

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Implementación del sistema eléctrico de una carreta motorizada de enrollado de
cables

TECN-009

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Tecnología Superior en Mecatrónica

Presentado por:

EDWIN ANDERSON REYES ENRIQUEZ

ANGEL CESAR CABRERA PLAZA

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

A mi padre que desde el cielo me guía y a mi madre por motivarme en cada instante de mi vida junto a mi hermana que siempre creen en mí. También quiero agradecer a todos las personas, tutores y profesores que me guiaron en mi proceso de aprendizaje durante estos 2 años de carrera, y especialmente a aquellas que me incitaron a no rendirme.

Edwin Reyes Enríquez

Doy gracias a Dios por estar conmigo en cada paso que he dado, por iluminar mi mente darme fuerzas y llenarme de sabiduría para culminar esta etapa de mi vida. A mis Padres, esposa, hijos y compañeros ya que me brindaron el apoyo incondicional a este anhelado sueño, de culminar esta carrera.

Angle Cabrera Plaza

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a Jim Campbell quien me motiva a seguir mis metas. A la empresa DP WORLD por permitirme desarrollar este proyecto dentro de sus instalaciones para completar mi investigación. Agradezco a mis profesores, amigos y familiares que han hecho posible este gran triunfo con su apoyo y motivación constante de no rendirme ante los desafíos que nos impone la vida.

Edwin Reyes Enríquez

Agradezco a mis maestros por su paciencia y transmitir su sabiduría creando en mí un gran profesional, agradezco también a la empresa formadora por habernos brindado la oportunidad y facilidad para lograr este gran paso en nuestro crecimiento profesional.

Ángel Cabrera Plaza

Declaración Expresa

Nosotros, Edwin Anderson Reyes Enríquez y Ángel Cesar Cabrera Plaza acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, miércoles 09 de octubre del 2024.



Edwin Anderson Reyes

Enríquez



Ángel Cesar Cabrera

Plaza

Evaluadores

MSC. JIMENEZ CARRERA CELSO

DANIEL

Profesor de Materia

MSC. MARTINEZ BARRE JOSE

GRABRIEL

Tutor de proyecto

Resumen

El presente trabajo aborda la implementación del sistema eléctrico de una carreta motorizada utilizada en el enrollado de cables de acero en un puerto marítimo. Actualmente, estos equipos operan con un sistema eléctrico improvisado, careciendo de documentación formal y un diseño optimizado, lo que dificulta su mantenimiento y pone en riesgo su seguridad operativa. El objetivo principal del proyecto es diseñar y documentar un diagrama eléctrico que reorganice los elementos del sistema, permitiendo una operación más segura y estable. Para ello, se realizó un levantamiento de la configuración actual, identificando deficiencias como la ausencia de protección adecuada, desorden en el cableado y falta de un control preciso. El desarrollo del proyecto incluyó el diseño del diagrama eléctrico en el *software* CADe Simu, la instalación de componentes eléctricos adecuados como variadores de frecuencia, guardamotors y frenos electromagnéticos, y la optimización del tablero de control. Además, se implementó un sistema de control remoto que mejora la maniobrabilidad y reduce riesgos operativos. Como resultado, se logró un sistema más seguro, reduciendo fallas eléctricas, optimizando el consumo energético y mejorando la operatividad de la carreta. La documentación técnica generada facilitará futuras intervenciones y garantizará la sostenibilidad del sistema.

Palabras clave: Sistema eléctrico, carreta enrolladora, plano eléctrico, automatización, seguridad industrial.

Abstract

This study addresses the implementation of the electrical system for a motorized cart used in steel cable winding at a maritime port. Currently, these devices operate with an improvised electrical system, lacking formal documentation and an optimized design, which complicates maintenance and poses operational safety risks. The main objective of the project is to design and document an electrical diagram that reorganizes the system's components, enabling safer and more stable operation. To achieve this, an assessment of the current configuration was conducted, identifying deficiencies such as the absence of adequate protection, disorganized wiring, and lack of precise control. The project development included designing the electrical diagram using CADe Simu software, installing appropriate electrical components such as frequency inverters, motor circuit breakers, and electromagnetic brakes, and optimizing the control panel. Additionally, a remote control system was implemented to improve maneuverability and reduce operational risks. As a result, a safer system was achieved, reducing electrical failures, optimizing energy consumption, and enhancing the cart's operability. The generated technical documentation will facilitate future interventions and ensure the system's sustainability.

Keywords: Electrical system, cable winding cart, electrical diagram, automation, industrial safety.

ÍNDISE GENERAL

Resumen.....	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	V
Simbología.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	VII
Índice de planos.....	VIII
Índice de figuras del apéndice.....	VIII
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	4
1.3 Objetivos.....	4
<i>1.3.1 Objetivo general</i>	4
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i>	5
1.4 Marco teórico.....	5
<i>1.4.1 Plano eléctrico</i>	5
<i>1.4.2 Tablero eléctrico</i>	5
<i>1.4.3 Control remoto</i>	6
<i>1.4.4 Carreta Enrolladora de Cables de Acero</i>	7
<i>1.4.5 Circuito de Fuerza</i>	7
<i>1.4.6 Circuito de control</i>	7
<i>1.4.7 Uso del software CAdE Simu en el diseño eléctrico</i>	8
<i>1.4.8 Motor eléctrico</i>	8
<i>1.4.9 Frenos de motor eléctrico</i>	9

1.4.10 Guardamotor.....	9
1.4.11 Contactor	9
1.4.12 Variador de frecuencia	10
1.4.13 Transformador	10
1.4.14 Relé.....	10
1.4.15 Breaker automático (Interrupor automático)	11
Capítulo 2.....	12
2. Metodología	13
2.1. Levantamiento de información	13
2.1. Elaboración del Plano Eléctrico en CADe Simu.....	15
2.2. Instalación de elementos	23
2.3 Organización del tablero eléctrico	25
2.4 Instalación del conector de 16 pines	26
2.5 Conexión del Control Remoto	27
2.6 Pruebas Finales	29
Capítulo 3.....	30
3. Resultados y análisis	31
3.1 Estado Inicial del Sistema	31
3.2 Diseño e Implementación.....	32
3.3 Resultados de las Pruebas	33
Capítulo 4.....	35
4. Conclusiones y recomendaciones	36
4.1 Conclusiones.....	36
4.2 Recomendaciones	37
Referencias.....	39
Apéndice A	42

Abreviaturas

OTH 27	Activo empresarial #27 (Carreta enrolladora de cables)
OTH 28	Activo empresarial #28 (Carreta enrolladora de cables)
QC	Quay Crane (grúa de muelle)
CADe SIMU	<i>Software</i> o programa CAD
CAD	Diseño asistido por computadora
ABB	Corporación multinacional tecnológica
EATON	Empresa de gestión inteligente de la energía

Simbología

C.A.	Corriente Alterna
DC	Corriente directa
p.e.	Por ejemplo
V	voltaje
kW	Kilovatio
Hz	Hertz (frecuencia)
RPM	Revoluciones por minuto
A	Amperios
Nm	Newton-metro
C1	Curva de disparo (disparo entre 3,85 y 8,8 In)
C32	Curva de disparo (disparo entre 3,85 y 8,8 In)
D4	Curva de disparo (Im entre 10 y 14 In)
SRC	Relevadores de estado sólido monofásico
CO	Contacto conmutado
In	Máxima corriente de disparo
Im	Tiempo de disparo en función de la intensidad

Índice de figuras

Figura 1	Activo OTH 27 presenten en el área de ingeniería	3
Figura 2	Recopilación de todos los elementos presentes en el tablero	13
Figura 3	Tableros del OTH 27 Y OTH 28 en su estado inicial.	14
Figura 4	Intervención en el tablero de control	24
Figura 5	Cableado del control de frenos	25
Figura 6	Instalación del conector de 16 pines.....	27
Figura 7	Cableado de control remoto	28
Figura 8	Puedas de funcionamiento.....	29

Índice de tablas

Tabla 1	Lista de elementos presenten en las carretas OTH 27 Y OTH 28	15
Tabla 2	Elementos del circuito de fuerza.....	17
Tabla 3	Elementos presentes en el control remoto	20

Índice de planos

PLANO 1 Diagrama del circuito de fuerza de la carreta	18
PLANO 2 Diagrama de circuito de control de la carreta	19
PLANO 3 Diagrama de circuito del control remoto	21
PLANO 4 Diagrama del tablero de distribución	22
PLANO 5 Diagrama de la interfaz del control.....	23

Índice de figuras del apéndice

Figura A 1 Especificaciones de motores ABB	42
Figura A 2 Dimensiones de la carcasa de los motores ABB	43
Figura A 3 Data Sheet de los interruptores automáticos de ABB	44
Figura A 4 Data sheet del contactor ABB	46
Figura A 5 Data sheet del transformador EATON	48
Figura A 6 Data sheet del relé	49
Figura A 7 Data sheet del guardamotor	51
Figura A 8 Data sheet de variadores de frecuencia en el mercado	54

Capítulo 1

1. Introducción

Un reconocido puerto marítimo de aguas profundas regularmente realiza el cambio de cables de acero en sus grúas QC Super Post Panamax debido a su alta operatividad. Factores como el desgaste y las afecciones en los torones de los cables representa un riesgo operativo que, de no ser cambiadas a tiempo, podrían provocar accidentes graves, daños a los equipos y retrasos significativos en las operaciones portuarias. Para llevar a cabo el cambio de estos elementos, el departamento de ingeniería utiliza un par de carretas porta bobinas de cables conocidas como activo OTH 27 Y OTH 28.

Estos equipos emplean diversos componentes eléctricos y mecánicos esenciales para el control de dos motores eléctricos, cada uno acoplado a una caja reductora que transmite el movimiento al carrete correspondiente. Pero dentro de los años de operación a estos equipos se les ha intervenido en su sistema eléctrico y no se tiene registro de los mismos. Solo un equipo esta funcional, pero ambos carecen de un plano eléctrico formal y un tablero de control optimizado, representando un desafío técnico y operativo al momento de realizar la tarea de cambio de cables. Además, el sistema presenta deficiencias técnicas debido a una configuración improvisada y la ausencia de documentación eléctrica formal, lo que afectaba su eficiencia y seguridad.

1.1 Descripción del Problema

El activo OHT 027 presente en esta terminal marítima, consta de un tablero eléctrico como se muestra en la figura 1, donde también se encuentra el control de todo el equipo. la ubicación de este representa peligros durante el proceso de cambio de cables poniendo en riesgo la integridad de los técnicos presente en la tarea. Dentro de las dificultades los técnicos expresaron que “Durante el enrollado del cable, la carreta realizaba un halón excesivo causando demasiada tensión en el cable de acero lo que no permitía realizar un embobinado

adecuado. Esto comprometía la integridad del cable, que podría conllevar a rupturas tempranas o menos tiempo de uso en operaciones”. Este sistema rustico de la carreta presenta muchas limitaciones y peligros en su diseño de control.

La ausencia de un plano eléctrico formal para el equipo de la carreta genera complicaciones. Sin un esquema que documente la disposición de los componentes eléctricos y su interconexión, el diagnóstico de fallas se complica provocando que cada técnico debe deducir el funcionamiento del sistema. Además, la ausencia de esta documentación limita la capacidad de realizar mejoras o integrar nuevas tecnologías, como variadores de frecuencia o sistemas de control remoto para la reducción de los riesgos presentes, ya que no existe una referencia confiable para garantizar la compatibilidad de los nuevos elementos con la configuración existente.

Otro aspecto ante la falta de un plano eléctrico es el incremento de errores. las modificaciones realizadas sin documentar dentro del tablero de control por parte de los eléctricos, podrían provocar cortocircuitos, daños en los motores o componentes esenciales al

Figura A

Activo OTH 27 presenten en el área de ingeniería



momento de reconectar por falta de una guía clara. Mantener el equipo en funcionamiento se convierte en una tarea dependiente del conocimiento empírico de cada técnico, lo que dificulta la transferencia de conocimientos y aumenta la vulnerabilidad operativa frente a la rotación de turnos.

1.2 Justificación del problema

Para resolver los problemas anteriormente mencionados la base fundamental es el diseño y creación de un plano eléctrico. En un entorno industrial, la seguridad y la eficiencia dependen de la correcta organización e implementación de los sistemas eléctricos. “Una fábrica sin un plano eléctrico bien diseñado. Los técnicos no sabrían dónde ubicar el cableado, los ingenieros estarían perdidos al momento de hacer actualizaciones, y lo peor de todo: las fallas eléctricas serían un verdadero dolor de cabeza para detectar. Un plano eléctrico claro y preciso es la base para el mantenimiento eficiente y la operación segura de cualquier instalación” (Electromecánica SEI, 2024).

Por ello, se busca la implementación de un sistema de control adecuado para la carreta mejorando la precisión en las maniobras de enrollado y desenrollado. Además, Un tablero ordenado y optimizado, con los elementos de seguridad necesarios, no solo garantiza la protección del equipo y el personal, sino que también facilita el mantenimiento, reduce los riesgos de accidentes y prolonga la vida útil de los componentes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un diagrama eléctrico de las carretas basado en la información recopilada, reorganizando sus elementos para un mejor mantenimiento y operatividad del equipo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento de los elementos eléctricos observados en la carreta para la elaboración del diagrama.
- Elaborar el diagrama eléctrico de la carreta en el *software* CADe SIMU para detallar el circuito de fuerza, control y las conexiones necesarias.
- Implementar elementos eléctricos y de protección de forma ordenada dentro del tablero para optimizar el espacio.
- Optimizar el cableado del tablero de fuerza y control mediante un diseño ordenado para facilitar el mantenimiento y futuras mejoras

1.4 Marco teórico

A continuación, se presentan conceptos y teorías relacionadas con el diseño eléctrico y sus componentes. A nivel general, el diseño eléctrico de sistemas industriales busca optimizar la eficiencia energética, garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento.

1.4.1 Plano eléctrico

Un elemento fundamental para el uso y funcionamiento de quipos son los planos. “Un plano eléctrico industrial es un diagrama que representa de manera gráfica y simbólica cómo se distribuye y se conecta la electricidad en una instalación industrial. Este plano no solo muestra los cables y conexiones, sino también los equipos, dispositivos de seguridad, sistemas de control, y cualquier otro elemento eléctrico que sea parte de la infraestructura” (Electromecánica SEI, 2024).

1.4.2 Tablero eléctrico

En la carreta podemos encontrar un tablero eléctrico donde se encuentran los dispositivos y componentes necesarios para controlar la energía eléctrica dentro del sistema.

Según el portal E-Abel “un tablero eléctrico tiene tres funciones principales: Distribución, protección y control de energía. Toma la electricidad de alta potencia que llega desde la red principal, la envía a varios circuitos y se asegura de que cada uno reciba exactamente lo que necesita. Durante el proceso, vigila atentamente los problemas como sobrecargas o cortocircuitos y apaga todo si algo sale mal” (LianJie Future, 2025).

En este caso, para ser más específico se trata de un panel de control que “es más como el cerebro de una máquina o sistema. En lugar de distribuir electricidad, está diseñado para controlar equipos o procesos. Está repleto de interruptores, relés, temporizadores y controladores programables y organiza el funcionamiento de las máquinas, desde el encendido y apagado de los motores hasta el ajuste de la velocidad de los equipos industriales” (LianJie Future, 2025). Dentro de estos se debe mantener un buen orden de distribución para un mejor control de los procesos eléctricos, minimizando riesgos y garantizando la confiabilidad del sistema.

1.4.3 Control remoto

Desde hace mucho tiempo es conocido el uso de un control remoto porque “es una herramienta fundamental que permite la supervisión y el manejo de procesos industriales a distancia. Esta tecnología se utiliza para gestionar maquinaria y equipos desde un punto centralizado, ofreciendo eficiencia y seguridad en la operación” (Anchón., 2024).

Existen muchos tipos de control, pero generalmente se basan “en la transmisión de señales, que pueden ser tanto analógicas como digitales. Estas señales se envían desde una estación de control a los equipos industriales a través de diferentes medios, como redes inalámbricas, cables o protocolos de comunicación específicos. Una vez que el equipo recibe

la señal, ejecuta las órdenes correspondientes, concediendo así el control de variables como la temperatura, la presión o el flujo de materiales (Anchón., 2024).

1.4.4 Carreta Enrolladora de Cables de Acero

En el mundo existen mucho tipo de enrolladores, pero el activo OTH 27 es único, creado por la misma empresa para su uso en un trabajo en específico, que es el cambio de cables de acero en grúas QC. El uso de este equipo es importante debido a que “Los equipos de bobinado y bobinado de cables son herramientas esenciales para una gestión eficiente de los cables en diversas industrias. Estos equipos están diseñados para agilizar el proceso de manipulación y almacenamiento de cables, facilitando a los trabajadores el acceso y transporte de los cables según sea necesario. Al utilizar equipos de bobinado de cables, las empresas pueden mejorar su flujo de trabajo, reducir el riesgo de daños en los cables y aumentar la productividad general” (Hangzhou DMOIn Machinery Co. Ltd, 2025).

1.4.5 Circuito de Fuerza

Dentro de un plano eléctrico se encuentra el circuito de fuerza, que es “el encargado de alimentar al receptor (p.e. motor, calefacción, electro freno, iluminación, etc.). Está compuesto por el contactor (...), elementos de protección (...) y un interruptor trifásico general (...). Dicho circuito estará dimensionado a la tensión e intensidad que necesita el motor (Flores, 2022). Este sistema se diseña para soportar cargas pesadas y garantizar un desempeño continuo incluso en condiciones adversas.

1.4.6 Circuito de control

Por otro lado, está el circuito de control que energiza todos los elementos del circuito de fuerza. “Normalmente consta de elementos de mando (pulsadores, interruptores),

elementos de protección, bobinas de contactores, temporizadores y contactos auxiliares. Este circuito está separado eléctricamente del circuito de potencia, es decir, que ambos circuitos pueden trabajar a tensiones diferentes, por ejemplo, el de potencia a 380 V de c.a. y el de mando a 220 V de CA” (Flores, 2022).

1.4.7 Uso del software CADe Simu en el diseño eléctrico

El *software* CADe Simu es un programa gratuito el cual nos permite la creación de esquemas eléctricos. “Cade Simu resulta ser un programa muy idóneo sobre todo para los profesionales del sector eléctrico y/o estudiantes de ingeniería eléctrica. Este programa ofrece un sistema de emulación muy completo y de fácil uso. El usuario simplemente introduce los símbolos de manera organizada y luego el programa evaluará los estados de los componentes eléctricos para posteriormente, resaltar los conductores eléctricos” (Marquez, 2020).

Gracias a su interfaz intuitiva y biblioteca de símbolos, permite documentar de forma clara todos los componentes y conexiones del sistema, asegurando su interpretación correcta. “Este programa ofrece una interfaz gráfica tipo CAD para que el usuario pueda dibujar su esquema eléctrico de una manera muy fácil. Es importante reseñar que, una vez terminada la simulación del programa, el usuario podrá analizar correctamente el funcionamiento de su esquema” (Marquez, 2020). Con estas funciones podemos identificar posibles errores y optimizar la funcionalidad del sistema eléctrico.

1.4.8 Motor eléctrico

En un plano eléctrico encontramos distintos elementos dependiendo del fin del equipo, la carreta OTH 27 cuenta con un **motor eléctrico** trifásico para convertir la energía eléctrica en mecánica., “estos están diseñado para brindar un servicio pesado de arranque por lo que se aplica con carga. se usa en el ámbito industrial. Se caracterizan por ser de bajo

costo, no requiere mucho mantenimiento, posee un alto grado de protección, posee pocos componentes y por carecer de chispas internas, puede instalarse en todo tipo de ambientes (Dimatic , 2021).

1.4.9 Frenos de motor eléctrico

Otro elemento importante y que se encuentra incorporado en el motor son los **frenos**. “Este freno permite detener el motor y la carga de manera segura y precisa cuando se corta la alimentación eléctrica. Los motores con freno se utilizan en situaciones donde la detención precisa y segura es esencial” (Inducom ECUADOR , 2023).

1.4.10 Guardamotor

“El **guardamotor** es un dispositivo eléctrico de protección que se utiliza para monitorear la corriente eléctrica con la que trabajan los motores. Es decir que, es un componente que está diseñado para detectar sobrecargas, cortocircuitos y otras condiciones que pueden dañar a un motor y/o representar un riesgo en cuanto a la seguridad” (Ingeniería Mecafenix, 2017). Este dispositivo actúa desconectándolo automáticamente en caso de anomalías.

1.4.11 Contactor

También está el **contactor** que “es un dispositivo electrónico que puede establecer o interrumpir la corriente eléctrica a distancia. Es decir, un contactor es un aparato que sirve para abrir o cerrar un circuito sin necesidad de tener contacto físico” (Ingenierizando, 2023). Este elemento se encuentra presente en la mayoría de los circuitos eléctricos por su gran uso y seguridad que brinda ya que es capaz de “activar un circuito de elevada tensión sin poner en

riesgo la salud de la persona. Por ejemplo, los contactores se usan a menudo para abrir o cerrar el circuito de un motor eléctrico (Ingenierizando, 2023)”.

1.4.12 Variador de frecuencia

Existen muchas formas de arrancar un motor eléctrico, pero dependiendo uso, los elementos vas a variar, en este caso se presenta un Variador de frecuencia. Este “nos va a permitir variar la velocidad de rotación de un motor actuando sobre la frecuencia de la corriente eléctrica. La gran ventaja de este dispositivo al variar y reducir la velocidad de rotación es el ahorro energético” (Viladoms Electromecánica, S.L., 2019). Este elemento es útil para aplicaciones donde se necesita un control preciso de la maquinaria.

1.4.13 Transformador

Dentro del circuito de fuerza se maneja voltajes altos capaces de dañar los elementos de control, pero para ello se utiliza un transformador. Estos “sirven para regular la intensidad o el voltaje en un circuito de corriente alterna, de forma que la frecuencia y la potencia se mantengan estables. Para ello, convierten la electricidad que reciben de una fuente externa a través del devanado primario o de entrada en magnetismo, mismo que es transformado en electricidad nuevamente en el devanado secundario o de salida” (Alta Tecnología, 2016). Los transformadores son cruciales para la distribución de energía a larga distancia y para adaptar las señales eléctricas a diferentes niveles de tensión según los requisitos de los equipos que alimentan.

1.4.14 Relé

“Básicamente podríamos definir el relé como un interruptor eléctrico que permite el paso de la corriente eléctrica cuando está cerrado e interrumpirla cuando está abierto, pero

que es accionado eléctricamente, no manualmente” (Parra, 2019). Este depósito se usa para tener un mejor control del circuito de fuerza a través de voltajes de 12, 24 y 110 v. siendo una opción segura y confiable.

La bobina del relé “produce un campo electromagnético que hace que el contacto del relé que está normalmente abierto se cierre y permita el paso de la corriente por un circuito (...). Cuando dejamos de suministrar corriente a la bobina, el campo electromagnético desaparece y el contacto del relé se vuelve a abrir (Parra, 2019).

1.4.15 Breaker automático (Interrupción automática)

Para reducir los peligros que la electricidad conlleva, existen distintos elementos de protección. Uno de los más conocidos es el *breaker*, “también conocido como interruptor automático, es un dispositivo diseñado para interrumpir automáticamente el flujo de electricidad en un circuito cuando se detecta una anomalía, como una sobrecarga o un cortocircuito. Este mecanismo protege los cables, dispositivos conectados y, lo más importante, evita posibles incendios o accidentes eléctricos” (SIRIUS, 2025). Este dispositivo resguarda todo el circuito de fuerza como el de control, evitando que los cables y equipos eléctricos sufran daños por condiciones de corriente anormales.

Capítulo 2

2. Metodología

Para poder abordar el problema anteriormente expuesto, se procedió bajo los siguientes pasos mencionados a continuación:

2.1. Levantamiento de información

La primera etapa del proyecto consistió en realizar un levantamiento detallado de las conexiones eléctricas actuales de la carreta OTH 027 y OTH 28. Esto incluyó identificar cada componente y sus respectivas conexiones, desde la alimentación principal hasta los dispositivos de control.

Al realizar la inspección en la primera carreta, se detectaron condiciones críticas que afectaban tanto la operatividad como la seguridad de los activos. El desorden en el tablero eléctrico, junto con la presencia de borneras dañadas y flojas, representaba un riesgo de cortocircuitos o fallas graves en el sistema como se puede observar en la figura 3. En el caso

Figura B

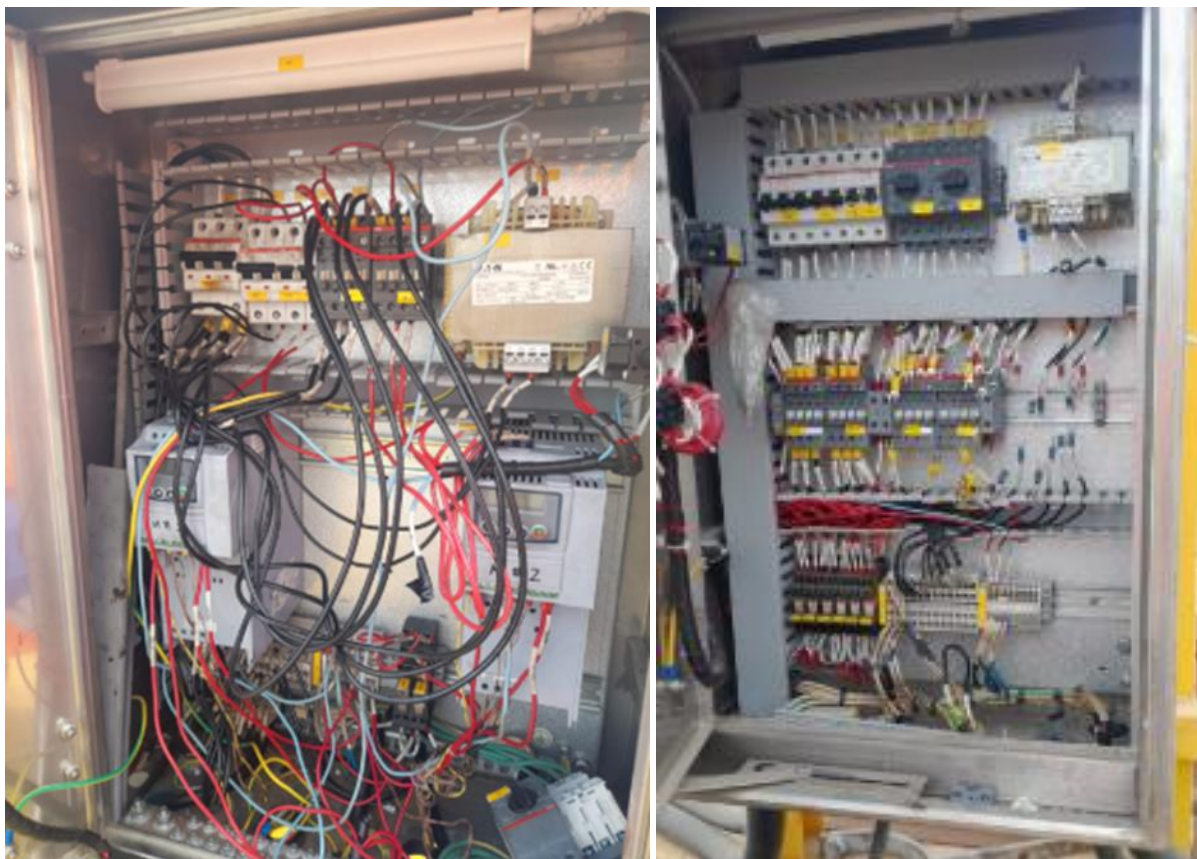
Recopilación de todos los elementos presentes en el tablero



del OHT 28, presentaba un desorden de todas las conexiones y la falta de elementos había dejado al equipo completamente deshabilitado. Estas condiciones evidenciaron la necesidad urgente de intervenir para un funcionamiento seguro y alineado con los estándares técnicos requeridos por el área de ingeniería.

Figura C

Tableros del OTH 27 Y OTH 28 en su estado inicial.



Para mantener un registro ordenado y preciso de la información recopilada de las carretas, se realizó una tabla detallando todos los elementos presentes en el tablero de control, incluyendo los motores y los frenos presente en el mismo. En la tabla se describe los aspectos claves de cada elemento como qué tipo de componente es, características y una breve descripción de su importancia dentro del circuito. Esta documentación permitió obtener una visión más estructurada del estado actual y facilito su análisis para las mejoras a implementar.

Tabla 1

Lista de elementos presenten en las carretas OTH 27 Y OTH 28

Componente	Modelo	Características
Motor	ABB MQAEJ132 S4A	Potencia: 5.5 kW Voltaje: 480 V Frecuencia: 60 Hz Velocidad: 1750 RPM
Freno de Motor Eléctrico	Racha Serie ReB04	Par de frenado: 80 Nm Voltaje de operación: 103 V DC Alimentación: 120 V AC
Breaker Automático	ABB S203 C32	Corriente nominal: 32 A Tensión de operación: 400 V Curva de disparo: C
Breaker Automático	ABB S202 D4	Corriente nominal: 4 A Tensión de operación: 400 V Curva de disparo: D
Breaker Automático	ABB S201 C1	Corriente nominal: 1 A Tensión de operación: 230-400 V Curva de disparo: C
Breaker Automático	ABB S201 D4	Corriente nominal: 4 A Tensión de operación: 230-400 V Curva de disparo: D
Contactador	ABB AF 16-30-10-13	Corriente nominal: 16 A (AC-3) Tensión de bobina: 100-250 V AC/DC Frecuencia: 50-60 Hz
Transformador	EATON ST20.25	Potencia: 20 VA Temperatura ambiente: 40 °C Tensión primaria: 480 V AC Tensión secundaria: 120 V AC
Relé	Weidmüller SRC 2CO ECO	Tipo: Electromecánico Configuración de contactos: 2CO (2 contactos conmutados) Tensión de bobina: 24 V DC Capacidad de conmutación: 8 Amperios a 250 V AC

2.1. Elaboración del Plano Eléctrico en CADe Simu

Con la información recolectada y las recomendaciones de los supervisores de área se inició el diseño un plano eléctrico en la plataforma CADe Simu, que permitió representar de manera organizada el circuito de fuerza y el circuito de control. El documento permitió visualizar y estructurar los circuitos eléctricos necesarios para el funcionamiento óptimo del equipo.

En el diseño se empleó una simbología estándar, lo que facilita la interpretación universal del esquema. El sistema se compone de tres circuitos principales:

- Circuito de Fuerza: Se encarga de suministrar energía a los motores y frenos.
- Circuito de Control: Gestiona la activación y supervisión de los dispositivos eléctricos.
- Circuito de Control Remoto: Permite operar la carreta sin necesidad de manipular físicamente el tablero.

Además, para mejorar la documentación y facilitar futuras intervenciones, se crearon dos diagramas complementarios:

- Diagrama de Distribución del Tablero de Control: Organiza la ubicación física de los componentes eléctricos.
- Diagrama de Interfaz de Control: Representa la interacción entre el operador y el sistema

2.1.1. Diseño del Circuito de Fuerza

Para el circuito de fuerza se detalló la conexión trifásica del motor ABB, el guardamotor, el freno eléctrico y los contactores. El plano eléctrico tiene un papel fundamental al documentar formalmente el sistema, permitiendo no solo el mantenimiento seguro, sino también la base para futuras modificaciones. Esta representación ordenada asegura que los técnicos puedan trabajar con precisión, reduciendo el riesgo de errores o daños durante las intervenciones.

El circuito de fuerza es la parte más crítica del sistema eléctrico, ya que se encarga de suministrar la energía necesaria para el funcionamiento de los motores y el freno electromagnético. Para garantizar un desempeño seguro, se identificó los siguientes componentes:

Tabla 2*Elementos del circuito de fuerza*

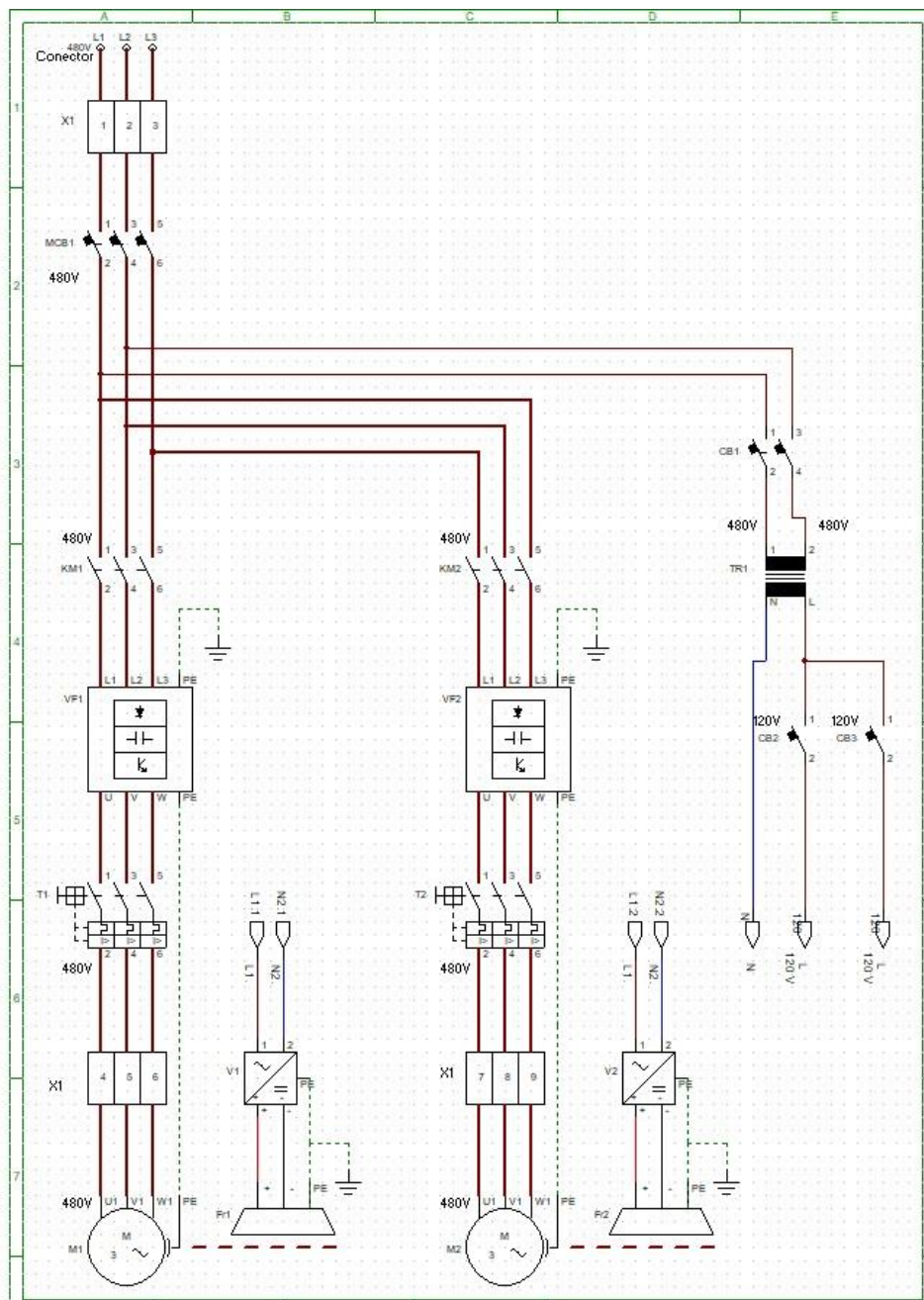
Componente	Función
Breakers automáticos	Protegen a todo el sistema de sobrecargas y cortocircuitos
Contactores	Permiten activar y desactivar los motores de forma segura.
transformador	Disminuye la tensión del circuito eléctrico de 480 a 120 voltios
Variadores de frecuencia	Controlan la velocidad de los motores, optimizando el consumo energético y aumentando su vida útil.
Guardamotores	Protegen los motores contra sobrecargas y cortocircuitos, evitando daños costosos.
Freno electromagnético	Garantiza una detención segura cuando la carreta no está en operación.
Motores	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica

En el proceso de diseño, se estableció una distribución clara y organizada de los componentes eléctricos, permitiendo una instalación más rápida y minimizando posibles errores en la conexión. Además, se optimizó el recorrido del cableado, reduciendo pérdidas de energía y facilitando futuras tareas de mantenimiento. La incorporación de guardamotores y los variadores de frecuencia dentro del sistema garantiza una mayor protección y seguridad operativa, evitando fallas eléctricas que podrían comprometer el funcionamiento de la carreta.

Con la finalización de este apartado, el siguiente paso del proyecto será la elaboración de los planos del circuito de control y la interfaz de usuario, asegurando una integración completa y funcional del sistema eléctrico. Estos documentos garantizan una instalación más ordenada y una reducción en los tiempos de reparación en caso de fallas

PLANO 1

Diagrama del circuito de fuerza de la carreta



2.1.2. Diseño del Circuito de Control

El circuito de control se diseñó para gestionar y supervisar el funcionamiento del sistema eléctrico de la carreta. Para ello, se incluyeron los siguientes elementos como relés para el control de frenos, ubicados estratégicamente para facilitar inspección y

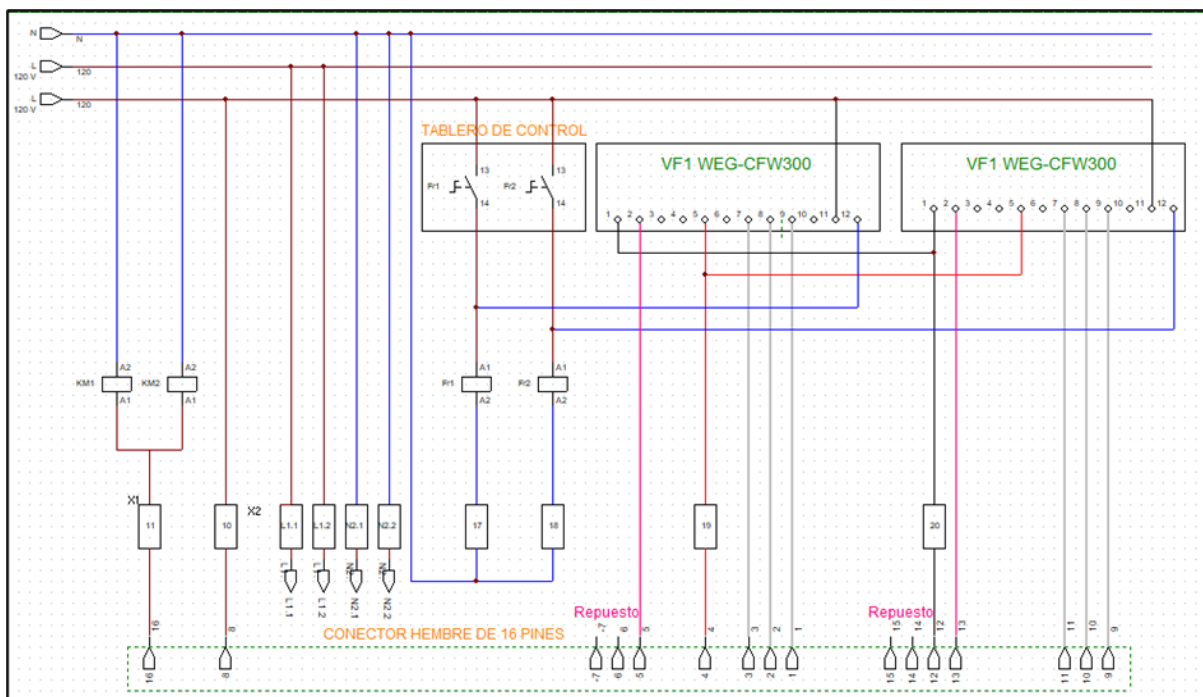
mantenimiento. El objetivo de este plano es obtener una distribución optimizada del tablero, minimizando el cableado innecesario y mejorando la accesibilidad.

Uno de los principales cambios en esta fase fue la reubicación de las borneras dentro del tablero de control. Se optó por una disposición centralizada, permitiendo una mejor organización del cableado y facilitando futuras intervenciones. Este ajuste reduce errores en conexiones, agiliza el mantenimiento y mejora la seguridad general del sistema.

Durante la implementación, se presentó un problema con la selección del cableado, ya que el cable solicitado tenía menos hilos de los necesarios. Esto impidió que el control remoto pudiera activar y desactivar los frenos, por lo que se reconfiguró el sistema para realizar esta función desde el tablero de control de la carreta. Aunque esta solución eliminó la funcionalidad remota en los frenos, se priorizó la seguridad y estabilidad del sistema.

PLANO 2

Diagrama de circuito de control de la carreta



2.1.3. Diseño del Circuito de Control Remoto

El circuito de control remoto permite operar la carreta a distancia, reduciendo la necesidad de manipular el tablero de control manualmente. Para ello, se incluyeron los siguientes elementos:

Tabla 3

Elementos presentes en el control remoto

Elementos	Función
Selectores	permiten seleccionar el sentido de giro del motor
potenciómetro	permiten ajustar la velocidad
Botón de parada de emergencia	detiene la operación en caso de fallas o riesgos.
Interruptor de pedal	Permite el arranque del motor

A pesar del inconveniente con el cableado de los frenos, el control remoto sigue funcionando para la inversión de giro de los motores y la gestión de la velocidad, lo que facilita la operación y mejora la seguridad del operador. La creación del control remoto representa un paso fundamental en la automatización de la carreta enrolladora de cables, ya que junto a este se incorporó un interruptor de pedal que es el encargado de gestionar movimiento y apagado de los motores de manera segura. A diferencia del circuito de control, el control remoto coordina las señales eléctricas que permiten operar la carreta con precisión.

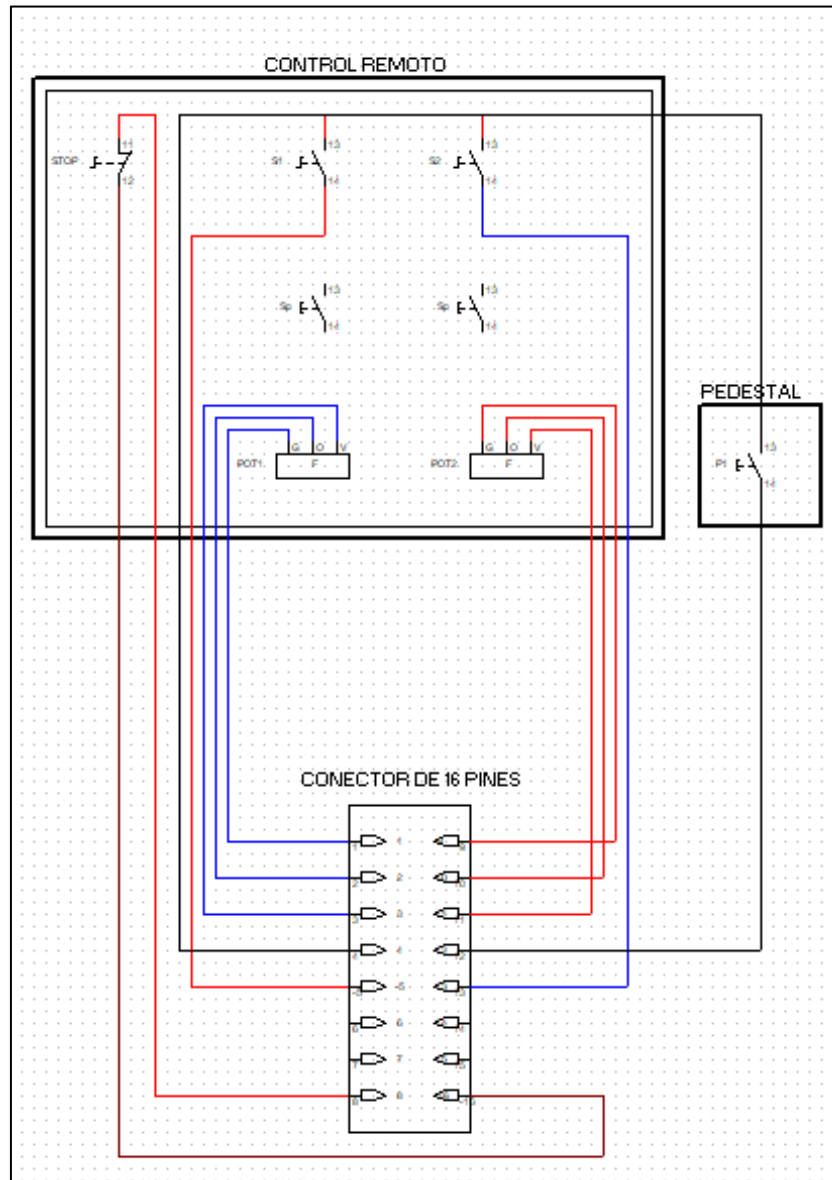
Para su diseño, se utilizó el *software* CAdE Simu, lo que permitió estructurar el sistema con una distribución lógica y bien documentada. Se incorporaron relés de control, contactores auxiliares, y dispositivos de seguridad que garantizan la protección del operador.

Además, se implementaron mecanismos que evitan activaciones accidentales y permiten una respuesta rápida ante cualquier anomalía.

El circuito también cuenta con un botón de parada de emergencia, diseñado para cortar inmediatamente la operación en caso de cualquier eventualidad. Esto garantiza que los técnicos puedan realizar intervenciones rápidas y sin margen de error. Con la finalización de este circuito, se ha logrado un sistema de control remoto, que permitirá mejorar aún más la maniobrabilidad y reducir riesgos operativos.

PLANO 3

Diagrama de circuito del control remoto

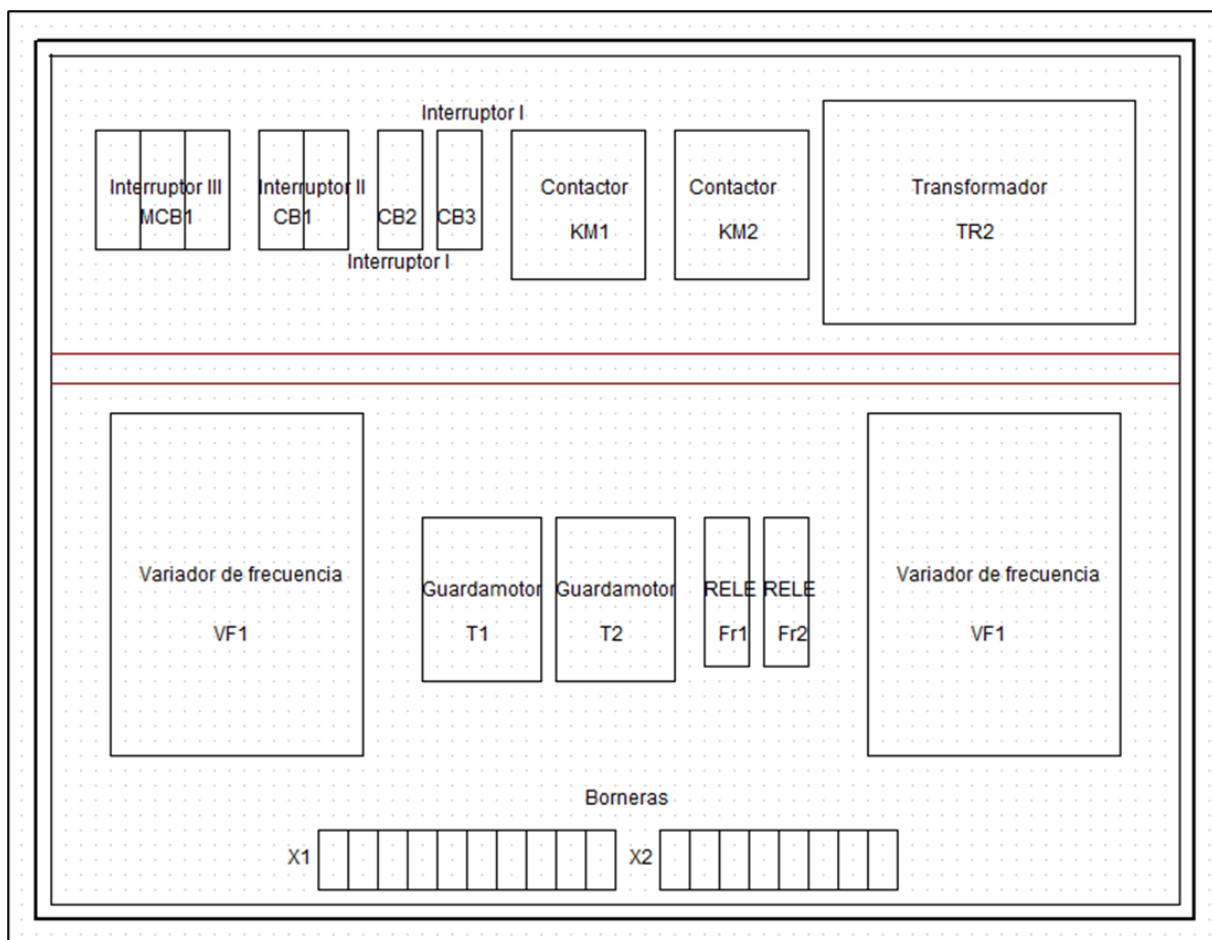


2.1.4. Elaboración del Diagrama de Distribución del Tablero de Control

Para optimizar la organización del sistema, se diseñó un diagrama de distribución del tablero de control, que detalla la ubicación precisa de los principales componentes eléctricos. Este diseño permitió optimizar la ubicación de los variadores de frecuencia, reduciendo la longitud del cableado. También se organizó los guardamotores cerca de los variadores, facilitando su inspección y mantenimiento. Se ubicó los relés de frenos en zonas accesibles, para una intervención rápida y segura. Gracias a esta organización, se logró un sistema más ordenado, fácil de diagnosticar y con menor riesgo de errores en futuras modificaciones.

PLANO 4

Diagrama del tablero de distribución

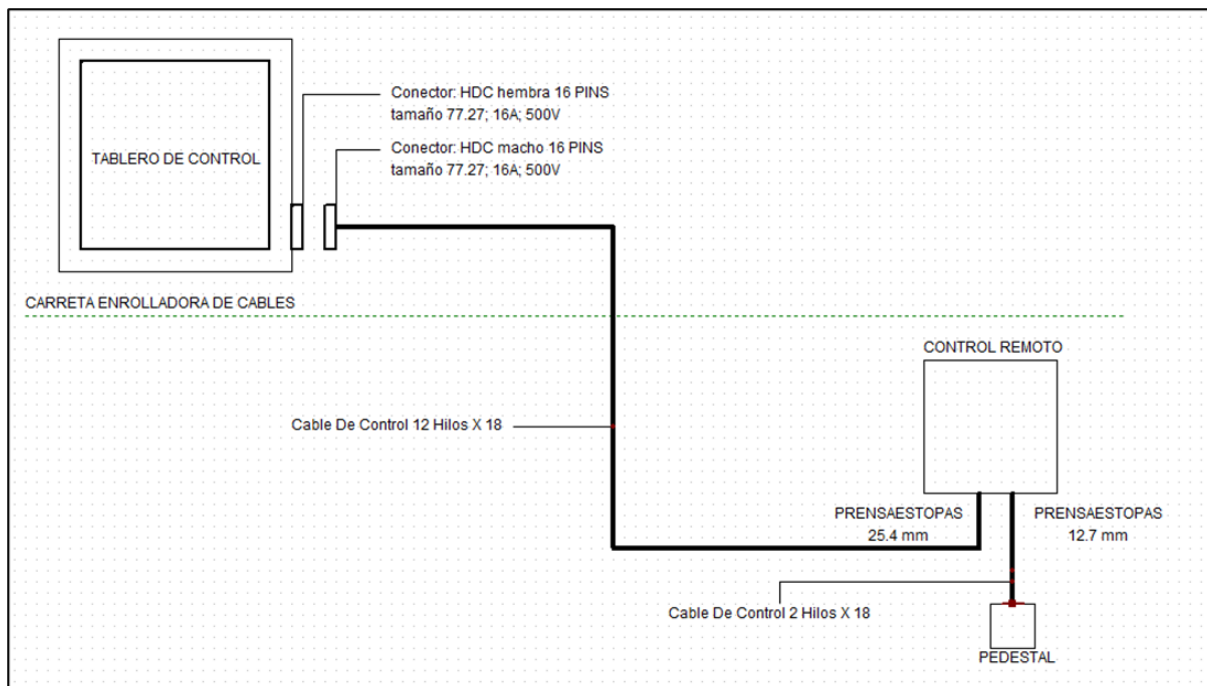


2.1.5. Elaboración del Diagrama de Interfaz de Control

El diagrama de interfaz de control fue desarrollado para representar cómo el operador interactúa con la carreta. Este documento detalla la disposición de la carreta y el control remoto, asegurando que el sistema sea intuitivo y fácil de operar, permitiendo que cualquier operador capacitado pueda utilizarlo sin dificultades.

PLANO 5

Diagrama de la interfaz del control



2.2. Instalación de elementos

Al haber culminado con el diseño del diagrama de fuerza, control y distribución del tablero de control, se procedió con la instalación de los elementos definidos en el proyecto. Inicialmente, se trabajó en la instalación de los guardamotores. Estos dispositivos se colocaron estratégicamente dentro del tablero, siguiendo las especificaciones del diagrama, lo que facilita su acceso para ajustes, mantenimiento o sustituciones en caso necesario. Los guardamotores, esenciales para la protección del sistema, se configuraron para ofrecer un alto nivel de seguridad ante sobrecargas o cortocircuitos.

Además de los guardamotores, se instalaron los dos variadores de frecuencia, elementos fundamentales para el control preciso de la velocidad y el torque de los motores principales. Estos variadores se conectaron cuidadosamente para garantizar la funcionalidad óptima del sistema y minimizar la pérdida de energía durante la operación. Su ubicación dentro del tablero también fue seleccionada pensando en facilitar su inspección y mantenimiento.

Finalmente, se procedió con la instalación de dos relés dedicados al control de los frenos, componentes esenciales para garantizar la seguridad operativa de la carreta enrolladora de cables. Estos relés fueron posicionados en zonas accesibles del tablero para facilitar su monitoreo y operación, permitiendo un control confiable de los frenos desde el sistema. La integración de todos estos elementos se llevó a cabo siguiendo las mejores prácticas de instalación eléctrica, asegurando un sistema ordenado, funcional y seguro, en línea con los objetivos iniciales del proyecto.

Figura D

Intervención en el tablero de control

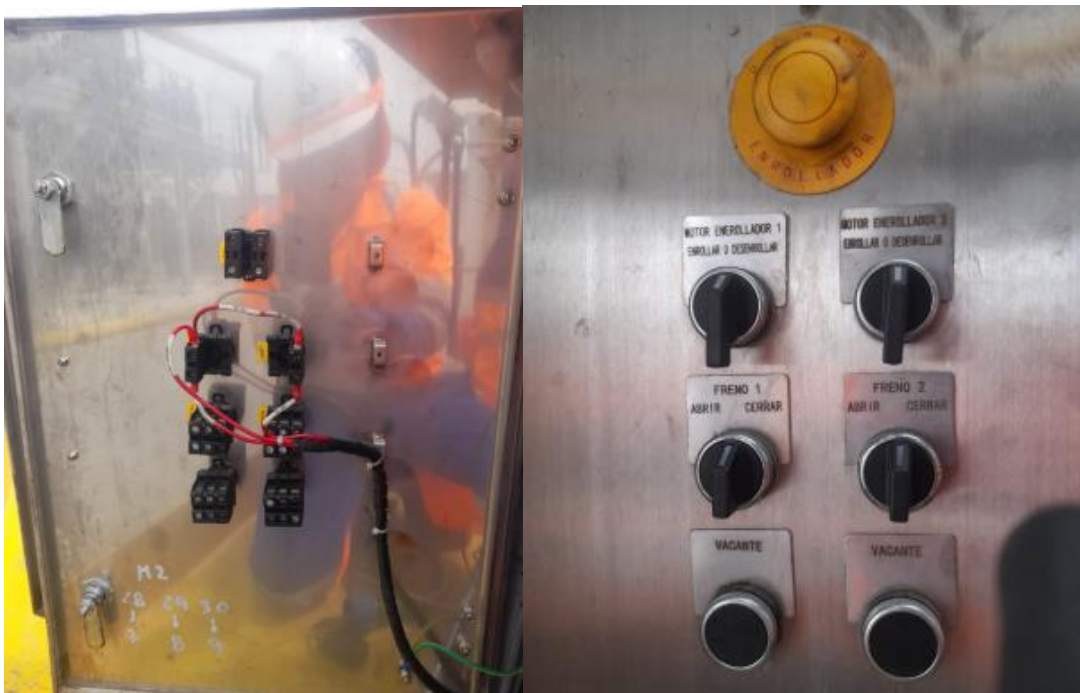


2.3 Organización del tablero eléctrico

El tablero eléctrico fue optimizado para mejorar su funcionalidad y aspecto estético. Esto implicó redistribuir los componentes de manera lógica, maximizando el espacio disponible y asegurando que cada dispositivo estuviera claramente identificado. Asimismo, los cables fueron organizados cuidadosamente, utilizando canaletas y abrazaderas para crear rutas definidas y ordenadas.

Figura E

Cableado del control de frenos



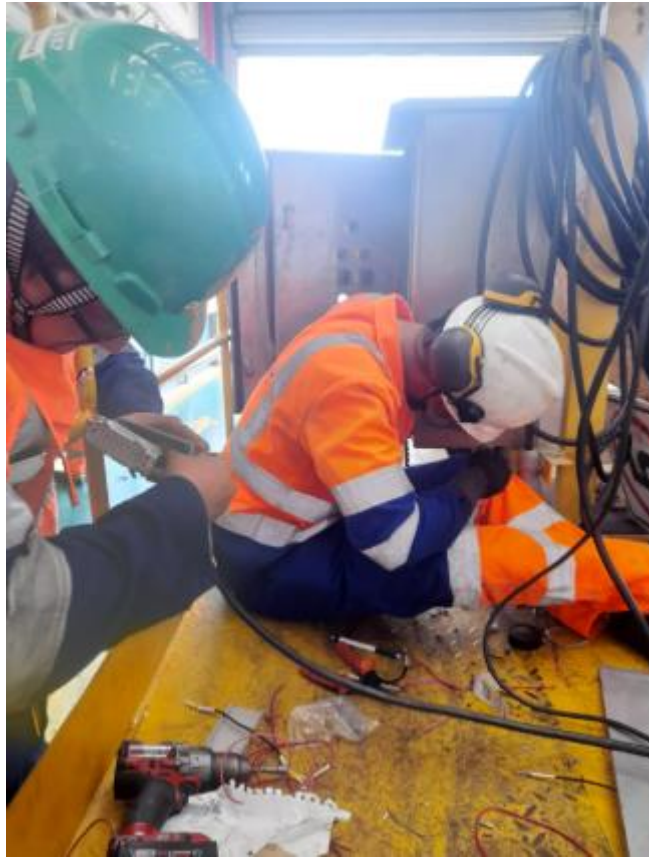
Esta organización no solo facilita futuras intervenciones, como reparaciones o ampliaciones del sistema, sino que también reduce riesgos eléctricos asociados a cables desordenados, como cortocircuitos o interferencias. Un tablero organizado contribuye a una mejor disipación del calor interno, lo que protege los componentes y mejora su desempeño a largo plazo. La optimización del tablero es, por tanto, una inversión en seguridad y eficiencia, garantizando un acceso rápido y claro a cada elemento del sistema.

Como parte de esta optimización, se realizó el cableado específico para los selectores ubicados en el tablero de control, los cuales permiten abrir o cerrar los frenos de la carreta enrolladora de cables. Este cableado se conectó a los relés de control de freno y a los variadores de frecuencia según el diseño eléctrico establecido, asegurando una operación precisa y segura. Los selectores fueron ubicados en el tablero para ofrecer un acceso fácil al operador, y el cableado fue integrado al resto del sistema siguiendo el mismo estándar de orden y claridad. Esta intervención asegura un control manual confiable de los frenos desde el tablero, complementando las funcionalidades del sistema eléctrico optimizado.

2.4 Instalación del conector de 16 pines

Como parte del proceso de optimización del tablero, se realizó la instalación de un nuevo conector de 16 pines. Este conector fue una adición necesaria para integrar las señales provenientes de los variadores de frecuencia, permitiendo su comunicación con el control remoto. Para llevar a cabo esta instalación, fue necesario realizar un agujero en uno de los costados del tablero eléctrico, asegurando que el conector quedara perfectamente instalado y protegido contra condiciones ambientales adversas y posibles manipulaciones accidentales.

La instalación del nuevo conector fue una mejora clave, ya que ofrece mayor flexibilidad y estabilidad para futuras ampliaciones del sistema. Además, este tipo de conector permite realizar mantenimientos de manera rápida, ya que su diseño facilita la desconexión y reconexión sin comprometer la integridad del sistema eléctrico.

Figura F*Instalación del conector de 16 pines***2.5 Conexión del Control Remoto**

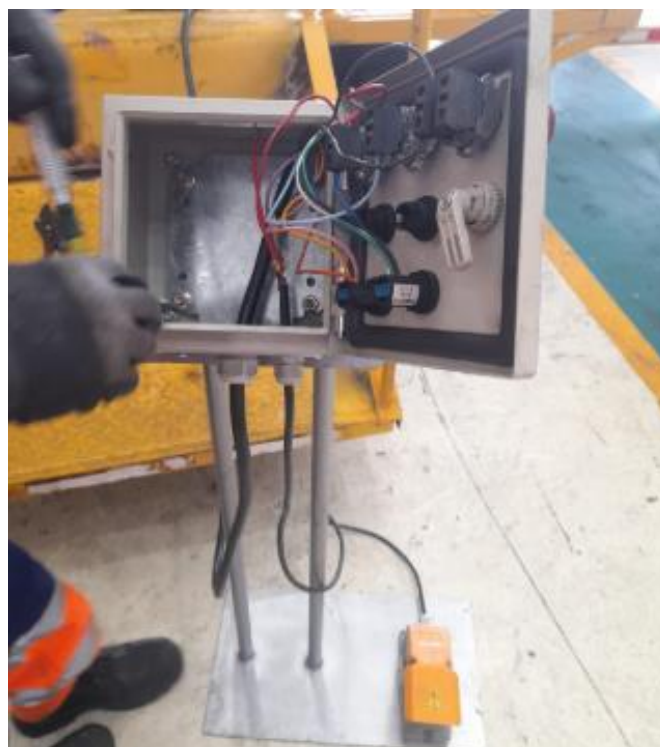
El control remoto fue conectado al sistema eléctrico siguiendo el plano diseñado en CADe Simu, asegurando un contacto confiable y una distribución adecuada de las señales a través del nuevo conector macho de 16 pines. El control incorpora dos selectores de dos posiciones para invertir el giro de cada motor, un botón de parada de emergencia que desconecta los contactores del sistema en caso de fallos, y dos potenciómetros que permiten regular con precisión la velocidad de cada motor. Estas características no solo mejoran la capacidad de control, sino que también incrementan la seguridad al permitir al operador responder rápidamente ante cualquier eventualidad.

Para complementar este sistema, se instaló un pedestal de control diseñado específicamente para operar ambos motores de forma centralizada. Este pedestal optimiza la ergonomía del operador, ya que agrupa los comandos esenciales en un único punto de acceso, reduciendo la necesidad de maniobras complejas. Su diseño asegura un control preciso del movimiento de las bobinas de cable, adaptándose a las exigencias operativas. La inclusión del pedestal refleja la facilidad de uso del sistema eléctrico optimizado.

Como parte del proceso de mejora continua, se realizaron perforaciones adicionales en el tablero eléctrico para la futura activación manual de los frenos. Aunque estas perforaciones no están en uso actualmente, se instalaron botoneras como elementos de reserva para facilitar posibles actualizaciones del sistema. Este enfoque preventivo asegura que el diseño del tablero pueda adaptarse a las necesidades cambiantes de la operación sin requerir modificaciones extensivas en el futuro, consolidando la flexibilidad y la durabilidad del sistema implementado.

Figura G

Cableado de control remoto



2.6 Pruebas Finales

Al terminar el cableado definitivo, siguiendo estrictamente el esquema establecido en el plano eléctrico. Cada conexión fue verificada para garantizar continuidad eléctrica, aislamiento adecuado y cumplimiento de las normativas de seguridad. Tras finalizar el cableado, se llevaron a cabo pruebas funcionales para confirmar que el sistema operaba de acuerdo con los requerimientos técnicos y operativos.

Estas pruebas permitieron validar tanto el diseño del plano eléctrico como la calidad de las conexiones. Al comprobar el correcto funcionamiento de cada componente, se aseguró que el sistema estuviera listo para operar de manera segura y confiable. Este paso es esencial para garantizar que cualquier intervención previa haya sido ejecutada correctamente y que el sistema cumpla con los estándares requeridos.

Figura H

Puebas de funcionamiento



Capítulo 3

3. Resultados y análisis

Para evaluar los resultados del proyecto, se analizó el estado inicial del sistema, las mejoras implementadas y las pruebas realizadas tras la optimización del sistema eléctrico de la carreta enrolladora de cables.

3.1 Estado Inicial del Sistema

Antes de la intervención, el sistema eléctrico de la carreta enrolladora de cables presentaba múltiples deficiencias que afectaban su funcionamiento y la seguridad operativa. Una de las fallas más críticas identificadas fue la presencia de conexiones eléctricas defectuosas, con empalmes mal aislados que podrían generar sobrecalentamiento y aumentar considerablemente el riesgo de cortocircuitos. Estas irregularidades no solo representaban un peligro inminente de fallas eléctricas inesperadas, sino que también aceleraban el deterioro de los componentes, reduciendo su vida útil y afectando el rendimiento general del equipo.

Otro inconveniente importante era la ausencia de documentación técnica. La ausencia de un plano eléctrico formal dificultaba la detección de fallas y hacía que cada técnico encargado del mantenimiento u operación tuviera que deducir el funcionamiento del sistema basándose en observaciones empíricas. Esta situación incrementaba significativamente la probabilidad de afectar la operatividad del equipo a través de errores humanos al momento de realizar conexiones, ajustes, reemplazo de componentes o mejoras en la misma.

Además, se detectó un diseño incorrecto en el tablero de control, se mostraba desorganizado, componentes obsoletos y mal instalados, lo que representaba un peligro tanto para el equipo como para los operadores. La falta de etiquetas y la incorrecta distribución de los dispositivos aumentaban el riesgo de maniobras erróneas por parte del personal técnico. A

esto se sumaba la ausencia de protecciones eléctricas, lo que exponía al sistema a sobrecargas y fallos imprevistos

Para corroborar estas deficiencias, se llevaron a cabo inspecciones visuales en conjunto con los supervisores del área de ingeniería, quienes confirmaron la urgencia de una intervención en el sistema eléctrico. Se determinó que el equipo no cumplía con los estándares de seguridad requeridos para su operación en un entorno industrial, y que la implementación de mejoras era esencial para garantizar un funcionamiento confiable y seguro.

3.2 Diseño e Implementación

Con la información necesaria, se elaboró documentación técnica completa, incluyendo planos eléctricos detallados que especifican la disposición y conexión de todos los componentes del sistema. Esto facilitará futuras expansiones o modificaciones en la instalación. Además, se rediseñó el tablero de control, reorganizando los componentes para mejorar su accesibilidad y minimizar riesgos eléctricos. Esto permitirá agilizar las tareas de mantenimiento al proporcionar una referencia clara y estructurada para los técnicos

El rediseño del sistema eléctrico se enfocó en solucionar las deficiencias detectadas y optimizar la operatividad de la carreta enrolladora de cables. Para ello, se inició con la implementación de protecciones térmicas y magnéticas calibradas con el propósito de mitigar riesgos de sobrecarga y cortocircuito, asegurando la integridad tanto del equipo como del personal involucrado en su operación y mantenimiento.

Otra mejora importante fue la implementación del variador de frecuencia. Este dispositivo permitió gestionar con precisión la velocidad del motor durante el enrollado del cable de acero, evitando tensiones excesivas que pudieran comprometer la calidad del

embobinado o acelerar el desgaste del material. Gracias a esto, se logró un control más estable del proceso de cambio de cables, reduciendo los esfuerzos mecánicos innecesarios.

La incorporación y organización de los componentes del tablero de control fue un paso importante debido a que permitió mejorar su accesibilidad, reduciendo tiempos de intervención en caso de fallas o ajustes. Además, se etiquetaron correctamente todos los dispositivos eléctricos para minimizar errores operativos y facilitar el reconocimiento de cada elemento dentro del sistema.

Como medida de seguridad, se habilitó un sistema de control remoto que permitirá operar la carreta a distancia mientras se enrolla o desenrolla los cables. Esto evita la necesidad que los operadores manipulen el equipo en una zona de riesgo. Esta implementación es clave para mantener la seguridad del personal. Ya que permite gestionar la tarea sin exposición directa a posibles rupturas de cables de acero o cortocircuitos.

3.3 Resultados de las Pruebas

Para validar las mejoras implementadas, realizamos pruebas exhaustivas en condiciones controladas. Estas pruebas tuvieron como objetivo evaluar la estabilidad operativa, la respuesta de las protecciones eléctricas ante posibles fallas y la optimización de la funcionalidad del equipo a través del control remoto.

Los resultados demostraron que el sistema era estable. Los motores operaron sin interrupciones durante pruebas prolongadas a carga máxima, demostrando que el rediseño mejoró significativamente la confiabilidad del equipo. Otro aspecto clave fue el incremento de la seguridad operativa. Las protecciones instaladas respondieron eficazmente a pruebas simuladas de cortocircuitos y sobrecargas, demostrando que el sistema ahora es más seguro para los operadores.

Por último, optimizamos la operación mediante la implementación del control remoto. Aunque su funcionalidad se vio limitada por el cableado disponible, permitió una manipulación más segura y ergonómica del equipo. Además, las funciones habilitadas desde el tablero complementaron las limitaciones del control remoto, garantizando un manejo adecuado de la apertura y cierre de los frenos.

El rediseño del sistema eléctrico transformó una instalación improvisada en un sistema robusto y seguro. Los resultados obtenidos no solo cumplieron con los objetivos iniciales, sino que también establecen un estándar de calidad para futuros desarrollos en la terminal. La documentación generada y las pruebas realizadas aseguran la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones

La implementación del nuevo sistema eléctrico en la carreta representa una mejora significativa para la operatividad y seguridad del puerto marítimo.

4.1 Conclusiones

Tras aplicar las fases establecidas en el desarrollo del proyecto, se obtuvieron las siguientes conclusiones fundamentales:

- Se identificaron deficiencias críticas en la carreta enrolladora de cables, como conexiones inadecuadas, ausencia de documentación técnica y la falta de protecciones eléctricas. Este análisis permitió establecer una base estructurada para el rediseño del sistema.
- A partir de la información recopilada, se diseñó un diagrama detallando en el software CAdE SIMU, los circuitos de fuerza y control. Esta documentación técnica garantiza una referencia clara para futuras intervenciones y facilita el mantenimiento del equipo.
- Se instalaron dispositivos de seguridad como guardamotors, así mismo de control como el variador de frecuencia, optimizando la seguridad operativa del equipo y reduciendo el riesgo de accidentes o de fallas eléctricas
- El rediseño del tablero de control contribuyó a la estabilidad y confiabilidad del sistema. Se reorganizó la distribución de los componentes dentro del mismo, asegurando una mejora en la accesibilidad, facilidad de las labores de mantenimiento y reduce la posibilidad de errores en la conexión de elementos eléctricos.
- Por último, Se adaptó el diseño a las limitaciones técnicas existentes. Aunque el control remoto no pudo habilitar todas sus funciones debido a restricciones en el

cableado, logramos una solución mediante la activación de los frenos desde el tablero de control. Este enfoque garantizó la seguridad y operatividad del equipo.

En resumen, el proyecto cumplió con los objetivos planteados, transformando un sistema eléctrico inadecuado en una instalación segura y bien documentada. Las mejoras implementadas mejoraron el funcionamiento de la carreta enrolladora de cables, garantizando sus estabilidad operativa y mantenimiento. Estos logros establecen un nuevo estándar para futuros proyectos en la terminal.

4.2 Recomendaciones

Para garantizar la sostenibilidad del sistema y explorar futuras mejoras, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- En primer lugar, recomendamos actualizar el cableado remoto. La adquisición e instalación de un cable de mayor capacidad permitiría habilitar todas las funciones del control remoto, optimizando la operación y ampliando las capacidades del sistema.
- Otra recomendación clave es la capacitación del personal técnico. Es necesario realizar entrenamientos específicos sobre la interpretación de los planos eléctricos y el manejo del variador de frecuencia, asegurando que el equipo de mantenimiento tenga un conocimiento profundo del sistema.
- Adicionalmente, sugerimos explorar la integración de nuevas tecnologías. La incorporación de sensores inteligentes y sistemas de monitoreo remoto permitiría recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento del sistema, facilitando la detección de fallas antes de que ocurran y optimizando aún más la operación.
- Finalmente, proponemos evaluar la posibilidad de replicar este proyecto en otras áreas de la terminal con necesidades similares. La experiencia adquirida y la documentación

generada pueden servir como base para mejorar la eficiencia en otros sistemas eléctricos dentro de la empresa.

Para finalizar, estas recomendaciones buscan consolidar los logros obtenidos en el proyecto, garantizar su sostenibilidad y sentar las bases para futuras mejoras tecnológicas y operativas dentro de la terminal marítima.

REFERENCIAS

- Alta Tecnología. (22 de Marzo de 2016). *Asesores en Alta Tecnología*. Obtenido de La importancia de los transformadores para la industria eléctrico:
<https://altatecnologia.com.mx/la-importancia-de-los-transformadores-para-la-industria-electrica/>
- Anchón., J. P. (2024). *Electricistas en Lugo*. Obtenido de Control Remoto en Telecontrol Industrial: Eficiencia y Seguridad: <https://electricistaslugo.com/otros/control-remoto-en-sistemas-de-telecontrol-para-industrias/>
- Dimatic . (14 de agosto de 2021). *Dimatic*. Obtenido de La importancia de los motores eléctricos en la industria /Motores Eléctricos/Accionamientos:
<https://www.dimaticperu.com/2021/08/la-importancia-de-los-motores-electricos-en-la-industria/>
- Electromecánica SEI. (21 de noviembre de 2024). *Servicios Electromecánicos Industriales*. Obtenido de Guía Completa para el Diseño de Planos Eléctricos Industriales:
<https://servicioselectromecanicossei.com/guia-completa-para-el-diseno-de-planos-electricos-industriales/>
- Flores, L. G. (2022). *AUTOMATIZACION INDUSTRIAL*. Obtenido de resumen automatización-controles industriales:
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/electricidad/resumen-automatizacion-controles-industriales/21660067>
- Hangzhou DMOIn Machinery Co. ltd. (2025). *DMOInMachinery-Máquina trefiladora*. Obtenido de equipo de bobinado y bobinado de cable:
<https://dmoinmachinery.com/es/cable-winding-and-reeling-equipment/>

- Inducom ECUADOR . (29 de Agosto de 2023). *Importadora Y Distribuidora Comercial Inducomicc S.A.* Obtenido de Todo lo que debes saber sobre los motores eléctricos con freno.
- Ingeniería Mecafenix. (29 de Marzo de 2017). *Ingeniería Mecafenix*. Obtenido de Que es un guardamotor y como funciona:
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/control/guardamotor/>
- Ingenierizando. (2023). *Academia Balderix*. Obtenido de Contactor:
<https://www.ingenierizando.com/electronica/contactor/>
- LianJie Future. (22 de enero de 2025). *E-Abel*. Obtenido de La guía definitiva sobre tableros eléctricos: explicación de los tipos, la instalación y el mantenimiento:
<https://www.eabel.com/es/la-guia-definitiva-sobre-tableros-electricos/>
- Loganx. (12 de junio de 2024). *Human Machine*. Obtenido de Gruas Post Panamax:
<https://gruasyaparejos.com/gruas-portuarias/gruas-post-panamax/>
- Marquez, R. (22 de julio de 2020). *Windtux*. Obtenido de Conoce Cade Simu, un programa muy útil para elaborar esquemas eléctricos: <https://windtux.com/cade-simu-programa-esquema-electrico/>
- Miguel. (25 de Junio de 2015). *Control Real Español*. Obtenido de Planos Eléctricos. Lectura e interpretación.: <https://controlreal.com/es/planos-electricos-lectura-interpretacion/>
- Parra, V. (22 de Agosto de 2019). *Blog SEAS*. Obtenido de Automatización/ El Relé: para qué es, para qué sirve y qué tipos existen: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>
- Pujol, A. (s.f.). *Electropreguntas.com*. Obtenido de El Papel Esencial de los Conductores Eléctricos en la Energía Eléctrica.: <https://electropreguntas.com/la-importancia-de-los-conductores-electricos-en-la-electricidad/>

SIRIUS. (5 de Enero de 2025). *SIRIUS Tecnología de Shopify*. Obtenido de ¿Sabes qué es un breaker?: <https://siriuscol.com/blogs/noticias/sabes-que-es-un-breaker>

Viladoms Electromecánica, S.L. (23 de Diciembre de 2019). *Viladoms Electromecánica, S.L.*

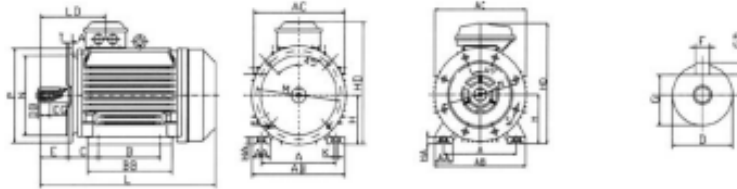
Obtenido de La importancia de los variadores de frecuencia:

<https://www.viladoms.es/blog/la-importancia-de-los-variadores-de-frecuencia>

Figura A 2

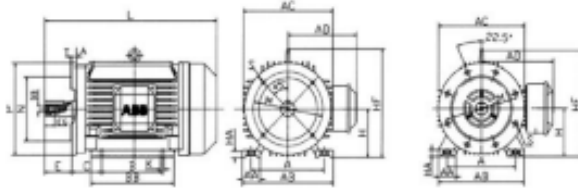
Dimensiones de la carcasa de los motores ABB

Motor trifásico, con patas y bridas, caja de bornes arriba



M0010092

Motor trifásico, con patas y bridas, caja de bornes a la derecha



Tamaño de carcasa	Polos	A	AA	AB	AC	AD	B	BB	C	D	DB	E	EG	F
71M	2-6	112	30	145	145	120	90	110	45	14	M5	30	12.5	5
80M	2-8	125	35	160	165	145	100	135	50	19	M6	40	16	6
90S	2-8	140	35	175	180	150	100	140	58	24	M8	50	19	8
90L	2-8	140	35	175	180	150	125	165	56	24	M8	50	19	8
100L	2-8	160	40	200	205	175	140	180	63	28	M10	60	22	8
112M	2-8	190	50	235	225	185	140	190	70	28	M10	60	22	8
132S	2-8	216	55	270	265	205	140	205	89	38	M12	80	28	10
132M	2-8	216	55	270	265	205	178	240	89	38	M12	80	28	10

Tamaño de carcasa	Polos	G	GD	H	HA	HD	HF	K	L	LA	LD	M	N	P	S	T
71M	2-6	11	5	71	10	200	-	7	255	9	100	130	110	160	10	3.5
80M	2-8	15.5	6	80	12	225	170	10	285	9	116	165	130	200	12	3.5
90S	2-8	20	7	90	12	240	185	10	310	10	128	165	130	200	12	3.5
90L	2-8	20	7	90	12	240	185	10	335	10	128	165	130	200	12	3.5
100L	2-8	24	7	100	14	275	245	12	380	11	138	215	180	250	15	4
112M	2-8	24	7	112	15	290	265	12	395	11	144	215	180	250	15	4
132S	2-8	33	8	132	18	335	300	12	465	12	169	265	230	300	15	4
132M	4-8	33	8	132	18	335	300	12	505	12	169	265	230	300	15	4

Nota: Imagen recuperada del catálogo de ABB Baja tensión Motores de aplicación general en hierro fundido. Sección: Dimensionales - Carcasas 71-132.

Figura A 3

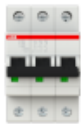
Data Sheet de los interruptores automáticos de ABB

ABB

PRODUCT-DETAILS

S203-C32

Interruptor automático - S200 - 3P - 32 A - C



Información General


Tipo de producto extendido	S203-C32
Código de producto	2CDS253001R0324
EAN	4016779468305
Descripción corta	Interruptor automático - S200 - 3P - 32 A - C
Descripción larga	<p>Cada día los profesionales se enfrentan al reto de ofrecer la mejor solución para la protección de las personas e instalaciones eléctricas en los sectores residencial, terciario e industrial. También necesitan poder proporcionar soluciones inteligentes para el control y monitorización del consumo eléctrico, así como obtener la máxima eficiencia energética. Con la gama de dispositivos modulares System pro M Compact, podrá encontrar una gama completa de productos de la máxima calidad, tales como interruptores automáticos, interruptores diferenciales, protectores contra sobretensiones, dispositivos de control, de medición y todo tipo de accesorios.</p> <p>La referencia 2CDS253001R0324 concretamente, se trata de un/a interruptor magnetotérmico.</p> <p>Sus características son: Número de polos protegidos: 3, Sección de conductor conectable sólido: 0,75 - 35 mm², Sección de conductor conectable: 0,75 - 25 mm², Temperatura ambiente durante el funcionamiento: -25 - 55 °C, Equipos adicionales posibles, Número de polos (total): 3, Poder de corte asignado Icn según EN 60898 a 400 V: 6kA, Poder de corte asignado Icn según EN 60898 a 230 V: 6kA, Poder de corte asignado Icu según EN 60947-2 a 230 V: 20kA, Resistencia a picos de tensión asignada (Uimp): 4kV, Poder de corte asignado Icu según EN 60947-2 a 400 V: 20kA, Frecuencia: 50Hz</p> <p style="text-align: right;">Fabricado en Alemania (DE)</p>
ABB EcoSolutions	
ABB EcoSolutions	Sí
Perfil de EcoSolutions	9AKK108469A3796
Principios de diseño circular Tasa de reciclabilidad	Design for Closing Resource Loops - Standard EN45555 - 87.8 %
Se ofrece con una vida útil ampliada	Product Durability
Instrucciones para el final de la vida	9AKK108468A3132
Declaración Ambiental de Producto - EPD	9AKK108467A7832

S203-C32	
cortocircuito	(DC) 6 kA (400 V AC) 6 kA (400 V) 6 kA
Capacidad nominal de corte en cortocircuito (I_{cs})	(230 V AC) 20 kA (400 V AC) 10 kA (440 V AC) 10 kA (230 V) 20 kA (400 V) 10 kA
Corriente nominal de cortocircuito condicional (I_{nc})	(230 V) 20 kA (400 V) 20 kA
Capacidad nominal de corte en cortocircuito en servicio (I_{cs})	(230 V AC) 15 kA (400 V AC) 7.5 kA (440 V AC) 7.5 kA
Frecuencia (f)	50 Hz
Frecuencia nominal (f)	50 / 60 Hz
Pérdida de potencia	11.1 W at Rated Operating Conditions per Pole 3.7 W
Conexión de la fuente de alimentación	Arbitrary
Indicación de la posición del contacto	Red ON / Green OFF
Clase de limitación de energía	3
Resistencia eléctrica	10000 AC cycle
Resistencia mecánica	20000 cycle
Número de postes protegidos	3
Número de polos	3P
Categoría de sobretensión	III
Par de apriete	2.8 N·m
Tipo de montaje	DIN-Rail
Tipo de terminal de tornillo	Failsafe Bi-directional Cylinder-lift Terminal
Marcado del actuador	I / O
Material del actuador	Insulation Group II, Black, Sealable
Material de la carcasa	Insulation Group II, RAL 7035
Montaje en contactores	TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Posición de montaje	any
Destornillador recomendado	Pozidriv 2
Accesorios disponibles	Si
Capacidad de conexión	Busbar 10 / 10 mm ² Flexible with Ferrule 0.75 ... 25 mm ² Flexible 0.75 ... 25 mm ² Rigid 0.75 ... 35 mm ² Rigid 0.75 ... 35 mm ² Stranded 0.75 ... 35 mm ²
Tamaño de la instalación	acc. to DIN 43880 1
Longitud de pelado del cable	12.5 mm
Tipo de terminal	Screw Terminals
Material Compliance	
Información sobre RoHS	2 CD K403001D 0607
Estado de RoHS	Following EU Directive 2011/65/EU and Amendment 2015/863 July 22, 2019
Fecha de RoHS	0335

Nota: Imagen tomada de la página oficial de ABB – Engineered to Outrun

Figura A 4

Data sheet del contactor ABB

PRODUCT-DETAILS	
AF16-30-10-13	
AF16-30-10-13 100-250V50/60HZ-DC	
Contactor	
	
Tipo de producto extendido	AF16-30-10-13
Código de producto	1SBL177001R1310
EAN	3471523110632
Descripción corta	AF16-30-10-13 100-250V50/60HZ-DC Contactor
Descripción larga	<p>ABB dispone de una amplia familia de contactores: contactores tripolares y relés de sobrecarga para arranque de motores y conmutación de alimentación (AF, minicontactores, AS), tetrapolares para conmutar la alimentación (AF y minicontactores), auxiliares para la conmutación de circuitos auxiliares (AS y minicontactores), para la conmutación de condensadores (UA..RA), para la conmutación de CC (GA y GAF), para aplicaciones ferroviarias, para aplicaciones de seguridad (AFS) y contactores de instalación (ESB...N).</p> <p>La referencia 1SBL177001R1310 concretamente, se trata de un/a contactor de potencia para conmutar la alimentación de CA.</p> <p>Sus características son: Tensión de alimentación de control nominal Us a CA 50HZ: 100V, Tensión de alimentación de control nominal Us a CA 60HZ: 100V, Tensión de alimentación de control nominal Us en CC: 100V, Tipo de tensión de accionamiento: CA/CC, Corriente de funcionamiento nominal Ie en CA-1, 400 V: 30A, Corriente de funcionamiento nominal Ie en CA-3, 400 V: 18A, Potencia de funcionamiento nominal en CA-3, 400 V: 7,5kW, Número de contactos auxiliares normalmente abiertos: 1, Tipo de conexión del circuito de corriente principal: Conexión roscada, Número de contactos normalmente abiertos como contactos principales: 3.</p>
Clasificación	
Cantidad mínima de pedido	1 pieza
Descargas Populares	
Ficha técnica, información técnica	1SBC100214C0202
Instrucciones y manuales	1SBC101027M6801
Dibujo dimensional CAD	2CDC001079B0201
Dimensiones	
Ancho del product	45 mm
Largo del product	77 mm
Alto del producto	86 mm
Peso del product	0.27 kg
Technical	
Número de contactos principales NO	3
Número de contactos principales NC	0
Número de contactos auxiliares NO	1
Número de contactos auxiliares NC	0
Número de polos	3P
Normas	IEC/EN 60947-1, IEC/EN 60947-4-1, UL 60335-2-40 LZGH2 A2L, UL 60947-4-1, CSA C222 No. 60335-2-40 LZGH2 A2L, CSA C22.2 No. 60947-4-1

AF16-30-10-13	
Tensión nominal de operación	Auxiliary Circuit 690 V Main Circuit 690 V
Frecuencia nominal (f)	Auxiliary Circuit 50 / 60 Hz Control Circuit 50 / 60 Hz Main Circuit 50 / 60 Hz
Corriente térmica convencional de aire libre (I_{th})	acc. to IEC 60947-4-1, Open Contactors $\theta = 40^\circ\text{C}$ 35 A acc. to IEC 60947-5-1, $\theta = 40^\circ\text{C}$ 16 A
Corriente nominal de funcionamiento AC-1 (I_e)	(690 V) 40 °C 30 A (690 V) 60 °C 30 A (690 V) 70 °C 26 A
Corriente nominal de funcionamiento AC-3 (I_e)	(415 V) 60 °C 18 A (440 V) 60 °C 18 A (500 V) 60 °C 15 A (690 V) 60 °C 10.5 A (380 / 400 V) 60 °C 18 A (220 / 230 / 240 V) 60 °C 18 A
Corriente nominal de funcionamiento AC-3e (I_e)	(415 V) 60 °C 18 A (440 V) 60 °C 18 A (500 V) 60 °C 15 A (690 V) 60 °C 10.5 A (380 / 400 V) 60 °C 18 A (220 / 230 / 240 V) 60 °C 18 A
Corriente nominal de funcionamiento AC-15 (I_e)	(500 V) 2 A (690 V) 2 A (24 / 127 V) 6 A (220 / 240 V) 4 A (400 / 440 V) 3 A
Corriente nominal de funcionamiento DC-1 (I_e)	(110 V) 1-Pole, 40 °C 20 A (110 V) 1-Pole, 60 °C 20 A (110 V) 1-Pole, 70 °C 20 A (110 V) 2 Poles in Series, 40 °C 30 A (110 V) 2 Poles in Series, 60 °C 30 A (110 V) 2 Poles in Series, 70 °C 26 A (110 V) 3 Poles in Series, 40 °C 30 A (110 V) 3 Poles in Series, 60 °C 30 A (110 V) 3 Poles in Series, 70 °C 26 A (220 V) 2 Poles in Series, 40 °C 20 A (220 V) 2 Poles in Series, 60 °C 20 A (220 V) 2 Poles in Series, 70 °C 20 A (220 V) 3 Poles in Series, 40 °C 30 A (220 V) 3 Poles in Series, 60 °C 30 A (220 V) 3 Poles in Series, 70 °C 26 A (72 V) 1-Pole, 40 °C 30 A (72 V) 1-Pole, 60 °C 30 A (72 V) 1-Pole, 70 °C 26 A (72 V) 2 Poles in Series, 40 °C 30 A (72 V) 2 Poles in Series, 60 °C 30 A (72 V) 2 Poles in Series, 70 °C 26 A (72 V) 3 Poles in Series, 40 °C 30 A (72 V) 3 Poles in Series, 60 °C 30 A (72 V) 3 Poles in Series, 70 °C 26 A
Corriente nominal de funcionamiento DC-3 (I_e)	(110 V) 1-Pole, 40 °C 8 A (110 V) 1-Pole, 60 °C 8 A (110 V) 1-Pole, 70 °C 8 A (110 V) 2 Poles in Series, 40 °C 30 A (110 V) 2 Poles in Series, 60 °C 30 A (110 V) 2 Poles in Series, 70 °C 26 A (110 V) 3 Poles in Series, 40 °C 30 A (110 V) 3 Poles in Series, 60 °C 30 A (110 V) 3 Poles in Series, 70 °C 26 A (220 V) 2 Poles in Series, 40 °C 8 A (220 V) 2 Poles in Series, 60 °C 8 A (220 V) 2 Poles in Series, 70 °C 8 A (220 V) 3 Poles in Series, 40 °C 30 A (220 V) 3 Poles in Series, 60 °C 30 A (220 V) 3 Poles in Series, 70 °C 26 A (72 V) 1-Pole, 40 °C 30 A (72 V) 1-Pole, 60 °C 30 A

Nota: Imagen tomada de la página oficial de ABB – Engineered to Outrun


Figura A 5

Data sheet del transformador EATON

Eaton 914763

Catalog Number: 914763

Eaton Moeller® series STZ Control transformer, 0.16 kVA, Rated input voltage 50 – 950 ± 5 % V, Rated output voltage 12 – 1000 V



General specifications	
Product Name Eaton Moeller® series STZ Control transformer	Catalog Number 914763
Product Height 91 mm	Product Length/Depth 97 mm
Product Weight 2.3 kg	Product Width 85 mm
	Certifications CE IEC/EN 60204-1, OVE-EN 13 UL Category Control No.: XPTQ2, XPTQ8 UL File No.: E167225

Features & Functions

General

Features

- Separate windings
- Fully Vacuum-impregnated
- Reinforced insulation

- Ambient operating temperature - min
-25 °C
- Ambient operating temperature - max
40 °C
- Connection lug
Yes for < 63 A
- Connection type
Terminations, < 63 A
- Duty factor
100 %
- Insulation class
B
- Primary tapping
± 5 %
- Product category
Single-phase control transformers ST
- Suitable for
Branch circuits, (UL/CSA)
- Type
Single-phase control, isolating and safety transformer

Electrical rating

Design verification

- Efficiency
88 %
- No-load losses
9 W
- Rated frequency - min
50 Hz
- Rated frequency - max
60 Hz
- Rated power
0.16 VA
- Relative short-circuit voltage
6.6 %

- Equipment heat dissipation, current-dependent P_{vid}
0 W
- Heat dissipation capacity P_{dis}
0 W
- Heat dissipation per pole, current-dependent P_{vid}
0 W
- Rated operational current for specified heat dissipation (I_n)
0 A
- Static heat dissipation, non-current-dependent P_{vs}
21 W
- 10.2.2 Corrosion resistance
Meets the product standard's requirements.

Figura A 6

Data sheet del relé

Hoja técnica		Weidmüller 											
RIDERSERIES FG SRC 2CO		Weidmüller Interface GmbH & Co. KG Klingenbergstraße 16 D-32758 Detmold Germany Fon: +49 5231 14-0 Fax: +49 5231 14-292083 www.weidmuller.com											
Imagen de producto													
													
<ul style="list-style-type: none"> • Relé de acoplamiento con contactos forzados para monitorizar señales en circuitos eléctricos relevantes para la seguridad • Con un grado de cobertura del diagnóstico del 99%, los relés con contactos forzados se cuentan entre los componentes de reconocida eficacia en la tecnología de seguridad. • Por medio del enclavamiento entre los contactos, estos garantizan una conmutación sincronizada de ambos contactos. De esta manera se asegura que, en caso de avería (por ejemplo, el sellado del contacto de cierre por sobrecarga), el contacto de aviso conserve el mismo estado de conmutación. 													
Datos generales para pedido													
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Tipo</td> <td>SRC 2CO</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>8690830000</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>RIDERSERIES FG, Base portarrelés, Número de contactos: 2 Contacto conmutado, Conexión brida-tornillo</td> </tr> <tr> <td>GTIN (EAN)</td> <td>403224836 15 19</td> </tr> <tr> <td>U.E.</td> <td>10 Pieza</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo	SRC 2CO	Código	8690830000	Versión	RIDERSERIES FG, Base portarrelés, Número de contactos: 2 Contacto conmutado, Conexión brida-tornillo	GTIN (EAN)	403224836 15 19	U.E.	10 Pieza
Tipo	SRC 2CO												
Código	8690830000												
Versión	RIDERSERIES FG, Base portarrelés, Número de contactos: 2 Contacto conmutado, Conexión brida-tornillo												
GTIN (EAN)	403224836 15 19												
U.E.	10 Pieza												


Dimensiones y pesos			
Anchura	15,6 mm	Anchura (pulgadas)	0,614 inch
Altura	77,6 mm	Altura (pulgadas)	3,055 inch
Profundidad	61 mm	Profundidad (pulgadas)	2,402 inch
Peso neto	43,26 g		
Temperaturas			
Humedad	40°C / 93% de humedad relativa, sin condensación	Temperatura de almacenamiento, max.	70 °C
Temperatura de almacenamiento, min.	-40 °C	Temperatura de servicio, max.	70 °C
Temperatura de servicio, min.	-40 °C	Temperatura de servicio	-40 °C...70 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C...70 °C		
Conformidad medioambiental del producto			
REACH SVHC	Lead 7439-92-1		
Datos nominales UL			
Núm. de certificación (cURus)	E223759		
Datos de contacto			
Tipo de contacto	2 Contacto conmutado		
Datos generales			
Carril	TS 35	Color	negro
Coordinación de aislamiento			
Tipo de protección	IP20	Resistencia a tensiones eléctricas, entrada/salida	2,5 KV _{eff} / 1 Min.
Resistencia a tensiones dieléctricas de contactos adyacentes	2,5 KV _{eff} / 1 Min.		
Información adicional sobre homologaciones/normas			
Normas	UL508	Núm. de certificación (cURus)	E223759
Datos de conexión			
Técnica de conexión de conductores	Conexión brida-tornillo	Longitud de desaislado, conexión nominal	7 mm
Par de apriete, min.	0,5 Nm	Par de apriete, max.	0,8 Nm
Sección de embornado, conexión nominal	2,5 mm ²	Sección de embornado, min.	0,5 mm ²
Sección de embornado, máx.	1,5 mm ²	Sección de conexión del conductor, rígido, min.	0,5 mm ²
Sección de conexión del conductor, rígido, max.	2,5 mm ²	Sección de conexión del conductor, flexible, min.	0,5 mm ²
Sección de conexión del conductor, flexible, max.	2,5 mm ²	Sección del conductor, flexible con terminales tubulares DIN 46228/4, min.	0,5 mm ²
Sección del conductor, flexible con terminales tubulares DIN 46228/4, máx.	2,5 mm ²	Sección de conexión del conductor, flexible, term. tub. (DIN 46228-1), min.	0,5 mm ²
Sección de conexión del conductor, flexible, term. tub. (DIN 46228-1), max.	2,5 mm ²	Sección de conexión del conductor, flexible, 2 conductores embornables, min.	0,5 mm ²
Sección de conexión del conductor, flexible, 2 conductores embornables, max.	2,5 mm ²	Dimens. caña destornillador	gr. PH 1
Paso en mm (P)	5 mm		
Clasificaciones			
ETIM 3.0	EC001456	ETIM 4.0	EC001456
ETIM 5.0	EC001456	ETIM 6.0	EC001456
UNSPSC	30-21-19-17	eClass 5.1	27-37-16-03
eClass 6.2	27-37-16-03	eClass 7.1	27-37-16-03
eClass 8.1	27-37-16-03	eClass 9.0	27-37-16-03
eClass 9.1	27-37-16-03		
Homologaciones en línea			
Homologaciones			
ROHS	Conformidad		
Descargas			
Datos de ingeniería	EPLAN_WSCAD		
Datos de ingeniería	STEP		
Homologación/certificado/documento de conformidad	DE_PA5600_160401_002.pdf		

Figura A 7*Data sheet del guardamotor*

ABB

PRODUCT-DETAILS

MS116-16

MS116-16 Manual Motor Starter 10 ... 16 A

A photograph of the ABB MS116-16 Manual Motor Starter. It is a compact, rectangular metal enclosure with a grey finish. The front panel features a prominent black rotary handle for manual operation. On the top and bottom panels, there are several screw terminals for electrical connections, each marked with a plus sign (+). The ABB logo is visible on the front panel.

Información General

© 2025 ABB. All rights reserved.

2025/02/06

Subject to change without notice

Tipo de producto extendido	MS116-16
Código de producto	1SAM250000R1011
EAN	4013614320347
Descripción corta	MS116-16 Manual Motor Starter 10 ... 16 A
Descripción larga	<p>Los guardamotors manuales son dispositivos de protección electromecánicos para el circuito principal. Se utilizan principalmente para arrancar y parar motores manualmente y para proporcionar a los fusibles menos protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos de la fase. Una protección menor de los fusibles ahorra costes, espacio y garantiza una reacción rápida ante cortocircuitos, ya que apaga el motor en milisegundos. Las combinaciones de arrancadores están equipadas con contactores. Los equipos disponen de control manual / protección contra corrientes de cortocircuito y sobrecargas, el ajuste de corriente es regulable para la protección de la carga y la indicación de disparo magnético, dispone de función de desconexión, de compensación de la temperatura, control remoto mediante el desenganche a tensión mínima y el disparo en derivación y poder de ruptura de cortocircuito (Ics) hasta 100 kA.</p> <p>La referencia 1SAM250000R1011 concretamente, se trata de un/a disyuntor de protección del motor.</p> <p>Sus características son: Ajuste actual de liberación de sobrecarga: 10 - 16 A, Rango de ajuste de liberación instantánea de cortocircuito: 240A, Con protección térmica, Sensible a fallo de fase, Técnica de liberación: Termomagnético, Tensión de funcionamiento nominal: 690V, Intensidad nominal permanente Iu: 16A, Potencia de funcionamiento nominal en CA-3, 400 V: 7,5kW, Tipo de conexión del circuito de corriente principal: Conexión roscada, Ejecución del elemento accionador: Botón giratorio (mando), Construcción del dispositivo: Dispositivo completo en carcasa. Número de polos: 3</p>
Clasificación	
Cantidad mínima de pedido	1 pieza
Código arancelario	85362010
Descargas Populares	
Ficha técnica, información técnica	2CDC131025D0201
Instrucciones y manuales	2CDC131011M6802
Instrucciones y manuales (parte 2)	2CDC131060M0202
Curva característica tiempo-corriente	1SAM200505F0011
Pt Característica	1SAM200507F0001 1SAM200507F0002 1SAM200507F0003
Característica de la corriente de corte	1SAM200508F0001 1SAM200508F0002 1SAM200508F0003
Dibujo dimensional CAD	2CDC001079B0201
Diagrama de dimensiones	1SAM200422E0001
Dimensiones	
Ancho del product	45 mm
Alto del producto	90 mm
Largo del product	85.6 mm
Peso del product	0.265 kg
Technical	
Capacidad nominal de corte en cortocircuito en servicio (I _{CS})	(230 V AC) 16 kA (400 V AC) 16 kA (440 V AC) 6 kA (500 V AC) 4 kA

MS116-16	
Capacidad nominal de corte en cortocircuito (I_{cu})	(690 V AC) 2 kA (230 V AC) 16 kA (400 V AC) 16 kA (440 V AC) 15 kA (500 V AC) 10 kA (690 V AC) 3 kA
Ajuste de la corriente de cortocircuito instantánea nominal (I_i)	240 A
Rango de ajuste	10 ... 16 A
Potencia operativa nominal AC-3 (P_e)	(400 V) Three Phase 7.5 kW
Potencia operativa nominal AC-3e (P_e)	(400 V) Three Phase 7.5 kW
Tensión nominal de operación	Main Circuit 690 V AC
Corriente nominal de funcionamiento (I_n)	16 A
Corriente nominal de funcionamiento AC-3 (I_n)	16 A
Corriente nominal de funcionamiento AC-3e (I_n)	16 A
Frecuencia nominal (f)	Main Circuit 50 Hz Main Circuit 60 Hz Main Circuit 6 kHz
Tensión nominal soportada por impulsos (U_{imp})	
Tensión nominal de aislamiento (U_i)	690 V
Pérdida de potencia	at Rated Operating Conditions per Pole 1.1 ... 2.8 W
Número de polos	3P
Corriente térmica convencional de aire libre (I_{th})	Main Circuit 16 A
Grado de protección	Housing IP20 Main Circuit Terminals IP10
Grado de contaminación	3
Durabilidad eléctrica	100000 cycle
Durabilidad mecánica	Nr. Operations 100000 cycle
Tipo de terminal	Screw Terminals
Capacidad de conexión del circuito principal	Flexible with Ferrule 1/2x 0.75 ... 2.5 mm ² Flexible with Insulated Ferrule 1/2x 0.75 ... 2.5 mm ² Flexible 1/2x 0.75 ... 2.5 mm ² Rigid 1/2x 1 ... 4 mm ²
Par de apriete	Main Circuit 0.8 ... 1.2 N·m
Longitud de pelado del cable	Main Circuit 9 mm
Destornillador recomendado	Pozidriv 2
Posición de montaje	1 ... 6 any
Montaje en contactores	TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Distancia mínima de montaje	Electrical Conductive Board, Horizontal - Up to 400 V 0 mm Electrical Conductive Board, Horizontal - Up to 690 V 1.5 mm Electrical Conductive Board, Vertical 75 mm Other Device Same Type, Horizontal 0 mm Other Device Same Type, Vertical 150 mm
Tipo de actuador	Rotary Handle
Indicación de la posición del contacto	ON / OFF
Normas	IEC/EN 60947-1 IEC/EN 60947-2 IEC/EN 60947-4-1 UL 60947-1 UL 60947-4-1 IEC 60335-2-40 A2L

Nota: Imagen tomada de la página oficial de ABB – Engineered to Outrun

Figura A 8

Data sheet de variadores de frecuencia en el mercado

Codificación¹⁾

Convertidor / código inteligente	Identificación de modelo				Frenado	Grado de protección	Versión de hardware	Versión de software
	Tamaño	Corriente nominal de salida	Nº de fases	Tensión nominal				
CFW300	A	01P6	S	2	NB	20		
	Vea la disponibilidad en la tabla a seguir							
	NB = sin frenado reostático (IGBT)							
	DB = con frenado reostático (IGBT)							
	20 = IP20							
	Hx = hardware especial							
Sx = software especial								

Nota: para versiones con hardware (Hx) y software (Sx) especial, consulte al departamento de ventas de WEG Automatización o a su representante comercial.

Opciones Disponibles

Tamaño	Corriente nominal de salida	Nº de fases	Tensión nominal	Frenado			
A	01P6 = 1,6 A	S = alimentación monofásica	1 = 110-127 V ca	NB			
	02P6 = 2,6 A						
	04P2 = 4,2 A						
	06P0 = 6,0 A						
	01P6 = 1,6 A						
	02P6 = 2,6 A						
	04P2 = 4,2 A	T = alimentación trifásica	2 = 200-240 V ca				
	06P0 = 6,0 A						
	07P3 = 7,3 A						
	01P6 = 1,6 A						
	02P6 = 2,6 A						
	04P2 = 4,2 A						
	06P0 = 6,0 A	D = alimentación CC	3 = 280-340 V cc				
	07P3 = 7,3 A						
	07P3 = 7,3 A						
B	10P0 = 10,0 A	B = alimentación monofásica o trifásica o CC	2 = 200-240 V ca o 280-340 V cc	DB			
	15P2 = 15,2 A	T = alimentación trifásica o CC					
A	01P1 = 1,1 A	T = alimentación trifásica	4 = 380-480 V ca	NB			
	02P6 = 2,6 A						
	03P5 = 3,5 A						
B	04P8 = 4,8 A	T = alimentación trifásica o CC	4 = 380-480 V ca o 513-650 V cc		DB		
	06P5 = 6,5 A						
C	08P2 = 8,2 A						
	10P0 = 10,0 A						
B	12P0 = 12,0 A			T = alimentación trifásica o CC		4 = 380-480 V ca o 513-650 V cc	DB
	15P0 = 15,0 A						
	01P1 = 1,1 A						
	01P8 = 1,8 A						
	02P6 = 2,6 A						
	03P5 = 3,5 A						
C	04P8 = 4,8 A	T = alimentación trifásica o CC	4 = 380-480 V ca o 513-650 V cc	DB			
	06P5 = 6,5 A						
	08P2 = 8,2 A						
C	10P0 = 10,0 A	T = alimentación trifásica o CC	4 = 380-480 V ca o 513-650 V cc	DB			
	12P0 = 12,0 A						
	15P0 = 15,0 A						

Especificación

Alimentación en Corriente Alternada

Referencia	Convertidor de frecuencia CFWS 00 ¹				Máximo motor aplicable ¹					
	Tensión de alimentación (V)	Tamaño	IGBT de frenado	Corriente nominal de salida (A)	Tensión de alimentación (V)	HP	KW			
CPW90 0A01 P6S1NB2.0	110-127	Monofásica	A	No disponible	220	1,6	0,25	0,18		
CPW90 0A02 P6S1NB2.0						2,6	0,5	0,37		
CPW90 0A04 P2S1NB2.0						4,2	1	0,75		
CPW90 0A06 P0S1NB2.0						6	1,5	1,1		
CPW90 0A01 P6S2NB2.0						1,6	0,25	0,18		
CPW90 0A02 P6S2NB2.0	2,6	0,5	0,37							
CPW90 0A04 P2S2NB2.0	4,2	1	0,75							
CPW90 0A06 P0S2NB2.0	6	1,5	1,1							
CPW90 0A07 P3S2NB2.0	7,3	2	1,5							
CPW300 0B10 P0B2 0B2.0	200-240	Monofásica o trifásica	B	Incluso interno		10	3	2,2		
CPW300A0 1P6T2NB2.0		A	No disponible	No disponible		1,6	0,25	0,18		
CPW300A0 2P6T2NB2.0						2,6	0,5	0,37		
CPW300A0 4P2T2NB2.0						4,2	1	0,75		
CPW300A0 6P0T2NB2.0						6	1,5	1,1		
CPW300A0 7P3T2NB2.0						7,3	2	1,5		
CPW90 0B10 P0B2 0B2.0		B	Incluso interno	10	3	2,2				
CPW90 0B11 5P2T20B2.0				15,2	5	3,7				
CPW300A0 1P1T4NB2.0		300-415	Trifásica	A	No disponible	300	1,1	0,5	0,37	
CPW300A0 1P0T4NB2.0							1,8	1	0,75	
CPW300A0 2P6T4NB2.0	2,6						1,5	1,1		
CPW300A0 3P5T4NB2.0	3,5						2	1,5		
CPW300A0 4P8T4NB2.0	4,8						3	2,2		
CPW300B0 6P5T4NB2.0	B						Incluso interno	6,5	4	3
CPW300B0 8P2T4NB2.0								8,2	5	3,7
CPW300C1 0P0T4NB2.0	C							10	6	4,5
CPW300C 12P0T4NB2.0								12	7,5	5,5
CPW300C 15P0T4NB2.0								15	10	7,5
CPW300B 01P1T40B2.0	B						Incluso interno	1,1	0,5	0,37
CPW300B 01P0T40B2.0								1,8	1	0,75
CPW300B 02P6T40B2.0								2,6	1,5	1,1
CPW300B 02P5T40B2.0								3,5	2	1,5
CPW300B 04P0T4 0B2.0								4,8	3	2,2
CPW300B 06P5T4 0B2.0		6,5	4	3						
CPW300B 08P2T4 0B2.0		8,2	5	3,7						
CPW300C 10P0T4 0B2.0		10	6	4,5						
CPW300C 12P0T4 0B2.0		12	7,5	5,5						
CPW300C 15P0T4 0B2.0		15	10	7,5						
CPW300A 01P1T4NB2.0	440-480	A	No disponible	No disponible	440	1,1	0,5	0,37		
CPW300A 01P0T4NB2.0						1,8	1	0,75		
CPW300A 02P6T4NB2.0						2,6	1,5	1,1		
CPW300A 03P5T4NB2.0						3,5	2	1,5		
CPW300A 04P8T4NB2.0						4,8	3	2,2		
CPW300B 06P5T4NB2.0						B	Incluso interno	5,6	4	3
CPW300B 08P2T4NB2.0								7,6	5	3,7
CPW300C 10P0T4NB2.0						C		8,3	6	4,5
CPW300C 12P0T4NB2.0								11	7,5	5,5
CPW300C 15P0T4NB2.0								14	10	7,5
CPW300B 01P1T4 0B2.0						B	Incluso interno	1,1	0,5	0,37
CPW300B 01P0T4 0B2.0								1,8	1	0,75
CPW300B 02P6T4 0B2.0								2,6	1,5	1,1
CPW300B 02P5T4 0B2.0								3,5	2	1,5
CPW300B 04P0T4 0B2.0								4,8	3	2,2
CPW300B 06P5T4 0B2.0	5,6	4	3							
CPW300B 08P2T4 0B2.0	7,6	5	3,7							
CPW300C 10P0T4 0B2.0	8,3	6	4,5							
CPW300C 12P0T4 0B2.0	11	7,5	5,5							
CPW300C 15P0T4 0B2.0	14	10	7,5							

Especificación

Alimentación en Corriente Continua

Referencia	Convertidor de frecuencia CFW300 ¹				Máximo motor aplicable ²			
	Tensión de alimentación (V)	Tamaño	IGBT de frenado	Corriente nominal de salida (A)	Tensión de alimentación (V)	HP	KW	
CFW300 A01P 600 NB 20	Link CC (280-340 V cc)	A	No disponible	1,6	220	0,25	0,18	
CFW300 A03P 600 NB 20				2,6		0,5	0,37	
CFW300 A04P 200 NB 20				4,2		1	0,75	
CFW300 A06P 000 NB 20				6		1,5	1,1	
CFW300 A07P 300 NB 20				7,3		2	1,5	
CFW300 B10P 0000B 20				10		3	2,2	
CFW30 0B15 P2T4NB20	B	Incluso interno	15,2	5	3,7			
CFW30 0B06 P5T4NB20			6,5	4	3			
CFW30 0B08 P2T4NB20			8,2	5	3,7			
CFW30 0C10 P0T4NB20			No disponible	10	6	4,5		
CFW30 0C12 P0T4NB20				12	7,5	5,5		
CFW30 0C15 P0T4NB20				15	10	7,5		
CFW30 0B01 P1T4NB20	B	Incluso interno	1,1	380	0,5	0,37		
CFW30 0B01 P8T4NB20			1,8		1	0,75		
CFW30 0B02 P6T4NB20			2,6		1,5	1,1		
CFW30 0B03 P5T4NB20			3,5		2	1,5		
CFW30 0B04 P8T4NB20			4,8		3	2,2		
CFW30 0B06 P5T4NB20			6,5		4	3		
CFW30 0B08 P2T4NB20			8,2		5	3,7		
CFW30 0C10 P0T4NB20			10		6	4,5		
CFW30 0C12 P0T4NB20			12		7,5	5,5		
CFW30 0C15 P0T4NB20			15		10	7,5		
CFW30 0B06 P5T4NB20			C		No disponible	5,6	4	3
CFW30 0B08 P2T4NB20						7,6	5	3,7
CFW30 0C10 P0T4NB20						8,3	6	4,5
CFW30 0C12 P0T4NB20						11	7,5	5,5
CFW30 0C15 P0T4NB20						14	10	7,5
CFW30 0B01 P1T4NB20	1,1	0,5		0,37				
CFW30 0B01 P8T4NB20	B	Incluso interno	1,8	440	1	0,75		
CFW30 0B02 P6T4NB20			2,6		1,5	1,1		
CFW30 0B03 P5T4NB20			3,5		2	1,5		
CFW30 0B04 P8T4NB20			4,8		3	2,2		
CFW30 0B06 P5T4NB20			5,6		4	3		
CFW30 0B08 P2T4NB20			7,6		5	3,7		
CFW30 0C10P 0T4NB20			8,3		6	4,5		
CFW300 C13P 0T4NB20			22		7,5	5,5		
CFW300 C16P 0T4NB20			14		10	7,5		

Notas: 1) Los valores de potencia, para el máximo motor aplicable, mostrados en las tablas de arriba son orientativos y válidos para motores de inducción trifásicos WEG de 4 polos y tensión de alimentación de 220 V, 380 V o 440 V. El dimensionamiento correcto del CFW300 a ser utilizado debe ser hecho en función de la corriente nominal del motor utilizado.

2) Diseñado para uso exclusivamente industrial o profesional.

Nota: Imagen tomada del manual de CFW300 - CONVERTIDOR DE FRECUENCIA Tamaño compacto, alto rendimiento, ideal para máquinas y procesos industriales en genera