, Vol 5. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 3-6.
- [9] B. M. BRESCIANA, "Description of the Local Control Panel" en 40/70 Compact twin mount, Vol 5. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 12-16.
- [10] B. M. BRESCIANA, "Supply lines" en 40/70 Compact twin mount, Vol 5. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 20-21.
- [11] B. M. BRESCIANA, "Supply lines" en 40/70 Compact twin mount, Vol 5. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 45-51.
- [12] B. M. BRESCIANA, "Supply lines" en 40/70 Compact twin mount, Vol 5. Italia: BREDA MECCANICA BRESCIANA, 1982, pp. 81-92.

APÉNDICES

APÉNDICE A

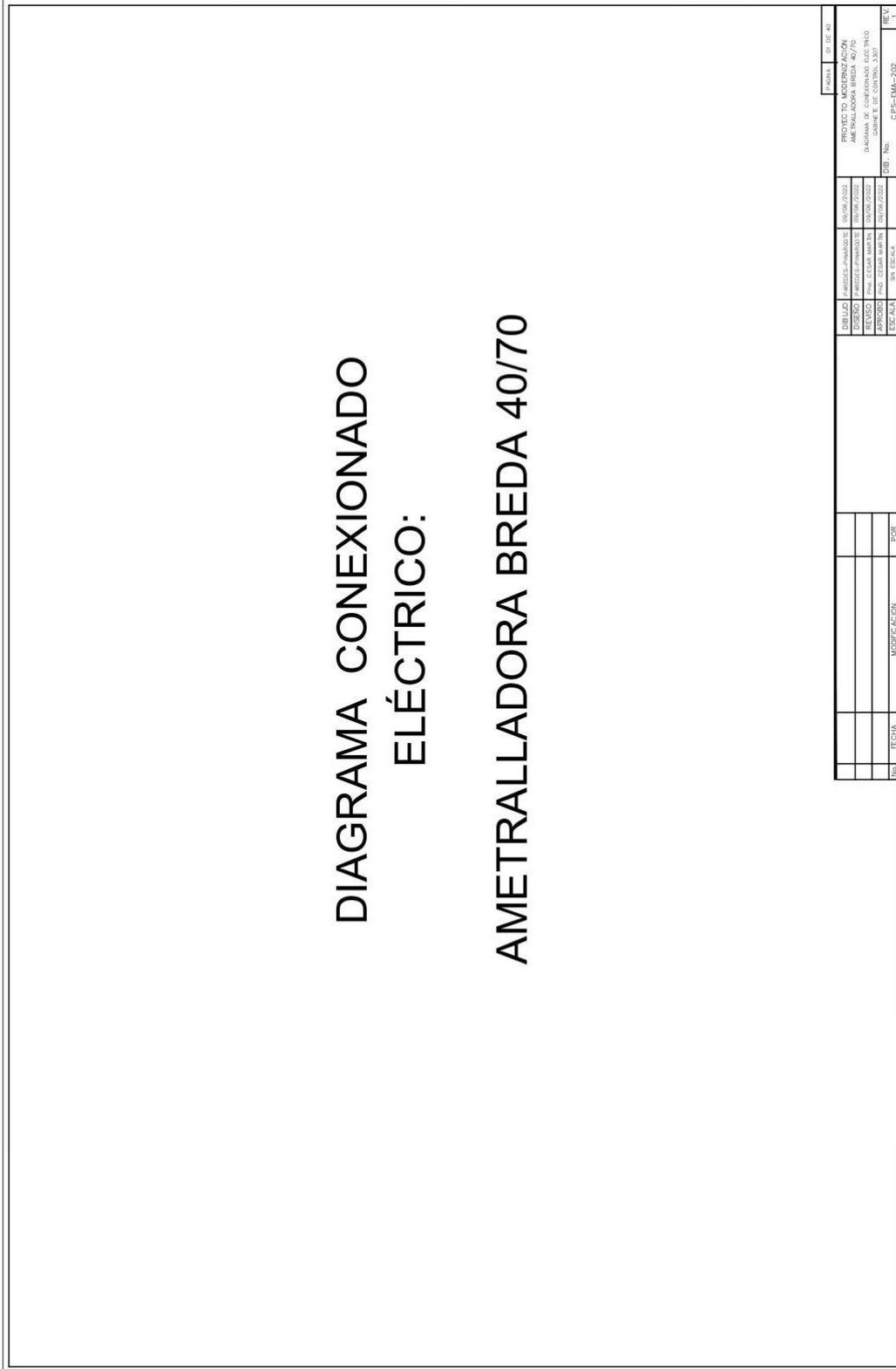


Figura A1.1 Carátula diseño eléctrico

DIAGRAMA UNIFILAR

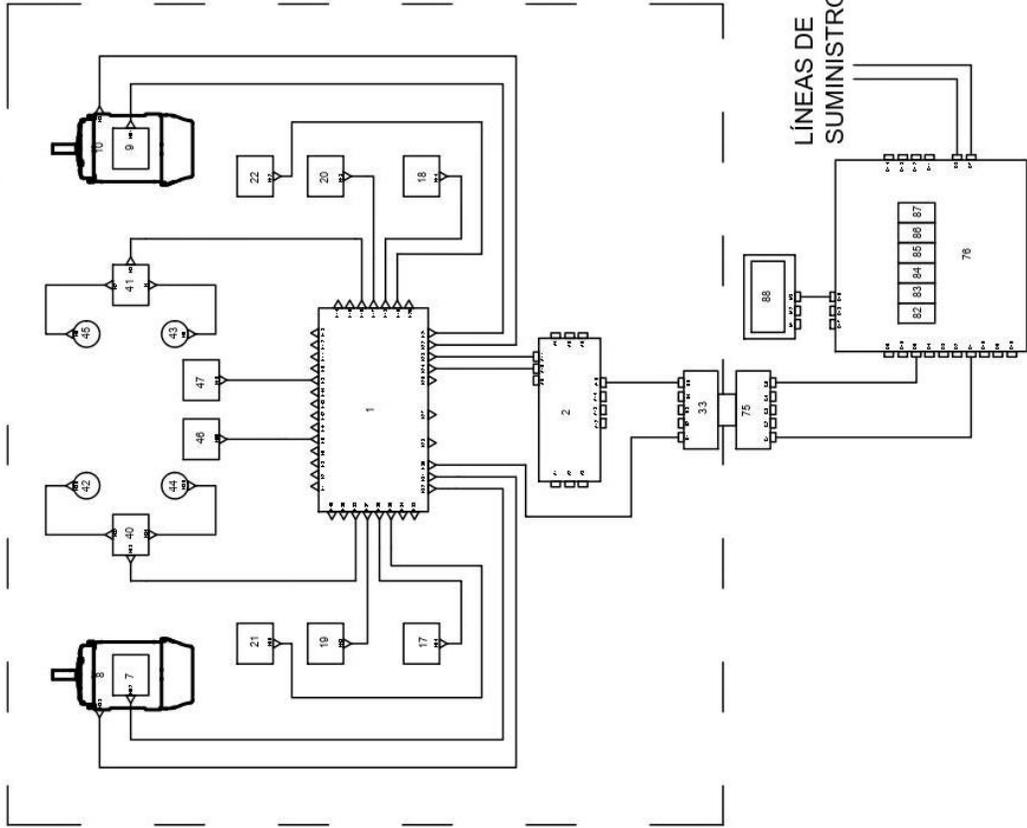


TABLA DE ELEMENTOS

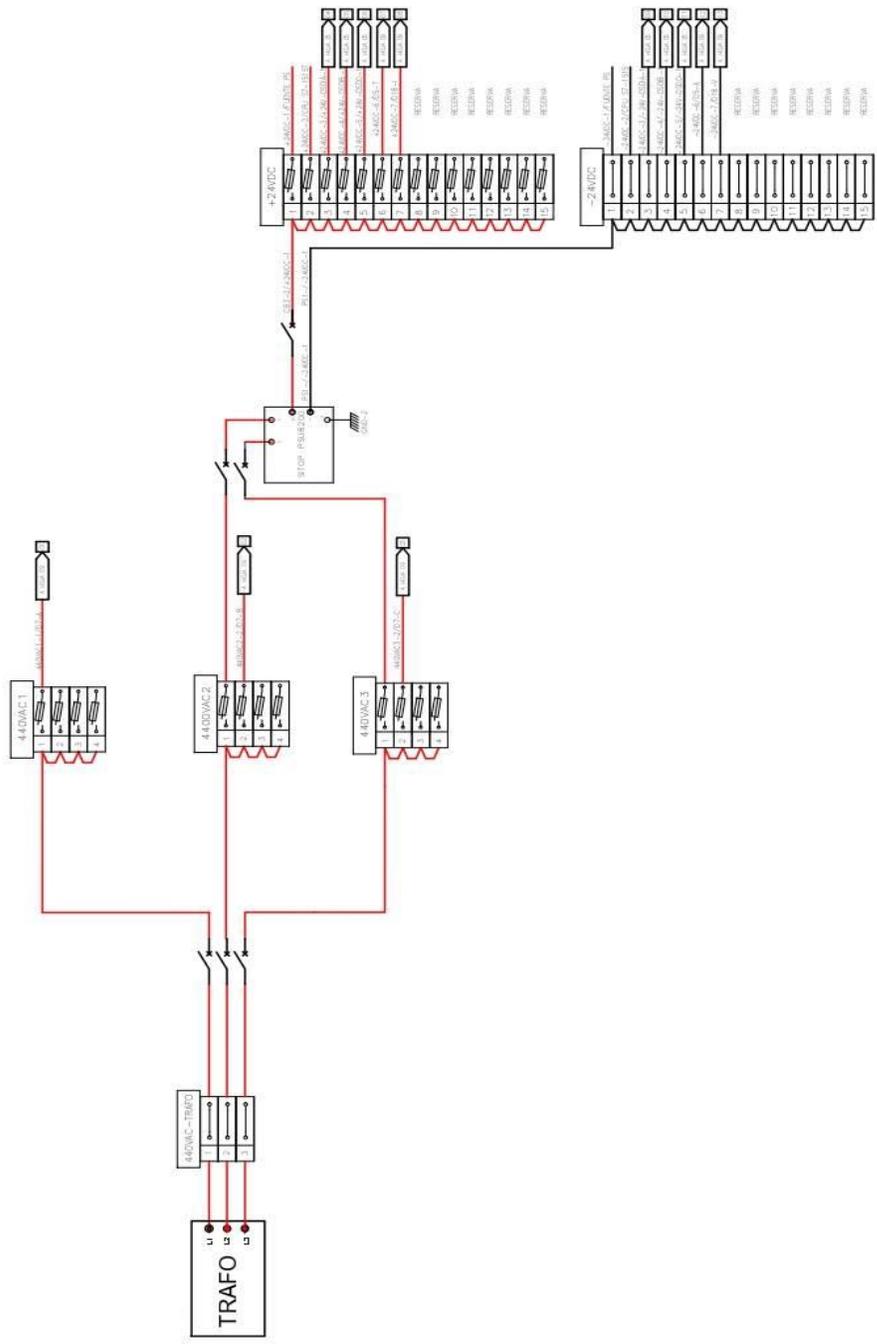
#	DESCRIPCIÓN
1	CAJA AUXILIAR
2	CAJA SERVO AMPLIFICADORA
7	MOTOR DE MUNICIONAMIENTO IZQUIERDO
8	GRUPO EMBRAGUE/FRENO DE SECCIÓN IZQUIERDO
9	MOTOR DE MUNICIONAMIENTO DERECHO
10	GRUPO EMBRAGUE/FRENO DE SECCIÓN DERECHA
17	DISPOSITIVO DE ANILLOS MOVILES - SECCIÓN IZQUIERDA
18	DISPOSITIVO DE ANILLOS MOVILES - SECCIÓN DERECHA
19	DISPOSITIVO IMPULSADOR SECCIÓN IZQUIERDA
20	DISPOSITIVO IMPULSADOR SECCIÓN DERECHA
33	PORTE MOVIL
40	GUJA DE CARTUCHO IZQUIERDO CAJA DE CONEXIONES DE FRENO
41	GUJA DE CARTUCHO DERECHO CAJA DE CONEXIONES DE FRENO
42	GUJA DE CARTUCHO IZQUIERDO FRENO DE CADENA EXTERNO
43	GUJA DE CARTUCHO DERECHO FRENO DE CADENA EXTERNO
44	GUJA DE CARTUCHO IZQUIERDO FRENO DE CADENA INTERNO
45	GUJA DE CARTUCHO DERECHO FRENO DE CADENA INTERNO
46	DISPOSITIVO DE ALIMENTADOR APPROVISIONADO IZQUIERDO
47	DISPOSITIVO DE ALIMENTADOR APPROVISIONADO DERECHO
75	PARTE F.I.A
76	ARMARIO DE POTENCIA
82	FUENTE DE ALIMENTACION ESTABILIZADA SITOP PSU8200 24 V/20 A
83	FUENTE DE ALIMENTACION PS 25W 24V DC
84	CPU S7-1500 1515T-2 PN
85	MÓDULO DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0)
86	MÓDULO DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0)
87	MÓDULO DI 32x24VDC/0.5A HF (6ES7-522-1BL01-0AB0)
88	HMI BASIC PANEL KTP900

PLANO	37 DE 40
DIBUJO	ARMOS-ARMORTE 09/08/2022
DISEÑO	ARMOS-ARMORTE 09/08/2022
REVISÓ	FCO ESCOBAR MARTIN 09/08/2022
APROBÓ	FCO ESCOBAR MARTIN 09/08/2022
ESCALA	1:1
MODIFICACION	POB
FECHA	
NO.	
REV.	1

PROYECTO MODERNIZACIÓN
AMEJALLADORA BRIDA 42/70
DIAGRAMA DE CONEXIONADO ELÉCTRICAS
DIB. No. CPS-EMA-202

Figura A1.3 Diagrama unifilar

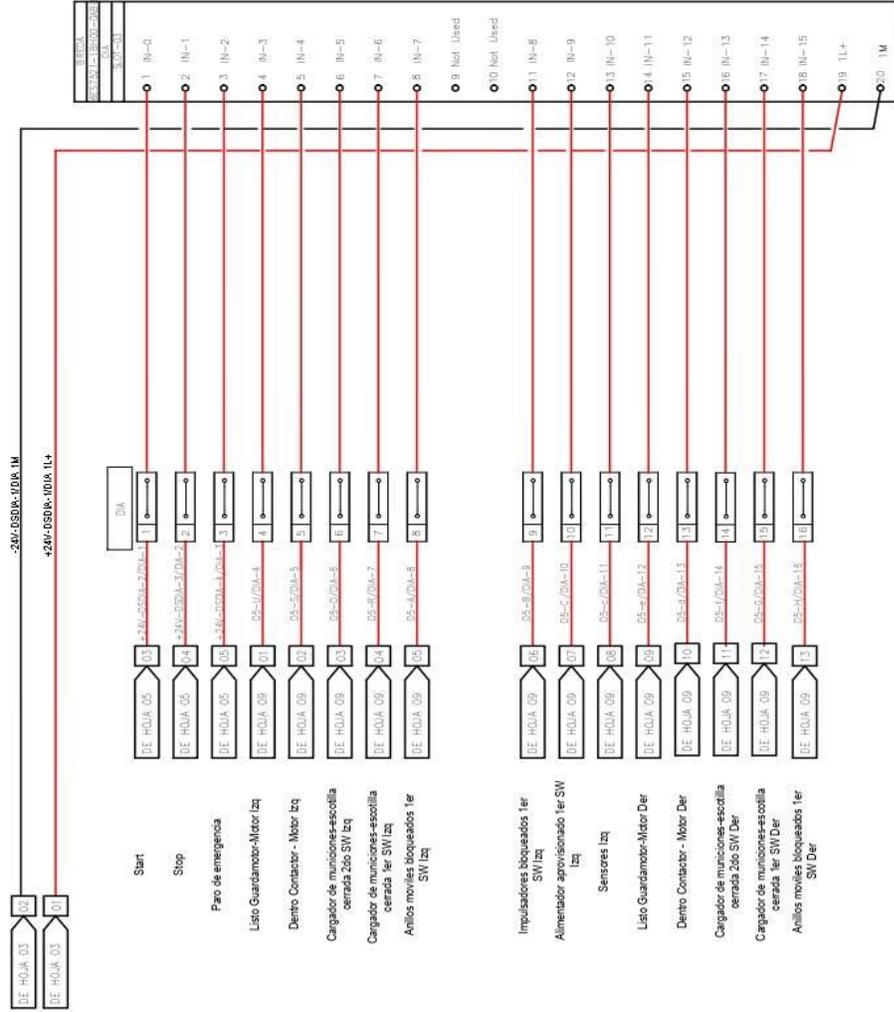
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA



PÁGINA 07 DE 40		PROYECTO MODERNIZACIÓN ALMAGALLORES BARRA 40/70	
DISEÑO	09/09/2022	PROYECTO	09/09/2022
REVISIÓN	09/09/2022	APROBADO	09/09/2022
ESCALA	SIN ESCALA	DIB. No.	CPS-EMA-202
No.	FECHA	MODIFICACION	FOR
			REV.
			1

Figura A1.4 Distribución eléctrica primaria

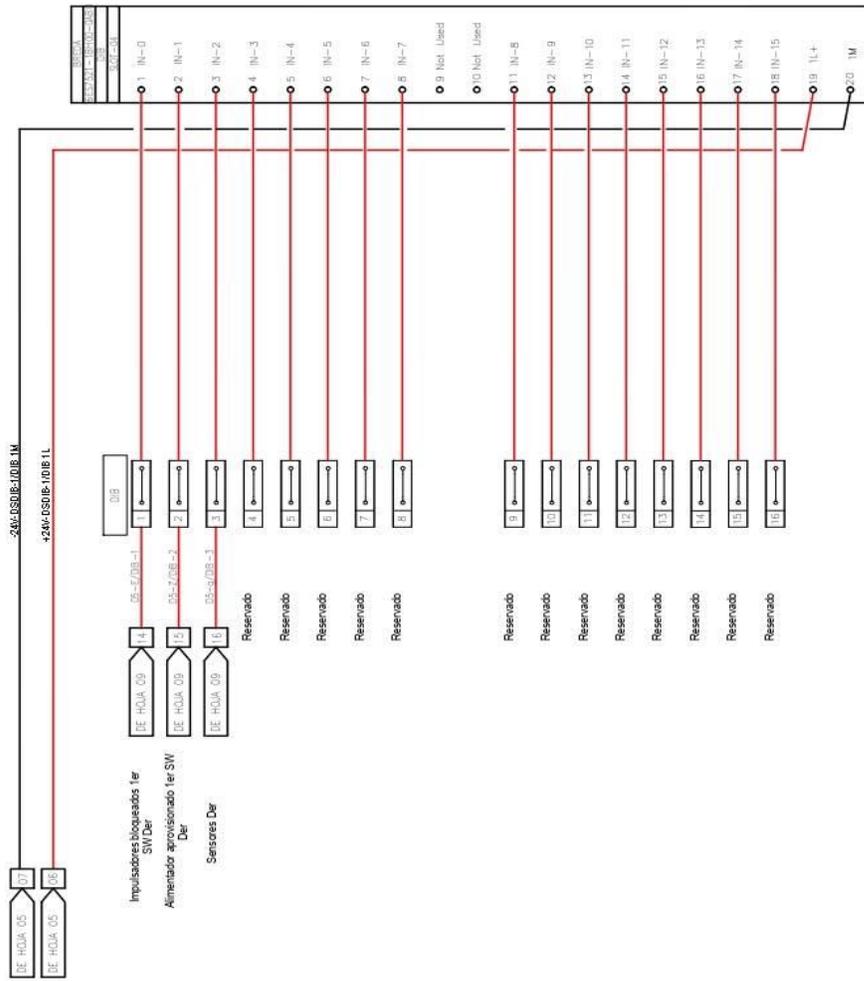
CONEXIONADO MÓDULO ENTRADA DIGITAL 6ES7521-1BH00-0AB0



PÁGINA 08 DE 40	
DIBUJO: PARES-PINOS DE	PROYECTO: MODERNIZACIÓN
DISEÑO: PARES-PINOS DE	AMERITALLADORA BRENDA 40/70
REVISO: PARES-PINOS DE	DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL TRUO
APROBADO: PARES-PINOS DE	PARTE E DE CONEXIONES
ESCALA: 1:1	JOB. No: CFS-EMA-202
No. TECNICA	MODIFICACION
POE	REV. 1

Figura A1.6 Módulo DI 1

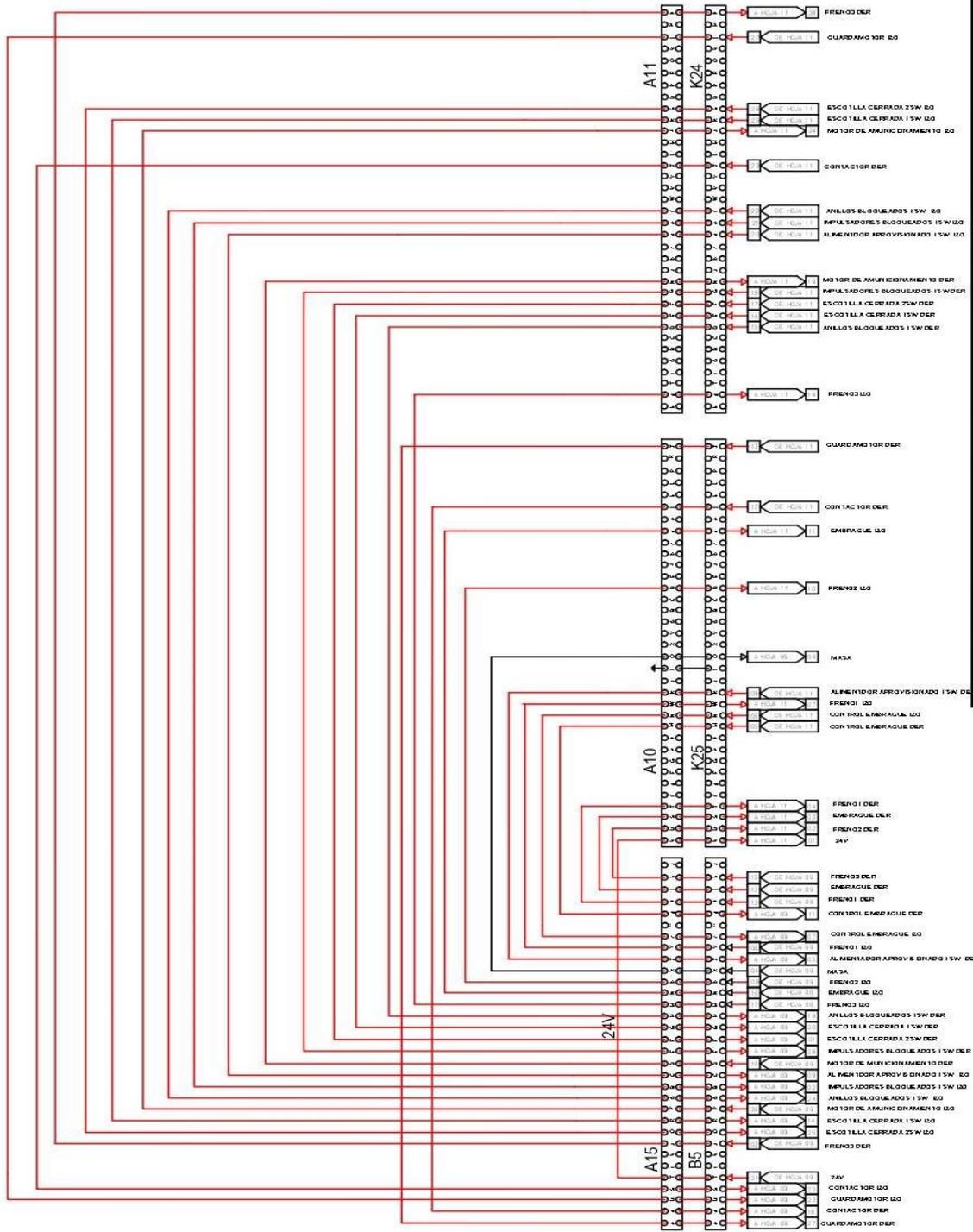
CONEXIONADO MÓDULO ENTRADA DIGITAL 6ES7521-1BH00-0AB0



No.		FECHA	MODIFICACION	FOR	REVISOR	FECHA	PROYECTO
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	PROYECTO MODERNIZACION
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	AMEPALLANORA BRIDA 40/70
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DEL TRUPO
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	GABRIEL E. CONTRAL 3307
No.		FECHA	MODIFICACION	FOR	REVISOR	FECHA	PROYECTO
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	AMEPALLANORA BRIDA 40/70
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DEL TRUPO
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	GABRIEL E. CONTRAL 3307
No.		FECHA	MODIFICACION	FOR	REVISOR	FECHA	PROYECTO
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	AMEPALLANORA BRIDA 40/70
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DEL TRUPO
					ING. CESAR MARTIN	09/06/2022	GABRIEL E. CONTRAL 3307

Figura A1.7 Módulo DI 2

CAJA SERVO AMPLIFICADORA



PROYECTO: MODERNIZACION AMPLIFICADORA BREDA 4070	FECHA: 06/08/2022	REVISION: 06/08/2022	NO. DE DIB: 40
DISEÑO: JHON FERRER	REVISADO: ING. CESAR MARTIN	APROBADO: ING. CESAR MARTIN	PROYECTO: MODERNIZACION AMPLIFICADORA BREDA 4070
ESCALA: SIN ESCALA	DEB. No: CPS-EMA-202	REVISION: 06/08/2022	REVISION: 06/08/2022
NO. MODIFICACION	FECHA	POB	REV. 1

Figura A1.10 Caja servoamplificadora

