

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA MECATRONICO
AUTOMATIZADO DE CARGA PARA REDUCIR COSTOS
DE TRASLADO DE 70 TONELADAS DE VARILLAS DE
ACERO EN EL MARCO INDUSTRIA 4.0 , 2022”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA ELECTRONICA CON MENCIÓN EN CONTROL
Y AUTOMATIZACION

AUTOR

EDUARDO JAVIER PUYEN CHISCUL

ASESOR: MSc. Ing. JULIO CÉSAR BORJAS CASTAÑEDA

**LINEA DE INVESTIGACION: SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE
PRODUCCION**



Callao, 2023

PERU

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Julio César Borjas Castañeda'.

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD

INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CIENCIAS DE LA ELECTRONICA CON MENCIÓN EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

TÍTULO

“DESARROLLO DE UN SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO DE CARGA PARA REDUCIR COSTOS DE TRASLADO DE 70 TONELADAS DE VARILLAS DE ACERO EN EL MARCO INDUSTRIA 4.0, 2022”

AUTOR

EDUARDO JAVIER PUYEN CHISCUL

ASESOR

MSc. Ing. JULIO CÉSAR BORJAS CASTAÑEDA

LUGAR DE EJECUCIÓN

ANCASH - CHIMBOTE

TIPO DE INVESTIGACIÓN

EXPERIMENTAL - TECNOLÓGICA

CUANTITATIVA

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

MIEMBROS DEL JURADO

Dr.	: JACOB ASTOCONDOR VILLAR	PRESIDENTE
Mg.	: JORGE ELEIAS MOSCOSO SANCHEZ	SECRETARIO
Msc.	: RUSSELL CORDOVA RUIZ	MIEMBRO
Mg.	: ANTENOR LEVA APAZA	MIEMBRO
Msc.	: JULIO CÉSAR BORJAS CASTAÑEDA	ASESOR

ACTA	: 06-2023
Nº DE LIBRO	: 01
FOLIO	: 131
FECHA DE APROBACIÓN	: 25 de agosto 2023
RESOLUCIÓN DIRECTORAL	: 033-2023-DUPFIEE

Document Information

Analyzed document	Tesis_Eduardo Puyen.docx (D163076428)
Submitted	4/3/2023 6:50:00 PM
Submitted by	
Submitter email	ejpuyen@gmail.com
Similarity	17%
Analysis address	free.posgrado.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	1580239863_302__leccion1_GabrielT.pdf Document 1580239863_302__leccion1_GabrielT.pdf (D63134985)	 4
SA	1616709042_2021 03 TFM MCEDENO RPerez (act 24 03 2021).pdf Document 1616709042_2021 03 TFM MCEDENO RPerez (act 24 03 2021).pdf (D99684006)	 3
SA	B2.640_20202_PEC3_15367996.txt Document B2.640_20202_PEC3_15367996.txt (D111961700)	 7
W	URL: https://flows.nodered.org/flow/e22209f4e42e812901bce6d2f84edf0 Fetched: 6/18/2022 6:30:46 PM	 13
SA	producto2%28P7%29_RoviraRocasalbas_Isaac.pdf Document producto2%28P7%29_RoviraRocasalbas_Isaac.pdf (D134850704)	 19
SA	ANEXOS_IgnacioGarciaDachary.pdf Document ANEXOS_IgnacioGarciaDachary.pdf (D109442479)	 8
SA	1580601586_tf (Autoguardado)J (Douglas Antonio Plaza Guingla).pdf Document 1580601586_tf (Autoguardado)J (Douglas Antonio Plaza Guingla).pdf (D63304238)	 1
SA	P T G Diego Choquehuanca Gutierrez..docx Document P T G Diego Choquehuanca Gutierrez..docx (D159729880)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 "DESARROLLO DE UN SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO DE CARGA PARA REDUCIR COSTOS DE TRASLADO DE 70 TONELADAS DE VARILLAS DE ACERO EN EL MARCO INDUSTRIA 4.0 , 2022"
 TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ELECTRONICA CON MENCION EN CONTROL Y AUTOMATIZACION
 EDUARDO JAVIER PUYEN CHISCUL
 CALLAO, 2023
 PERU
 INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CIENCIAS DE LA ELECTRONICA CON MENCION EN CONTROL Y AUTOMATIZACION TÍTULO "DESARROLLO DE UN SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO DE CARGA PARA REDUCIR COSTOS DE TRASLADO DE 70 TONELADAS DE VARILLAS DE ACERO EN EL MARCO INDUSTRIA 4.0, 2022" AUTOR EDUARDO JAVIER PUYEN CHISCUL ASESOR MSc. Ing. JULIO CÉSAR BORJAS CASTAÑEDA JURADOS REVISORES PLAN DE TESIS Dr. JACOB ASTOCONDOR VILLAR (Fondo) MSc. Ing. RUSSELL CORDOVA RUIZ (Forma) LUGAR DE EJECUCIÓN ANCASH - CHIMBOTE TIPO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL - TECNOLOGICA CUANTITATIVA

DEDICATORIA

Dedicar esta tesis a mi madre Hilda, mis abuelos Esperanza, Mercedes, Santiago Y Nora, esposa Erika y mis adorados hijos Alonso y Fabiana.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme el conocimiento y a mi familia por su apoyo moral.

Agradezco a los docentes de la Maestría en Ciencias de la electrónica de la UNAC por sus enseñanzas.

Un agradeciendo especial a mi asesor Ing. Julio Borjas.

INDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	10
1.2.1. Problema General	10
1.2.2. Problema específico.....	10
1.3. Objetivos	11
1.3.1. Objetivo general.....	11
1.3.2. Objetivo específico	11
1.4. Limitantes de la investigación.....	11
II. MARCO TEORICO.....	12
2.1. Antecedentes	12
2.1.1. Internacional.....	12
2.1.2. Nacional	15
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1. Revolución industrial.....	15
2.2.2. Pilares de la Industria 4.0.....	18
2.2.3. Transformación digital en la industria.....	21
2.2.4. Automatización y control de procesos	22
2.2.4.1. PLC.....	22
2.2.4.2. HMI	23
2.2.4.3. Sensores de campo	24
2.2.4.4. Variador de velocidad	27
2.2.4.5. Motor de corriente Alterna.....	28
2.3. Conceptual.....	29
2.3.1. Vehículos Autónomos.....	29
2.3.2. S7 1200 Motion Control en Tía Portal v16	30
2.3.3. Node red	31
2.3.4. AWS.....	33
2.4. Definición de términos básicos.....	34
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	36
3.1. Hipótesis	36

3.1.1. Hipótesis general.....	36
3.1.2. Hipótesis específicas.....	36
3.2. Definición conceptual de variables.	36
3.2.1. Operacionalización de variable	37
IV. DISEÑO METODOLOGICO	37
4.1. Tipo y diseño de investigación	37
4.1.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	38
4.2. Método de investigación.....	80
4.2.1. Método experimental.....	80
4.2.2. Método deductivo:	80
4.3. Población y muestra.....	80
4.4. Lugar de estudio	81
4.5. Técnicas e instrumentos para recolección de la información.....	81
4.6. Análisis y procesamiento de datos	81
V. RESULTADOS.....	82
5.1. Resultados descriptivos.....	82
5.1.1. Costos de traslado.....	82
5.1.2. Tiempo de traslado.....	83
5.1.3. Pruebas de posicionamiento	85
5.2. Resultados inferenciales.	86
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	86
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.	86
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	93
ANEXOS	95
ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA	95
ANEXO B : PLANOS ELECTRICOS Y DE AUTOMATIZACION.....	97
ANEXO C: PROGRAMACION DE FLUJOS Y NODOS – NODE RED	108
ANEXO D: PROGRAMACION TIA PORTAL PLC	136

INDICE DE FIGURAS

Figura II. 1 Revolución industrial.....	17
Figura II. 2 Pilares de la Industria 4.0.....	20
Figura II. 3 Ecosistema digital /Industria 4.0.....	21
Figura II. 4 Digitalización Industrial - Estructura	22
Figura II. 5 PLC SIEMENS.....	23
Figura II. 6 HMI SIEMENS	24
Figura II. 7 Estructura de un encoders	25
Figura II. 8 Estructura de un sensor inductivo	26
Figura II. 9 Celda de carga.....	26
Figura II. 10 Conexión Típica de un variador	27
Figura II. 11 Estructura de un motor AC.....	28
Figura II. 12 Vehículo AGV	29
Figura II. 13 Configuración de nuestro eje de movimiento	30
Figura II. 14 Pantalla Cmd de configuración Node RED.....	32
Figura II. 15 Pantalla Cmd de ejecución Node red	32
Figura II. 16 Espacio de trabajo Node red.....	33
Figura II. 17 Arquitectura Aplicación IOT.....	33
Figura IV. 1 Diagrama de bloques del sistema mecatrónico de carga.....	40
Figura IV. 2 Sistema de control.....	41
Figura IV. 3 Diagrama de bloques general del sistema mecatrónico de carga	43
Figura IV. 4 Diagrama de bloques del sistema control - PLC	44
Figura IV. 5 graficas de simulación posición/ velocidad - PLC	44
Figura IV. 6 PLC 1214AC/DC/relay.....	45
Figura IV. 7 Configuración del tipo de comunicación Profidrive.....	46
Figura IV. 8 Configuración del tipo de accionamiento	46
Figura IV. 9 Configuración del tipo de encoder	47
Figura IV. 10 Configuración del montaje de encoders en nuestro prototipo	47
Figura IV. 11 Configuración de los finales de carrera.....	48
Figura IV. 12 Configuración de los parámetros dinámicos	48
Figura IV. 13 Configuración del punto de referencia accionado por un sensor.....	49
Figura IV. 14 Configuración de parámetros de control de posicionamiento.....	49
Figura IV. 15 Configuración de parámetros de los límites de error.....	50
Figura IV. 16 Configuración de parámetros de control de velocidad	50
Figura IV. 17 Configuración de parámetros de control para la regulación de posición.....	51
Figura IV. 18 Configuración de parámetros de control variador -PLC	53
Figura IV. 19 Configuración de parámetros de comunicaciones variador.....	54
Figura IV. 20 Configuración de parámetros del Motor.....	54

Figura IV. 21 Configuración de parámetros de Hardware	55
Figura IV. 22 Resumen de Parámetros.....	55
Figura IV. 23 Pantalla Principal.....	56
Figura IV. 24 Pantalla de control.....	58
Figura IV. 25 Pantalla de visualización de parámetros.....	59
Figura IV. 26 Sistema IOT.....	60
Figura IV. 27 Dashboard de visualización y control del sistema mecatrónico.....	61
Figura IV. 28 flujos y nodos de variables del PLC.....	62
Figura IV. 29 Configuración de variables	63
Figura IV. 30 Configuración de enlace del DB PLC al node red	63
Figura IV. 31 Nodos de base de datos SQLite	64
Figura IV. 32 Código de estructura de base de datos	64
Figura IV. 33 Código para visualizar las curvas de las toneladas.....	65
Figura IV. 34 Nodos de configuración de mensajes de correo y mensajería celular...	66
Figura IV. 35 Configuración para enviar mensajes de correo y código.....	66
Figura IV. 36 Configuración para enviar mensajes de celular y códigos de configuración y estructura del mensaje.....	67
Figura IV. 37 Nodos de la comunicación MQTT hacia AWS	68
Figura IV. 38 Sistema de Potencia.....	69
Figura IV. 39 Motoreductor	70
Figura IV. 40 Diseño del Pantografo	71
Figura IV. 41 Ficha tecnica del cable	72
Figura IV. 42 Sistema Mecánico	73
Figura IV. 43 Eje del sistema de posicionamiento - Prototipo.....	74
Figura IV. 44 Motor del prototipo instalado un encoder en el eje de ventilación	74
Figura IV. 45 Variador Siemens utilizado para el prototipo.....	75
Figura IV. 46 Modulo de PLC siemens 1214AC/DC/DC.....	76
Figura IV. 47 Pruebas de envió de mensajería telegram – correo Gmail.....	76
Figura IV. 48 Prototipo Sistema mecatrónico de traslado de carga	77
Figura IV. 49 Sistema de flujo de programación del PLC	78
Figura IV. 50 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y SOFTWARE	79
Figura VI. 1 Prototipo del sistema mecatrónico para pruebas	90

INDICE DE TABLAS

Tabla III- 1 Operacionalización de variables	37
Tabla V. 1 Costos de traslado sistema convencional vs sistema mecatrónico nuevo..	82
Tabla V. 2 Tiempos traslado almacén A1.....	83
Tabla V. 3 Tiempos traslado almacén A2.....	84
Tabla V. 4 Posiciones real y requerida con su respectivo error.....	85
Tabla V. 5 Tabla de inferencias	86
Tabla VI. 1 Tabla de costo de ahorro diario, mensual, anual.....	87
Tabla VI. 2 Simulación de estados financieros si se realizaría el proyecto.....	88
Tabla VI. 3 Tabla de ahorro de tiempo.....	89

INDICE DE GRAFICAS

Grafica V. 1 Costos de traslado (flete) del sistema convencional y sistema mecatrónico nuevo.....	83
Grafica V. 2 Tiempos traslado almacén A1	84
Grafica V. 3 Tiempos traslado almacén A1	85
Grafica V. 4 Posiciones real y requerida con su respectivo error	86

RESUMEN

La presente tesis aplica las nuevas tecnologías de la revolución industrial 4.0 y la digitalización industrial, este sistema Mecatrónico de traslado de carga de varillas es Autónomo e inteligente la cual está constituido por un sistema mecánico con transmisión directa entre ruedas, reductor y motor el cual está controlado por un variador y un sistema de control con PLC Siemens el cual se comunica a través de Profinet y protocolos MQTT con la nube y los servidores de base de datos de producción los cuales reciben y envían datos de: toneladas de varillas que se trasladó, tiempos, velocidades, ubicaciones y Kpi de producción de mantenimiento y producción en tiempo real.

Este sistema está constituido por sensores de peso para enviar los datos de cuántas toneladas de varillas se trasladan diariamente, encoders y sensores inductivos de seguridad que indican la ubicación exacta del carro lo cual hace que este sistema sea Autónomo en sus movimientos.

Para transmitir la energía necesaria del variador al motoreductor principal de 22 KW se utilizó un sistema pantógrafo que transmiten a través de rozamiento entre anillos de cobre y pastillas la energía necesaria.

Los software de programación del PLC se hizo en torno Tía portal V16; para la comunicación entre PLC, servidores y la nube se utilizó Node red.

Este proyecto reducirá los costos de flete que actualmente gastan para trasladar toneladas diarias de varillas de fierro entre los almacenes de producción y logística.

ABSTRACT

This thesis applies the new technologies of the industrial revolution 4.0 and industrial digitalization, this Mechatronic system of rod load transfer is Autonomous and intelligent, which is made up of a mechanical system with direct transmission between wheels, reducer and motor which is controlled by a drive and a control system with Siemens PLC which communicates through Profinet and MQTT protocols with the cloud and the production database servers which receive and send data on: tons of rebar moved, times, speeds, locations and Kpi of maintenance production and production in real time.

This system is made up of weight sensors to send data on how many tons of rods are moved daily, encoders and inductive security sensors that indicate the exact location of the cart, which makes this system autonomous in its movements. To transmit the necessary energy from the variator to the main 22 KW geared motor, a pantograph system was used that transmits the necessary energy through friction between copper rings and pads.

The PLC programming software was made around Tía portal V16; For communication between PLC, servers and the cloud, Node red was used.

This project will reduce the freight costs that are currently spent to transport daily tons of iron rods between the production and logistics warehouses.

INTRODUCCION

La presente investigación tiene como fin presentar los detalles de la problemática y la solución que está sucediendo en una empresa siderúrgica con el traslado de paquetes de varillas de construcción entre la nave de producción y sus almacenes A1y A2 donde hay un aproximado de 100 y 200 metros de distancia respectivamente , esta cantidad de toneladas diarias que se traslada es considerable el cual se realiza actualmente con trailers cama baja esto origina tiempos muertos , fletes considerables y no se tiene un control automático de inventario de varillas trasladadas en tiempo real , además como hay mucho tránsito de tráiler y personas hay posibilidades que ocurra un accidente .

Se hizo un estudio con la posible solución de traslado diseñando un sistema mecatrónico móvil para el traslado autónomo de varillas, que consiste en un sistema automatizado orientado en industria 4.0 incluyendo un sistema de gestión de inventario, con ello también se preparó para que el sistema tenga un sistema de base de datos , mensajería tanto de correos o mensajes por celular indicando la producción en tiempo real y alarmas , también se diseñó para que usuarios permitidos puedan controlar el sistema y visualizar en un dashboard los datos de producción en cualquier parte del mundo .

Este estudio incluye planos, prototipos y simulaciones del sistema Mecatronico móvil de carga de varilla de construcción.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La demanda de varillas para la construcción en el Perú está creciendo notablemente, esto ha originado que las empresas siderúrgicas construyan almacenes alejados de las zonas productivas esto se convierte en un proceso no continuo que origina traslado de producto final (varillas) con tráiler que originan fletes internos que se reflejan en costos considerables además trae problemas de tiempos muertos y un desorden en su sistema logístico.

Con la revolución industrial – Industria 4.0, la transformación digital y el internet de las cosas ha originado que las fábricas se han vuelto inteligentes esto ya es una realidad en Europa y Norte América, vamos a emplear estos conceptos, teoría y buenas prácticas de la Industria 4.0 para desarrollar un sistema mecatrónico automático y autónomo para el traslado de carga de varillas de construcción y resolver el problema que se tiene actualmente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo desarrollar un sistema mecatrónico automatizado de carga que permita transportar varillas de acero hasta 70 toneladas de peso entre sus almacenes, el cual reduzca considerablemente los fletes de transporte y tiempos de traslado?

1.2.2. Problema específico

A.- ¿Cómo desarrollamos un sistema de hardware de control y comunicaciones con las tecnologías industriales 4.0, para que el transporte sea Autónomo?

B.-¿Qué entornos de programación y algoritmos de control , comunicaciones IIOT, base y análisis de datos desarrollaremos para este sistema mecatrónico ?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollo un sistema Mecatronico automático de traslado de carga de 70 toneladas de varillas de acero empleando tecnologías modernas de automatización en el marco de industria 4.0 dando paso a que el proceso logístico sea autónomo e inteligente, el cual reducirá los costos de flete de transporte y tiempos de traslado .

1.3.2. Objetivo específico

A.-Implementar un sistema de Hardware de control y comunicaciones entorno industrial 4.0 que permita la ejecución de movimientos, trayectorias, registro de variables de proceso y que el sistema sea autónomo.

B.-Desarrollar algoritmos de control de movimientos, base y análisis de datos, comunicaciones IIOT.

1.4. Limitantes de la investigación

Limitante Teórica. - No existe soluciones similares, pero va a hacer un reto esta investigación en la implementación de algo novedoso que no solamente se puede emplear para este tipo de industria siderúrgica si no para cualquier otra donde los traslados de producto final signifiquen un problema.

Limitante Temporal Transversal. - Los tiempos de la investigación en algunos casos sufren variaciones a lo indicado al inicio, pero con una buena

planificación, objetivos claros y precisos se llegará al tiempo establecido inicialmente

Los costos de la implementación final de esta investigación siempre es un tema limitante para hacer realidad el proyecto, pero esto se va a revertir con los resultados finales de reducción de costo, usos de la tecnología nuevas, reducción de tiempos muertos que van a tener muy buenos resultados para la empresa.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Se hicieron la búsqueda y se encontraron estos siguientes artículos y tesis que pueden aportar a mi investigación:

- La tesis de Maestría: “Modelo de asimilación tecnológica bajo el enfoque de industria 4.0 para fabricantes de autopartes en la región central de México” ; Autor: Martínez de Ita, Mario Alberto 2018 aporta lo siguiente:
El desarrollo de un modelo de asimilación tecnológica bajo el enfoque de industria 4.0 y su puesta en marcha en una compañía de la región central de México, se establece como un método para proveer beneficios a la organización en aspectos operacionales y financieros. La correcta administración de recursos durante la integración de nuevas tendencias tecnológicas en conceptos de fabricación da pauta 96 a que la organización mejores sus niveles de competitividad y tiempos de respuesta a los clientes con respecto a la competencia directa de la organización. A pesar de que el enfoque principal del modelo es la industria de autopartes, su esencia puede ser aplicada a diferentes tipos

de fábricas con aproximación al concepto 4.0 y bajo la adopción de nuevas tecnologías. Así también, su correcta implementación brinda la oportunidad de preservar y difundir de manera óptima la información y capacidades técnicas por medio de capacitación y desarrollo de los integrantes del equipo, asegurando el correcto desarrollo del Know-how del negocio. Una vez que el modelo es adecuado con las necesidades de la empresa y correctamente establecido en proyectos previos, la organización puede alcanzar independencia tecnológica de agentes externos implícitos en el proceso de acompañamiento y soporte técnico en futuras necesidades. Como parte de la gestión tecnológica, el presente proyecto se centra en cubrir aquellas necesidades de una organización de autopartes con la retención y desarrollo del conocimiento, así como optimizar el uso de recursos, tanto humanos como monetarios, en el proceso de asimilación de nueva tecnología mediante el establecimiento de un modelo sistémico que a través de sus fases, guía a la compañía a un nivel de mejora y revolución de sistemas que serán medidos a través de rentabilidad y eficiencia dentro de la organización.

- La tesis de Maestría: “Robots capaces de aprender y adaptarse al entorno a partir de sus propias experiencias” Autor: Pablo Quintia Vidal 2013 aporta lo siguiente:

El futuro de la robótica, y en particular de la robótica de servicio, pasa por disponer de robots adaptables al entorno en el que llevarán a cabo su trabajo. Esto se debe a que no se puede disponer de un controlador válido para todas las variedades de entornos que puede encontrar un robot aún cuando deba resolver la misma tarea en todos ellos. Puesto que no se

puede disponer de un controlador perfecto, entendemos que la adaptación del mismo debe ser una característica imprescindible. Más aún, consideramos que dicha adaptación debe poder realizarse durante la ejecución de la tarea y a través de la interacción robot-entorno, pues es deseable que no sea necesaria la presencia de un experto en robótica. Por adaptación se puede entender tanto el aprendizaje de un nuevo controlador, como la modificación de uno ya existente. Independientemente del camino elegido, entendemos que la adaptación de un controlador en robótica debe cumplir una serie de características: –

- Rapidez: el algoritmo debe ser lo suficientemente rápido como para permitir el aprendizaje en un robot real.
- Interpretabilidad: el usuario debe poder entender fácilmente en qué estado se encuentra el aprendizaje.
- Facilidad de uso: el robot va a ser utilizado por usuarios sin conocimientos de robótica, por lo tanto el aprendizaje debe ser lo más sencillo posible, sin requerir la intervención de un experto o demasiados ajustes de parámetros.
- Definición del espacio sensorial: el propio proceso de aprendizaje debe modificar su forma de percibir el entorno en función de la tarea.
- Estabilidad: el comportamiento del robot no puede mostrar grandes fluctuaciones en el caso de la aparición de nuevas situaciones. Lo ya aprendido hasta el momento debe permanecer estable y no verse afectado por errores cometidos en nuevos estados.

– Continuidad: no debería haber una diferenciación entre la fase de aprendizaje y la fase de puesta en uso. Esta característica facilitaría un posible aprendizaje continuo durante todo el ciclo de vida del robot.

2.1.2. Nacional

Se realizó la búsqueda y hasta la fecha no se cuenta con documentos, tesis y publicaciones nacionales que se refieren a la investigación que estoy realizando.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Revolución industrial

Es un proceso de cambios sociales, económicos y tecnológicos de la industria, comenzando estas transformaciones a finales del siglo XVIII hasta la actualidad. Tenemos 4 grandes revoluciones durante todo este tiempo:

Primera Revolución Industrial:

Comenzó a finales del siglo XVIII en Inglaterra con la invención de la maquina de vapor y el ferrocarril en el siglo XIX.

Con la invención de la maquina de vapor , el cual su principal componente es un motor de combustión externo que transforma la energía térmica en energía mecánica , el cual fue usada en diferentes procesos siendo muy útiles para mover maquinarias , fabricas , estaciones de bombeo , medios de transportes , molinos , etc en las diferentes industrias de aquel tiempo como la textil , construcción , agricultura y los primeros medios de transporte como el ferrocarril .

Segunda Revolución Industrial:

Comenzó en los inicios del siglo XX en Europa básicamente en Alemania y EEUU ; con la invención de las nuevas fuentes de energía especialmente de la energía eléctrica , los nuevos materiales como el petróleo ,el acero , Aluminio , Cobre , Zinc ; la invención de nuevos tipos de motores : El motor Electrico y el motor de combustión a petróleo.

Se desarrolla nuevos medios de transporte como el aeroplano y el automóvil y los grandes inventos como la radio, teléfono y la bombilla eléctrica .

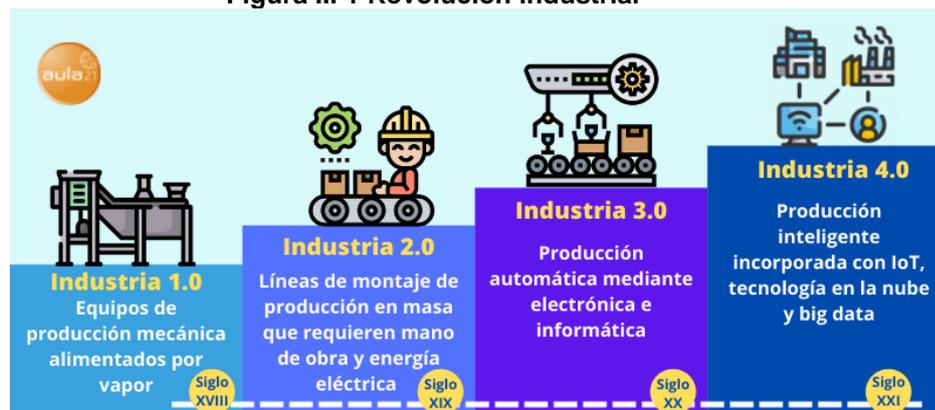
Esta Segunda revolución significo grandes cambios tecnológicos y económicos para las industrias.

Tercera Revolución Industrial:

Surgió a mediados del siglo XX en EEUU , Japón y Unión Europea, con las nuevas tecnologías en ingeniería eléctrica ,electrónica e informática , la utilización de energías renovables y el internet , origino un cambio revolucionario en el control de procesos causados por la Automatización Industrial con la invención de las computadoras ,PLC y los primeros Robots .

La nuevas tecnología en telecomunicaciones , las comunicaciones inalámbricas ,en fibra óptica , buses de campo industriales , nuevos protocolos de comunicación originaron la transmisión rápida de información y análisis de datos para un control efectivo de los procesos industriales

Figura II. 1 Revolución industrial



Fuente: <https://www.cursosaula21.com/wp-content/uploads/2022/04/historia-cuarta-revolucion-industrial.png>

Cuarta revolución Industrial o INDUSTRIA 4.0

El concepto de cuarta revolución lo indica el alemán Klaus Schwab en el 2016 .Se basa en la digitalización de sistemas y procesos industriales, y su interconexión mediante la Internet de las cosas e Internet de los Servicios para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos. Es una visión de la fábrica del futuro o fábrica inteligente. La transformación digital de la industria y las empresas con la integración de las nuevas tecnologías disruptivas, el citado Internet de las Cosas, Big Data, la Nube (Cloud Computing) y la Ciberseguridad, todo ello enmarcado en las Ciudades Inteligentes (Smart Cities) está produciendo el advenimiento y despliegue de la Cuarta Revolución Industrial.

Industria 4.0 y fábricas inteligentes (smart factories) son parte de la Internet de las Cosas y del Internet de los Servicios y en la iniciativa se definen cinco sectores estratégicos:

- Movilidad inteligente
- Logística inteligente
- Edificios inteligentes
- Productos inteligentes

- Redes inteligentes
- Inteligencia Artificial

2.2.2. Pilares de la Industria 4.0

Big Data

Las grandes cantidades de datos de diferentes fuentes o áreas de proceso en la industria como los datos de mantenimiento de equipos , datos e indicadores de producción , indicadores de ventas , sistemas de gestión , clientes , etc. ha originado mucha información y esto conlleva a un análisis que ayude a tomar buenas decisiones en tiempo on line , el cual permita que la industria optimice la calidad , tiempo y costos de producción , calidad y ahorro de energía , mejoramiento en el mantenimiento de equipos , menos paradas de producción y sobre todo un cliente satisfecho

Robots autónomos

El uso de robots en la fabricas para tareas complejas se da desde la tercera revolución , pero en la actualidad se quiere que el robot sea autónomo, flexible ,tome sus propias decisiones interactúen con otros robots y el ser humano en forma segura y esta gracias a esta revolución se esta logrando , ya que se emplea las nuevas tecnologías como la inteligencia artificial

Simulación

La simulaciones son parte ya de los procesos productivos esto ayuda considerablemente en el mejoramiento y aprendizaje de los procesos , mantenimiento de equipos, predicciones de fallas y mejoramiento de líneas de producción ; estas simulaciones explorar el mundo real físico de la industria en tiempo real con modelos virtuales .

Sistemas de integración horizontal y vertical

La mayoría de los sistemas de tecnología de la información de una fábrica o industria actualmente no están plenamente integrados ; el cliente , distribuidor , productor no suelen estar vinculados , tampoco las distintas áreas de la industria como: ingeniería , producción , ventas , logística , transporte , recursos humanos , contabilidad , planta con el nivel gerencial carece de completa integración. Sin embargo, con la cuarta revolución estas distintas áreas de la industria , con el distribuidor y cliente estarán integradas y estrechamente vinculadas los cuales permitirán que todo el proceso de producción hasta la llegada del producto final al cliente este automatizada al 100%

Internet industrial de las cosas

Con esta cuarta revolución todos los dispositivos , sensores , equipos , subestaciones , computadoras , sistemas de control (PLC) y todo lo que es parte de la industria estarán conectados a la internet esto conlleva que cada dispositivo sea inteligente y autónomo, un claro ejemplo es que el motor avise que ya le toca mantenimiento esto facilitara la toma de decisiones con respuestas en tiempo real

Ciberseguridad

Muchas compañías todavía dependen de sistemas de gestión y producción desconectados o cerrados. Pero con la creciente conectividad y uso de protocolos de comunicación estándar que conlleva la Industria 4.0, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad aumentan dramáticamente. Como resultado, son esenciales tanto comunicaciones seguras y fiables, como sofisticados sistemas de gestión de identidad y acceso de máquinas y usuarios.

Computación en la nube

Las compañías ya usan software basado en la nube para algunas aplicaciones de empresa y de análisis, pero con la Industria 4.0 un mayor número de tareas relacionadas con la producción requerirán mayor intercambio de datos entre lugares y compañías. Al mismo tiempo, el

rendimiento de las tecnologías en la nube mejorará, alcanzando tiempos de reacción de sólo unos milisegundos. Como resultado, los datos y la funcionalidad de las máquinas irán poco a poco haciendo uso cada vez más de la computación en la nube, permitiendo más servicios basados en datos para los sistemas de producción. Incluso los sistemas de monitorización y control de procesos podrán estar basados en la nube.

Realidad aumentada

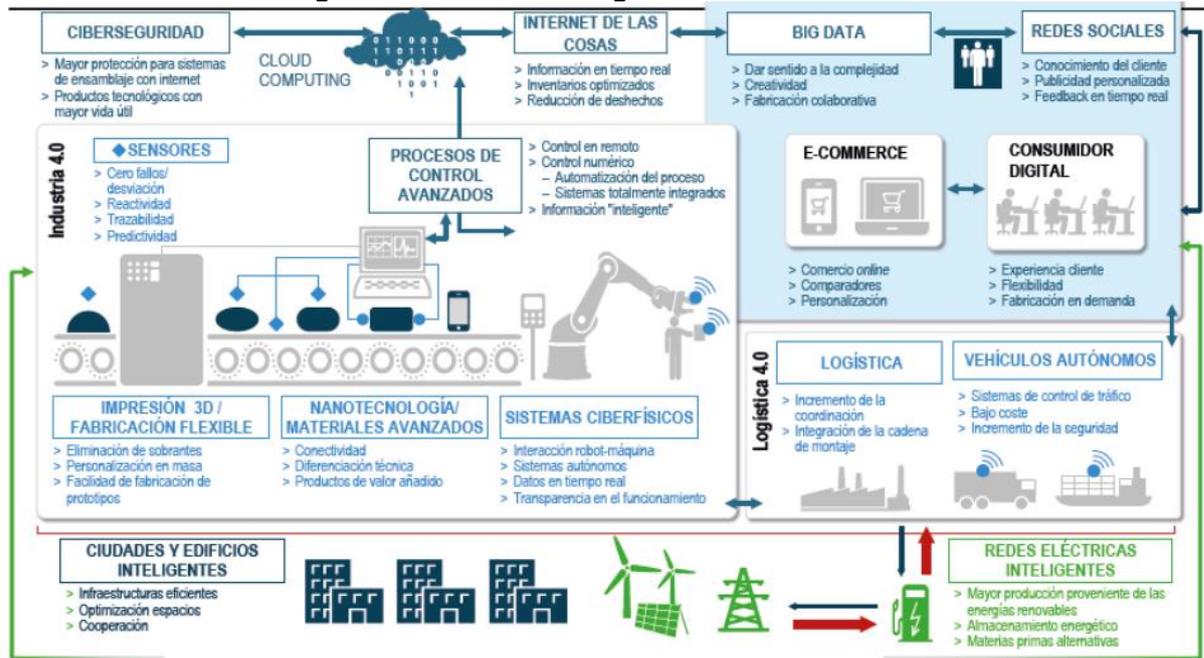
Los sistemas basados en realidad aumentada soportan una gran variedad de servicios, como por ejemplo la selección de piezas en un almacén y el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. Estos sistemas se encuentran aún en sus primeros pasos, pero en el futuro las compañías harán un uso mucho más amplio de la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo. Por ejemplo, los trabajadores podrían recibir instrucciones de cómo sustituir una pieza en particular mientras están mirando el propio sistema bajo reparación, a través de unas gafas de realidad aumentada por ejemplo. Otra aplicación podría ser la formación de trabajadores de forma virtual.

Figura II. 2 Pilares de la Industria 4.0



Fuente: <https://blog.wearedrew.co/hubfs/Industria-4-0.gif>

Figura II. 3 Ecosistema digital /Industria 4.0



Fuente: https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudioidigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf

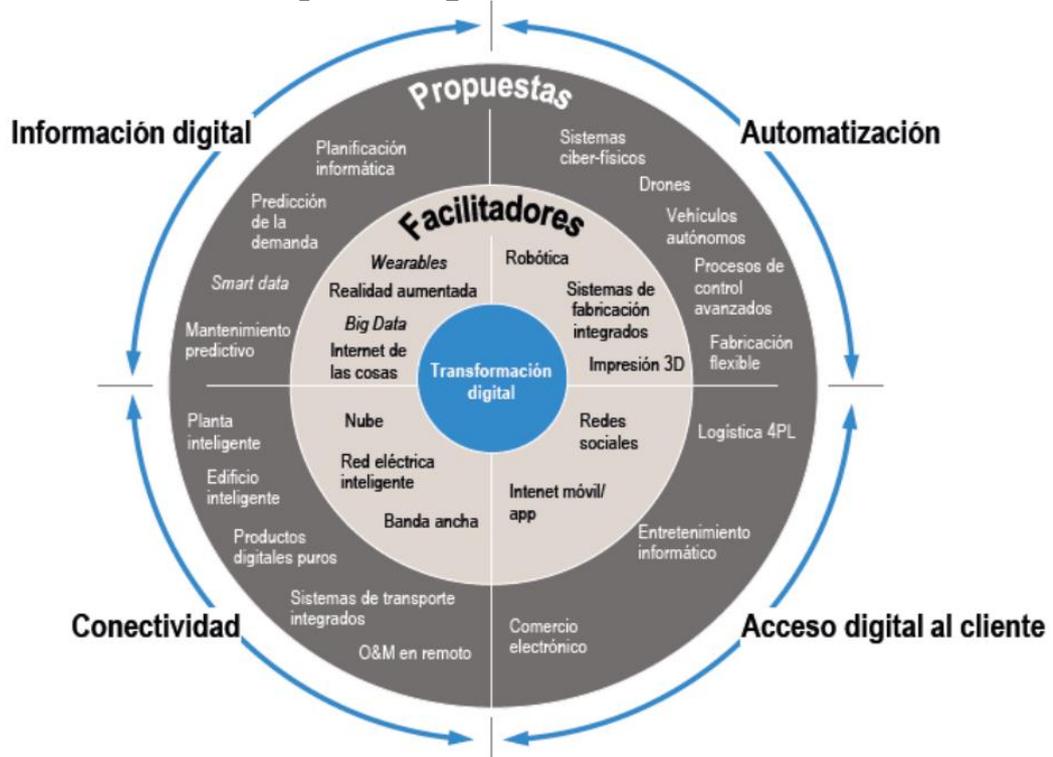
2.2.3. Transformación digital en la industria

Esta cuarta revolución industrial ha roto paradigmas en la industria convencional dando inicio a las fábricas o industrial inteligentes, el uso adecuado de los pilares de la industria 4.0 a dado como resultado la transformación digital de las industrias el cual constituye la estrategia del uso de las nuevas tecnologías de la automatización y control de los procesos, tecnología de la información, inteligencia artificial, aprendizaje automático de las maquinas, internet de las cosas; para dar como resultados:

- La Reducción de costos en todos los procesos
- Producción descentralizada
- Mejor productividad y eficiencia
- Reacción inmediata a la demanda de un producto
- Mejoramiento del análisis de los datos en los procesos de producción, mantenimiento de equipos, ventas y en todos los procesos la cadena productiva

- Marketing y comercio digital
- Puestos de trabajos remotos
- Industria mas sostenible
- Reducción de impactos ambientales
- Acceso digital al cliente

Figura II. 4 Digitalización Industrial - Estructura



Fuente: https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudioidigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf

2.2.4. Automatización y control de procesos

2.2.4.1. PLC

Sus siglas significan controlador lógico programable, es una computadora industrial que utiliza para el control y automatización de procesos industriales, el PLC es un equipo fundamental para la automatización de las industrias, el funcionamiento de estos se basa en una programación secuencial de funciones y comandos para que la máquina se ha controlado por este y cumpla su operatividad secuencialmente.

Existen en diferente marcas : Siemens , ABB, Allen Bradley , Shneider y otros , cumplen la misma función pero con plataformas diferentes de programación , su lenguaje de programación básicamente jay de alto nivel o bajo nivel.

Lenguaje de alto nivel : es un lenguaje grafico que comúnmente se le llama diagrama de escalera , Ladder o de contactos , también utiliza los diagramas de bloques o diagrama de funciones secuenciales

Lenguaje de bajo nivel : utiliza la lista de instrucciones y/o los textos estructurados .

Las marcas mas reconocidas son Siemens y Allen Bradley ; en la gama de Siemens tenemos los PLC : s71200 , s7300 , s71500 , s7400 , en nuestro proyecto utilizaremos el modelo s71200.

Figura II. 5 PLC SIEMENS

Controladores modulares SIMATIC					
	S7-1200	ET 200 con CPU	S7-300	S7-400	S7-1500
Control	 www.siemens.com/s7-1200	 www.siemens.com/et200	 www.siemens.com/s7-300	 www.siemens.com/s7-400	 www.siemens.com/s7-1500
Control con funciones tecnológicas	 www.siemens.com/s7-1200	 www.siemens.com/et200	 www.siemens.com/s7-300 con Easy Motion Control o CPU tecnológica (opc. con Safety)	 www.siemens.com/s7-400 S7-400 con FM 458	 www.siemens.com/s7-1500
Control de seguridad		 www.siemens.com/et200 ET 200 con CPU tipo F	 www.siemens.com/s7-300 S7-300 con CPU tipo F	 www.siemens.com/s7-400 S7-400 con CPU tipo F	 www.siemens.com/s7-1500 S7-1500 con CPU tipo F
Control con alta disponibilidad				 www.siemens.com/s7-400h Sistema S7-400 H opcionalmente con Safety	

Fuente : Manual siemens PLC

2.2.4.2. HMI

Sus siglas significan Interfase Hombre Maquina , es una interface entre la operación y el proceso productivo de la fabrica o cualquier otro proceso que se necesite de la intervención del ser humano.

Su principal función es mostrar información del proceso en tiempo real a través de gráficos , alarmas , movimientos , animaciones , dashboard

y datos de las variables del proceso , también existe botones , selectores , pulsadores virtuales para operar y dar inicio o fin a un proceso o funcionamiento de una maquina .

Figura II. 6 HMI SIEMENS



Fuente : Manual siemens PLC

2.2.4.3. Sensores de campo

Encoders

Es un dispositivo electromecánico que sirve para medir velocidades, posicionamiento angular y lineal de máquinas en movimiento .

El encoder es responsable de contar o reproducir a partir del movimiento rotacional de su eje, convirtiendo los movimientos rotacionales o desplazamientos lineales en impulsos eléctricos de onda cuadrada o senoidal, generando una cantidad de pulsos por rotación precisa a lo largo de su rotación

Estos pueden ser de 2 tipos:

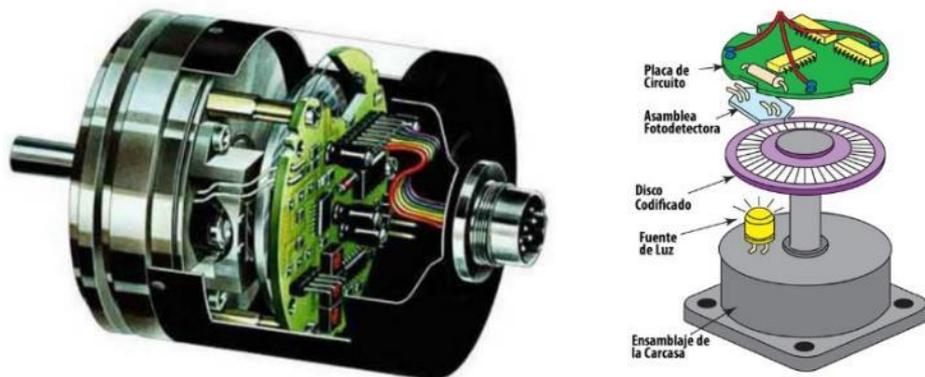
Absoluto

Son responsables de indicar la posición real del objeto hecha por un código único capaz de identificar su posición con cada movimiento. Se pueden usar sensores de este tipo para medir el desplazamiento angular lineal.

Incremental

A diferencia del encoder absoluto, la posición del encoder incremental está determinada por pulsos que comienzan desde cero. En el caso de una falla de energía, por ejemplo, el encoder necesita reanudar y actualizar su posición desde cero para ser identificado. La lectura se realiza con uno o más emisores infrarrojos con sensores en el lado opuesto.

Figura II. 7 Estructura de un encoders



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=UqpS2p6bI8E&list=RDCMUCCHq8Nj2o-_NJRj6ISLTn1g&index=2

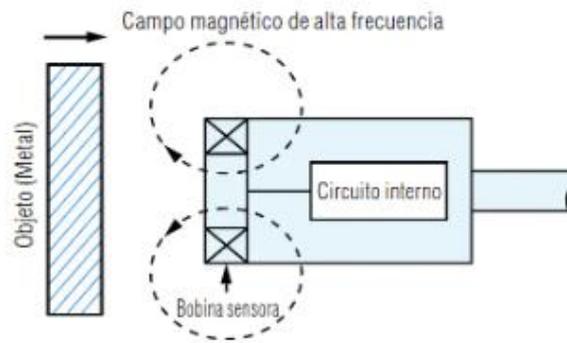
Sensores inductivos

Son sensores que detectan metales, utilizan como principio la emisión de un campo magnético el cual induce corrientes parasitas que se generan en la superficie del metal las cuales son absorbidas al circuito oscilador del sensor, bajando la amplitud de las ondas electromagnéticas, cuando ocurre esto indica que hay un cuerpo de metal cerca y este emite una señal para ser utilizada para un sistema de control.

Básicamente estos sensores se utilizan en aplicaciones de posicionamiento o para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos.

Existen los sensores PNP que es un interruptor directo conectado al positivo de la fuente y NPN que es un interruptor directo conectado al negativo de la fuente.

Figura II. 8 Estructura de un sensor inductivo



Fuente: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/proximity>

Transmisores de peso

En nuestro caso los transmisor de peso que utilizaremos es en base a galgas extensiométricas como sensor primario , básicamente son sensores que varía su resistencia según la fuerza aplicada , estos sensores convierten la presión , fuerza , peso , tensión ,etc a una señal de resistencia eléctrica que pueda ser medido , esta señal se transmite al transmisor y la convierte en una señal estándar para el PLC : de 4- 20 ma o 0-10 vdc para dar una medida de peso, tensión , fuerza , etc proporcional a la señal eléctrica estándar .

Figura II. 9 Celda de carga



<https://dewesoft.com/es/daq/medicion-de-peso-con-celdas-de-carga>

2.2.4.4. Variador de velocidad

Es un sistema electrónico que controla la velocidad, el giro, el torque de un motor, para las múltiples aplicaciones actuales en la industria como bombas, ventiladores, transportadores, fajas, etc. es necesario un variador ejemplo:

1.-Para controlar la presión constante o variable de un fluido en una tubería utilizamos el variador para que controle la velocidad del motor de la bomba el cual esta velocidad genera una determinada presión.

2.-En nuestro sistema utilizamos el variador para controlar la posición, dirección y la velocidad de nuestro motor principal de nuestro transportador.

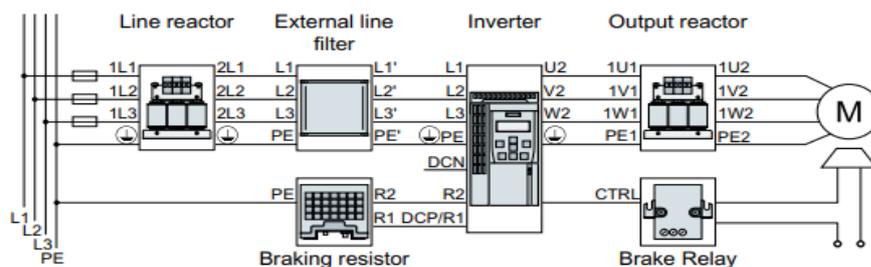
El variado está compuesto por:

La etapa rectificadora y filtrado convierten la tensión alterna de la red en tensión continua.

La etapa del circuito inversor o puente ondulator de transistores básicamente IGBT que conmuta la tensión continua para generar una serie de pulsos de ancho variable.

El ajuste del ancho de los pulsos y de su repetición permite regular la tensión y la frecuencia de alimentación del motor para mantener una relación U/f constante y, por tanto, la frecuencia deseado en el motor.

Figura II. 10 Conexión Típica de un variador

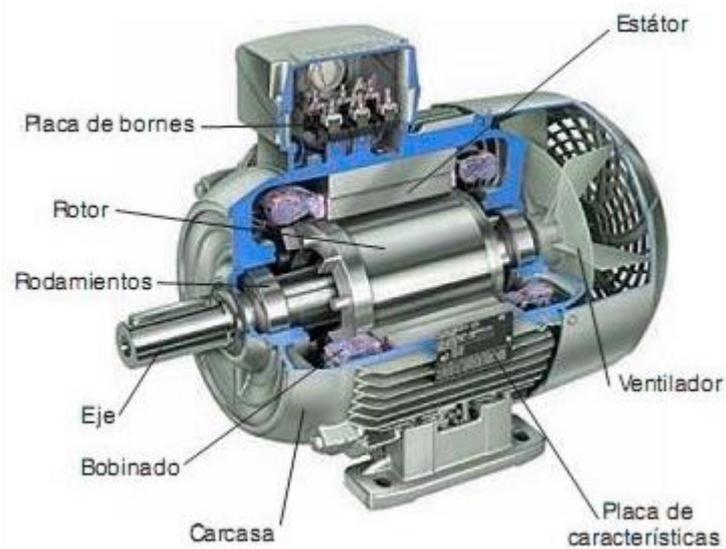


Fuente :G120-PM2402-siemens-manuals.pdf

2.2.4.5. Motor de corriente Alterna

Es un sistema mecánico - eléctrico capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica . El motor eléctrico se compone fundamentalmente de un rotor (parte móvil) y un estator (parte fija), ambos compuestos por un paquete de chapas de hierro silicio con ranuras, donde se alojan los bobinados estático y rotórico. Entre ellos se producirá una reacción electromagnética que transformará la energía eléctrica absorbida de la red en energía mecánica cedida a la máquina arrastrada a través del eje. En un motor para corriente alterna el rotor está habitualmente compuesto por varillas de cobre o aleación de aluminio unidas en sus extremos; de allí el nombre de rotor en cortocircuito o con jaula de ardilla como se lo conoce. El motor puede ser monofásico o trifásico.

Figura II. 11 Estructura de un motor AC



Fuente :<https://talleresmeia.com/motor- eléctrico>

2.3. Conceptual

2.3.1. Vehículos Autónomos

VEHICULO AGV

Nuestro sistema a diseñar es similar a un vehículo AGV

Un vehículo AGV es un innovador sistema de Vehículos de Guiado Automático que circulan autónomos y se desplazan sin conductor por rutas o caminos que previamente han sido definidos. Los vehículos AGV pueden tener mayor grado de inteligencia en función de la aplicación elegida. Por méritos propios, la tecnología de la robótica móvil se han convertido en el presente y el futuro de la Logística 4.0 para las empresas.

Los robots móviles AGV han sido especialmente diseñados para mejorar el rendimiento de los procesos en el transporte y distribución de materiales en las fábricas y almacenes, y pueden trabajar tanto en interiores como en exteriores. Los robots AMR o AIV, que procede del acrónimo de “*Autonomous Intelligent Vehicle*”, son la evolución tecnológica de los AGV.

Figura II. 12 Vehículo AGV



Fuente : <https://www.tatomatech.com/vehiculos-de-guiado-automatico-que-son-y-para-que-sirven/>

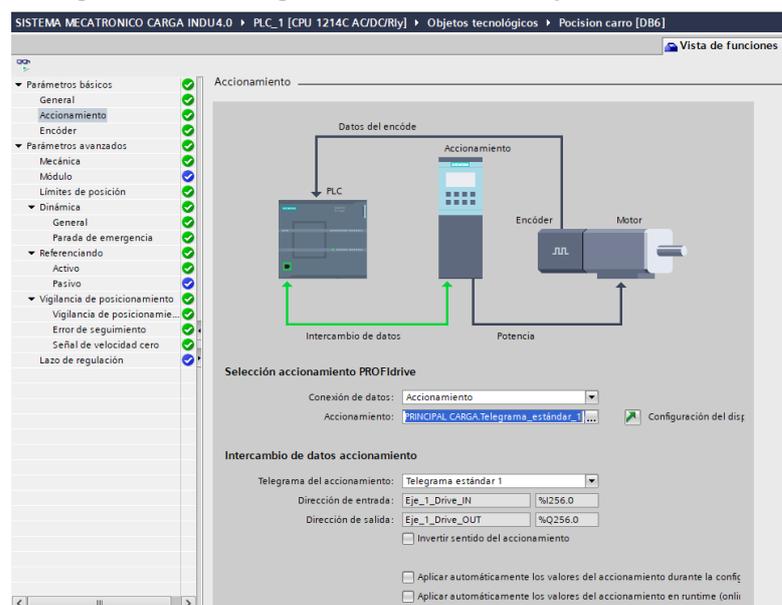
2.3.2. S7 1200 Motion Control en Tía Portal v16

El TIA Portal que es la interface de Siemens para programar los diferentes equipos de automatización como PLC, HMI, Variadores, Drivers, SCADA, etc., existen bloques tecnológicos que sirven para programar y configurar una serie de aplicaciones para la industria entre ellos está S7-1200 Motion control que es un bloque tecnológico para controlar ejes de posicionamiento para los mandos con accionamiento de motores de jaula de ardilla con Encoders, motores a pasos y servomotores.

Este bloque tecnológico es el que vamos a utilizar para el control de posicionamiento de nuestro sistema mecatrónico, la versión a utilizar es Motion Control V6.0 del TIA Portal V16.

Nuestra solución es basada en Simatic+Sinamics de Siemens que se materializa en un PLC 1214 + variador Sinamics PM240-2 con esta solución controlamos el posicionamiento del carro en los 3 almacenes de la siderúrgica, también controlamos la velocidad de producción.

Figura II. 13 Configuración de nuestro eje de movimiento



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Node red

Es un instrumento de programación basada en flujos y nodos , desarrollada por IBM .Esta herramienta se utiliza principalmente para conectar hardware , dispositivos IoT y aplicaciones de software. Sin embargo, puede cubrir no solo IoT sino también aplicaciones web estándar, mensajería, base datos, etc.

Puede instalarse en ordenadores, controladores o servidores en la nube con Windows, Linux.

Como instalar Node RED en ordenadores Windows:

1. Ir al enlace

<https://nodejs.org/en/download/>

2. Darle clic a la versión recomendada para descargar.Node Js.

LST (recommended for most users)

La descarga del archivo es automática.

3. Ejecutar el instalador.

4. Luego de finalizada la instalación, verificaremos la versión

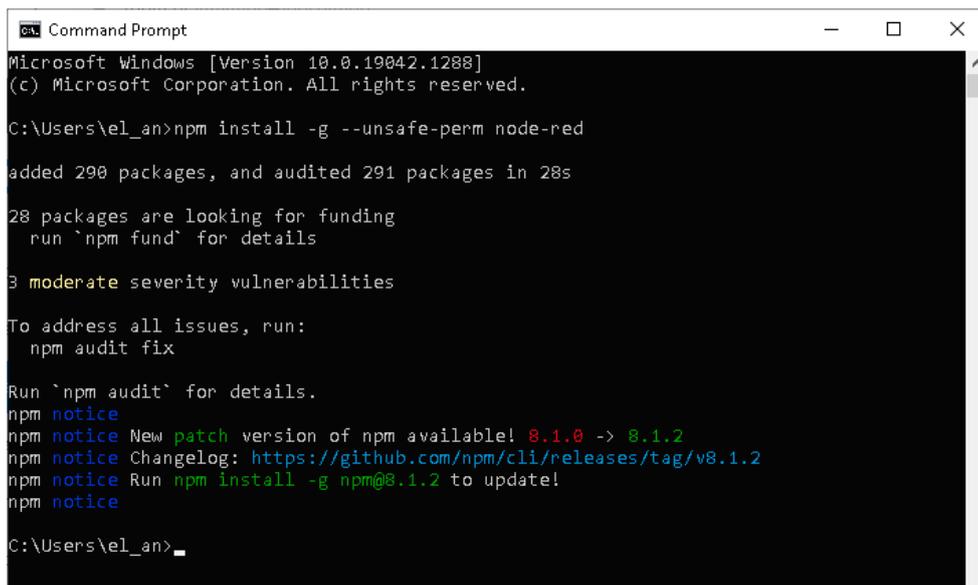
node --version

npm --version

5. Abrir CMD de Windows y ejecutar :

npm install -g --unsafe-perm node-red

Figura II. 14 Pantalla Cmd de configuración Node RED



```
Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1288]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\el_an>npm install -g --unsafe-perm node-red

added 290 packages, and audited 291 packages in 28s

28 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

3 moderate severity vulnerabilities

To address all issues, run:
  npm audit fix

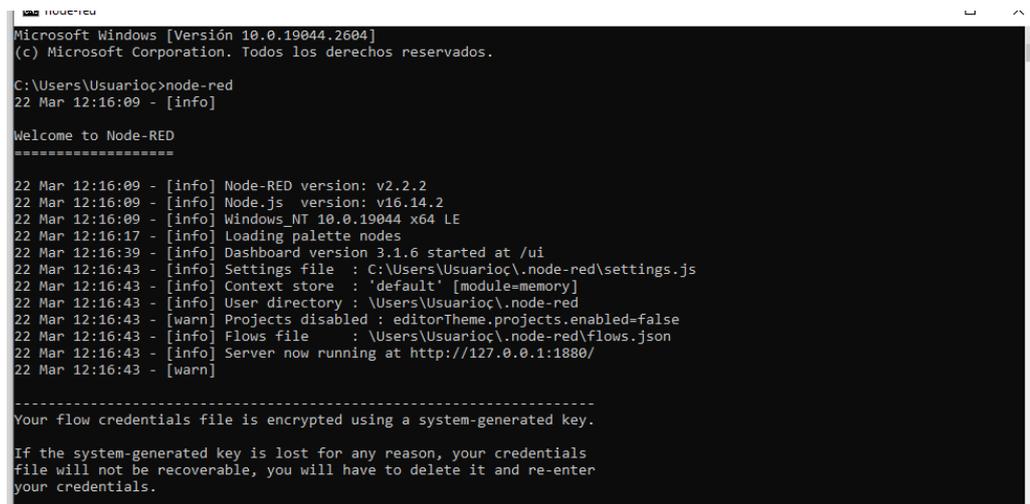
Run `npm audit` for details.
npm notice
npm notice New patch version of npm available! 8.1.0 -> 8.1.2
npm notice Changelog: https://github.com/npm/cli/releases/tag/v8.1.2
npm notice Run `npm install -g npm@8.1.2` to update!
npm notice
C:\Users\el_an>
```

Fuente : Elaboración Propia

6.- Para comprobar que este instalado el Node-Red lo ejecutamos con el siguiente comando.

node-red

Figura II. 15 Pantalla Cmd de ejecución Node red



```
Microsoft Windows [Versión 10.0.19044.2604]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\UsuarioC>node-red
22 Mar 12:16:09 - [info]

Welcome to Node-RED
=====
22 Mar 12:16:09 - [info] Node-RED version: v2.2.2
22 Mar 12:16:09 - [info] Node.js version: v16.14.2
22 Mar 12:16:09 - [info] Windows_NT 10.0.19044 x64 LE
22 Mar 12:16:17 - [info] Loading palette nodes
22 Mar 12:16:39 - [info] Dashboard version 3.1.6 started at /ui
22 Mar 12:16:43 - [info] Settings file : C:\Users\UsuarioC\.node-red\settings.js
22 Mar 12:16:43 - [info] Context store : 'default' [module-memory]
22 Mar 12:16:43 - [info] User directory : \Users\UsuarioC\.node-red
22 Mar 12:16:43 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
22 Mar 12:16:43 - [info] Flows file : \Users\UsuarioC\.node-red\flows.json
22 Mar 12:16:43 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
22 Mar 12:16:43 - [warn]

-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.
```

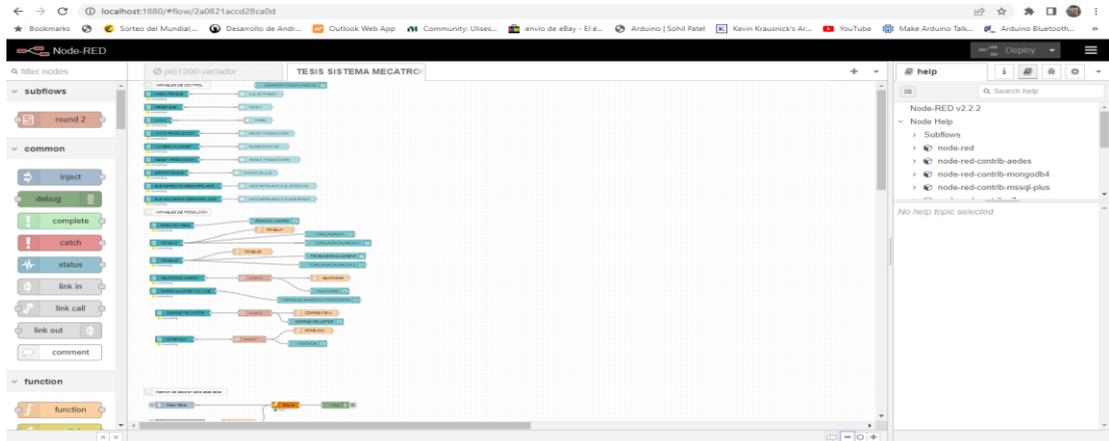
Fuente : Elaboración Propia

7. Abrir una ventana de cualquier navegador y escribir.

<http://localhost:1880>

8. Tiene que abrirse la ventana de trabajo del node red

Figura II. 16 Espacio de trabajo Node red



Fuente : Elaboración Propia

2.3.4. AWS

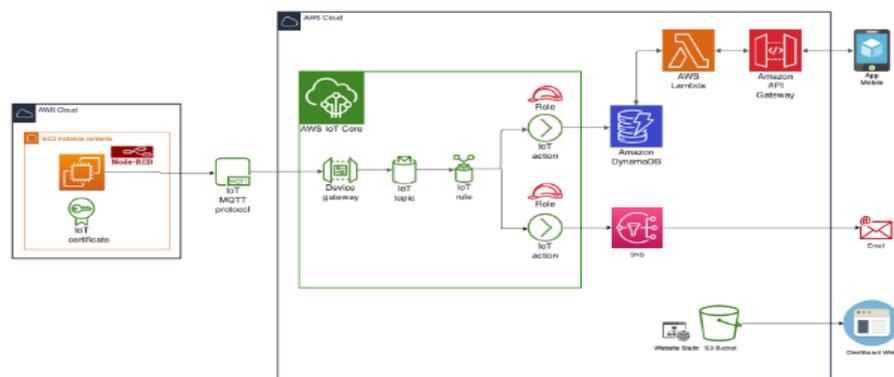
AWS es el significado de la siglas Amazon Web Services que es una plataforma que brinda una cantidad de servicios de computación en la nube que son ofrecidas a través del internet por Amazon.com.

Los principales servicios que ofrece es el siguiente:

- Servicio de alquiler de ordenadores virtuales , servicios de computo y red
- Servicio de Almacenamiento y base de datos
- Servicios de integración de aplicaciones , IOT, Machine Learning Analítica ,etc

Figura II. 17 Arquitectura Aplicación IOT

ARQUITECTURA APLICACIÓN IOT



Fuente: Manual Iot Smart solutions Peru Sac

2.4. Definición de términos básicos

- IIOT : Internet industrial de las cosas
- INDUSTRIA 4:0 : Cuarta revolución industrial , donde su principal característica es la realización de la transformación digital de la industria y ofrece toma de decisiones en tiempo real, mayor productividad, flexibilidad y agilidad.
- TRASFOMACION DIGITAL La transformación digital implica integrar tecnologías y soluciones digitales en todas las áreas de un negocio. Este es tanto un cambio cultural como tecnológico, ya que requiere que las organizaciones hagan cambios fundamentales en la forma en que operan y en el modo en que brindan experiencias y beneficios al cliente.
- PLC : Controlador lógico programable
- VEHICULO AVG : Un vehículo AGV es un innovador sistema de Vehículos de Guiado Automático que circulan autónomos y se desplazan sin conductor
- NODE RED: Esta herramienta de programación conecta varios dispositivos a la vez, tanto de hardware como de servicios de Internet.
- SERVIDOR :Es un sistema que proporciona recursos, datos, servicios o programas a otros ordenadores, conocidos como clientes, a través de una red.
- SAP : “Systems, Applications, Products in Data Processing” Es un Sistema de Gestión Empresarial (ERP) que brinda las mejores prácticas de mercado a empresas de diferentes segmentos, con la intención de mejorar la eficiencia, control y gestión de la información y los datos de las empresas.

- MQTT: “ Message Queuing Telemetry Transport “. Se trata de un protocolo de mensajería ligero para usar en casos de clientes que necesitan una huella de código pequeña, que están conectados a redes no fiables o con recursos limitados en cuanto al ancho de banda. Se utiliza principalmente para comunicaciones de máquina a máquina (M2M) o conexiones del tipo de Internet de las cosas.
- PROFINET (Process Field Network) es un protocolo de comunicación Ethernet industrial basado en estándares abiertos TCP/IP e IT
- ENCODERS : convierten el movimiento en una señal eléctrica que puede ser leída por algún tipo de dispositivo de control en un sistema de control de movimiento, tal como un mostrador o PLC.
- MOTOREDUCTOR : una máquina muy compacta que combina un reductor de velocidad y un motor. Estos van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática.
- CAMA BAJA : son remolques o trailers especialmente acondicionados para transportar cargas que normalmente no se podrían movilizar utilizando camiones corrientes, ya sea por su tamaño, peso o contenido.
- TORQUE : es una fuerza que se aplica para que algo gire.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Es posible si se diseña un sistema mecatrónico automatizado de carga que permita transportar 70 toneladas de acero entre la nave de producción y sus almacenes finales reduzca considerablemente los costos de fletes. Ver Grafica V. 1 donde se contrasta esta hipótesis .

3.1.2. Hipótesis específicas

Es posible que un sistema de transporte de carga varillas de construcción automático orientado a usar tecnología industria 4.0 y comunicaciones IIOT reduzca los tiempos de traslado y cause que el sistema se movilice y se posicione en forma autónoma y que gestione variables de operación , mantenimiento y producción para su análisis en tiempo real . Ver Grafica V. 2 , V.3 y V.4 donde se contrasta esta hipótesis .

3.2. Definición conceptual de variables.

Variables independientes

X1: Reducción de costos de traslado

X2: Reducción de tiempos de traslado

X3: Implementación del sistema de hardware y algoritmos de control y comunicaciones.

Variables dependientes

Y1: Sistema mecatrónico de traslado de carga de 70 t. automático y autónomo

3.2.1. Operacionalización de variable

A continuación, se presenta el cuadro de operacionalización de variables de esta investigación:

Tabla III- 1 Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE X	X1: Reducción de Costos de Traslado	Reducción de costos por Flete de transporte. Ver grafica v.1
	X2: Reducción de tiempos de traslado	Reducción de tiempos muertos. Ver grafica v.2 y v.3
	X3: Implementación de hardware y algoritmos de control de posicionamiento y comunicaciones IIOT	Prototipo del sistema de control y comunicaciones , Datos de posicionamiento(ver grafica V4) , Programas fuentes entorno Tía Portal , Node red .
VARIABLE DEPENDIENTE Y	Y1: Sistema mecatrónico de traslado de carga de 70 t. automático y autónomo	Nuevo Sistema de traslado de 70 toneladas de varillas.

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación científica de este plan de tesis es de tipo:

- Experimental – Tecnológica

Se van a realizar varias pruebas simulando el sistema tanto en la disciplina electrónica, eléctrica y mecánica

- Cuantitativa

Los datos de las simulaciones son procesados para la implementación final del sistema y cumplir con los objetivos de la tesis

- Transversal

Nuestra investigación tiene un tiempo temporal

4.1.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Está constituida por 3 etapas:

PRIMERA ETAPA

Está constituida por la investigación de los problemas, estudiar el proceso productivo logístico, analizar las variables físicas y económicas para implementar los diseños de una posible solución del sistema de traslado de carga. El problema mayor: ¿Cómo Desarrollar un sistema mecatrónico automatizado de carga que permita transportar varillas de acero hasta 70 toneladas de peso entre sus almacenes, el cual reduzca considerablemente los fletes de transporte?

Se analizo el Proceso logístico y productivo de la siderúrgica, los tiempos muertos , costos de flete y las nuevas tecnologías para ser una fábrica inteligente y minimizar costos

SEGUNDA ETAPA

El diseño del sistema mecatrónico tiene varios subsistemas:

Mecánico: Toda la estructura mecánica para el soporte de las 70 toneladas de acero , el sistema de transmisión mecánica de movimiento, ejes de soporte .

Electrónico, Automatización y software: Todo el sistema de control y automatización para que sea posible que el sistema sea Autónomo e inteligente , con una interfase de control inteligente de ejes en tía Portal de siemens

Sistema de Potencia Eléctrica: es el sistema de trasmisión de Energía eléctrica el cual alimenta el motor principal de 22 KW.

Sistema de comunicaciones y software de interfase industria 4.0:

La comunicación es en Ethernet , con protocolos de comunicación en Profinet entre variador , PLC y quipos en la etapa 2 de Automatización y con protocolos MQTT en la comunicación de los servidores hacia la nube esto gracias al software Node red .

DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DEL PROCESO DE TRASLADO

A continuación, se detalla el diagrama propuesto del proceso de traslado de varillas del área de producción a almacenes

Figura IV. 1 Diagrama de bloques del sistema mecatrónico de carga



Fuente: Elaboración propia

PARTES DEL SISTEMA MECATRONICO PROPUESTO DE TRANSLADO DE CARGA DE VARILLAS :

Sistema Electrónico, Automatización y software:

Está constituido principalmente por un PLC de la gama de Siemens 1200, con interfaces de comunicaciones, e interfaces de entrada y salida.

Este controla las velocidades y posicionamiento del sistema a través de variadores de frecuencia el cual trasmite la energía controlada al motor principal del sistema.

Para que el sistema sea Autónomo Utiliza sensores para el posicionamiento y velocidad del motor con encoders incrementales y sensores inductivos .

También controla un sistema de seguridad anti colisiones, semaforización y alarmas ya que en el lugar hay tránsito de personas, trenes y camiones.

La interfase de comunicación es a través de Profinet hacia el variador y los servidores de datos y control



Fuente : Elaboración Propia

A continuación presentaremos el sistema de bloques del sistema de control , básicamente esta constituido por un control PID en cascada (que esta dentro del bloques del controlador -PLC) , donde las variables principales son la posición y velocidad censados del Enconder incremental , la variable de salida controla la señales eléctricas del variador y este controla el motor de inducción de jaula de ardilla el cual hace el movimiento automático entre los almacenes de la siderúrgica

También el sistema censa el pesaje en toneladas que básicamente hace un control ON/OFF , esta señal controla alas grúas exteriores para el cargado y descargue de varillas de construcción .

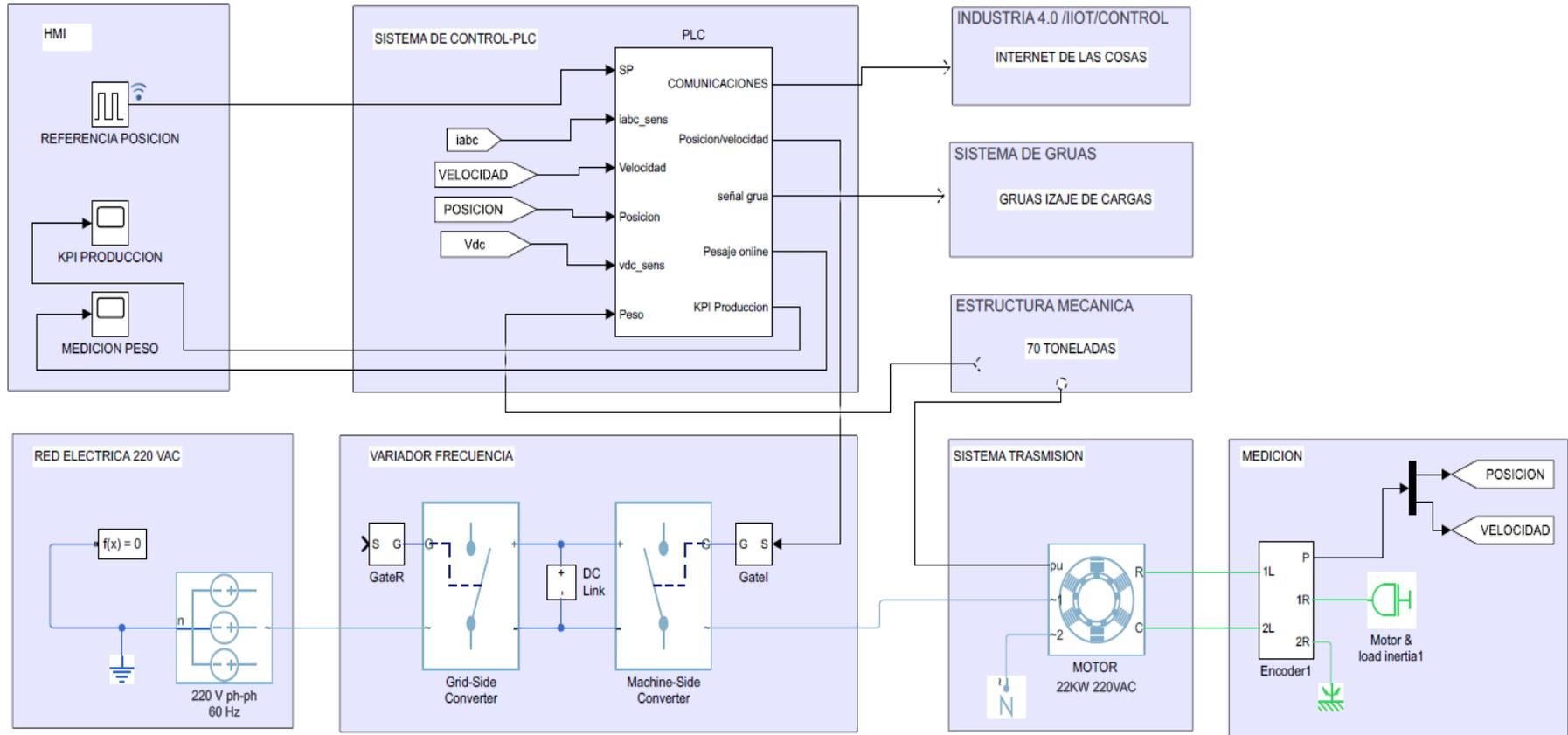
El PLC se comunica con un HMI el cual el operador configura los parámetros de producción.

El sistema tiene que ser autónomo dependiendo de la cantidad de producción en toneladas que va a cargar y descargar , los parámetros de posición y velocidad están definidos manualmente o automáticamente y esto depende de las posiciones físicas de los almacenes .

El sistema de comunicación manda al exterior o la nube los datos de producción en toneladas/hora , los tiempos recorridos y posicion online , también los datos de mantenimiento básicamente corrientes del motor , estos datos de producción y mantenimiento son analizados por el área correspondiente para sus indicadores y base de datos .

Figura IV. 3 Diagrama de bloques general del sistema mecatrónico de carga

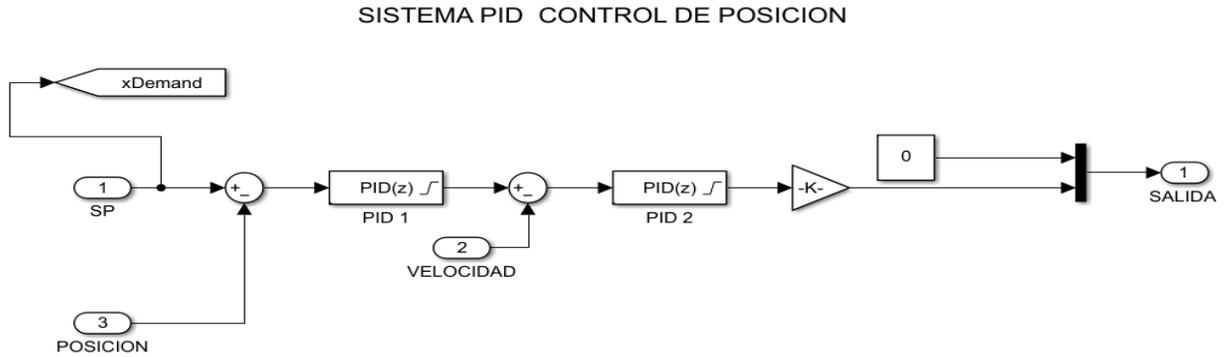
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO DE CARGA



Fuente : Elaboración Propia

Dentro del bloque del sistema de control de PLC esta los controles PID en Cascada:

Figura IV. 4 Diagrama de bloques del sistema control - PLC



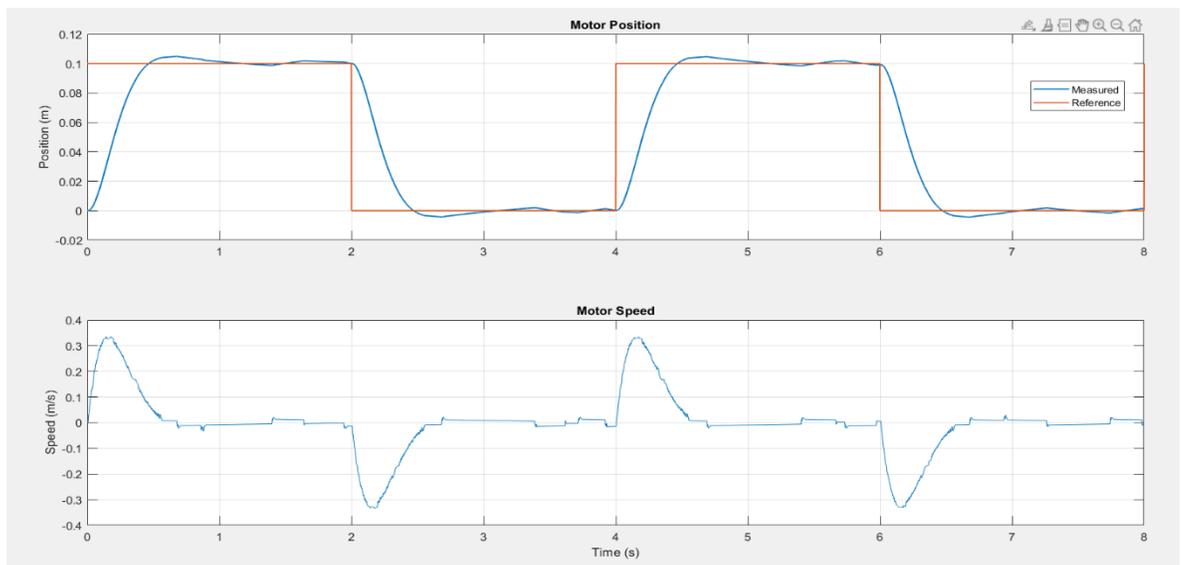
Fuente : Elaboración Propia

Los parámetros PID 1: $K_p = 5$; $K_i = 0.1$; $k_d=0$

Los parámetros PID 2: $K_p = 200$; $K_i = 150$; $k_d=0$

Se simulo en Matlab entregando una señal de pulsos de posición obteniendo s siguientes graficas:

Figura IV. 5 graficas de simulación posición/ velocidad - PLC



Fuente : Elaboración Propia

A continuación, se nombran las principales características de los equipos:

PLC SIEMENS 1200

Se utilizará un PLC Siemens con un CPU 1214 AC/DC/RELAY versión firmware 4.4 , este es el controlador principal del sistema el cual contiene el algoritmo que controla cada una de las partes de sistema y a su vez las variables de velocidades, pesos, posiciones, seguridades, corrientes; también sirve como controlador de comunicaciones, este se comunica con el variador a través de Profinet , y a través de los servidores de análisis de datos con el protocolo MQTT.

Figura IV. 6 PLC 1214AC/DC/relay

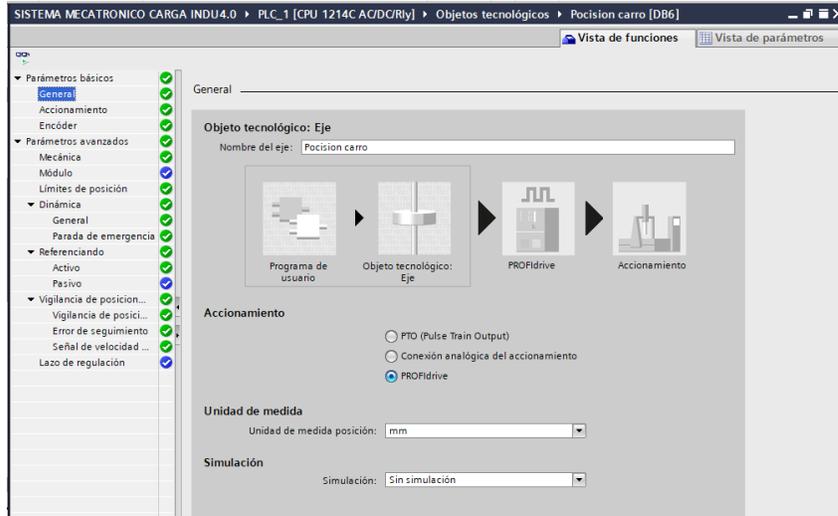


Fuente : Ficha técnica de siemens

Este se programó entorno TIA Portal V16 con herramientas de programación avanzada Motion Control para el posicionamiento de ejes inteligente ,en los anexos se detalla la programación del PLC . A continuación, se detalla paso a paso la configuración de los ejes para el control de movimiento del eje principal del motor que mueve todo el sistema mecatrónico.

El sistema de control de movimiento está configurado por el objeto tecnológico de ejes por PROFIDrive hacia el accionamiento (variador) como se muestra en la figura:

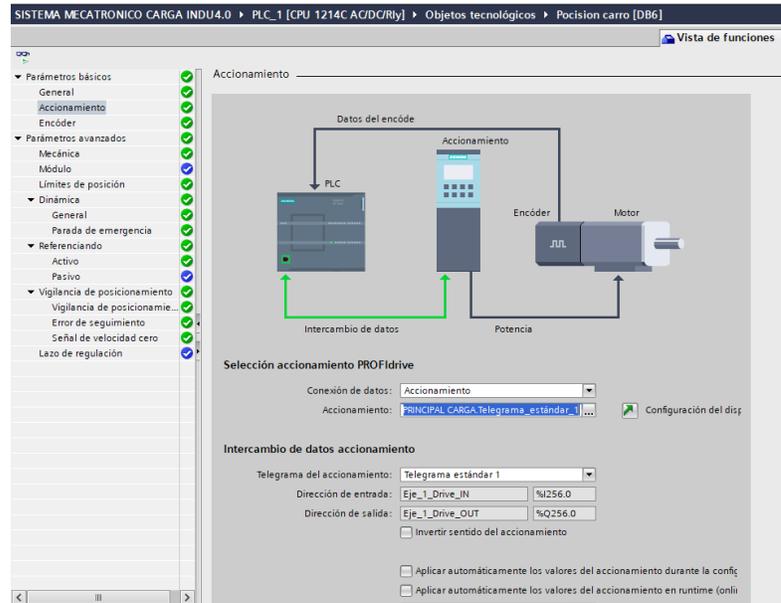
Figura IV. 7 Configuración del tipo de comunicación Profidrive



Fuente: Elaboración Propia

El accionamiento (variador) se controla a través del telegrama estándar 1, este es un circuito retroalimentado entre PLC - Accionamiento y Encoder como se muestra en la figura :

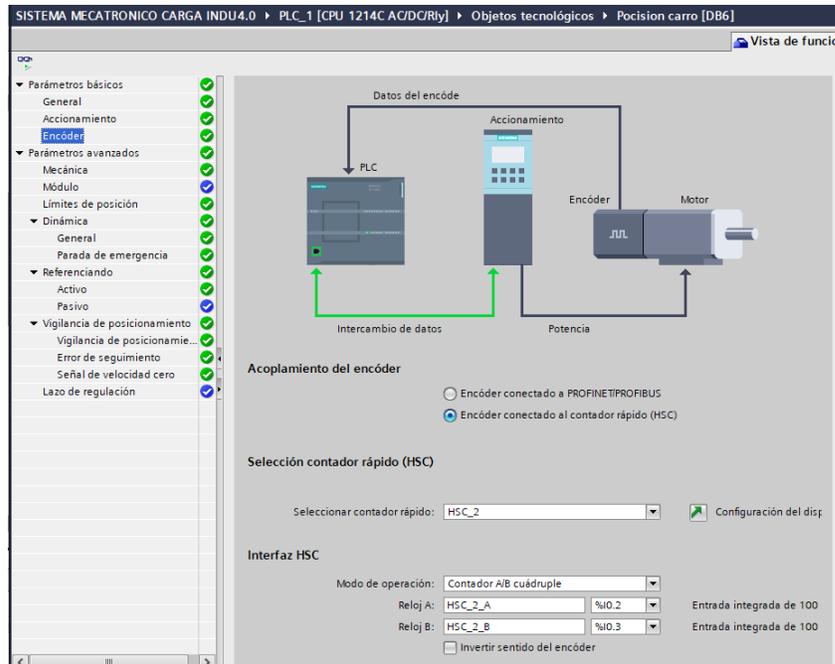
Figura IV. 8 Configuración del tipo de accionamiento



Fuente: Elaboración Propia

Los encoders están conectados a través las entradas rápidas del PLC en las direcciones I0.2 y I0.3 con un modo de operación Contador A/B cuádruple

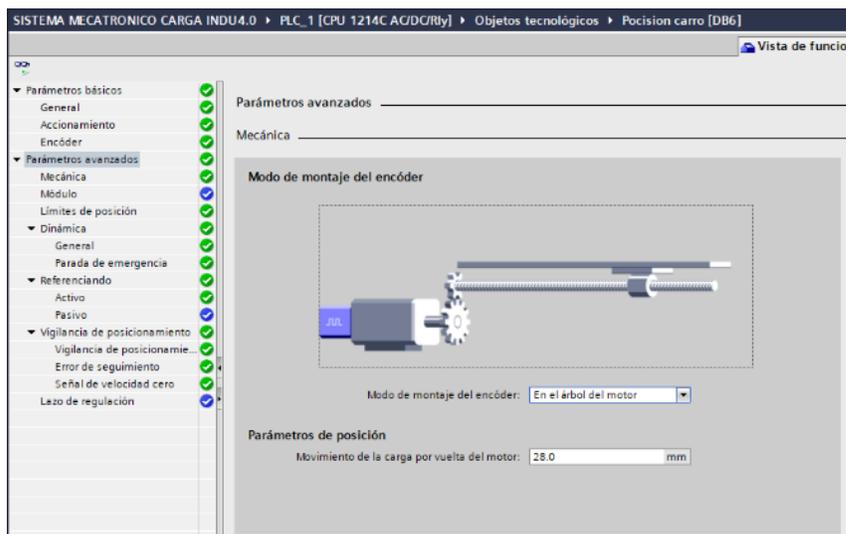
Figura IV. 9 Configuración del tipo de encoder



Fuente: Elaboración Propia

La mecánica del accionamiento y la posición del encóder es como se detalla en la figura siguiente

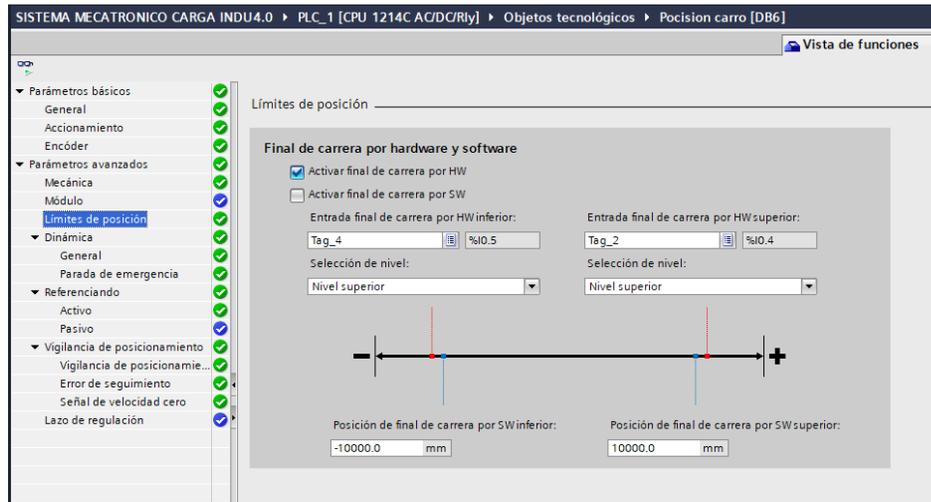
Figura IV. 10 Configuración del montaje de encoders en nuestro prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Tenemos instalados límites de posicionamiento a través de sensores inductivos el cual asegura el paro de emergencia del sistema ante un posible descarrilamiento

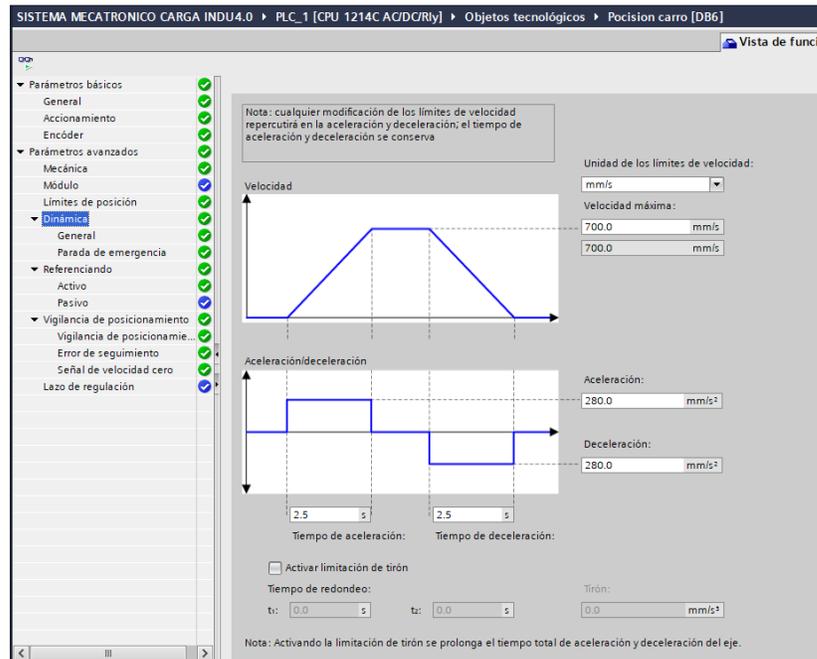
Figura IV. 11 Configuración de los finales de carrera



Fuente: Elaboración Propia

Se configuran la dinámica del sistema con los límites de velocidad y las rampas de aceleración y deceleración del sistema

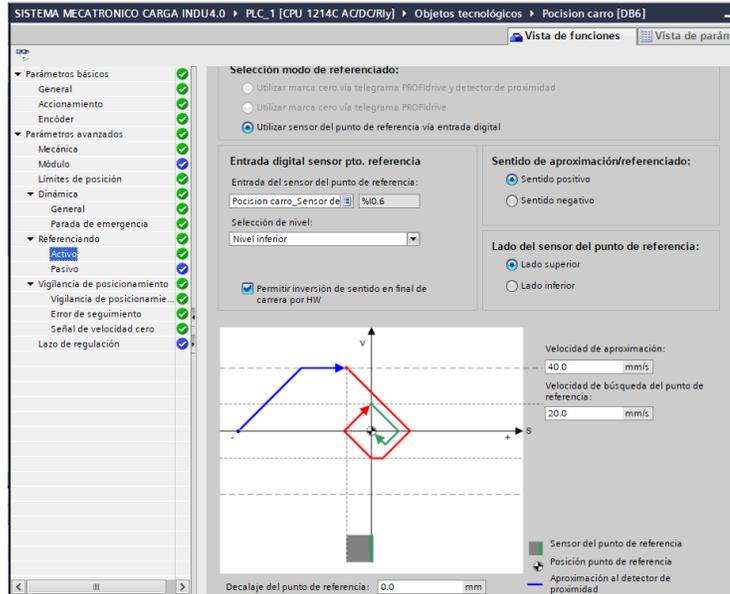
Figura IV. 12 Configuración de los parámetros dinámicos



Fuente: Elaboración Propia

Hay una señal de referencia activa , el cual se considera la posición cero del sistema esta esta constituida por un sensor inductivo el cual esta direccionada en la entrada I0.6 del PLC

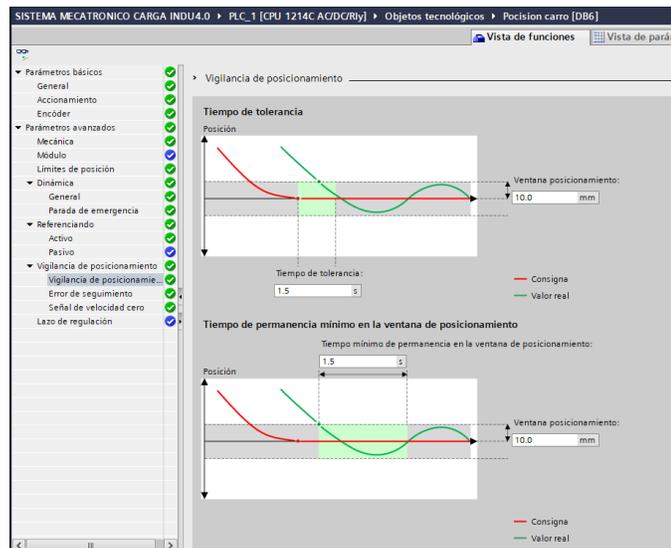
Figura IV. 13 Configuración del punto de referencia accionado por un sensor



Fuente: Elaboración Propia

Para el control y límites de posicionamiento se configura los tiempos de tolerancia y valores límites de posicionamiento en milímetros

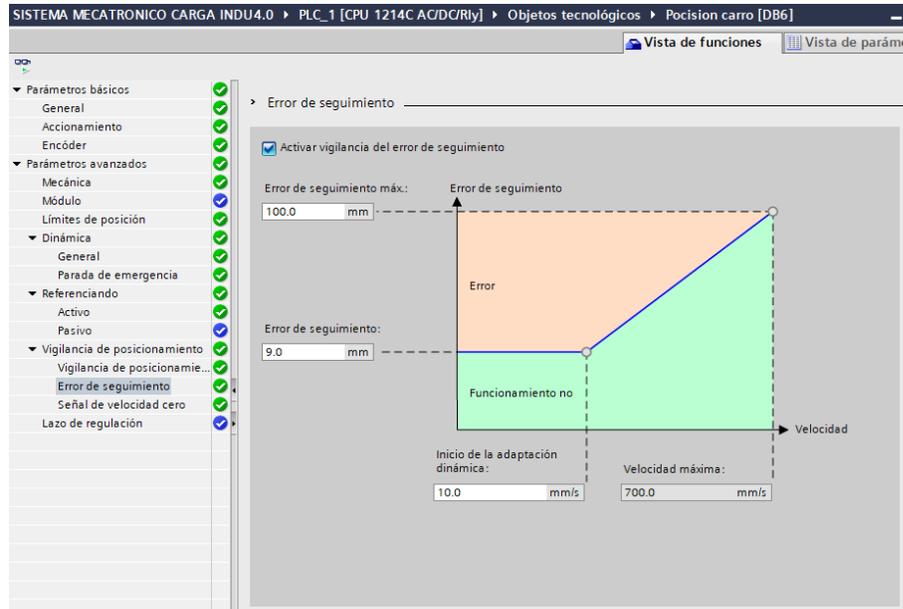
Figura IV. 14 Configuración de parámetros de control de posicionamiento



Fuente: Elaboración Propia

Se configuran los límites de errores tanto de velocidad y posicionamiento para una correcta adaptación dinámica del sistema

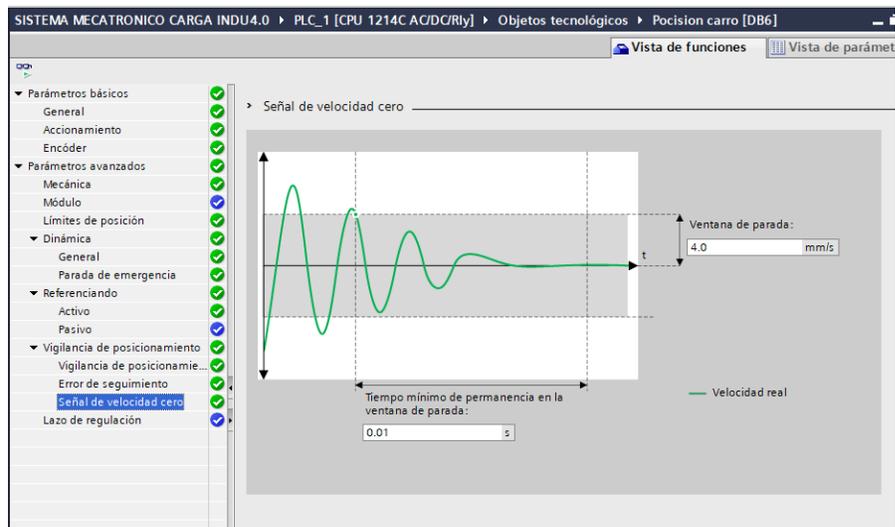
Figura IV. 15 Configuración de parámetros de los límites de error



Fuente: Elaboración Propia

Se configura el control de velocidades cuando llegan a una posición final para que esta no sea brusca en coordinación con el tiempo mínimo de permanencia en la ventana de parada.

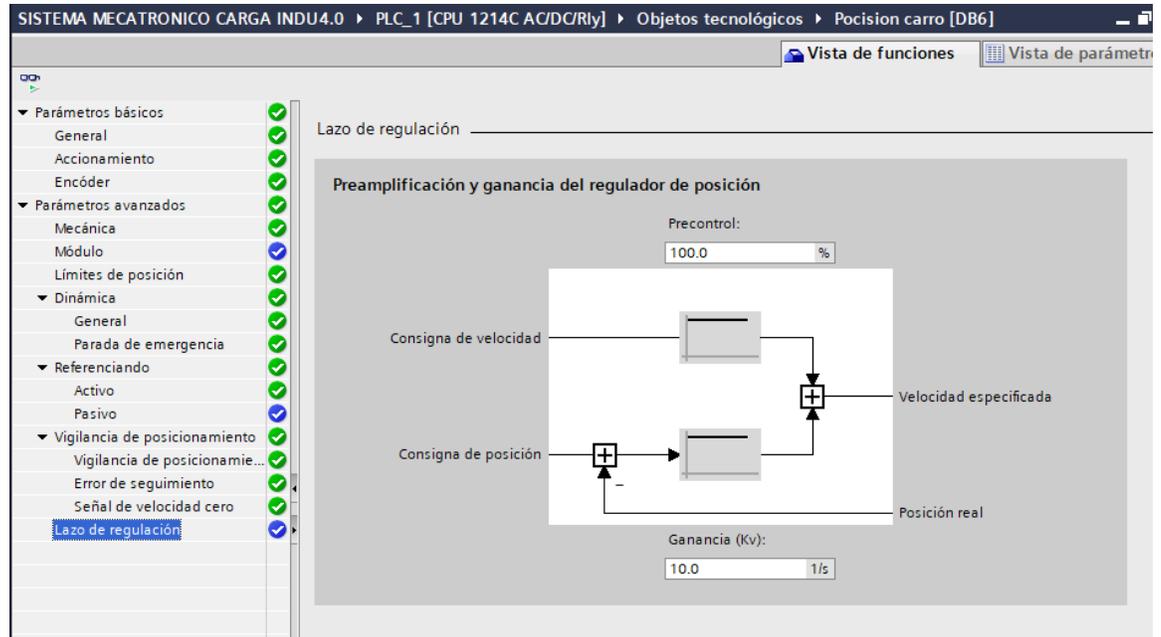
Figura IV. 16 Configuración de parámetros de control de velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Los lazos de regulación se configuran para tener un óptimo control de posicionamiento – velocidad

Figura IV. 17 Configuración de parámetros de control para la regulación de posición



Fuente: Elaboración Propia

SISTEMA DE VARIADORES DE VELOCIDAD

Está constituido por un variador de velocidad principal que es controlado por el PLC a través de herramientas de programación de control de ejes.

Este variador alimenta a los motores a través del enrollador y el pantógrafo.

El variador utilizado es de la gama Siemens sus principales características:

Unidad de control:

CU250S-2 PN Vector , modelo 6SL3246-0BA22-1FA0

Sistemas bus: PROFINET

Entr. analógicas: 2

Sal. analógicas: 2

Salidas de relé: 3

Entrad. digitales: 11

Salidas digitales: 0

Otras entradas/salidas: 4 DI/DO

Safety Integrated Functions: STO, SBC, SS1, SLS, SDI, SSM

Grado prot.: IP20

Unidad de Potencia Prototipo:

Tipo Power Module: IP20 U 1AC/3AC 200V 0,75kW(para el prototipo)

Modelo: 6SL3210-1PB13-8ULx

Rango tensión: 200 – 240V

Potencia (HO): 0,55kW

Potencia (LO): 0,75kW

Realiment. energía: no

Posibles métodos frenado: freno manten. motor, frenado corr. continua,
frenado combinado, frenado reostático

Grado prot.: IP20

Unidad de Potencia sistema real:

Tipo Power Module: IP20 A 690V 30kW(para el sistema real)

Modelo: 6SL3210-1PH23-5ALx

Rango tensión: 500 – 690V

Potencia (HO): 22kW

Potencia (LO): 30kW

Realiment. energía: no

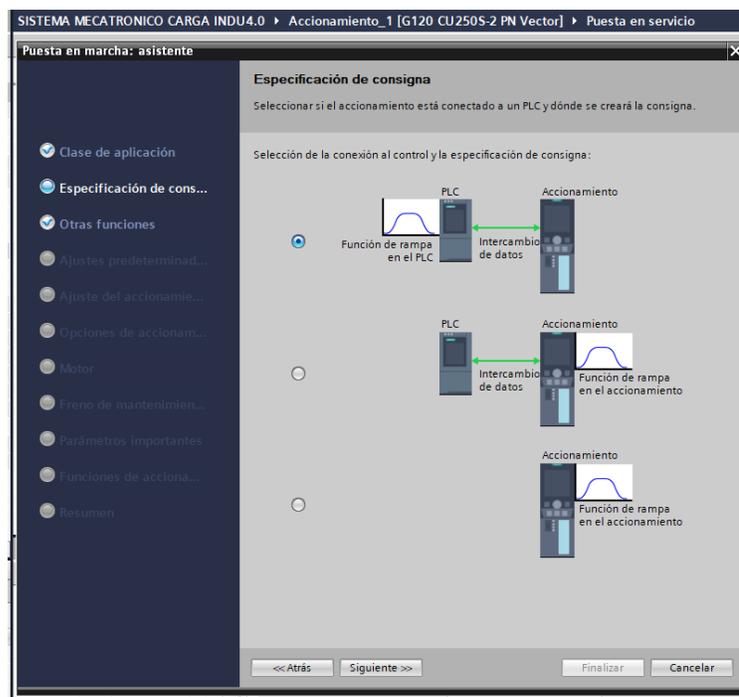
Posibles métodos frenado: freno manten. motor, frenado corr. continua, frenado combinado, frenado reostático

Grado prot.: IP20

La configuraciones principales del variador se muestra a continuación:

La conexión de control lo va a ejecutar el PLC , elegiremos la primera opción como muestra en la figura:

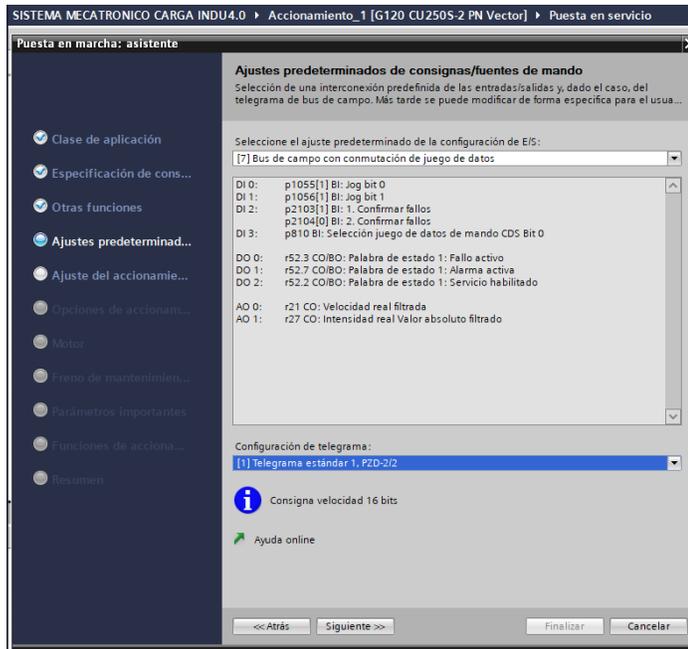
Figura IV. 18 Configuración de parámetros de control variador -PLC



Fuente: Elaboración Propia

El ajuste del sistema de comunicación con el PLC es por comunicaciones telegrama estándar 1

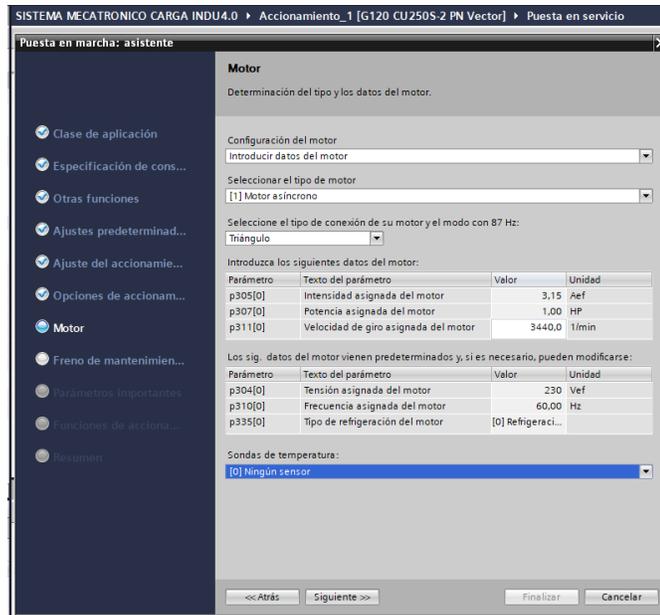
Figura IV. 19 Configuración de parámetros de comunicaciones variador



Fuente: Elaboración Propia

Configuración de parámetros del motor del Prototipo:

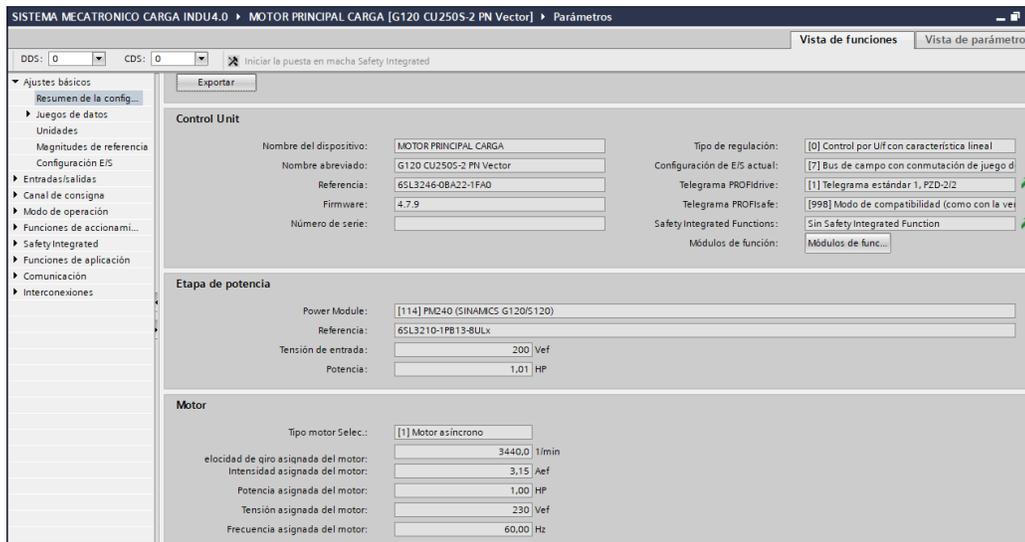
Figura IV. 20 Configuración de parámetros del Motor



Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros de hardware en la figura:

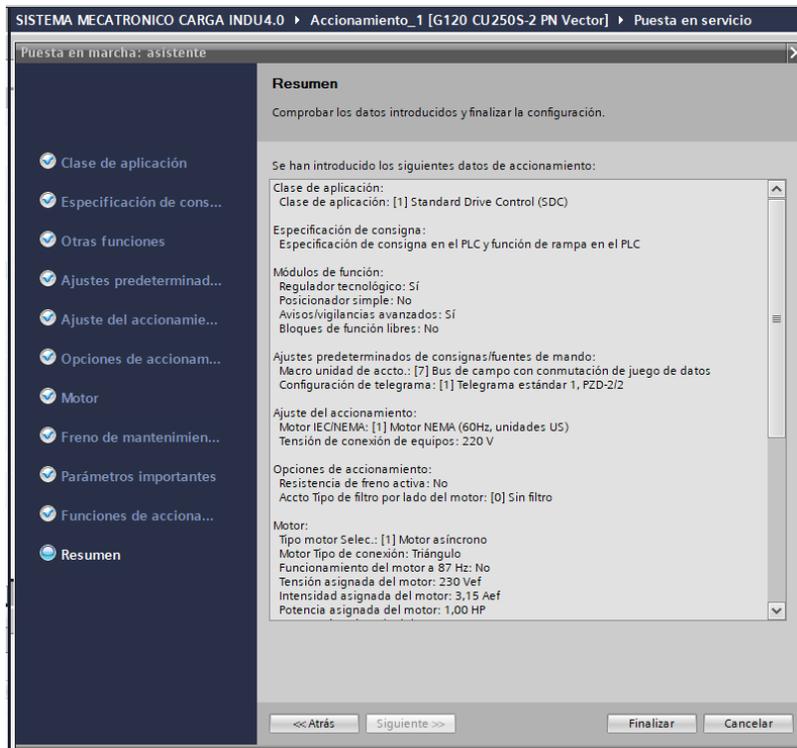
Figura IV. 21 Configuración de parámetros de Hardware



Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros resumidos:

Figura IV. 22 Resumen de Parámetros



Fuente: Elaboración Propia

HMI (interfase hombre Maquina)

Está constituido por HMI de la marca siemens modelo TP700 Comfort serie:6AV2 124-0GC01-0AX0

Con las siguientes características:

Pantalla de 7,0" TFT, 800 x 480 píxeles, colores 16M; pantalla táctil; 1 x MPI/PROFIBUS DP, 1 x interfaz PROFINET/Industrial Ethernet con soporte para MRP y RT/IRT (2 puertos); 2 x slots para tarjetas multimedia; 3 x USB

En este HMI el operador local puede ver los distintos parámetros de producción y también lo puede controlar el sistema en forma manual Local .

A continuación, se detallan el funcionamiento que tienen las pantallas que tiene acceso el operador manual local:

Esta es la pantalla principal del HMI, tiene un botón llamado SCADA , que cuando se activa va a la segunda pantalla del proceso y control del sistema

Figura IV. 23 Pantalla Principal



Fuente: Elaboración Propia

La segunda Pantalla se encuentra las opciones de :

Habilitar Eje : esta opción habilita el sistema para estar preparado para la secuencia manual o automático

Reset: Resetea el sistema ante una eventualidad, descarrilamiento o falla del proceso.

Home: El sistema se posiciona en la coordenada 0 o punto de inicio.

Inicio: El sistema comienza su inicio automático dependiendo de las rutinas o programaciones de producción para que comience el traslado autónomo de varillas

Almacén: el operador puede elegir manualmente el almacén (almacén A1 o A2) donde va a trasladar la carga , esto también tiene la opción automática .

También el operador visualiza los parámetros de funcionamiento y proceso como:

Posición: es la posición on line exacta del sistema en metros.

Velocidad: es la velocidad exacta del sistema.

Toneladas carga: es la cantidad de toneladas de varillas que la grúa cargo al sistema no debe superar 70 toneladas , esta cantidad de toneladas sale de la nave de producción.

Toneladas de descarga en Almacena A1 y A2 : son las cantidad de varillas que el sistema descarga en los almacenes respectivos

Existen 2 botones ATRÁS que sirve para volver a la pantalla inicial, y el botón Valores de Proceso que es la pantalla que visualiza valores de producción y funcionamiento

También existe en la parte central una animación que simula el cargado y descargue de varillas y la posición del sistema on line

Figura IV. 24 Pantalla de control



Fuente: Elaboración Propia

La tercera Pantalla son los valores de producción:

Toneladas de acero de carga on line: es lo que carga en ese instante el sistema desde la nave de producción

Toneladas de Acero totales en A1 y A2: son las toneladas acumuladas que el sistema traslado en un periodo de tiempo según la programación de producción en los respectivos almacenes A1 o A2.

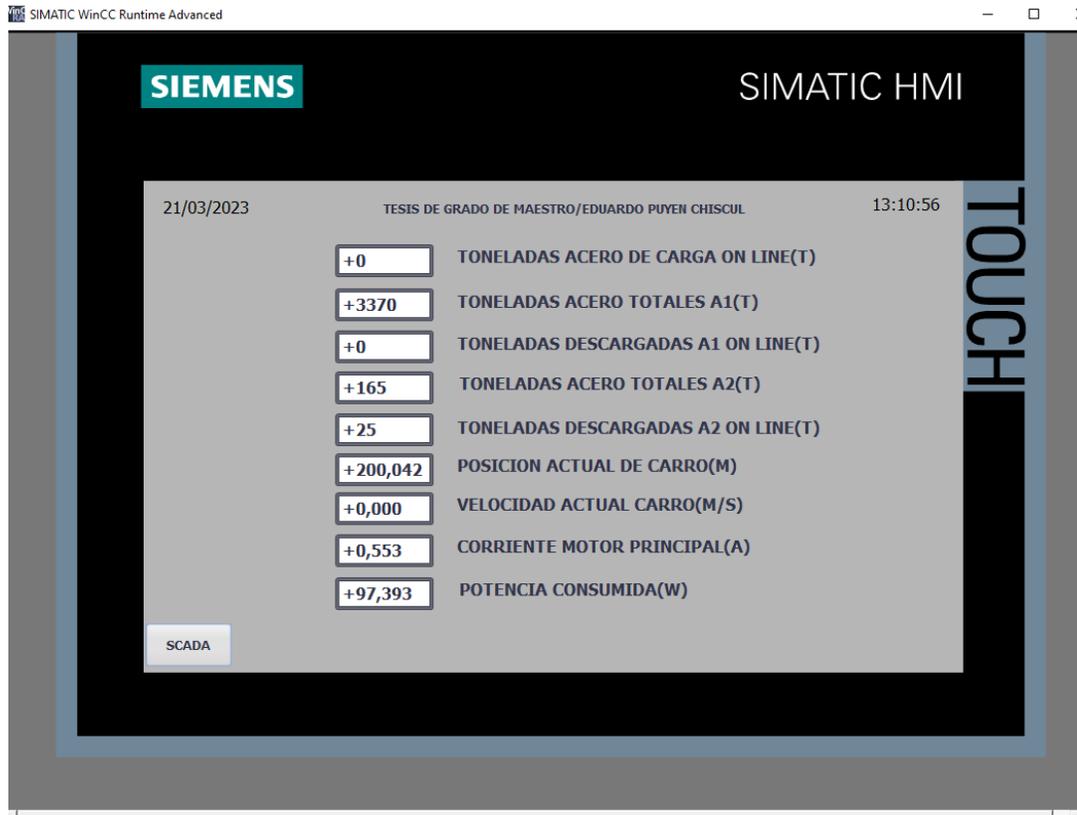
Toneladas Descargadas on line en A1 o A2: Son las toneladas en ese instante para descargar en los diferentes almacenes A1 o A2

Corriente motor: es la corriente instantanea del motor principal

Potencia Consumida: es la potencia acumulada en vatios del sistema por un periodo de tiempo.

Posición y velocidad: es la posición y velocidad actual del sistema

Figura IV. 25 Pantalla de visualización de parámetros



Fuente: Elaboración Propia

Sistema de comunicaciones y software de interfase industria 4.0:

El sistema se comunica vía ethernet con la red industrial de la siderúrgica, el cual con algoritmos de control y sincronización en el Marco Industria 4.0 es controlado de manera remota automática a través de un servidor donde se encuentran los algoritmos en Node red y base de datos.

Este sistema está conectado a su sistema SAP el cual registra y totaliza las toneladas de varillas.

El Algoritmo de control automático en base a la producción, contiene un servidor que está en comunicación contante con el sistema de control en campo PLC 1200 el cual le informa en qué posición, velocidad y pesos se

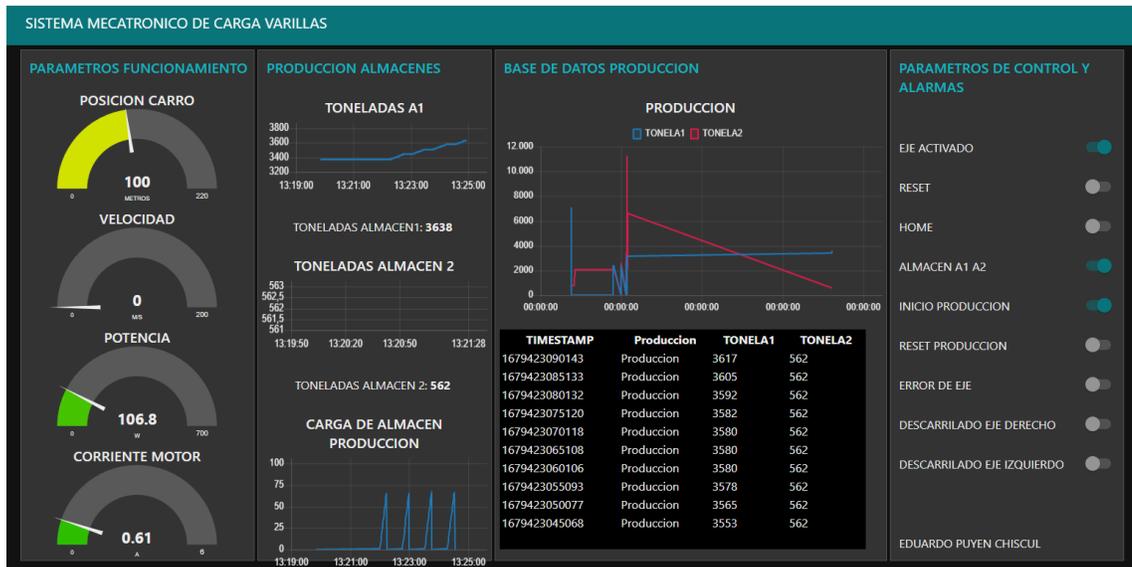
encuentra el sistema mecatronico , para transmitirle orden de traslado de carga en forma automática , para la comunicación tenemos una interface en NoDe RED que establece la comunicación por flujo entre PLC y servidor atreves de protocolo MQTT



Fuente : Elaboración Propia

La pantalla de los datos y comandos del sistema a nivel gerencial y operacional se muestra en la siguiente figura , esta pantalla de control y visualización de datos se puede tener acceso en toda la nube industria 4.0 de la siderúrgica y en los dispositivo : computadora , laptop , tablet o celular permitidos , para que se visualice en cualquier parte del mundo por supuesto con niveles de seguridad.

Figura IV. 27 Dashboard de visualización y control del sistema mecatrónico



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra la configuración de los nodos que representan la programación de node red y hacen posible que nuestro sistema use la tecnología industria 4.0

En estos primero flujos se configuran la comunicación entre el PLC siemens y el sistema node red atreves de la librería : node-red-contrib-s7 , configuramos todas las variables digitales y analógicas del sistema del PLC para tener una comunicación , previamente sea creado una base de datos en el programa del PLC (bloque DB).

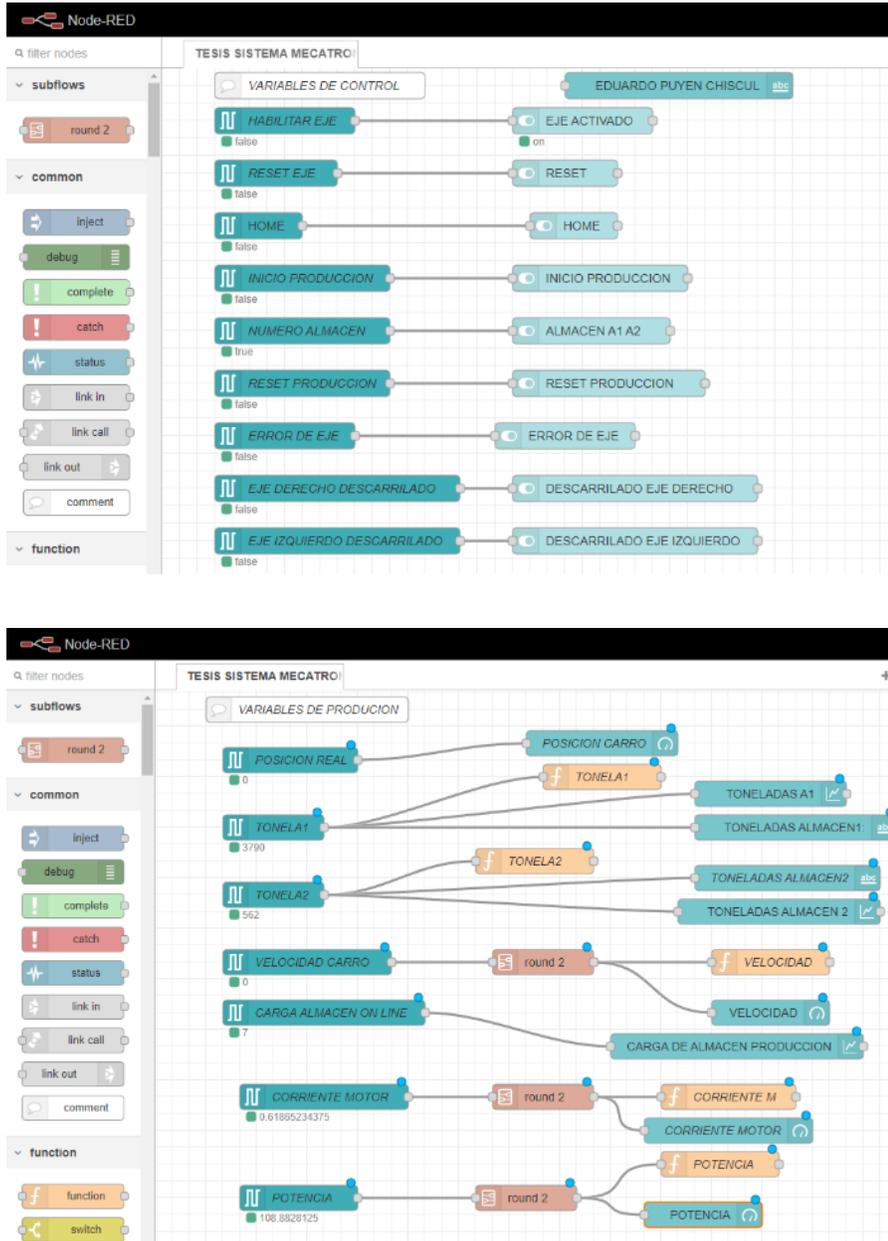
Se pueden programar de tres modos diferentes:

Variable única

Todas las variables, una por mensaje

Todas las variables

Figura IV. 28 flujos y nodos de variables del PLC



Fuente: Elaboración Propia

En esta pestaña se configura la dirección IP del PLC a conectar , el tipo de conexión o transporte , el puerto y rack físicos

Figura IV. 29 Configuración de variables

Edit s7 in node > Edit s7 endpoint node

Delete Cancel Update

Properties

Connection Variables

Transport Ethernet (ISO-on-TCP)

Address 192.168.0.130 Port 102

Mode Rack/Slot

Rack 0 Slot 1

Cycle time 1000 ms

Timeout 2000 ms

Name PLC 1200 SISTEMA MECA

Fuente: Elaboración Propia

En esta pestaña se configura las variables a conectar desde el DB que se ha programado en el PLC, se pueden agregar varias variables, previa configuración

Figura IV. 30 Configuración de enlace del DB PLC al node red

Edit s7 in node > Edit s7 endpoint node

Delete Cancel Update

Properties

Connection Variables

Variable list

DB5,X0.0	HABILITAR EJE	x
DB5,REAL50	VELOCIDAD	x
DB5,DINT22	POSICION CARRO	x
DB5,DINT28	TOTAL TON A1	x
DB5,DINT32	TOTAL TON A2	x
DB5,REAL36	CORRIENTE MOTOR	x

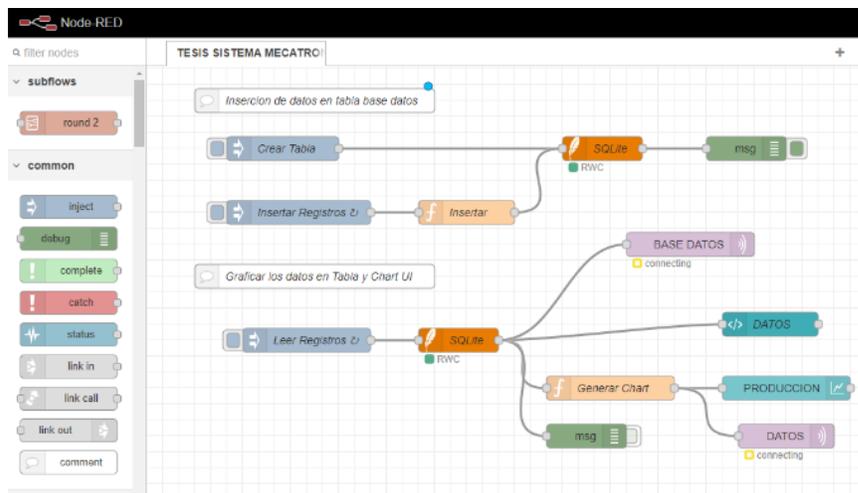
+ Add Remove all Import Export

Fuente: Elaboración Propia

En los siguientes nodos se configura una tabla de datos , configurando los registros , el modo y forma de la base de datos , para esto se crea un nodo INSERTAR que su programación y configuración está en la figura .

El nodo SQLite Permite el acceso a una base de datos SQLite , el cual es utilizada para el análisis de datos de producción y el conteo acumulativo de varillas en tiempo real .

Figura IV. 31 Nodos de base de datos SQLite



Fuente: Elaboración Propia

Figura IV. 32 Código de estructura de base de datos

```

Edit function node
Delete Cancel Done
Properties
Name Inserir
Setup On Start On Message On Stop
1 var timestamp = msg.payload;
2 var Produccion = "Produccion";
3 var TONELA1 = flow.get("TONELA1");
4 var TONELA2 = flow.get("TONELA2");
5
6 msg = {
7   "topic": `INSERT INTO Produccion (timestamp,Produccion,TONELA1,TONELA2)
8 };
9 return msg;

```

Fuente: Elaboración Propia

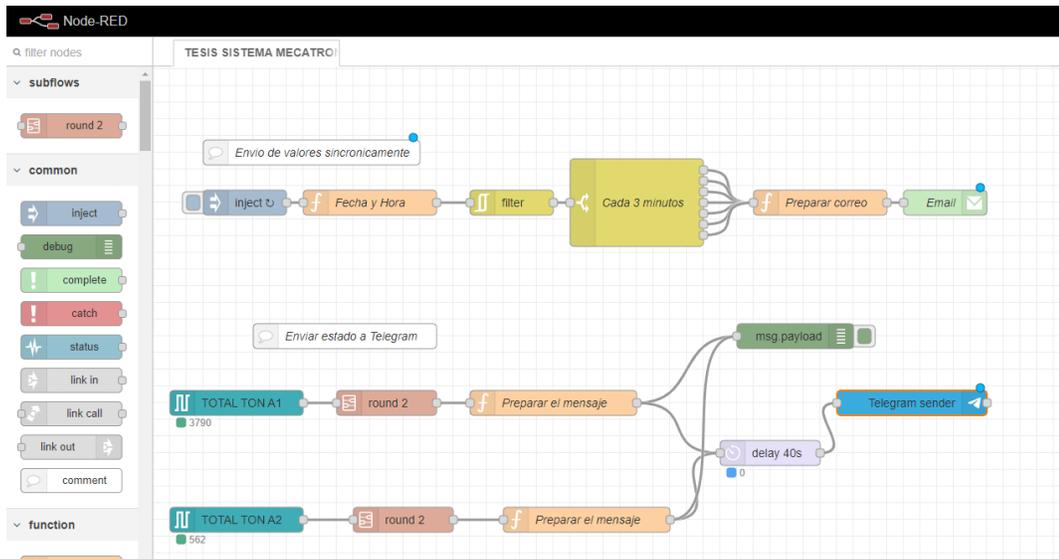
Se crea un bloque chart con código, para visualizar las curvas de producción de la toneladas de varilla acumuladas en el tiempo por cada almacén.

Figura IV. 33 Código para visualizar las curvas de las toneladas

Fuente: Elaboración Propia

El node red tiene la capacidad de integrar el hardware con los diferentes servicios de computación, es este caso se visualiza la programación para enviar mensajes de los datos de producción como los acumulados de las toneladas por almacén malos correos corporativo , públicos como Gmail y mensajes de texto por la plataforma Telegram, en la imagen se visualiza los nodos y flujo y la configuración de esta

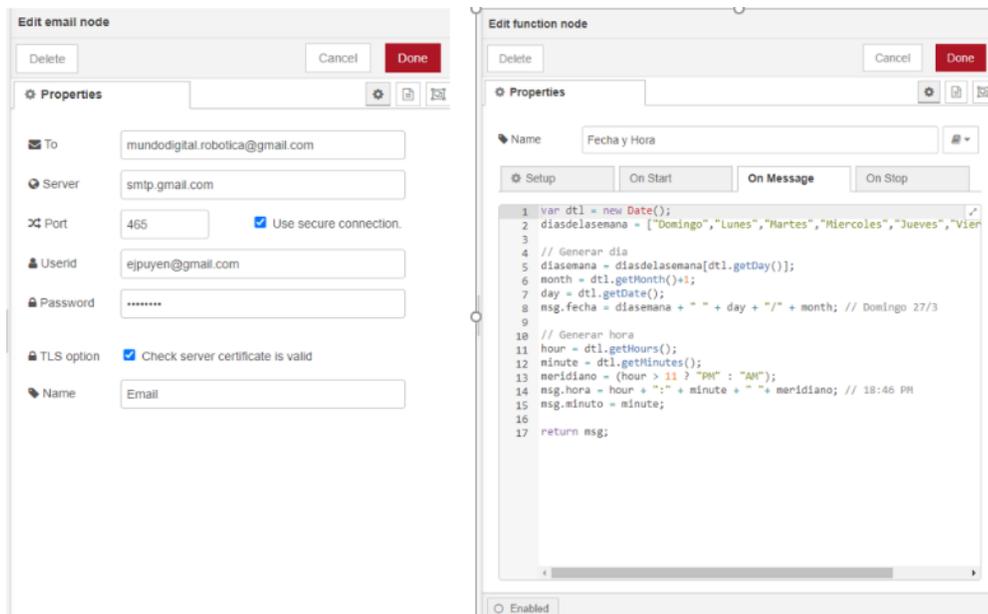
Figura IV. 34 Nodos de configuración de mensajes de correo y mensajería celular



Fuente: Elaboración Propia

En la configuración para mandar correo a la cuenta de Gmail se configura el destinatario y emisor , el tipo de servidor y las claves de correo , también se tiene que crear el código de que frecuencia se enviara los correos donde de programa la estructura de tiempo y calendario

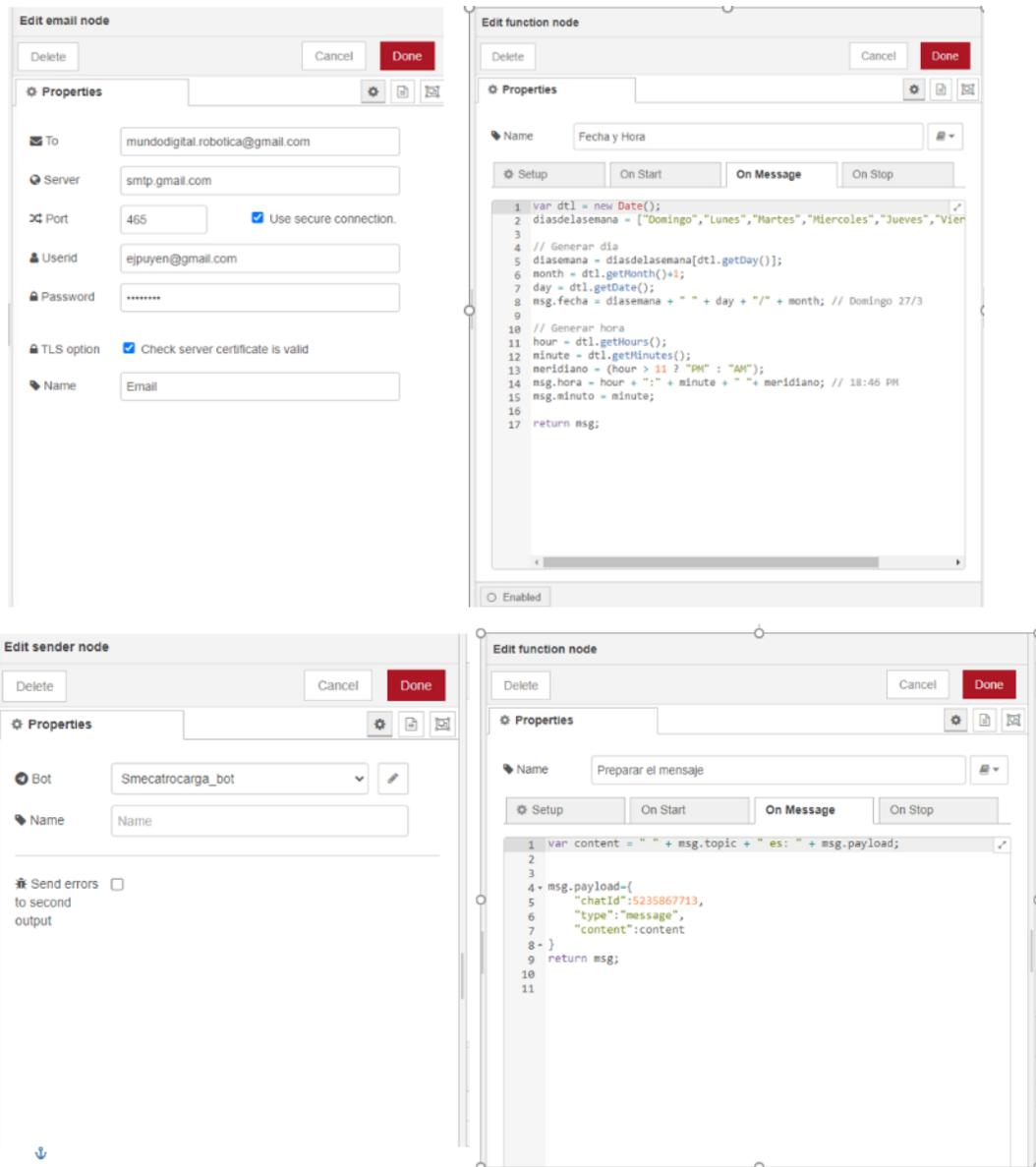
Figura IV. 35 Configuración para enviar mensajes de correo y código



Fuente: Elaboración Propia

En estos nodos se configuran el envío de mensajería a telegram, previo a esto en el telegram se tiene que configurar y crear un BOT el cual tiene que tener un id de acceso para que lleguen los mensajes a esta dirección.

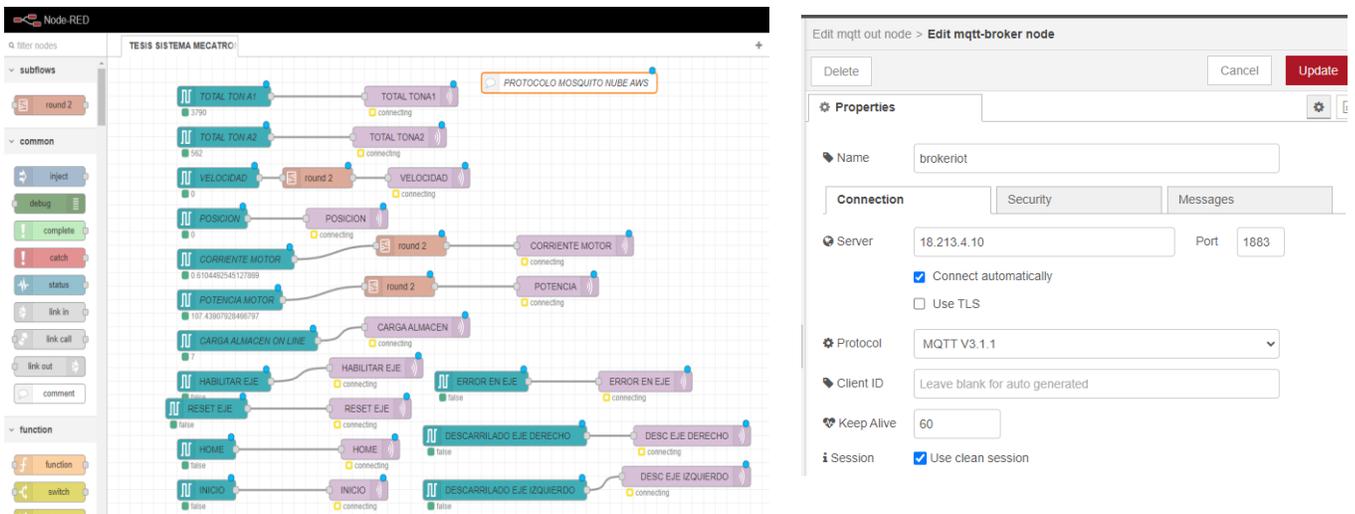
Figura IV. 36 Configuración para enviar mensajes de celular y códigos de configuración y estructura del mensaje



Fuente: Elaboración Propia

Estos son los nodos para llevar los datos a la nube por protocolo MQTT también llamado comúnmente Mosquito a cualquier red, esta puede ser de la misma siderúrgica o plataforma de servicios de IOT, en nuestro caso utilizamos AWS, previamente en esta plataforma se tiene que crear una cuenta de usuario y crear una instancia EC2, configurar el sistema operativo de preferencia en nuestro caso utilizamos UBUNTU habilitar los puertos necesarios e instalar el node red en la nube para que tenga comunicación con el nodo red local y así hacer efectiva la trasmisión de datos por protocolo MQTT esta te asignara una IP publica para tener acceso al dashboard de control y visualización de datos del sistema mecatrónico desde cualquier parte del mundo con datos on line

Figura IV. 37 Nodos de la comunicación MQTT hacia AWS



Fuente: Elaboración Propia

SISTEMA DE POTENCIA Y ENTREGA DE ENERGIA

Este sistema cuenta con un motoreductor principal de 22 KW para el traslado de carga de 70 toneladas este a la ves es controlado por un variador de velocidad, como es un sistema en movimiento se diseñó un pantógrafo motorizado con motor de 1kw el cual atreves de un enrollador de cables eléctricos entrega energía por rozamiento al motor principal

Figura IV. 38 Sistema de Potencia



Fuente : Diseño de Ingeniería Power Energy

Para alimentar el motoreductor principal se diseñó un sistema de enrollamiento mecánico - eléctrico del cable el cual va a alimentar desde el tablero principal de control y comunicaciones hasta un tablero del pantógrafo el cual da energía al motoreductor principal, al motor del enrollador, al freno y al sistema de control que se encuentra en el carro; a continuación se nombra las características principales de los equipos importantes.

MOTOREDUCTOR PRINCIPAL

Se está diseñando en base al torque ,velocidad y al peso neto que es igual a la suma peso de la estructura del sistema mecatronico y el peso de la carga en este caso 70 toneladas

Este motor reductor está acompañado por un sistema de transmisión en base a eje cardan y cadena el cual controla las ruedas el sistema

Figura IV. 39 Motoreductor

Datos de accionamiento



Reductor	
Descripción de catálogo	FA157
Transmisión	78.46
número de etapas	3
menor piñón Rz instalable	[mm] 28
mayor piñón Rz instalable	[mm] 38
Momento de inercia (reductor)	[kgm ²] 0.01135391
carga radial de salida permitida	[N] 115700
Par de salida M _{amax} / Rendimiento de la carga (n _e = 1400 1/min)	[Nm]/[%] 20000 / 96

Motor (Conexión en triángulo, 104Hz frecuencia de corte, Potencia raiz 3)	
Descripción de catálogo	DRN180L4
Potencia del motor (Potencia raiz 3)	[kW] 22 (38)
Velocidad del motor (104Hz frecuencia de corte)	[1/min] 1781 (3085)
Duración de conexión	S1-100%
Par nominal	[Nm] 118
Tensión nominal	[V] 220/380
Corriente nominal (Potencia raiz 3)	[A] 39 (68)
Par de arranque	[%] 415
Par de arranque medio	[%] 270
Momento de inercia del motor	[kgm ²] 0.1951034
Piñón Rz / Eje del motor	[mm] 32
Tipo de freno	BE32A
Par de frenado máximo	[Nm] 300
par de frenado seleccionado	[Nm] 300
Tiempo de aplicación del freno	[s] 0.016
Tiempo de reacción del freno	[s] 0.06
Momento de inercia del freno	[kgm ²] 0.023
Trabajo de frenado hasta inspección/mantenimiento	[J] 150000000

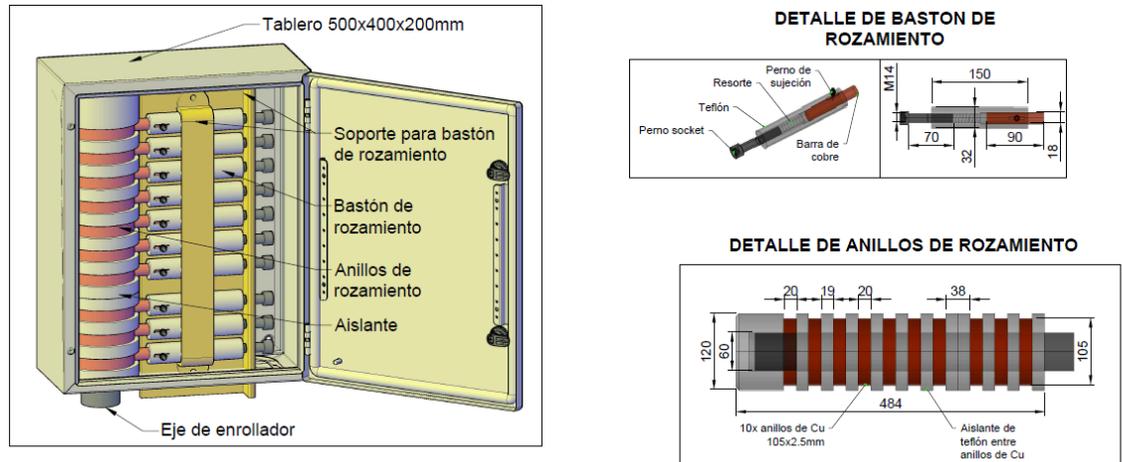
Fuente: Ficha técnica dimensionamiento motorreductor de WEG

SISTEMA DE ENROLLAMIENTO SISTEMA PANTOGRAFO

Este sistema consta de un sistema mecanico - electrico , el cual sirve para enrollar y desenrollar el cable de alimentacion , se esta diseñando sus componentes electricos que es basicamente un motoreductor y un variador en base al peso total del cable y la distancia de recorrido del sistema de transferencia de carga

El sistema a diseñar es móvil por lo cual se siene que diseñar un sistema de entrega de energía tipo pantografo que se utilizan en los trenes , basicamente la energía se transmite por frotamiento el cual esta contituida por platinas de cobre fijas y moviles

Figura IV. 40 Diseño del Pantografo



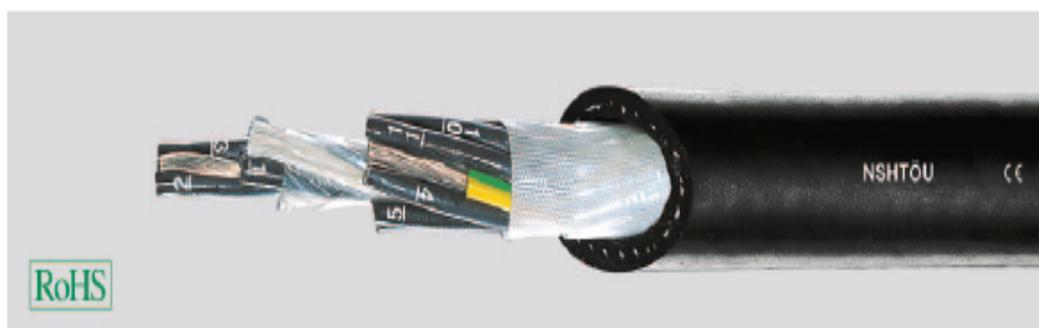
Fuente : Diseño de Ingeniería Power Energy Distribution

CABLE DE ENERGIA

Este cable de energía es especial ya que es para alimentar equipos móviles y tiene que soportar tracciones mecánicas y torsión del cable , este cable tiene que alimentar la carga del motoreductor principal , motoreductor del enrollador , el freno y un sistema de control , a continuación se detalla las características del cable :

Figura IV. 41 Ficha técnica del cable

NSHTÖU cable para enrolladores, ensayado según VDE



Datos técnicos

- Cable especial para enrolladores de grúas según DIN VDE 0250 parte 814.
- **Rango de temperaturas**
móvil -35 °C hasta +70 °C
fijo -40 °C hasta +70 °C
- **Temperatura máx. en conductor**
en servicio +60 °C
en caso de cortocircuito +200 °C
- **Tensión nominal**
U₀/U 0,6/1 kV
- **Tensiones de servicio**
máximas permitidas en instalaciones trifásicas y monofásicas
U₀/U 0,7/1,2 kV
instalaciones de corriente continua
U₀/U 0,9/1,8 kV.
- **Tensión de ensayo** 2500 V
- **Resistencia de aislamiento**
mín. 10 MΩm x km
- **Radio mín. de flexión**
7,5 x Ø cable
- **Resistencia a la radiación**
hasta 20x10⁶ cJ/kg (hasta 20 Mrad)

Estructura

- Conductor trenzado estañado, flexible según DIN VDE 0295 cl. 5, BS 6360 cl. 5 ó IEC 60228 cl. 5.
- Revestimiento aislante de mezcla de goma GI1 según DIN VDE 0207 parte 20.
- Identificación de conductores según DIN VDE 0293, desde 6 conductores con impresión de cifras.
- Conductores trenzados (sin conductor central estirado) con paso de cableado, máximo, 8 x Ø sobre las capas de trenzado.
- Vendaje textil
- Protección contra torsiones: Sobre los conductores trenzados, entre la cubierta interna y externa, o embutido en la cubierta externa, se ha dispuesto un hilado abierto, un encintado de fibras textiles o de plástico en sentido contrario y un paño de mallas.
- Cubierta exterior de neopreno, tipo de mezcla 5GM2, según DIN VDE 0207 parte 21.
- Color de la cubierta negro

Nota

- G = con conductor de protección ve-am.

Propiedades

- Concebido y desarrollado para el típico servicio en enrolladores de cables.
- Velocidad de desplazamiento permitida hasta un máx. de 120 m/min.
- Cubierta de caucho policloropreno (neopreno), extremadamente resistente a las bajas temperaturas.
- **Comportamiento al fuego**
Ensayo según DIN VDE 0482 parte 265-2+1, EN 50265-2+1, IEC 60332-1 (corresponde a DIN VDE 0472 parte 804 tipo de ensayo B).
- **Resistencia al aceite**
ensayo según VDE 0472 parte 803, tipo de ensayo A.
- La cubierta exterior de neopreno hace que el cable sea **resistente al ozono** y las radiaciones, a los aceites, ácidos, grasas, gasolinas, disolventes y productos químicos.
- Durante el tendido del cable y durante el servicio, no se debe superar el esfuerzo de tracción de 15 N/mm².
- La aceleración no debe superar los 0,4 m/s².
- Durante el servicio, siempre debe haber 1 ó 2 vueltas enrolladores en el carrete.
- Con grandes esfuerzos mecánicos, especialmente con elevadas fuerzas dinámicas de tracción producidas por una alta aceleración, se debe determinar, en cada caso, los esfuerzos admisibles.

Aplicación

Los cables enrollables en enrolladores se utilizan para grandes esfuerzos mecánicos, especialmente en aplicaciones donde los cables se enrollan y desenrollan constantemente existiendo, al mismo tiempo, esfuerzos de tracción y torsión. Se aplican en máquinas de construcción, equipos de transporte y elevación, y en grúas. También se utilizan como cables robustos de alimentación en las situaciones más duras, como en la minería y en sistemas de transporte móviles y en motores de tracción de ferrocarriles.

Los cables son adecuados para tenderse en recintos secos, húmedos y mojados, además de a la intemperie.

Fuente : Manual de ANIXTER

SISTEMA MECANICO

Está formado por una estructura que pesa 30 toneladas para poder soportar la carga útil de 70 toneladas, también está constituido por cardanes, ejes, sistema de transmisión, ruedas de transmisión ferroviaria , sistema de guías

Figura IV. 42 Sistema Mecánico



Fuente : Diseño de Ingeniería Power Energy

TERCERA ETAPA

Es la implementación del prototipo y simulaciones, después del desarrollo de este trabajo de investigación se hizo un prototipo para hacer las simulaciones de movimiento, posicionamiento, velocidad, secuencia de funcionamiento, comunicaciones, prueba de envío de mensajería, base de datos, etc. ; Este prototipo consta de:

-Un eje de movimiento, con una faja dentada con sus respectivas poleas dentadas, esta simulara al carro de transferencia, este sistema de ejes consta de 3 sensores de posición: 2 sensores inductivo para la posición cero y la posición final derecha y 1 sensor de contacto de la posición final izquierda, todo el eje esta sostenido por una estructura de aluminio en una mesa

Figura IV. 43 Eje del sistema de posicionamiento - Prototipo



Fuente: Elaboración Propia

-Un motor de jaula de jaula de ardilla de 1HP , 220 voltios trifásico , el cual esta conectado mecánicamente al eje de movimiento a través de una polea dentada , en este motor se ha instalado un encoders de 1024 pulsos , este nos dará la referencia de posicionamiento y velocidad

Figura IV. 44 Motor del prototipo instalado un encoder en el eje de ventilación



Fuente: Elaboración Propia

-El variador de velocidad empleado es de la marca Siemens modelo Sinamics PM240 -2 y unidad de control CU250S-2-PN este se comunica con el PLC a través de Profinet

Figura IV. 45 Variador Siemens utilizado para el prototipo



Fuente: Elaboración Propia

-El PLC empleado es el mismo del diseño final es un Siemens modelo 1214AC/DC/DC , este se comunica con el Hmi , variador y el servidor a través de Profinet , el servidor utilizado es una PC de escritorio procesador I7 donde está instalado el Tia Portal V16 y el NODE RED para la programación de flujos y nodo para llevar los datos a la nube a través del protocolo MQTT.

-La programación del PLC es la misma del diseño final , la programación del node red es la misma del diseño final , estas se describieron en los capítulos anteriores .

Figura IV. 46 Modulo de PLC siemens 1214AC/DC/DC

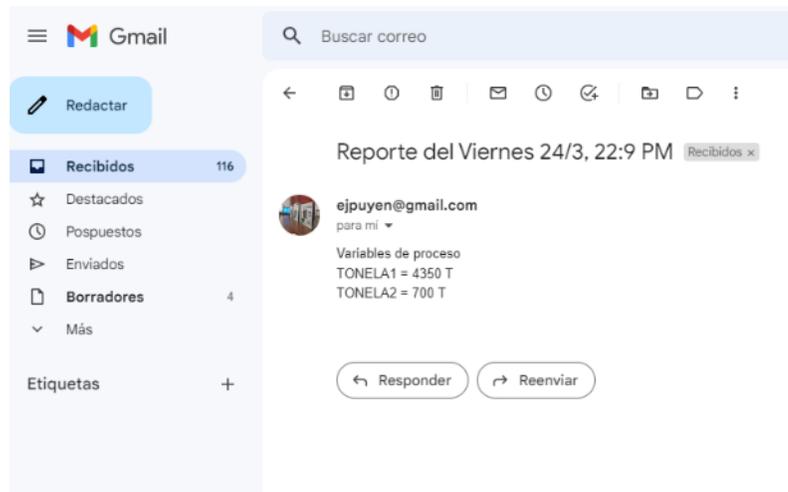


Fuente: Elaboración Propia

En la etapa de simulación hubo problema de posicionamiento que se fueron ajustando con la programación y parámetros de control.

En las pruebas de mensajería tanto de correo como a la plataforma telegram se hicieron alas cuentas personales se ajustaron algunos para metros de funcionamiento quedando satisfactoriamente

Figura IV. 47 Pruebas de envío de mensajería telegram – correo Gmail



Fuente: Elaboración Propia

En las pruebas de base de datos se ajustaron algunos parámetros de forma quedando satisfactoriamente

Ha este sistema también se puede conectar cualquier dispositivo ya sea celular , Tablet , laptop que tenga los permisos de acceso para visualizar y control este sistema mecatrónico .

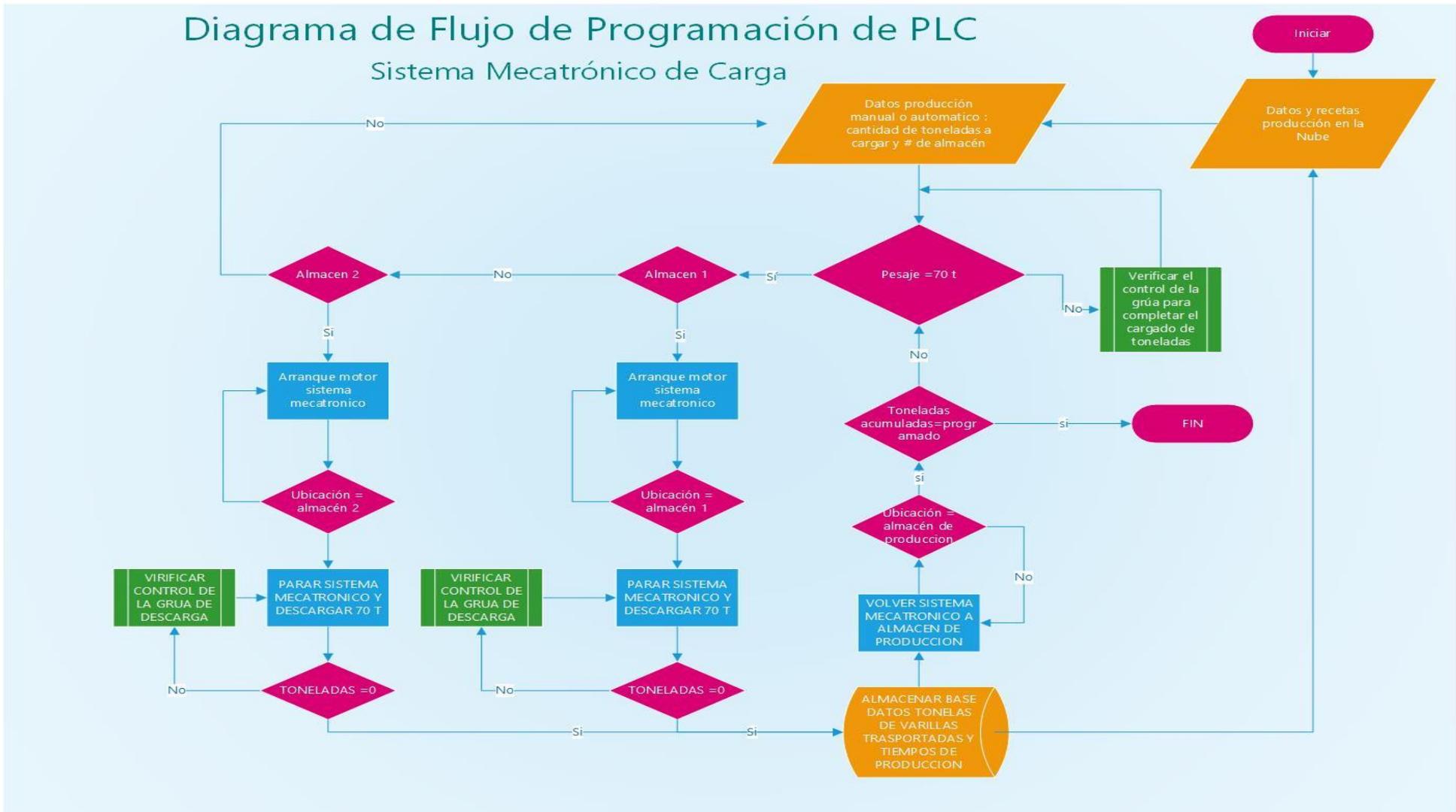
Figura IV. 48 Prototipo Sistema mecatrónico de traslado de carga



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del algoritmo de la programación del PLC del sistema de control, cabe señalar que la secuencia es automática, dependiendo de los datos de producción que se requieran como la cantidad de toneladas a cargar y en que almacén se va a disponer para llevar esta carga, como el movimiento del sistema es autónomo el carro se ubicara sin necesidad de operador en el almacén programado con la carga de varillas programada

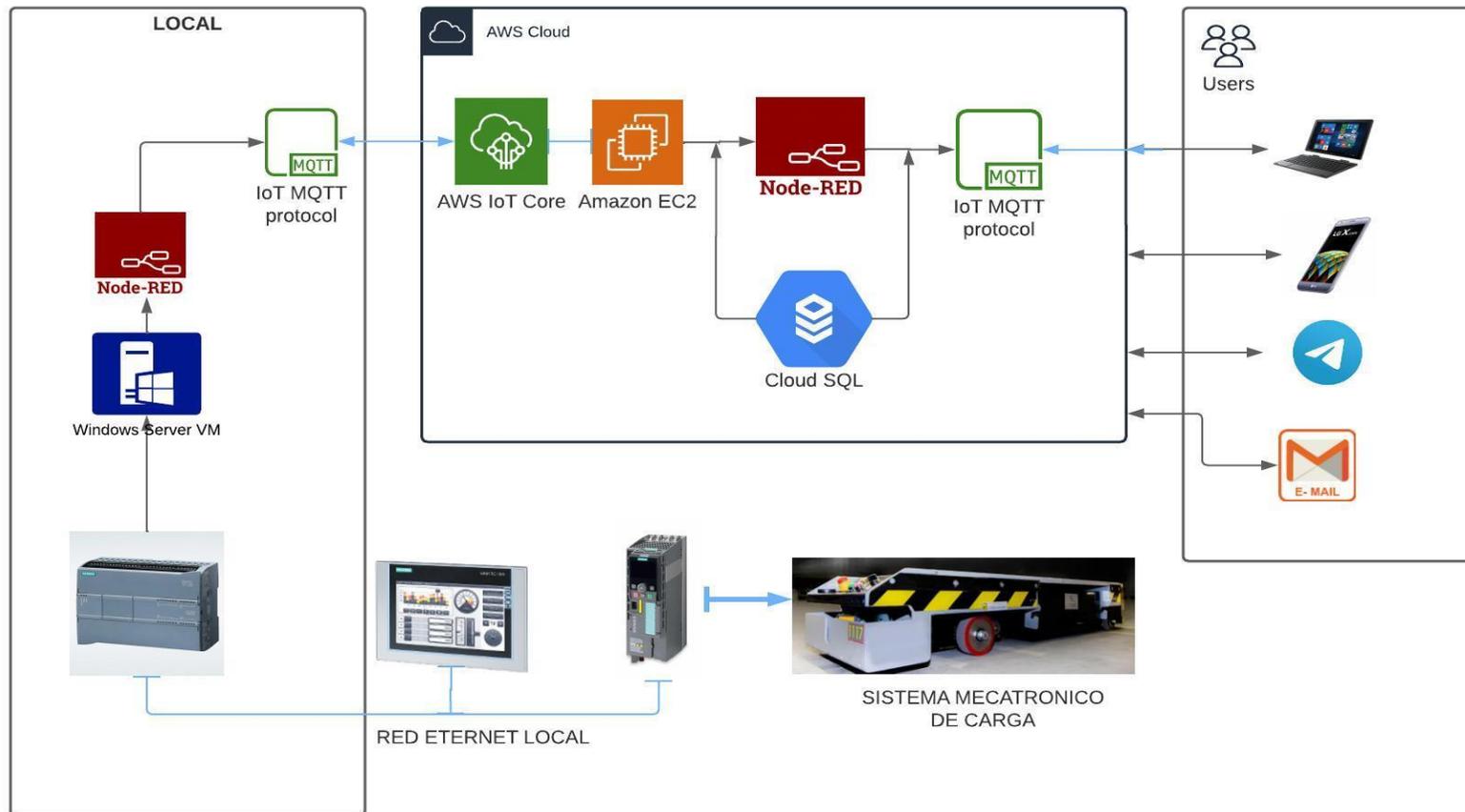
Figura IV. 49 Sistema de flujo de programación del PLC



Fuente: Elaboración Propia

Figura IV. 50 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y SOFTWARE

ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y SOFTWARE SISTEMA MECATRONICO DE CARGA



Fuente: Elaboración Propia

4.2. Método de investigación

4.2.1. Método experimental

En el desarrollo de esta investigación se desarrollara un prototipo del sistema de mecatrónico de carga donde se harán las pruebas de tiempo, velocidad, peso, posición, control manual y automático; también se harán las pruebas de comunicaciones entre PLC , servidor y la nube .

También se utilizarán software de simulación electrónicos, la cual nos permitirá ver el funcionamiento.

4.2.2. Método deductivo:

El prototipo va a someter a varias situaciones y modificaciones para deducir el mejor diseño final el cual el será estable, automático y autónomo.

4.3. Población y muestra

Población:

- 1.- Los costos de flete por traslado del transporte convencional por un mes.
- 2.- Los ciclos de traslado del transporte convencional.
- 3.-Posicionamiento en milímetros del nuevo sistema de control

Muestra:

- De la población de los costos por flete se analizará una muestra de 1 semana.
- De la población de los ciclos de traslado se analizará una muestra de 1 semana.
- De la población del posicionamiento se analizará una muestra de 2 días de prueba

4.4. Lugar de estudio

El lugar de estudios es en el departamento de Ancash , Provincia de santa y distrito de Nuevo Chimbote que es el lugar que yo resido .

4.5. Técnicas e instrumentos para recolección de la información

- Técnicas de recolección de datos:

Se implementará algoritmos de base datos de tiempos, velocidad, posición y pesos en el PLC.

Según los tiempos de traslado del sistema convencional se recolectará que gastos están incluidos en este traslado convencional, estos lo comparamos con los nuevos gastos del nuevo sistema mecatrónico.

- Instrumentos de recolección de datos: se utilizarán:
 - Cronometro
 - Multímetro digital fluke .
 - Enconder de posicionamiento instalado en el motor
 - Variador de velocidad - datos de las variables eléctricas, velocidades.
 - Software de programación PLC Tia Portal V.16
 - Software de Programación Node Red

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Los datos de los tiempos y costos de traslado se analizara y procesara en software de hojas de cálculo el cual nos permitirá hacer las comparaciones entre el sistema convencional y el sistema mecatrónico autónomo.

Las variables a procesar como velocidades, distancias, ubicaciones, pesos, corrientes, voltajes, torque, ciclos de movimiento y variables de producción se analizarán con software de procesos y las herramientas que nos ofrece el tía portal y node red, también se utilizará en software de hojas de cálculo para hacer algunas operaciones y gráficos.

V. RESULTADOS

Se contrastará la hipótesis con los resultados que nos arroja la estadística.

5.1. Resultados descriptivos.

5.1.1. Costos de traslado

Para estos resultados se analizarán los costos del sistema convencional por cama baja y los costos del nuevo sistema mecatrónico, esta muestra de datos de hicieron para el traslado al almacén 2, la cual tiene mayor distancia.

-En los costos del sistema convencional está incluido:

Costo de la unidad cama baja (trailer+ combustible) = 75 soles

Costo por personal: 15 soles

Estos costos son por un viaje de 23.3 toneladas, el costo total es de S./ 90

-En el nuevo sistema mecatrónico los costó por viaje de 70 toneladas es:

Consumo de Energía eléctrica por viaje :40 soles

Costo proporcional del mantenimiento del sistema por viaje: 38.4 soles

Costo de mantenimiento operación: 10 soles

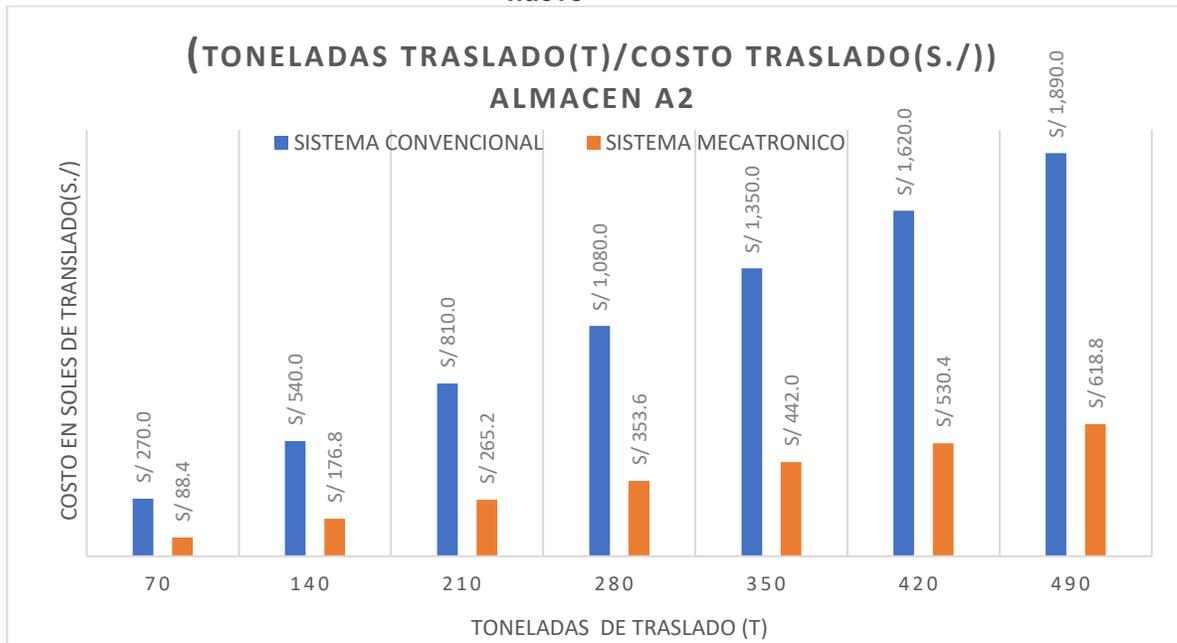
El total del costo es de s./ 88.4 por un viaje de 70 toneladas

Tabla V. 1 Costos de traslado sistema convencional vs sistema mecatrónico nuevo

Toneladas A2(t)	COSTO FLETE POR TONELADAS(S./) SISTEMA CONVENCIONAL	COSTO FLETE POR TONELADAS(S./) SISTEMA MECATRONICO NUEVO
70	270	88.4
140	540	176.8
210	810	265.2
280	1080	353.6
350	1350	442.0
420	1620	530.4
490	1890	618.8

Fuente: Elaboración Propia

Grafica V. 1 Costos de traslado (flete) del sistema convencional y sistema mecatrónico nuevo



Fuente: Elaboración Propia

Se está concluyendo que el sistema mecatrónico que se plantea en esta tesis en todos los grupos de traslado de toneladas, el costo es mucho menor que el sistema convencional

5.1.2. Tiempo de traslado

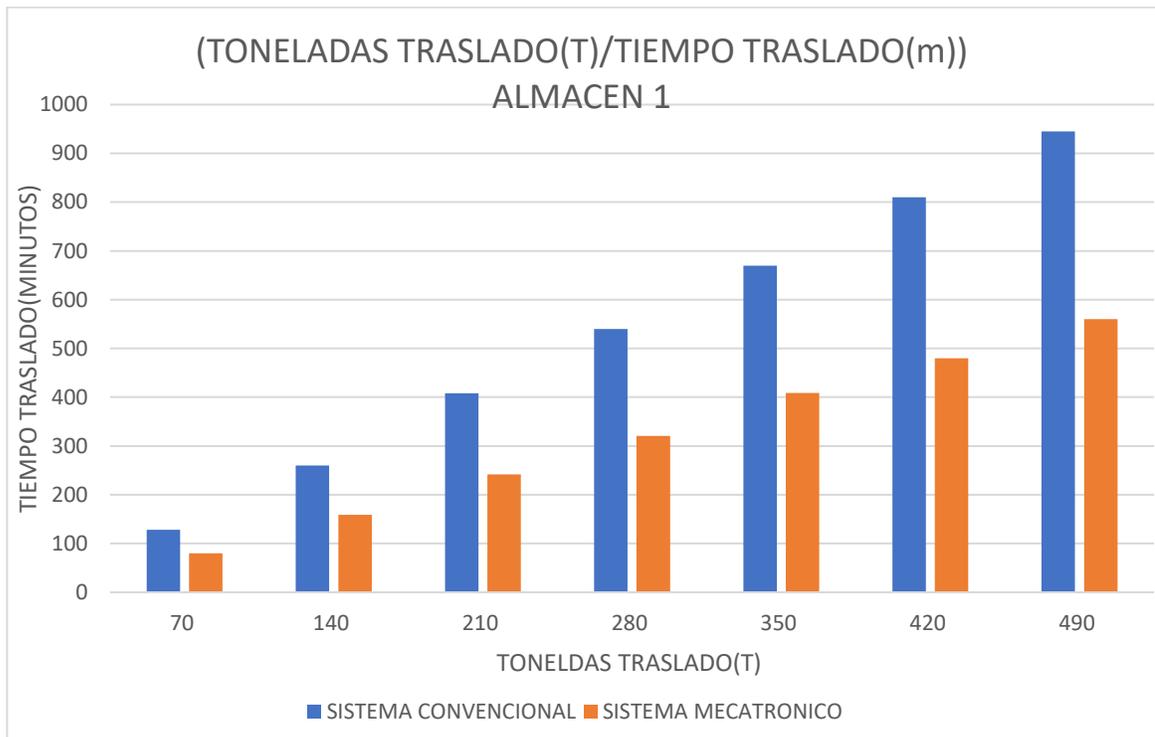
Son los tiempos en minutos (m) que se demoran en trasladar las toneladas de varillas desde la nave de producción hasta el almacén a descargar incluye los tiempos de la carga, traslado y descarga, se va a comparar los 2 sistemas

Tabla V. 2 Tiempos traslado almacén A1

Toneladas A1(t)	Tiempo traslado convencional(m)	Tiempo de traslado sistema mecatrónico(m)
70	128	80
140	260	159
210	408	242
280	540	321
350	670	409
420	810	480
490	945	560

Fuente: Elaboración Propia

Grafica V. 2 Tiempos traslado almacén A1



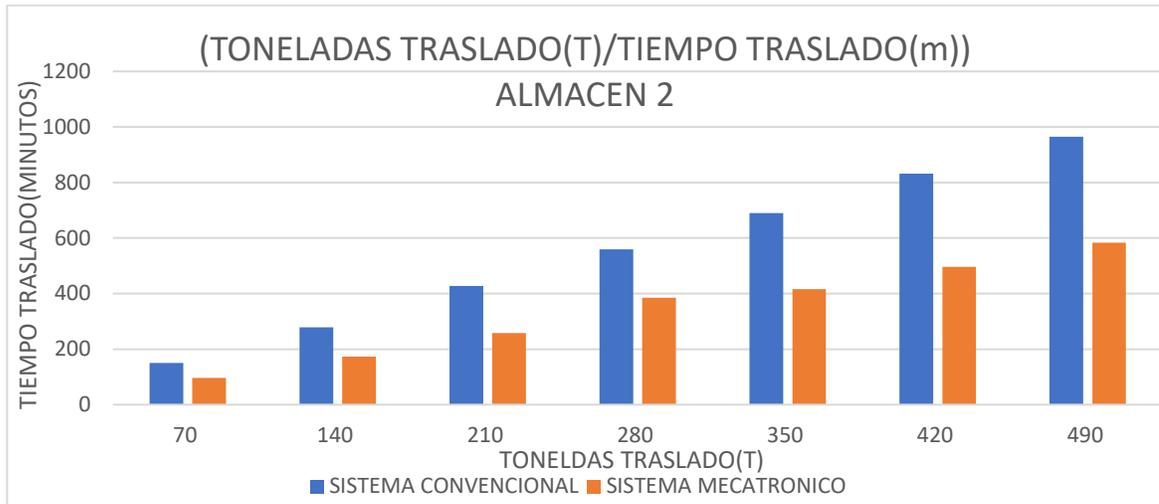
Fuente: Elaboración Propia

Tabla V. 3 Tiempos traslado almacén A2

Toneladas A2(t)	Tiempo traslado convencional(m)	Tiempo de traslado sistema mecatrónico(m)
70	150	96
140	279	173
210	427	258
280	559	385
350	690	416
420	832	496
490	965	583

Fuente: Elaboración Propia

Grafica V. 3 Tiempos traslado almacén A1



Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que los tiempos de traslado en el sistema convencional son mas duraderos que el sistema mecatrónico nuevo , esto significa el ahorro de tiempo este se puede utilizar para traslada mas toneladas de varillas de acero

5.1.3. Pruebas de posicionamiento

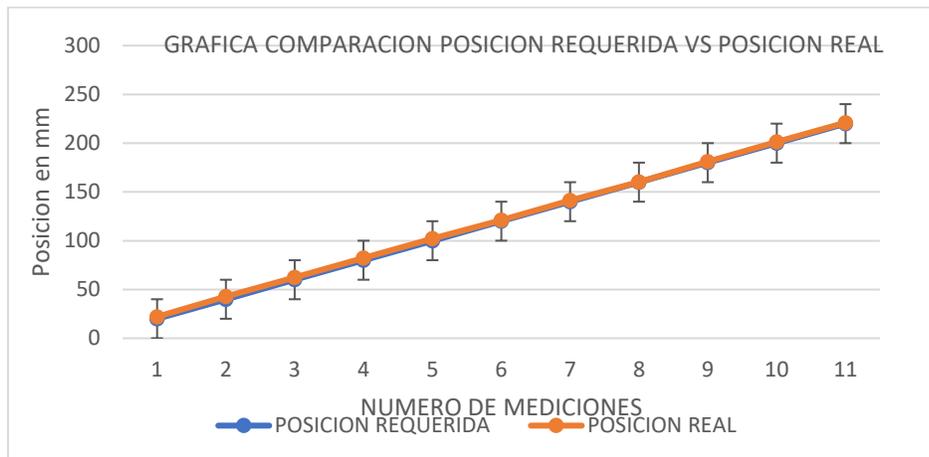
Se hizo el análisis de una muestra con nuestro prototipo para saber que tan preciso es nuestro sistema con el posicionamiento, tener en consideraciones que la medida de posicionamiento es en milímetros , a una velocidad de 25 a 40 metros por minuto

Tabla V. 4 Posiciones real y requerida con su respectivo error

N° MEDICION	Posición requerida (mm)	Posición real 1 (mm)	ERROR ABSOLUTO	ERROR %
1	20	22	2	10.000%
2	40	42.9	2.9	7.250%
3	60	62.5	2.5	4.167%
4	80	82.1	2.1	2.625%
5	100	102	2	2.000%
6	120	121.1	1.1	0.917%
7	140	141.2	1.2	0.857%
8	160	160.3	0.3	0.188%
9	180	181	1	0.556%
10	200	201.2	1.2	0.600%
11	220	221	1	0.455%

Fuente: Elaboración Propia

Grafica V. 4 Posiciones real y requerida con su respectivo error



Fuente: Elaboración Propia

5.2. Resultados inferenciales.

En los resultados descriptivos se demostró que el sistema convencional genera mas costo que el sistema mecatrónico nuevo , ya no es necesario hacer un análisis de resultado inferenciales ya que :

Tabla V. 5 Tabla de inferencias

Tipo de Hipótesis		CONCLUSION
Hipótesis nula H_0	Sistema nuevo mecatrónico = Mayor costo de traslado	Rechazado
Hipótesis Alternativa H_1	Sistema nuevo mecatrónico = Menor costo de traslado	Aceptado

Fuente: Elaboración Propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

HIPOTESIS GENERAL

La Primera contrastación:

Los resultados descriptivos concluyeron que el nuevo sistema mecatrónico representa menor costo de traslado que un sistema convencional, en la siguiente tabla vemos cuanto podemos ahorrar en un 1 año de uso, estos datos se sacan de

trasladar 490 toneladas diarias según tabla: Costos de traslado (flete) del sistema convencional y sistema mecatrónico nuevo

Tabla VI. 1 Tabla de costo de ahorro diario, mensual, anual

costo convencional - sistema mecatrónico (ahorro diario con 490 toneladas diarias de traslado)	costo convencional - sistema mecatrónico (Ahorro mensual)	costo convencional - sistema mecatrónico (ahorro anual)
S/ 1,271.20	S/ 38,136.00	S/ 457,632.00

Fuente: Elaboración Propia

Si la siderúrgica implementaría el proyecto en sus instalaciones, tendría buenos resultado e indicadores pero se tendría que hacer una inversión cerca de s./1,000,000.00 ya que involucra ingeniería, suministro y montaje de todas las disciplinas tanto civiles, mecánicas, eléctricas, electrónica, sistemas y comunicaciones.

Se ha realizado un análisis de los indicadores financieros en 5 años se tendría:

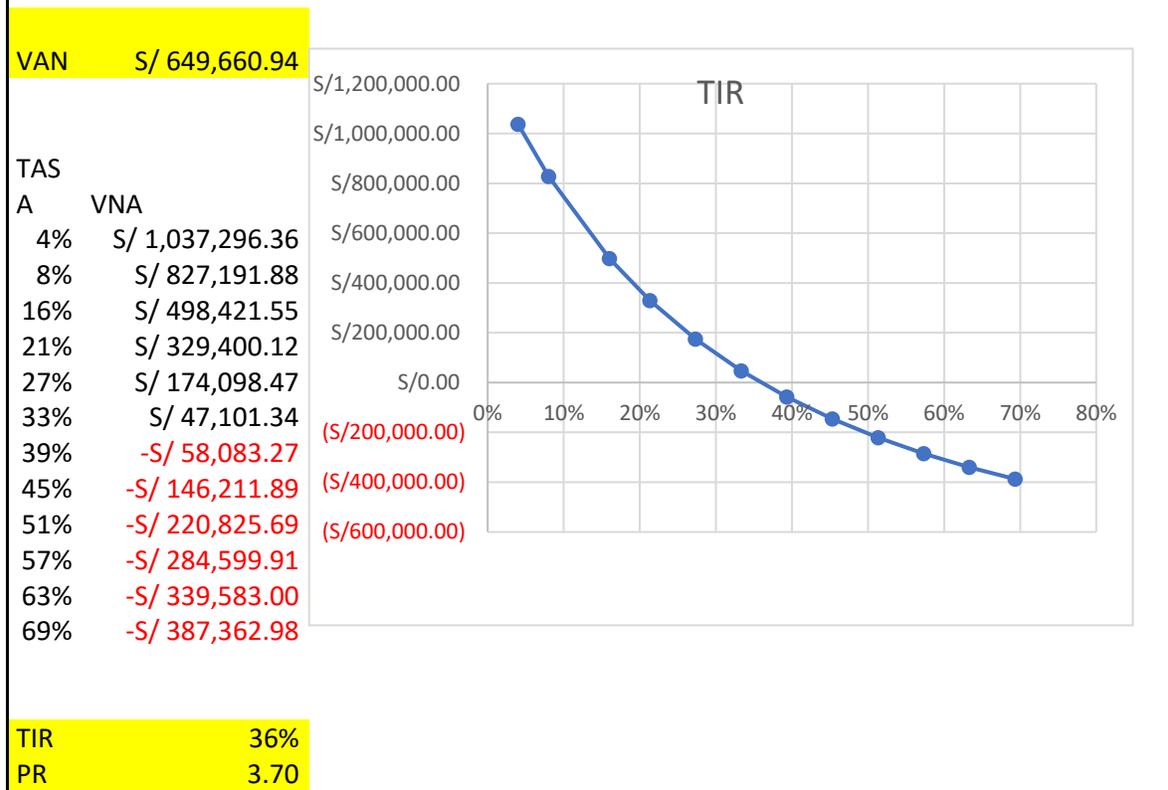
VAN: S/ 649,660.94 (VALOR ACTUAL NETO)

TIR : 36% (TASA INTERNA RETORNO)

PR: 3.7 AÑOS (TIEMPO RECUPERACION INVERSION)

Tabla VI. 2 Simulación de estados financieros si se realizaría el proyecto

AÑO	FLUJOS	FLUJOS REALES	SALDO ACTUALIZADO ACUMULADO	Tasa de interes	12 %
0	-S/ 1,000,000.00	-S/ 1,000,000.00	-S/ 1,000,000.00		
1	S/ 457,632.00	S/ 408,600.00	-S/ 591,400.00		
2	S/ 457,632.00	S/ 364,821.43	-S/ 226,578.57		
3	S/ 457,632.00	S/ 325,733.42	S/ 99,154.85		
4	S/ 457,632.00	S/ 290,833.41	S/ 389,988.26		
5	S/ 457,632.00	S/ 259,672.69	S/ 649,660.94		



Fuente: Elaboración Propia

Segunda contrastación:

Se redujo los tiempo por traslado en una jornada diaria de traslado de 490

toneladas :

Sistema convencional demora: 965 minutos (16 horas)

Sistema nuevo Mecatrónico demora : 583 minutos (9.7 horas)

Tabla VI. 3 Tabla de ahorro de tiempo

Tiempo sistema convencional - Tiempo sistema mecatrónico en minutos	Tiempo sistema convencional - Tiempo sistema mecatrónico horas
382	6.37

Fuente: Elaboración Propia

Se ahora 6.37 horas que es un tiempo donde se puede trasladar más toneladas de varillas.

Tercera contrastación:

Es el mismo prototipo del sistema mecatrónico el cual consta de varios subsistemas:

Electrónico, Automatización y software: Todo el sistema de control y automatización para que sea posible que el sistema sea Autónomo e inteligente , con una interfase de control inteligente de ejes en tía Portal de siemens

Sistema de comunicaciones y software de interfase industria 4.0:

La comunicación es en Ethernet , con protocolos de comunicación en Profinet entre variador , PLC y quipos en la etapa 2 de Automatización y con protocolos MQTT en la comunicación de los servidores hacia la nube esto gracias al software Node red. Este sistema utiliza y se enfoca en los pilares de industria 4.0 que causa que el sistema sea autónomo, inteligente , genere datos para que estos sean analizados en tiempo real por ejemplo :

- Genera una base de datos de cuantas toneladas acumuladas traslada el sistema.
- Genera reportes de producción y se lo manda por correo y mensajería celular a los usuarios permitidos de las variables de producción y mantenimiento

-Genera dashboard de control y visualización para ser vistos desde cualquier parte del mundo con la ayuda de una plataforma IOT en nuestro caso AWS

Figura VI. 1 Prototipo del sistema mecatrónico para pruebas



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Con este desarrollo del sistema mecatrónico automatizado se estima reducir:

- Costos de flete a un 60 %
- Reducción de Tiempos por traslado en 6.37 horas diarias
- Reducción de recursos casi al 90%
- Reducción de riesgos de accidentes

La Industria 4.0 transforma radicalmente una industria, los procesos, las empresas, la sociedad, los recursos, la cual esta integra todas las tecnologías tanto el procesamiento de datos(Big data), sensores inteligentes, simulaciones , sistemas de procesamiento autónomos , sistemas automatizados , robótica , comunicaciones ,internet de la cosas , Nube , etc ; para conseguir una visión de la industria del futuro o industria inteligente que sea autónoma capaces de tomar decisiones descentralizadas , con mayor flexibilidad y productividad.

El protocolo Mqtt "Message Queue Telemetry Transport" es muy apropiado para internet de las cosas ya que las características predominantes es que utiliza un escaso ancho de banda, utiliza la simplicidad, utiliza pocos recursos para llevar a cabo el intercambio de información entre diferentes máquinas.

Las variables de posición y velocidad son muy importantes para el movimiento autónomo de este sistema.

El sistema de PLC tiene que tener los atributos de conexión ethernet TCP-IP el cual es el nexo entre la nube, base de datos y el hardware de los automatismos , sensores , variadores , actuadores y motores .

La nueva era de la logística y despachos inteligentes de productos utilizan sistemas mecatrónicas, robóticos para automatizar las operaciones los cuales mejora la productividad y abarata los costos.

RECOMENDACIONES

El uso de conectividad, bases de datos, protocolos estándar que utiliza la industria 4.0 se tiene la necesidad de proteger los sistemas, las máquinas, las líneas de producción y los datos de ataques cibernéticos es recomendable tener un buen sistema de ciberseguridad, los resultados darán comunicaciones seguras y confiables, con gestión de permisos hacia las máquinas y líneas de producción.

Se puede mejorar cambiando el variador, motor y encoder por un sistema de Driver y servomotor ya que este último es mucho más preciso en control de movimiento.

La industria 4.0 utiliza nuevas tecnologías de control en ingeniería electrónica, de software, tecnología en ciberseguridad, robótica, simulación, base de datos, comunicaciones, estas nuevas tecnologías demandan nuevos puestos de trabajos que se recomiendan a los ingenieros, técnicos y operadores capacitarse para estar preparados para la industria inteligente.

La energización de estos sistemas mecatrónicos en movimiento es muy importante, pero depende mucho de carga a llevar y esto se refleja en la corriente, en nuestro caso se utilizó un sistema pantógrafo que transmite la energía por rozamiento, esto involucra mantenimiento periódico para no tener problemas, se recomienda con el avance de la tecnología eléctrica instalar como mejora un sistema a baterías.

Las comunicaciones entre el PLC y los servidores hacia la nube se recomiendan que se a través de fibra óptica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1]L. Joyanes , *INDUSTRIA 4.0 La cuarta revolución industrial*, Primera edición, México: Alfaomega Grupo Editor, 2017

[2]P. Quintía . *Robots capaces de aprender y adaptarse al entorno a partir de sus propias experiencias*. Ph.d, thesis, Departamento de electrónica ,USC, Coruña , España,2013

[3]T. Hagino , *Practical Node-RED Programming*. First published. UK: Published by Packt Publishing Ltd ,March 2021

[4] R. Jens Weidauer , *Electrical Drives , Principles Planning Applications Solutions* .2nd enlarged and revised edition. Germany: Publicis Publishing ,2014

[5]G. PIRRAGLIA ,*PROGRAMMAZIONE AVANZATA CON PLC S7-1200/1500, HMI, I/O ANALOGICIE OROLOGIO HW*. 2nd enlarged and revised edition . Milano (Italy) : Ulrico Hoepli Editore S.p.A. , 2018

[6]ROLAND BERGER/SIEMENS , *España 4.0: El reto de la transformación digital de la empresa* .https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudiodigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf , MADRID 2016

[7] M. Martínez de Ita, *Modelo de asimilación tecnológica bajo el enfoque de industria 4.0 para fabricantes de autopartes en la región central de México.*

M.S. thesis, Departamento de electrónica ,UIP, PUEBLA , MEXICO,2018

[8] Siemens AG, *S7-1200 Motion Control V6.0 en el TIA Portal V14 Manual de funciones*, Division Digital Factory, ALEMANIA, 2016

[9] Power Energy Distribution , *Ingeniería carro de transferencia de varillas* ,
División Ingeniería , PERU, 2021

ANEXOS

ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA

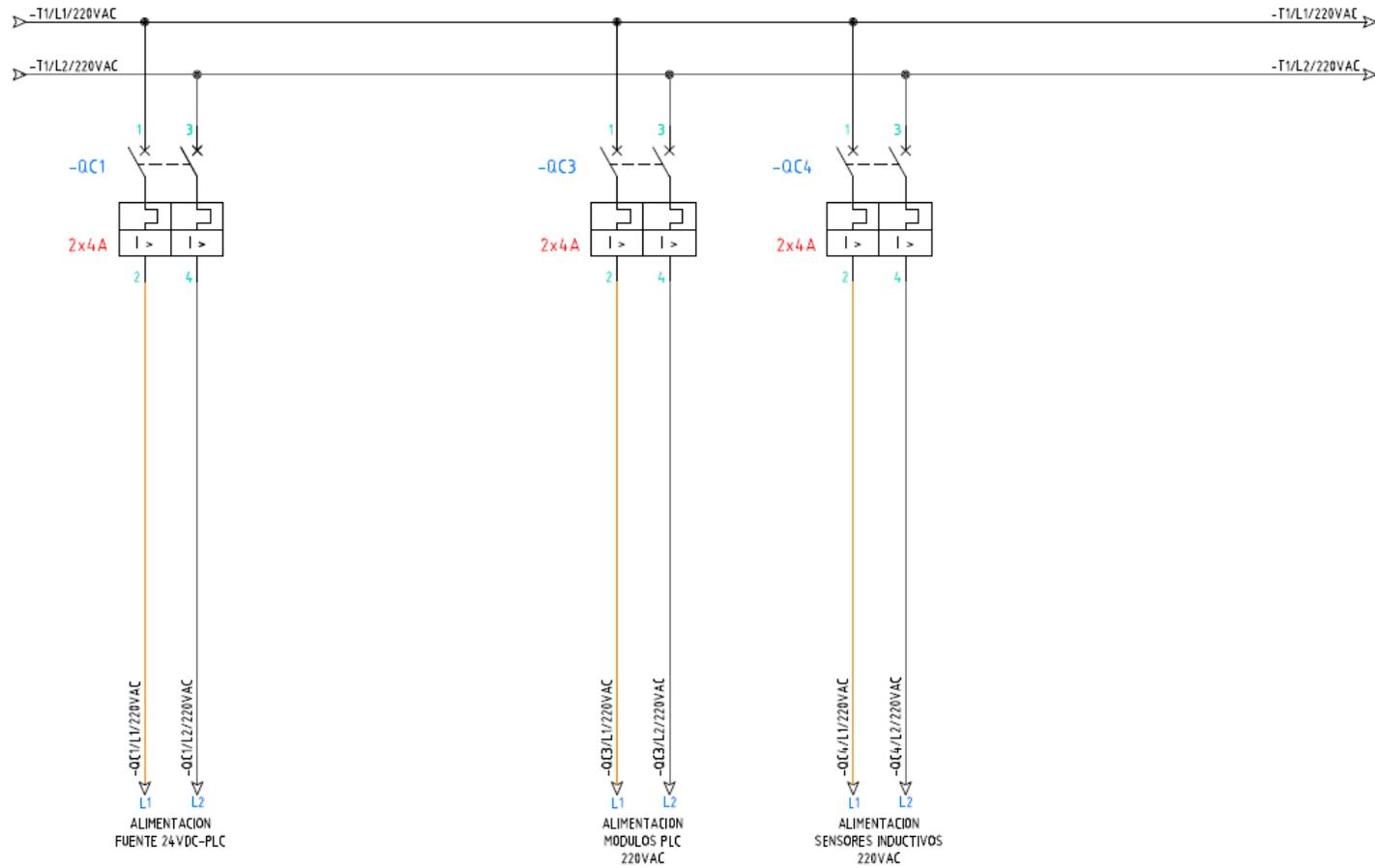
TITULO DEL PROYECTO : “DESARROLLO DE UN SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO DE CARGA PARA REDUCIR COSTOS DE TRASLADO DE 70 TONELADAS DE VARILLAS DE ACERO EN EL MARCO INDUSTRIA 4.0 , 2022”				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOS
<p>General: ¿Cómo Desarrollar de un sistema mecatrónico automatizado de carga que permita transportar varillas de acero hasta 70 toneladas entre sus almacenes, el cual reduzca considerablemente los fletes de transporte y tiempos de traslado ?</p> <p>Específico: A.- ¿Cómo desarrollamos un sistema de hardware de control y comunicaciones con las tecnologías industrias 4.0, para que el transporte sea Autónomo?</p> <p>B.-¿Qué entornos de programación y algoritmos de control , comunicaciones IIOT, base y análisis de datos desarrollaremos para este sistema mecatrónico ?</p>	<p>General: Desarrollo un sistema Mecatronico automático de traslado de carga de 70 toneladas de varillas de acero empleando tecnologías modernas de automatización en el marco de industria 4.0 dando paso a que el proceso logístico sea autónomo e inteligente, el cual reducirá los costos de flete de transporte y reduzca los tiempos de traslado</p> <p>Específico: A.-Implementar un sistema de Hardware de control y comunicaciones entorno industrial 4.0 que permita la ejecución de movimientos, trayectorias, registro de variables de proceso y que el sistema sea autónomo. B.-Desarrollar algoritmos de control de movimientos, base y análisis de datos, comunicaciones IIOT</p>	<p>General: Es posible si se diseña un sistema mecatrónico automatizado de carga que permita transportar 70 toneladas de acero entre la nave de producción y sus almacenes finales reduzca considerablemente los costos de fletes y tiempos muertos de traslado por empresas terceras</p> <p>Específico: Es posible que un sistema de transporte de carga varillas de construcción automático orientado a usar tecnología industria 4.0 y comunicaciones IIOT reduzca los tiempos de traslado y cause que el sistema se movilice y se posicione en forma autónoma y que gestione variables de operación , mantenimiento y producción para su análisis en tiempo real .</p>	<p>Variable independiente X: X1: Reducción de costos de traslado X2: Reducción de tiempos de traslado X3: Implementación de hardware y algoritmos de control de posicionamiento y comunicaciones IIOT</p> <p>Variable independiente Y: Y1: Sistema mecatrónico de traslado de carga de 70 t. automático y autónomo</p>	<p>-Experimental Tecnológica Se van a realizar varias pruebas simulando el sistema tanto en la disciplina electrónica, eléctrica y mecánica</p> <p>-Cuantitativa Los datos de las simulaciones son procesados para la implementación final del sistema y cumplir con los objetivos de la tesis</p> <p>-Transversal Nuestra investigación tiene un tiempo temporal</p>

ANEXO B : PLANOS ELECTRICOS Y DE AUTOMATIZACION

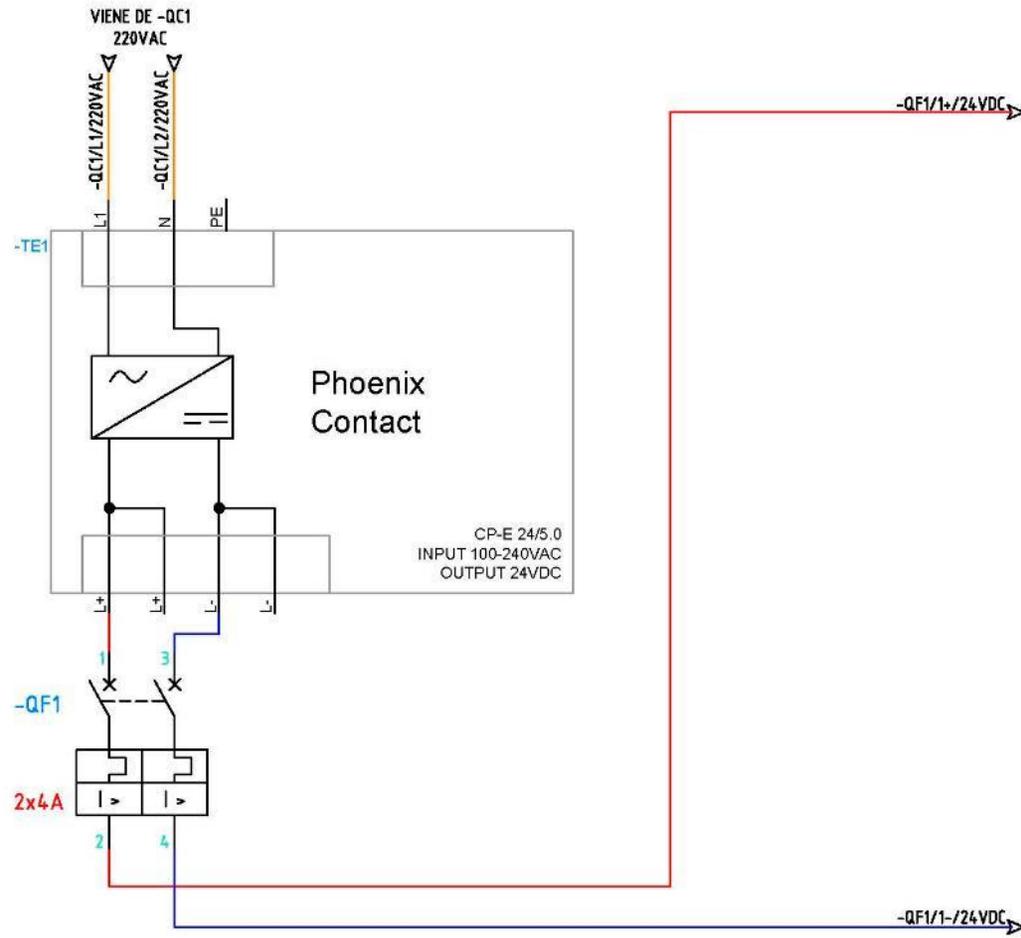
ESQUEMA DE COMUNICACIONES SISTEMA MECATRONICO CARGA



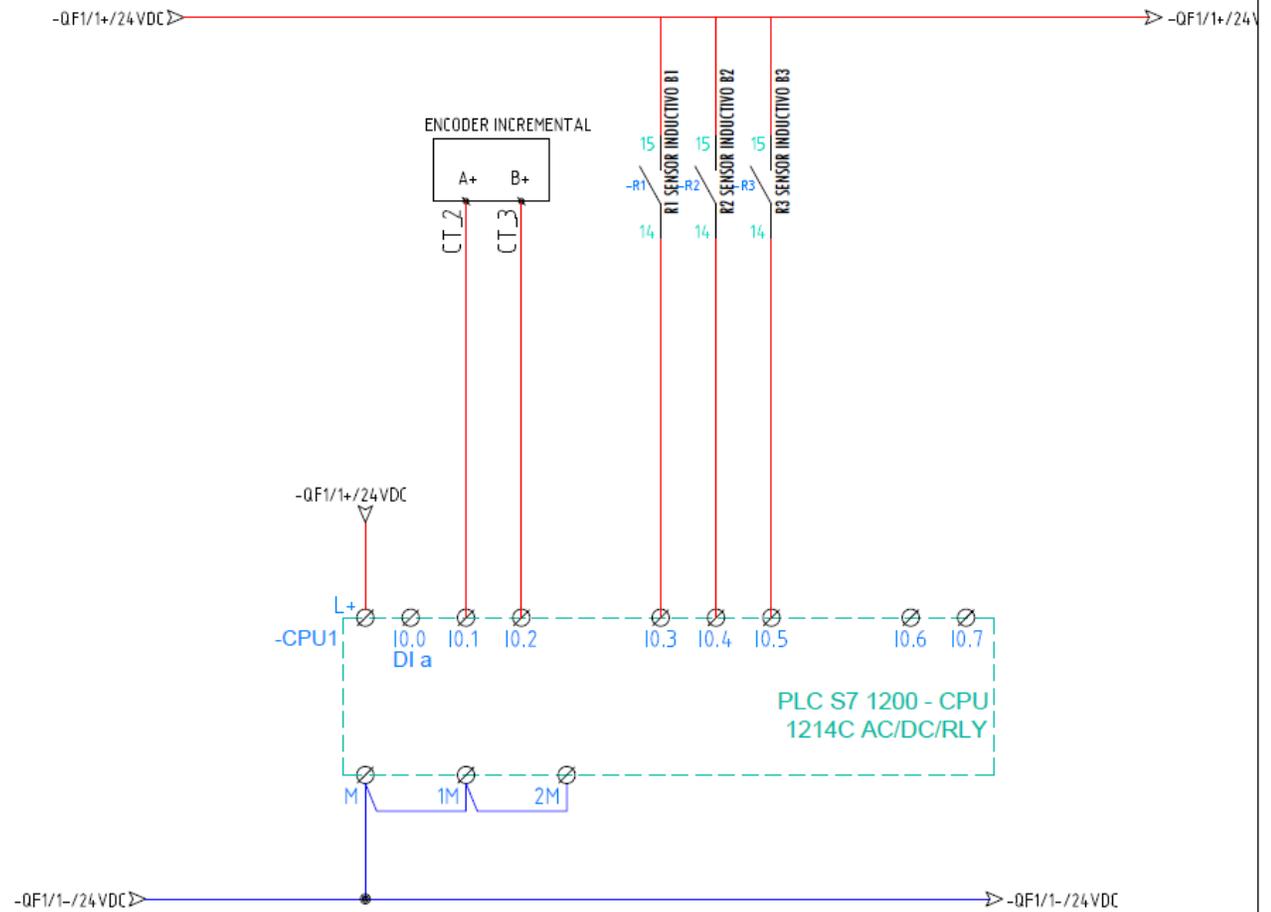
SISTEMA MECATRONICO CARGA- PLANOS FUERZA Y CONTROL



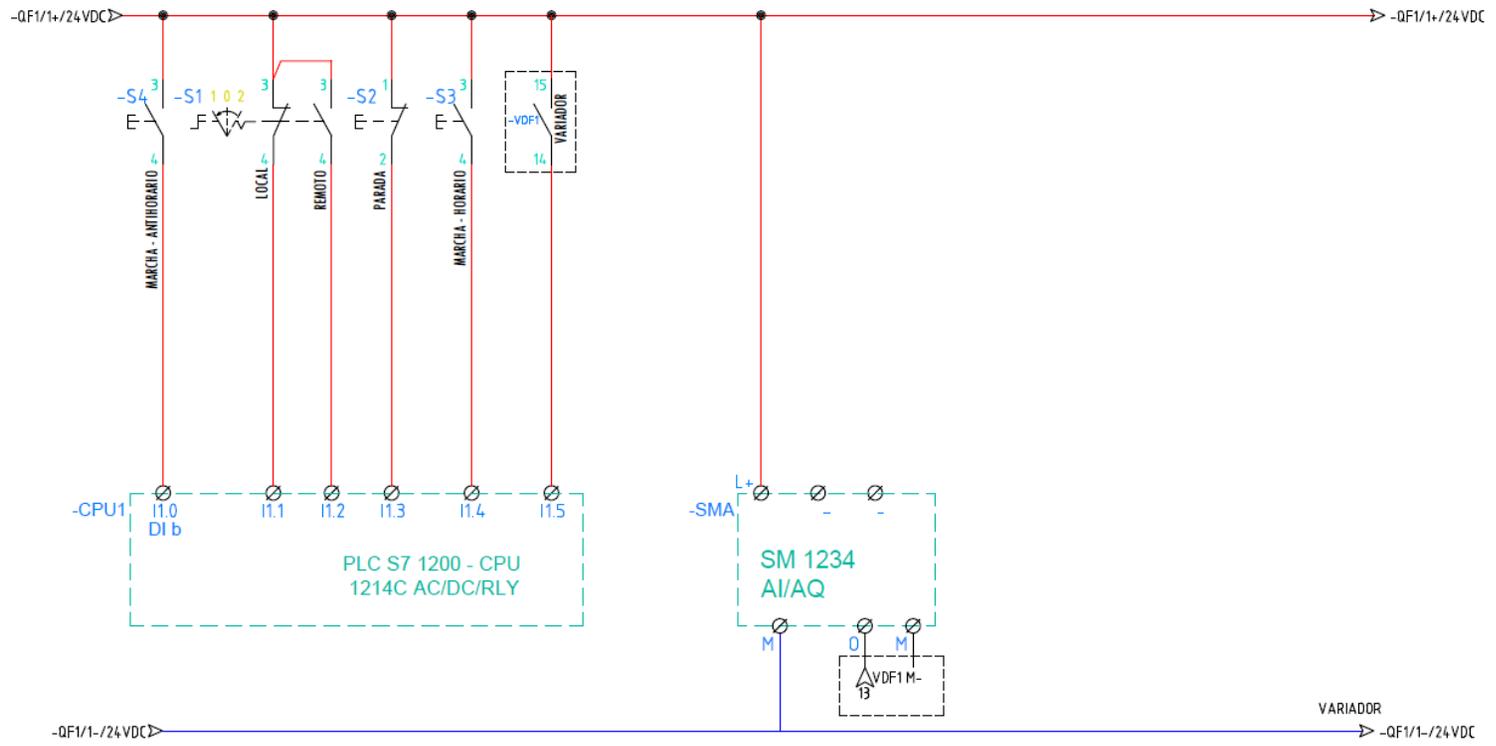
SISTEMA MECATRONICO CARGA- PLANOS FUERZA Y CONTROL

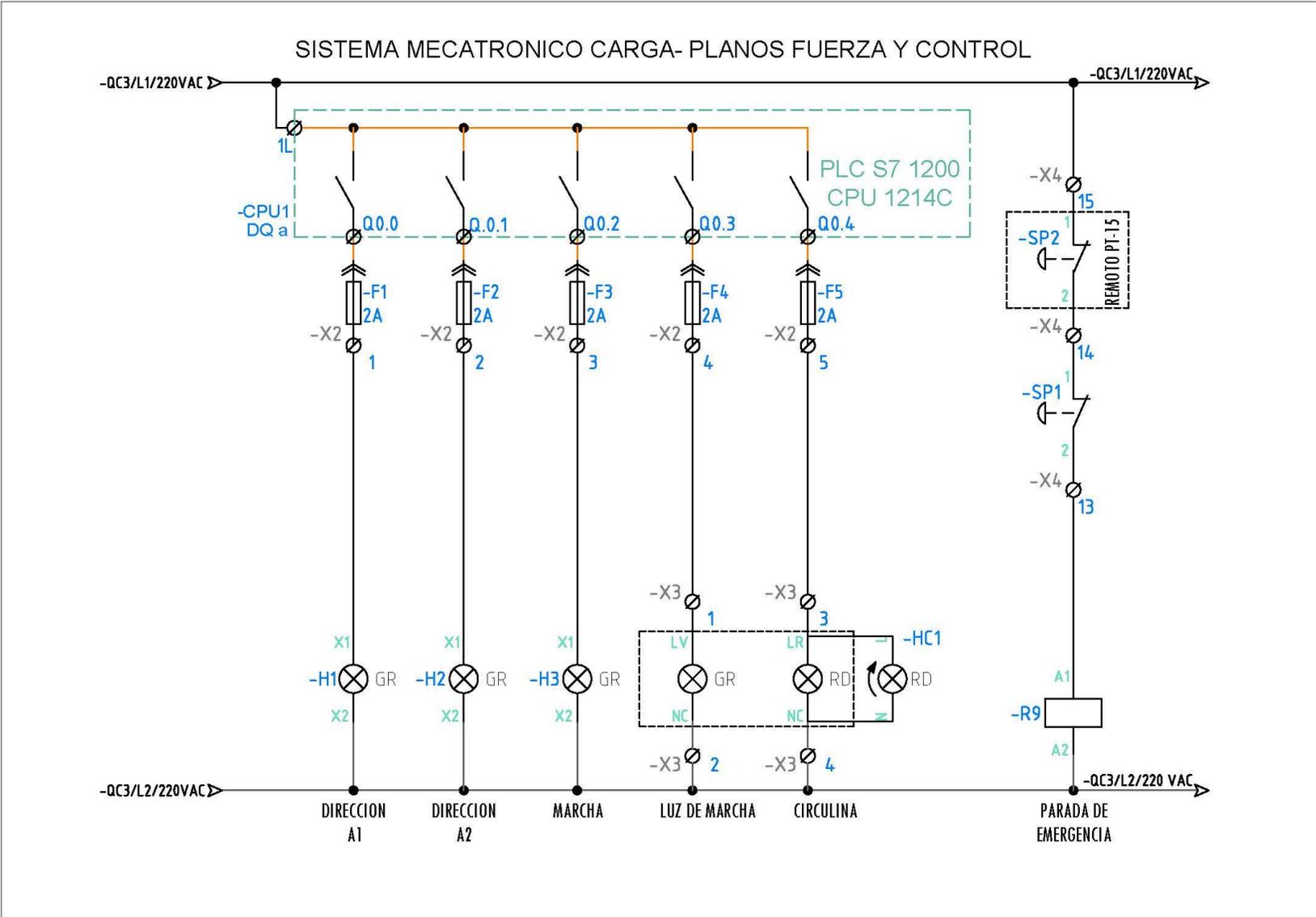


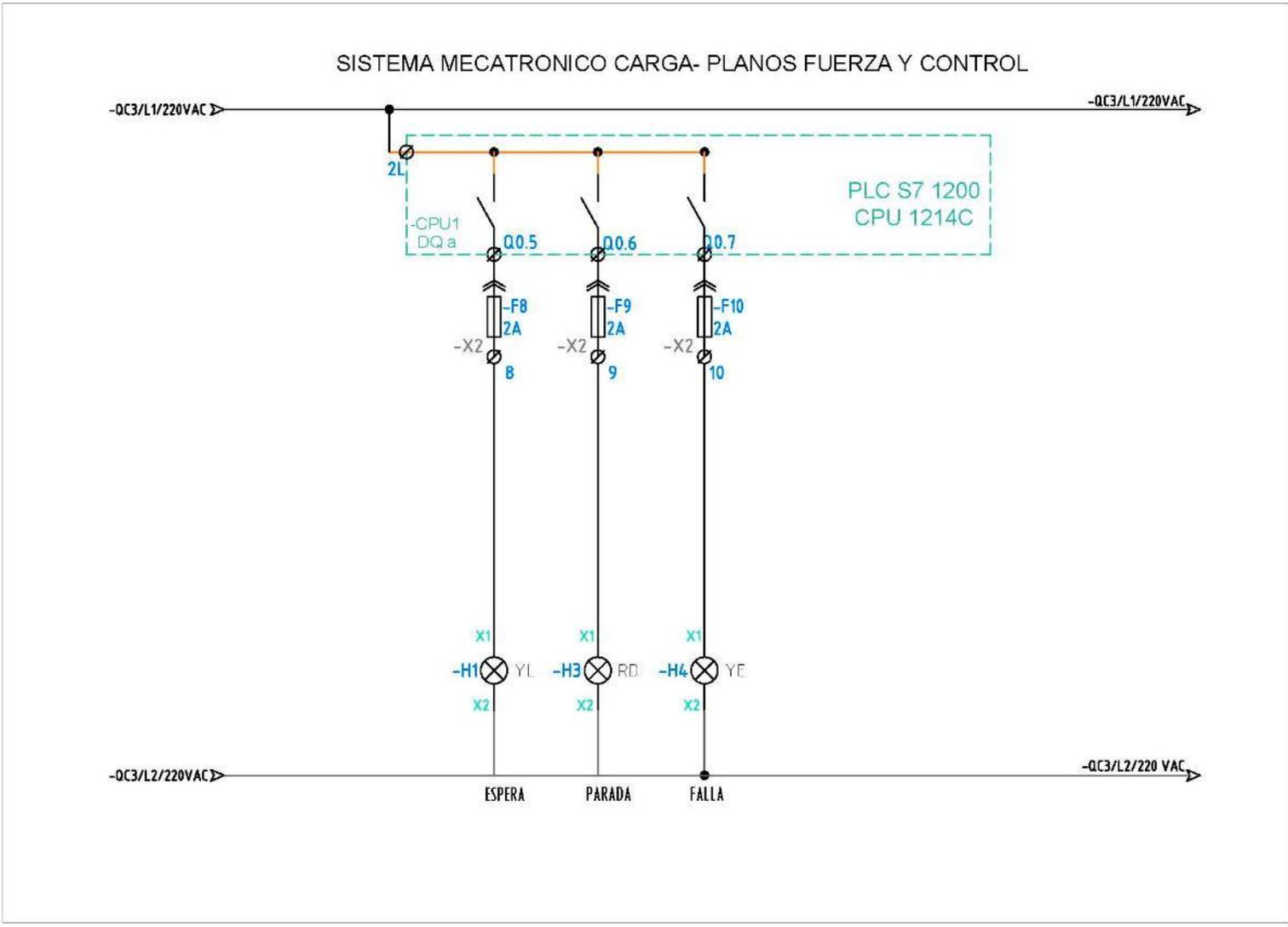
SISTEMA MECATRONICO CARGA- PLANOS FUERZA Y CONTROL



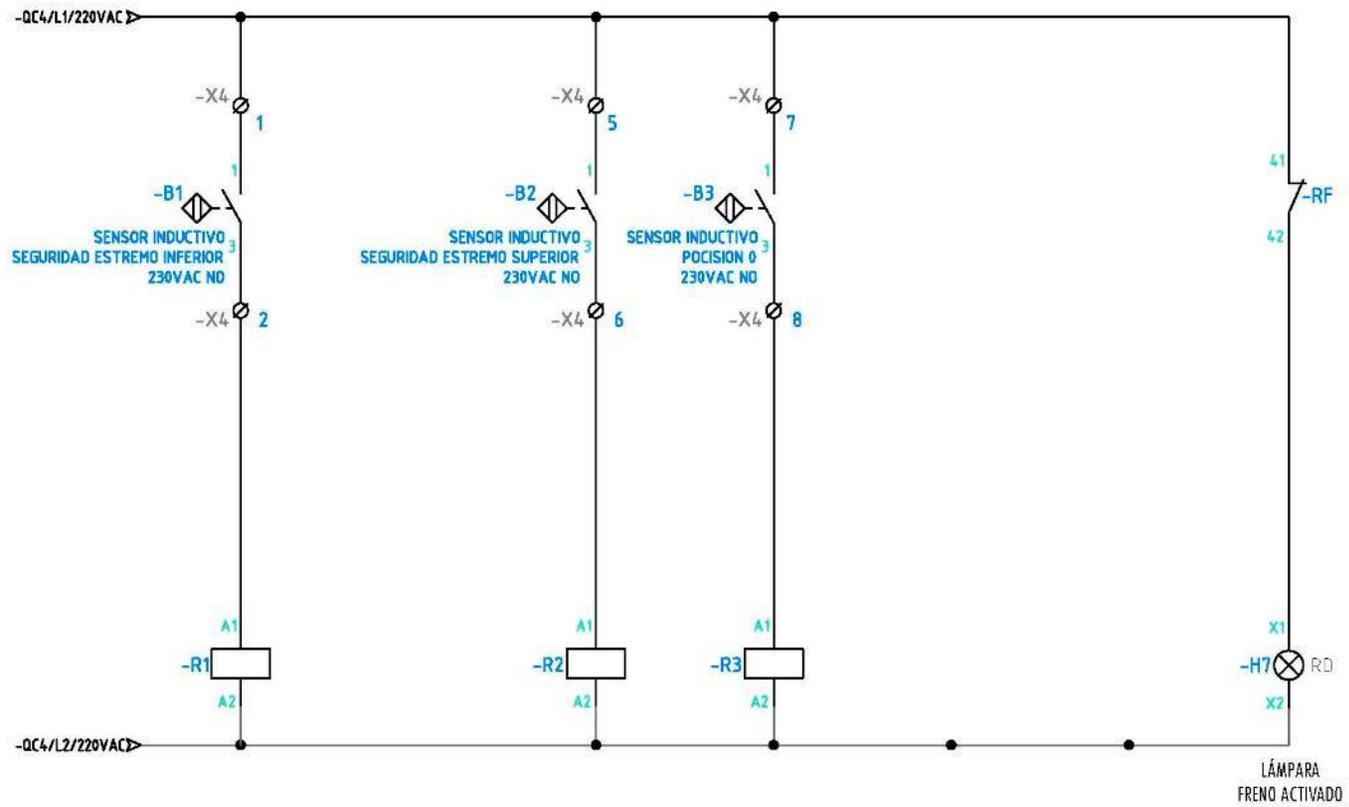
SISTEMA MECATRONICO CARGA- PLANOS FUERZA Y CONTROL





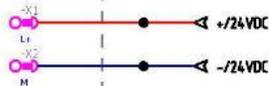


SISTEMA MECATRONICO CARGA- PLANOS FUERZA Y CONTROL

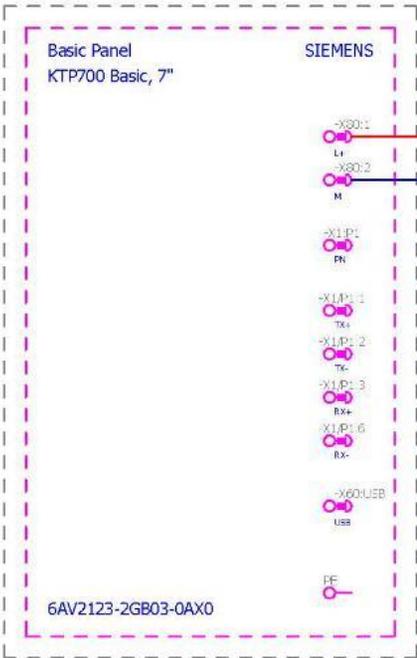


SISTEMA MECATRONICO CARGA- PLANOS FUERZA Y CONTROL

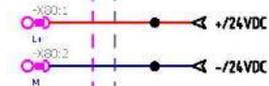
SWITCH
COMUNICACIONES



-HMI



SIEMENS



ANEXO C: PROGRAMACION DE FLUJOS Y NODOS – NODE RED

```
[
  {
    "id": "fc72e0e3cbd14ae2",
    "type": "subflow",
    "name": "round 2",
    "info": "",
    "category": "",
    "in": [
      {
        "x": 60,
        "y": 60,
        "wires": [
          {
            "id": "b4a6046ce1ba8f43"
          }
        ]
      }
    ],
    "out": [
      {
        "x": 440,
        "y": 60,
        "wires": [
          {
            "id": "b4a6046ce1ba8f43",
            "port": 0
          }
        ]
      }
    ],
    "env": [],
    "meta": {},
    "color": "#DDAA99"
  },
  {
    "id": "b4a6046ce1ba8f43",
    "type": "function",
    "z": "fc72e0e3cbd14ae2",
    "name": "Ajustar a dos decimales",
    "func": "var temp = parseFloat(msg.payload);\nmsg.payload = Math.round(temp*Math.pow(10,2))/Math.pow(10,2);\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 250,
    "y": 60,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "2a0821accd28ca0d",
    "type": "tab",
    "label": "TESIS SISTEMA MECATRONICO CARGA",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "72bb24f41875f64f",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "HABILITAR EJE",
  }
]
```

```

"diff": true,
"name": "HABILITAR EJE",
"x": 140,
"y": 60,
"wires": [
  [
    "1618334f4131a507"
  ]
]
},
{
  "id": "47b0922fc69c230c",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "POSICION CARRO",
  "diff": true,
  "name": "POSICION REAL",
  "x": 160,
  "y": 660,
  "wires": [
    [
      "743bbcc4cf4f8401"
    ]
  ]
},
{
  "id": "7e11dc2949e36456",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "TOTAL TON A1",
  "diff": true,
  "name": "TONELA1",
  "x": 140,
  "y": 740,
  "wires": [
    [
      "64f83562e862591f",
      "8c696d891dc35a7b",
      "d0c69fd2b6cb9117"
    ]
  ]
},
{
  "id": "954126f07ba332d1",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "VELOCIDAD",
  "diff": true,
  "name": "VELOCIDAD CARRO",
  "x": 180,
  "y": 900,
  "wires": [
    [
      "4842cff75326154a"
    ]
  ]
},
{
  "id": "1534646aacb0b977",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "TOTAL TON A2",

```

```

"diff": true,
"name": "TONELA2",
"x": 140,
"y": 820,
"wires": [
  [
    "834e0719b7710a21",
    "18b85fff957a0e96",
    "e7439e7cb6e47f13"
  ]
]
},
{
  "id": "472fa349f6720bc3",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "CORRIENTE MOTOR",
  "diff": true,
  "name": "CORRIENTE MOTOR",
  "x": 200,
  "y": 1060,
  "wires": [
    [
      "daabcc11783abec6"
    ]
  ]
},
{
  "id": "51adcc46b450fccf",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "POTENCIA",
  "diff": true,
  "name": "POTENCIA",
  "x": 170,
  "y": 1180,
  "wires": [
    [
      "0e79d2e0f3d4c7d1"
    ]
  ]
},
{
  "id": "e953809024e00b9d",
  "type": "comment",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "VARIABLES DE PRODUCCION",
  "info": "",
  "x": 180,
  "y": 600,
  "wires": []
},
{
  "id": "18b85fff957a0e96",
  "type": "ui_text",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "group": "68e8641a6c531aff",
  "order": 4,
  "width": 0,
  "height": 0,
  "name": "TONELADAS ALMACEN2",
  "label": "TONELADAS ALMACEN 2:",
  "format": "{{msg.payload}}",
  "layout": "row-center",
  "className": ""
}

```

```

"x": 750,
"y": 800,
"wires": []
},
{
  "id": "743bbcc4cf4f8401",
  "type": "ui_gauge",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "POSICION CARRO",
  "group": "7d5bbcdac38f19d",
  "order": 1,
  "width": 6,
  "height": 3,
  "gtype": "gage",
  "title": "POSICION CARRO",
  "label": "METROS",
  "format": "{{value}}",
  "min": 0,
  "max": "220",
  "colors": [
    "#00b500",
    "#e6e600",
    "#ca3838"
  ],
  "seg1": "",
  "seg2": "",
  "className": "",
  "x": 530,
  "y": 640,
  "wires": []
},
{
  "id": "8c696d891dc35a7b",
  "type": "ui_chart",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "group": "68e8641a6c531aff",
  "order": 1,
  "width": 6,
  "height": 3,
  "label": "TONELADAS A1",
  "chartType": "line",
  "legend": "false",
  "xformat": "HH:mm:ss",
  "interpolate": "linear",
  "nodata": "",
  "dot": false,
  "ymin": "",
  "ymax": "",
  "removeOlder": 1,
  "removeOlderPoints": "",
  "removeOlderUnit": "3600",
  "cutout": 0,
  "useOneColor": false,
  "useUTC": false,
  "colors": [
    "#1f77b4",
    "#aec7e8",
    "#ff7f0e",
    "#2ca02c",
    "#98df8a",
    "#d62728",
    "#ff9896",
    "#9467bd",
    "#c5b0d5"
  ],
  "outputs": 1,
  "useDifferentColor": false,
  "className": "",
  "x": 730,

```

```

    "y": 700,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "d0c69fd2b6cb9117",
    "type": "ui_text",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "group": "68e8641a6c531aff",
    "order": 2,
    "width": 0,
    "height": 0,
    "name": "",
    "label": "TONELADAS ALMACEN1:",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-center",
    "className": "",
    "x": 760,
    "y": 740,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "e7439e7cb6e47f13",
    "type": "ui_chart",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "group": "68e8641a6c531aff",
    "order": 3,
    "width": 6,
    "height": 3,
    "label": "TONELADAS ALMACEN 2",
    "chartType": "line",
    "legend": "false",
    "xformat": "HH:mm:ss",
    "interpolate": "linear",
    "nodata": "",
    "dot": false,
    "ymin": "",
    "ymax": "",
    "removeOlder": 1,
    "removeOlderPoints": "",
    "removeOlderUnit": "3600",
    "cutout": 0,
    "useOneColor": false,
    "useUTC": false,
    "colors": [
      "#1f77b4",
      "#aec7e8",
      "#ff7f0e",
      "#2ca02c",
      "#98df8a",
      "#d62728",
      "#ff9896",
      "#9467bd",
      "#c5b0d5"
    ],
    "outputs": 1,
    "useDifferentColor": false,
    "className": "",
    "x": 740,
    "y": 840,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "fe62476f0a8a2546",
    "type": "ui_gauge",
    "z": "2a0821accd28ca0d",

```

```

"name": "",
"group": "7dd5bbcdac38f19d",
"order": 2,
"width": 6,
"height": 3,
"ctype": "gage",
"title": "VELOCIDAD",
"label": "M/S",
"format": "{{value}}",
"min": 0,
"max": "200",
"colors": [
  "#00b500",
  "#e6e600",
  "#ca3838"
],
"seg1": "",
"seg2": "",
"className": "",
"x": 730,
"y": 960,
"wires": []
},
{
{
  "id": "e98c764ecc2ec3d8",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "HOME",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 110,
  "y": 180,
  "wires": [
    [
      "bb6854728234e6a6"
    ]
  ]
},
{
  "id": "bb6854728234e6a6",
  "type": "ui_switch",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "label": "HOME",
  "tooltip": "",
  "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
  "order": 4,
  "width": 6,
  "height": 1,
  "passthru": true,
  "decouple": "false",
  "topic": "topic",
  "topicType": "msg",
  "style": "",
  "onvalue": "true",
  "onvalueType": "bool",
  "onicon": "",
  "oncolor": "",
  "offvalue": "false",
  "offvalueType": "bool",
  "officon": "",
  "offcolor": "",
  "animate": false,
  "className": "",
  "x": 470,
  "y": 180,
  "wires": [

```

```

    ]
  },
  {
    "id": "64f83562e862591f",
    "type": "function",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "TONELA1",
    "func": "flow.set(\"TONELA1\",msg.payload);\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 530,
    "y": 680,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "834e0719b7710a21",
    "type": "function",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "TONELA2",
    "func": "flow.set(\"TONELA2\",msg.payload);\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 450,
    "y": 780,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "4842cff75326154a",
    "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "env": [],
    "x": 460,
    "y": 900,
    "wires": [
      [
        "ede73fb16bb485b4",
        "fe62476f0a8a2546"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "0e79d2e0f3d4c7d1",
    "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "env": [],
    "x": 440,
    "y": 1180,
    "wires": [
      [
        "638fcdfd107ab5f",
        "a791cbde4df7aa28"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "d4b3337c54fabe46",

```

```

    "type": "comment",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "VARIABLES DE CONTROL",
    "info": "",
    "x": 180,
    "y": 20,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "a064846ef19942a8",
    "type": "comment",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "Insercion de datos en tabla base datos",
    "info": "",
    "x": 210,
    "y": 1420,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "c7281e1a130916ba",
    "type": "inject",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "Crear Tabla",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      },
      {
        "p": "topic",
        "vt": "str"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "",
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "CREATE TABLE Produccion(TIMESTAMP INT PRIMARY KEY NOT NULL, Produccion TEXT NOT NULL, TONELA1 INT NOT NULL, TONELA2 INT NOT NULL)",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 170,
    "y": 1480,
    "wires": [
      [
        "4aa2d269bc6c5be7"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "0cd6cb26a1af0a82",
    "type": "debug",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "true",
    "targetType": "full",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 750,
    "y": 1480,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "4aa2d269bc6c5be7",
    "type": "sqlite",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "mydb": "c33e93f7ff63cfd9",

```

```

"sqlquery": "msg.topic",
"sql": "",
"name": "SQLite",
"x": 570,
"y": 1480,
"wires": [
  [
    "0cd6cb26a1af0a82"
  ]
]
},
{
  "id": "964c9c7494e562d9",
  "type": "function",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Insertar",
  "func": "var timestamp = msg.payload;\nvar Produccion = 'Produccion';\nvar TONELA1 = flow.get(\"TONELA1\");\nvar TONELA2 = flow.get(\"TONELA2\");\n\nmsg = {\n  \"topic\": 'INSERT INTO Produccion (timestamp,Produccion,TONELA1,TONELA2) values(${timestamp},${Produccion},${TONELA1},${TONELA2})`\n`;\n\nreturn msg;";
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "libs": [],
  "x": 400,
  "y": 1560,
  "wires": [
    [
      "4aa2d269bc6c5be7"
    ]
  ]
},
{
  "id": "b9550940927791b7",
  "type": "function",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Generar Chart",
  "func": "var a1=[];\nvar a2=[];\nvar payload=msg.payload;\n\nfor(let i=0;i<payload.length;i++)\n{\n  var timestamp=payload[i][\"TIMESTAMP\"];\n  var TONELA1=parseFloat(payload[i][\"TONELA1\"]);\n  var TONELA2=parseFloat(payload[i][\"TONELA2\"]);\n\n  \n  var curva1={ \"x\": timestamp, \"y\": TONELA1 }; \n  var curva2={ \"x\": timestamp, \"y\": TONELA2 }; \n\n  \n  a1.push(curva1);\n  a2.push(curva2);\n}\n\nmsg.payload=[{\n  \"series\": [\"TONELA1\", \"TONELA2\"], \n  \"data\": [a1,a2], \n  \"labels\": [\"TONELA1\", \"TONELA2\"]\n}];\n\nreturn msg;";
  "id": "c9a7b9ac3b39e99c",
  "type": "debug",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "active": false,
  "tosidebar": true,
  "console": false,
  "tostatus": false,
  "complete": "true",
  "targetType": "full",
  "statusVal": "",
  "statusType": "auto",
  "x": 550,
  "y": 1840,
  "wires": []
},
{
  "id": "daabcc11783abec6",
  "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "env": [],
  "x": 460,
  "y": 1060,

```

```

"wires": [
  [
    "97917ff208840b03",
    "3c3cd859a018373c"
  ]
]
},
{
  "id": "54b406f72237a15f",
  "type": "inject",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "props": [],
  "repeat": "1",
  "crontab": "",
  "once": false,
  "onceDelay": 0.1,
  "topic": "",
  "x": 110,
  "y": 2040,
  "wires": [
    [
      "e55d6ade95e6d732"
    ]
  ]
},
{
  "id": "9751cbd2fa1a5d78",
  "type": "comment",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Envio de valores sincronicamente",
  "info": "",
  "x": 190,
  "y": 1980,
  "wires": []
},
{
  "id": "e55d6ade95e6d732",
  "type": "function",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Fecha y Hora",
  "func": "var dtl = new Date();\ndiasdelasemana =
[\"Domingo\", \"Lunes\", \"Martes\", \"Miercoles\", \"Jueves\", \"Viernes\", \"Sabado\"];
\n\n// Generar dia\ndiasemana =
diasdelasemana[dtl.getDay()];\nmonth = dtl.getMonth()+1;\nday = dtl.getDate();\nmsg.fecha = diasemana + \" \" + day + \"^\"
+ month; // Domingo 27/3\n\n// Generar hora\nhour = dtl.getHours();\nminute = dtl.getMinutes();\nmeridiano = (hour > 11 ?
\"PM\" : \"AM\");\nmsg.hora = hour + \":\" + minute + \" \" + meridiano; // 18:46 PM\nmsg.minuto = minute;\n\nreturn msg;";
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "libs": [],
  "x": 260,
  "y": 2040,
  "wires": [
    [
      "cbfe29293138d472"
    ]
  ]
},
{
  "id": "cbfe29293138d472",
  "type": "rbe",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "func": "rbe",
  "gap": "",
  "start": "",
  "inout": "out",
  "septopics": true,
  "property": "minuto",

```

```

"topi": "topic",
"x": 430,
"y": 2040,
"wires": [
  [
    "1968ea591d905dbd"
  ]
]
},
{
  "id": "1968ea591d905dbd",
  "type": "switch",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Cada 3 minutos",
  "property": "minuto",
  "propertyType": "msg",
  "rules": [
    {
      "t": "eq",
      "v": "51",
      "vt": "num"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "54",
      "vt": "num"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "57",
      "vt": "num"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "00",
      "vt": "num"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "03",
      "vt": "num"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "06",
      "vt": "num"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "09",
      "vt": "num"
    }
  ],
  "checkall": "true",
  "repair": false,
  "outputs": 7,
  "x": 580,
  "y": 2040,
  "wires": [
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ],
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ],
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ],
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ]
  ]
}

```

```

    ],
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ],
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ],
    [
      "a211a149a2b5f0cd"
    ]
  ]
},
{
  "id": "a211a149a2b5f0cd",
  "type": "function",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Preparar correo",
  "func": "TONELA1 = flow.get(\"TONELA1\");\nTONELA2 = flow.get(\"TONELA2\");\n\ntitulo = \"Reporte del \" +
msg.fecha + \", \" + msg.hora;\nmensaje = \"Variables de proceso\n\";\nmensaje = mensaje + \"TONELA1 = \" + TONELA1 +
\" T\n\";\nmensaje = mensaje + \"TONELA2 = \" + TONELA2 + \" T\n\";\n\nmsg = {\n  payload: mensaje,\n  topic:
titulo\n}\n\nreturn msg;";
  "wires": [
    [
      "c854518fec9ff812"
    ]
  ]
},
{
  "id": "c854518fec9ff812",
  "type": "e-mail",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "mundodigital.robotica@gmail.com",
  "dname": "Email",
  "credentials": {},
  "x": 950,
  "y": 2040,
  "wires": []
},
{
  "id": "d1783b6e9647fd9b",
  "type": "comment",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Enviar estado a Telegram",
  "info": "",
  "x": 230,
  "y": 2200,
  "wires": []
},
{
  "id": "3f22d18d1cf1e4c3",
  "type": "function",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "Preparar el mensaje",
  "func": "var content = \" \" + msg.topic + \" es: \" + msg.payload;\n\n\nmsg.payload={\n  \"chatId\":5235867713,\n
\"type\":\"message\", \"content\":content\n}\n\nreturn msg;\n\n",
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "libs": [],
  "x": 480,
  "y": 2280,
  "wires": [
    [
      "64d7c2c07e4603e5",
      "a90966e08e17d5a1"
    ]
  ]
},
}
{

```

```

    "id": "e07ee61afd3a613d",
    "type": "telegram sender",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "bot": "72cee541d2de1677",
    "haserroroutput": false,
    "outputs": 1,
    "x": 910,
    "y": 2280,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "eff9538e8ac5d884",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "TOTAL TON A1",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 100,
    "y": 2280,
    "wires": [
      [
        "c20a1a52adda2039"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "c20a1a52adda2039",
    "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "x": 280,
    "y": 2280,
    "wires": [
      [
        "3f22d18d1cf1e4c3"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "550fb4628e4f2752",
    "type": "function",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "Preparar el mensaje",
    "func": "var content = \" \" + msg.topic + \" es: \" + msg.payload;\n\nmsg.payload={ \n  \"chatId\":5235867713, \n\n\"type\":\"message\", \n  \"content\":content}\nreturn msg;\"",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 520,
    "y": 2420,
    "wires": [
      [
        "a90966e08e17d5a1",
        "64d7c2c07e4603e5"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "e79b476c17f7424b",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",

```

```

"variable": "TOTAL TON A2",
"diff": true,
"name": "",
"x": 100,
"y": 2420,
"wires": [
  [
    "08ead733baae3fa9"
  ]
]
},
{
  "id": "08ead733baae3fa9",
  "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "x": 300,
  "y": 2420,
  "wires": [
    [
      "550fb4628e4f2752"
    ]
  ]
},
{
  "id": "a90966e08e17d5a1",
  "type": "delay",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "pauseType": "delay",
  "timeout": "40",
  "timeoutUnits": "seconds",
  "rate": "1",
  "nbRateUnits": "1",
  "rateUnits": "second",
  "randomFirst": "1",
  "randomLast": "5",
  "randomUnits": "seconds",
  "drop": false,
  "allowrate": false,
  "outputs": 1,
  "x": 740,
  "y": 2340,
  "wires": [
    [
      "e07ee61afd3a613d"
    ]
  ]
},
{
  "id": "8269381e65e4c74f",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "TOTAL TONA2",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 500,
  "y": 2640,
  "wires": []
},
{
  "id": "d3e641bfb6f0f6ba",
  "type": "s7 in",

```

```

"z": "2a0821accd28ca0d",
"endpoint": "089752ba1c648156",
"mode": "single",
"variable": "INICIO",
"diff": true,
"name": "INICIO PRODUCCION",
"x": 160,
"y": 240,
"wires": [
  [
    "136154b9883b050c"
  ]
]
},
{
  "id": "366b660661163a8c",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "ALMACEN N",
  "diff": true,
  "name": "NUMERO ALMACEN",
  "x": 160,
  "y": 300,
  "wires": [
    [
      "a0dc046739a2bcc2"
    ]
  ]
},
{
  "id": "a0dc046739a2bcc2",
  "type": "ui_switch",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "label": "ALMACEN A1 A2",
  "tooltip": "",
  "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
  "x": 490,
  "y": 300,
  "wires": [
    []
  ]
},
{
  "id": "136154b9883b050c",
  "type": "ui_switch",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "label": "INICIO PRODUCCION",
  "tooltip": "",
  "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
  "className": "",
  "x": 500,
  "y": 240,
  "wires": [
    []
  ]
},
{
  "id": "4595fcc6329fbc5",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "CARGA ALMACENES ON LINE",
  "diff": true,
  "name": "CARGA ALMACEN ON LINE",
  "x": 200,

```

```

    "y": 960,
    "wires": [
      [
        "c99cc1996b6c05cc"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "c99cc1996b6c05cc",
    "type": "ui_chart",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "group": "68e8641a6c531aff",
    "order": 5,
    "width": 6,
    "height": 4,
    "label": "CARGA DE ALMACEN PRODUCCION",
    "chartType": "line",
    "legend": "false",
    "className": "",
    "x": 690,
    "y": 1000,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "3fad026990d28945",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "RESET CARGA",
    "diff": true,
    "name": "RESET PRODUCCION",
    "x": 160,
    "y": 360,
    "wires": [
      [
        "7c4b985c780e1df7"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "7ffbd27b27db3f6e",
    "type": "ui_switch",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "label": "ERROR DE EJE",
    "tooltip": "",
    "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
    "order": 8,
    "width": 6,
    "height": 1,
    "passthru": true,
    "decouple": "false",
    "topic": "topic",
    "topicType": "msg",
    "style": "",
    "onvalue": "true",
    "onvalueType": "bool",
    "onicon": "",
    "oncolor": "",
    "offvalue": "false",
    "offvalueType": "bool",
    "officon": "",
    "offcolor": "",
    "animate": false,
    "className": "",
    "x": 460,

```

```

    "y": 420,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "fefcb3e2e4acb2df",
    "type": "s7_in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "DESCARRILADO EJE IZQUIERDO",
    "diff": true,
    "name": "EJE IZQUIERDO DESCARRILADO",
    "x": 200,
    "y": 540,
    "wires": [
      [
        "81887404a0c8cff0"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "0c012852d43eb23f",
    "type": "ui_template",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "group": "33e5e6effabfcf94",
    "name": "DATOS",
    "order": 2,
    "width": 0,
    "height": 0,
    "format": "<style>\n.table{\n height:300px;\n width:500px;\n background:black;\n}\n</style>\n<div class=\"table\">\n<table style=\"width:100%\">\n <tr>\n <th>TIMESTAMP</th> \n <th>Produccion</th>\n <th>TONELA1</th> \n <th>TONELA2</th>\n \n </tr>\n <tr ng-repeat=\"x in msg.payload | limitTo:10\">\n <td>{{msg.payload[$index].TIMESTAMP}}</td>\n <td>{{msg.payload[$index].Produccion}}</td>\n <td>{{msg.payload[$index].TONELA1}}</td>\n <td>{{msg.payload[$index].TONELA2}}</td>\n \n </tr>\n</table>\n</div>",
    "storeOutMessages": true,
    "fwdInMessages": true,
    "resendOnRefresh": true,
    "templateScope": "local",
    "className": "",
    "x": 780,
    "y": 1700,
    "wires": [
      []
    ]
  },
  {
    "id": "603512a4421cf57c",
    "type": "ui_text",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
    "order": 12,
    "width": 0,
    "height": 0,
    "name": "",
    "label": "EDUARDO PUYEN CHISCUL",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 590,
    "y": 20,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "982a970a048a761b",
    "type": "comment",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "PROTOCOLO MOSQUITO NUBE AWS",
  }

```

```

"info": "",
"x": 790,
"y": 2560,
"wires": []
},
{
  "id": "4ec9df62c14591a2",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "TOTAL TON A1",
  "diff": true,
  "name": "TOTAL TON A1",
  "x": 200,
  "y": 2580,
  "wires": [
    [
      "7aec7fe93856e080"
    ]
  ]
},
{
  "id": "069c3e9b48753df6",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "TOTAL TON A2",
  "diff": true,
  "name": "TOTAL TON A2",
  "x": 200,
  "y": 2640,
  "wires": [
    [
      "8269381e65e4c74f"
    ]
  ]
},
{
  "id": "7aec7fe93856e080",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "TOTAL TONA1",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 520,
  "y": 2580,
  "wires": []
},
{
  "id": "92e2a54194739515",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "POSICION CARRO",
  "diff": true,
  "name": "POSICION",
  "x": 180,
  "y": 2760,
  "wires": [

```

```

    [
      "c17aab949aee3c7a"
    ]
  ],
  {
    "id": "7ad0e9d71289809d",
    "type": "mqtt out",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "topic": "VELOCIDAD",
    "qos": "",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "6872b071ac10422e",
    "x": 550,
    "y": 2700,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "ff46662b4eba7ea5",
    "type": "mqtt out",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "topic": "POTENCIA",
    "qos": "",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "6872b071ac10422e",
    "x": 770,
    "y": 2860,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "aa5d55dde3c0ce5a",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "CORRIENTE MOTOR",
    "diff": true,
    "name": "CORRIENTE MOTOR",
    "x": 220,
    "y": 2820,
    "wires": [
      [
        "217f626f52b1aa79"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "e93a3b0c70a1ec98",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "POTENCIA",
    "diff": true,
    "name": "POTENCIA MOTOR",
    "x": 210,
    "y": 2880,
    "wires": [

```

```

    [
      "ec76f39c9da6e753"
    ]
  ],
  {
    "id": "723426b22d01de6c",
    "type": "mqtt out",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "topic": "CORRIENTE MOTOR",
    "qos": "",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "6872b071ac10422e",
    "x": 800,
    "y": 2800,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "180faff649962a3e",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "CARGA ALMACENES ON LINE",
    "diff": true,
    "name": "CARGA ALMACEN ON LINE",
    "x": 240,
    "y": 2940,
    "wires": [
      [
        "c6bf82854b07fb30"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "c6bf82854b07fb30",
    "type": "mqtt out",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "topic": "CARGA ALMACEN",
    "qos": "",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "6872b071ac10422e",
    "x": 530,
    "y": 2920,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "217f626f52b1aa79",
    "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "x": 520,
    "y": 2800,
    "wires": [
      [
        "723426b22d01de6c"
      ]
    ]
  }
]

```

```

},
{
  "id": "ec76f39c9da6e753",
  "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "x": 500,
  "y": 2860,
  "wires": [
    [
      "ff46662b4eba7ea5"
    ]
  ]
},
{
  "id": "5c5c70e81a447797",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "RESET EJE",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 450,
  "y": 3040,
  "wires": []
},
{
  "id": "4f370b7a0a1c603a",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "HABILITAR EJE",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 200,
  "y": 3000,
  "wires": [
    [
      "67b408bd9f597599"
    ]
  ]
},
{
  "id": "dd8da2c2ce3b96eb",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "RESET EJE",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 170,
  "y": 3040,
  "wires": [
    [
      "5c5c70e81a447797"
    ]
  ]
},
{
  "id": "67b408bd9f597599",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",

```

```

"name": "",
"topic": "HABILITAR EJE",
"qos": "",
"retain": "",
"respTopic": "",
"contentType": "",
"userProps": "",
"correl": "",
"expiry": "",
"broker": "6872b071ac10422e",
"x": 460,
"y": 2980,
"wires": []
},
{
  "id": "d92b182e66d20575",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "HOME",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 170,
  "y": 3100,
  "wires": [
    [
      "d76dcc5bd6fa6186"
    ]
  ]
},
{
  "id": "d76dcc5bd6fa6186",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "HOME",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 450,
  "y": 3100,
  "wires": []
},
{
  "id": "e8efc5bc12adfece",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "DATOS",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 800,
  "y": 1840,
  "wires": []
},
{
  "id": "d0e2eaf4e52f3813",
  "type": "mqtt out",

```

```

    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "topic": "BASE DATOS",
    "qos": "2",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "6872b071ac10422e",
    "x": 680,
    "y": 1600,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "d46d30ae41994312",
    "type": "subflow:fc72e0e3cbd14ae2",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "x": 360,
    "y": 2700,
    "wires": [
      [
        "7ad0e9d71289809d"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "5f1c64b8a85f43f9",
    "type": "mqtt out",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "name": "",
    "topic": "INICIO",
    "qos": "",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "6872b071ac10422e",
    "x": 430,
    "y": 3160,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "05e26664a7cc13c9",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "INICIO",
    "diff": true,
    "name": "",
    "x": 170,
    "y": 3160,
    "wires": [
      [
        "5f1c64b8a85f43f9"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "2c7bcc2bfb8175a9",
    "type": "s7 in",
    "z": "2a0821accd28ca0d",
    "endpoint": "089752ba1c648156",
    "mode": "single",
    "variable": "ERROR EN EJE",

```

```

"diff": true,
"name": "",
"x": 640,
"y": 3000,
"wires": [
  [
    "2681217d37fb2cef"
  ]
]
},
{
  "id": "2681217d37fb2cef",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "ERROR EN EJE",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 920,
  "y": 3000,
  "wires": []
},
{
  "id": "78749dba1c3ab8c1",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "DESCARRILADO EJE DERECHO",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 680,
  "y": 3080,
  "wires": [
    [
      "40da954fc6e90d80"
    ]
  ]
},
{
  "id": "861d7733fdc31568",
  "type": "s7 in",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "endpoint": "089752ba1c648156",
  "mode": "single",
  "variable": "DESCARRILADO EJE IZQUIERDO",
  "diff": true,
  "name": "",
  "x": 680,
  "y": 3160,
  "wires": [
    [
      "5025a83ab56bf0f9"
    ]
  ]
},
{
  "id": "40da954fc6e90d80",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "DESC EJE DERECHO",
  "qos": "",
  "retain": "",

```

```

"respTopic": "",
"contentType": "",
"userProps": "",
"correl": "",
"expiry": "",
"broker": "6872b071ac10422e",
"x": 1000,
"y": 3080,
"wires": []
},
{
  "id": "5025a83ab56bf0f9",
  "type": "mqtt out",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "",
  "topic": "DESC EJE IZQUIERDO",
  "qos": "",
  "retain": "",
  "respTopic": "",
  "contentType": "",
  "userProps": "",
  "correl": "",
  "expiry": "",
  "broker": "6872b071ac10422e",
  "x": 990,
  "y": 3140,
  "wires": []
},
{
  "id": "1d57a81f6e82b0ff",
  "type": "ui_space",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "spacer",
  "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
  "order": 1,
  "width": 6,
  "height": 1
},
{
  "id": "9cdba825d0a4eab1",
  "type": "ui_space",
  "z": "2a0821accd28ca0d",
  "name": "spacer",
  "group": "bdceb9e4cb6b06ee",
  "order": 11,
  "width": 6,
  "height": 1
},
{
  "id": "089752ba1c648156",
  "type": "s7 endpoint",
  "transport": "iso-on-tcp",
  "address": "192.168.0.130",
  "port": "102",
  "rack": "0",
  "slot": "1",
  "localtsaphi": "01",
  "localtsaplo": "00",
  "remotetsaphi": "01",
  "remotetsaplo": "00",
  "connmode": "rack-slot",
  "adapter": "",
  "busaddr": "2",
  "cycletime": "1000",
  "timeout": "2000",
  "name": "PLC 1200 SISTEMA MECA",
  "vartable": [
    {
      "addr": "DB5,X0.0",
      "name": "HABILITAR EJE"
    }
  ]
}

```

```

    },
    {
      "addr": "DB5,REAL50",
      "name": "VELOCIDAD"
    },
    {
      "addr": "DB5,DINT22",
      "name": "POSICION CARRO"
    },
    {
      "addr": "DB5,DINT28",
      "name": "TOTAL TON A1"
    },
    {
      "addr": "DB5,DINT32",
      "name": "TOTAL TON A2"
    },
    {
      "addr": "DB5,REAL36",
      "name": "CORRIENTE MOTOR"
    },
    {
      "addr": "DB5,REAL44",
      "name": "POTENCIA"
    },
    {
      "addr": "DB5,X0.1",
      "name": "RESET EJE"
    },
    {
      "addr": "DB5,X20.0",
      "name": "HOME"
    },
    {
      "addr": "DB5,X48.0",
      "name": "RESET CARGA"
    },
    {
      "addr": "DB5,REAL54",
      "name": "CARGA ALMACENES ON LINE"
    },
    {
      "addr": "DB5,X20.2",
      "name": "INICIO"
    },
    {
      "addr": "DB5,X26.0",
      "name": "ALMACEN N"
    },
    {
      "addr": "DB5,X58.0",
      "name": "ERROR EN EJE"
    },
    {
      "addr": "DB5,X58.1",
      "name": "DESCARRILADO EJE DERECHO"
    },
    {
      "addr": "DB5,X58.2",
      "name": "DESCARRILADO EJE IZQUIERDO"
    }
  ]
},
{
  "id": "7dd5bbcdac38f19d",
  "type": "ui_group",
  "name": "PARAMETROS FUNCIONAMIENTO",
  "tab": "98c44bb540663b37",
  "order": 1,
  "disp": true,

```

```

"width": 6,
"collapse": false,
"className": ""
},
{
  "id": "68e8641a6c531aff",
  "type": "ui_group",
  "name": "PRODUCCION ALMACENES",
  "tab": "98c44bb540663b37",
  "order": 2,
  "disp": true,
  "width": 6,
  "collapse": false,
  "className": ""
},
{
  "id": "bdceb9e4cb6b06ee",
  "type": "ui_group",
  "name": "PARAMETROS DE CONTROL Y ALARMAS",
  "tab": "98c44bb540663b37",
  "order": 4,
  "disp": true,
  "width": "6",
  "collapse": false,
  "className": ""
},
{
  "id": "c33e93f7ff63cfd9",
  "type": "sqlitedb",
  "db": "C:\\Users\\Usuarioç\\Desktop\\tesis\\produccion.db",
  "mode": "RWC"
},
{
  "id": "33e5e6effabcf94",
  "type": "ui_group",
  "name": "BASE DE DATOS PRODUCCION",
  "tab": "98c44bb540663b37",
  "order": 3,
  "disp": true,
  "width": "10",
  "collapse": false,
  "className": ""
},
{
  "id": "72cee541d2de1677",
  "type": "telegram bot",
  "botname": "Smecatrocarga_bot",
  "usernames": "",
  "chatids": "",
  "baseapiurl": "",
  "updatemode": "polling",
  "pollinterval": "300",
  "usesocks": false,
  "sockshost": "",
  "socksprotocol": "socks5",
  "socksport": "6667",
  "socksusername": "anonymous",
  "sockspassword": "",
  "bothost": "",
  "botpath": "",
  "localbotport": "8443",
  "publicbotport": "8443",
  "privatekey": "",
  "certificate": "",
  "useselfsignedcertificate": false,
  "sslterminated": false,
  "verboselogging": false
},
{
  "id": "98c44bb540663b37",

```

```
"type": "ui_tab",  
"name": "SISTEMA MECATRONICO DE CARGA VARILLAS",  
"icon": "dashboard",  
"disabled": false,  
"hidden": false  
}  
]
```

ANEXO D: PROGRAMACION TIA PORTAL PLC

Bloques de programa

Main [OB1]

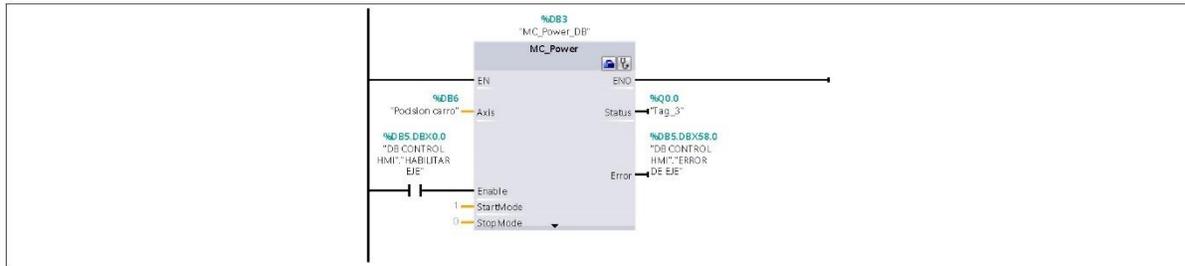
Main Propiedades

General							
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

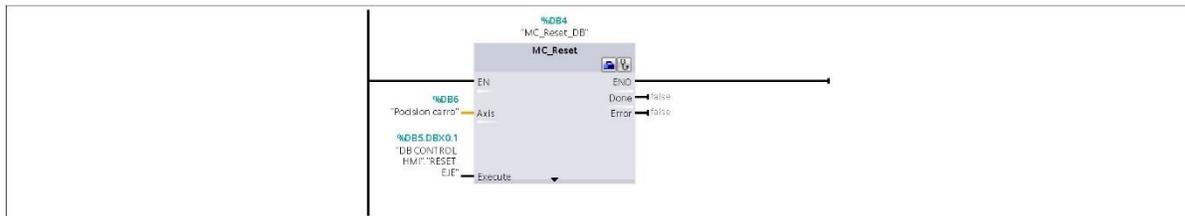
Información							
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Initial_Call	Bool	
Remanence	Bool	
Temp		
Constant		

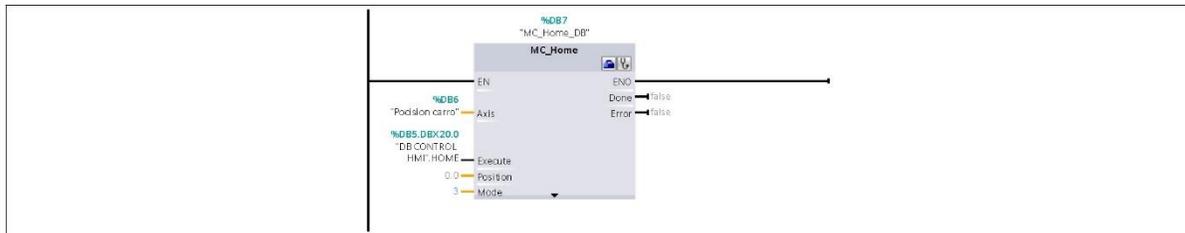
Segmento 1:



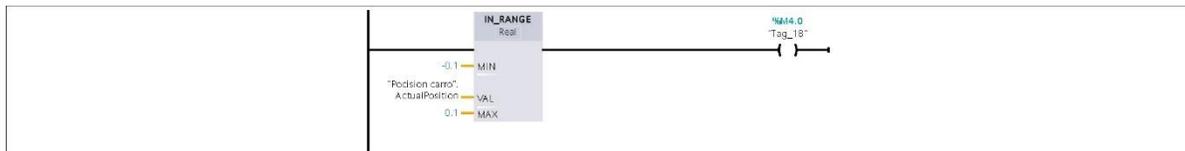
Segmento 2:



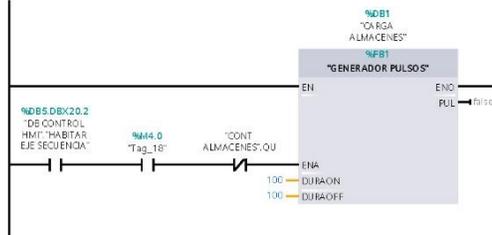
Segmento 3:



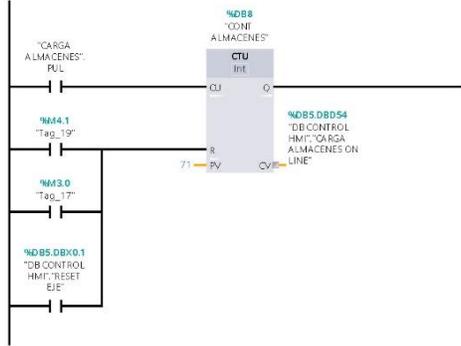
Segmento 4:



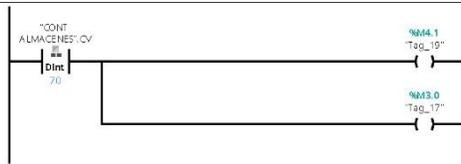
Segmento 5:



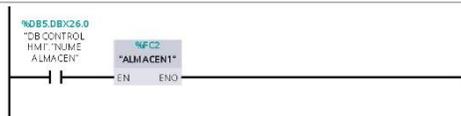
Segmento 6:



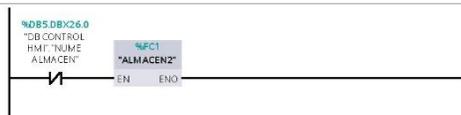
Segmento 7:



Segmento 8:



Segmento 9:



Segmento 10:



Segmento 11:



Segmento 12:



Segmento 13:



Segmento 14:



Bloques de programa

DB CONTROL HMI [DB5]

DB CONTROL HMI Propiedades

General

Nombre	DB CONTROL HMI	Número	5	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático						

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
HABILITAR EJE	Bool	false	False
RESET EJE	Bool	false	False
MOV RELATIVO	Bool	false	False
MILIMETROS	Dint	0	False
VELOCIDAD	Dint	0	False
MOV ABSOLUTO	Bool	false	False
MILIMETROS_ABSOLUTO	Dint	0	False
VELOCIDAD_ABSOLUTO	Dint	0	False
HOME	Bool	false	False
MOV ABSOLUTO SECUENCIA	Bool	false	False
HABITAR EJE SECUENCIA	Bool	false	False
POSICION ACTUAL ENTERO	Dint	0	False
NUME ALMACEN	Bool	false	False
ACUMULATIVO PESO A1	Dint	0	False
ACUMULATIVO PESO A2	Dint	0	False
CORRIENTE MOTOR	Real	0.0	False
PAR MOTOR	Real	0.0	False
POTENCIA CONSUMIDA	Real	0.0	False
RESET ACUMULADORES	Bool	false	False
velocidad real	Real	0.0	False
CARGA ALMACENES ON LINE	Real	0.0	False
ERROR DE EJE	Bool	false	False
CARRO DESCARRILADO LADO DERECHO	Bool	false	False
CARRO DESCARRILADO LADO IZQUIERDO	Bool	false	False

Bloques de programa

ALMACEN2 [FC1]

ALMACEN2 Propiedades

General

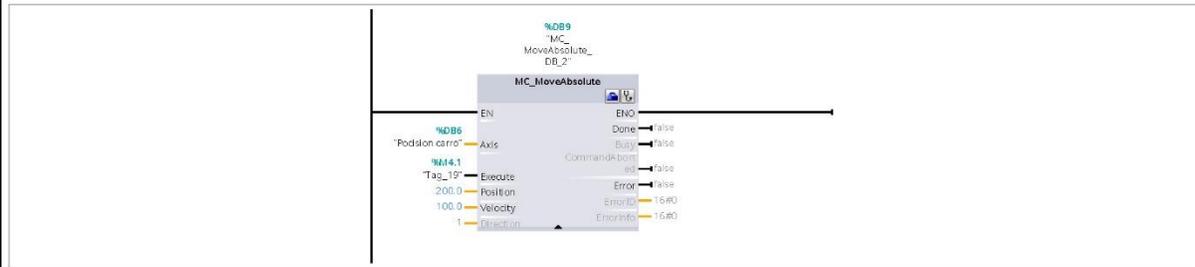
Nombre	ALMACEN2	Número	1	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

Información

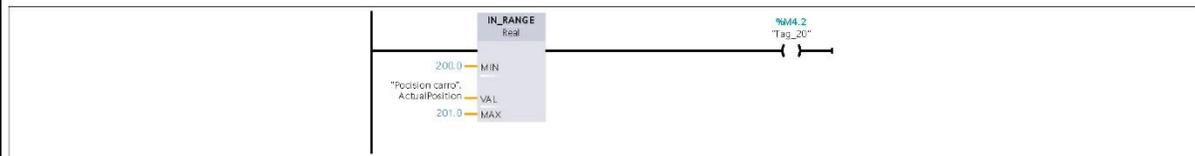
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
Return		
ALMACEN2	Void	

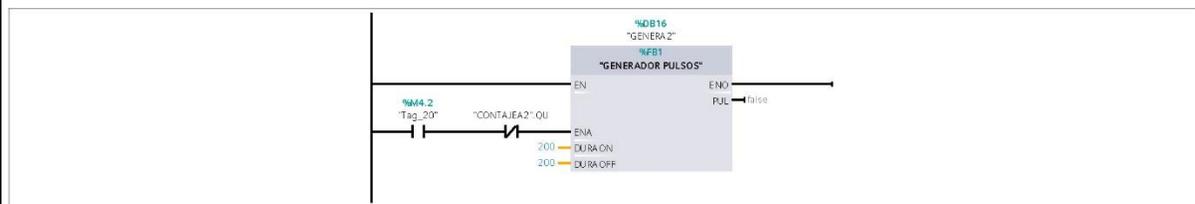
Segmento 1:



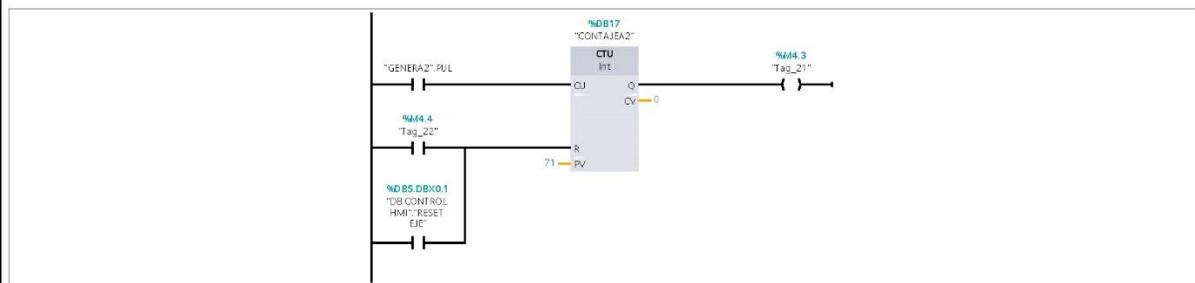
Segmento 2:



Segmento 3:



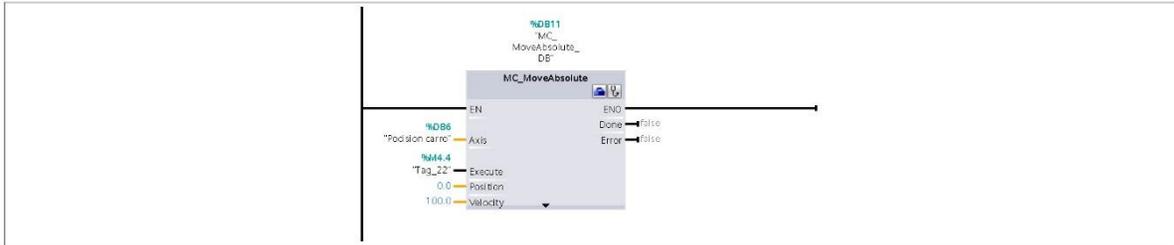
Segmento 4:



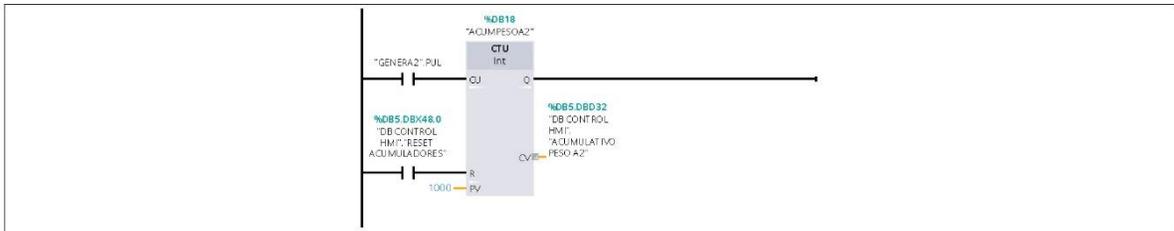
Segmento 5:



Segmento 6:



Segmento 7:



Bloques de programa

GENERADOR PULSOS [FB1]

GENERADOR PULSOS Propiedades

General

Nombre	GENERADOR PULSOS	Número	1	Tipo	FB	Idioma	KOP
--------	------------------	--------	---	------	----	--------	-----

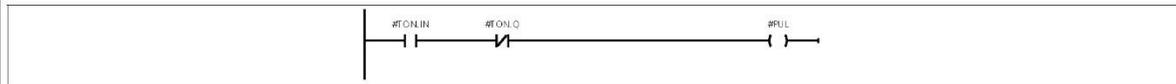
Numeración Automático

Información

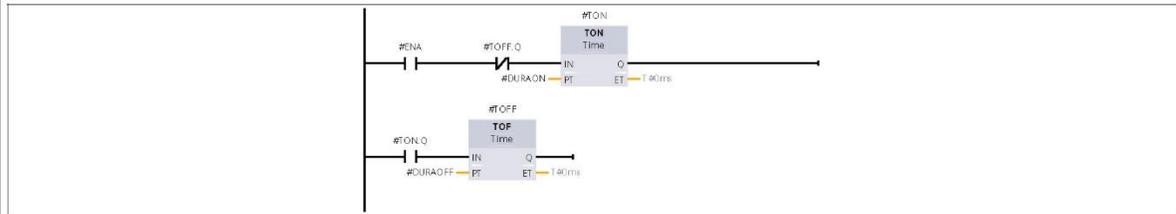
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
ENA	Bool	false	No remanente
DURAOFF	DInt	0	No remanente
DURAOFF	DInt	0	No remanente
▼ Output			
PUL	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
TON	TON_TIME		No remanente
TOFF	TOF_TIME		No remanente
Temp			
Constant			

Segmento 1:



Segmento 2:



Bloques de programa

ALMACEN1 [FC2]

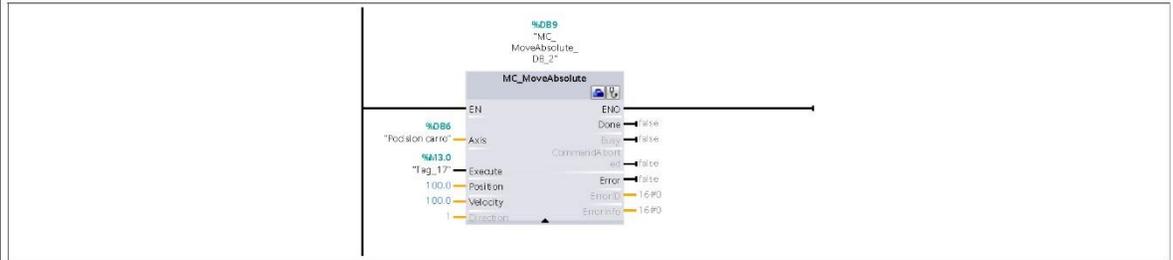
ALMACEN1 Propiedades

General							
Nombre	ALMACEN1	Número	2	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

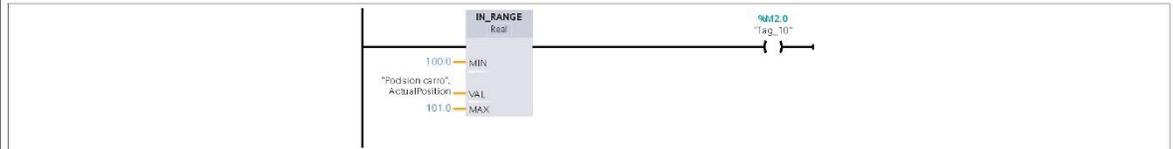
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
ALMACEN1	Void	

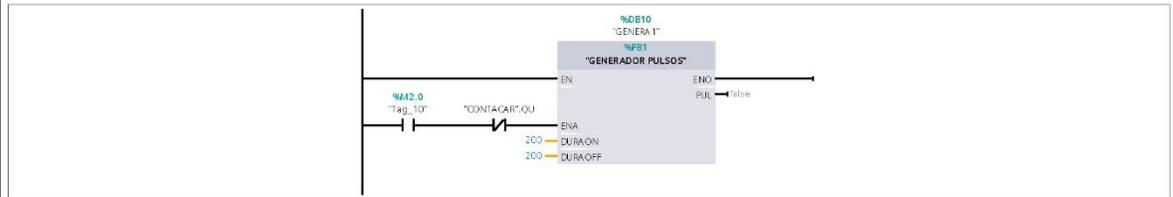
Segmento 1:



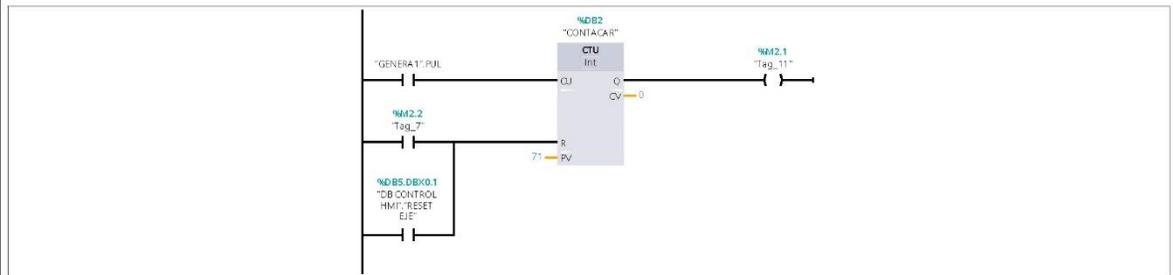
Segmento 2:



Segmento 3:



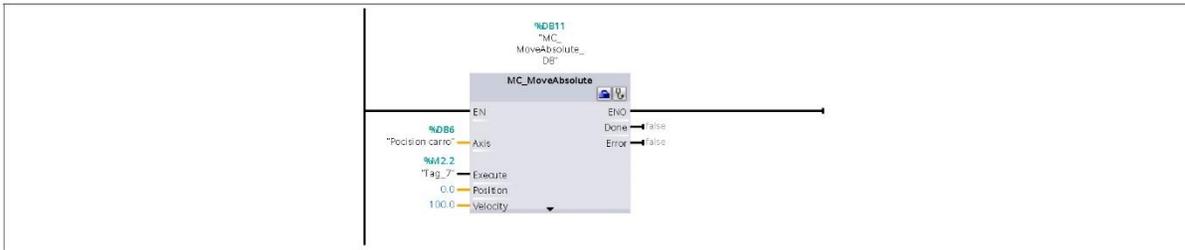
Segmento 4:



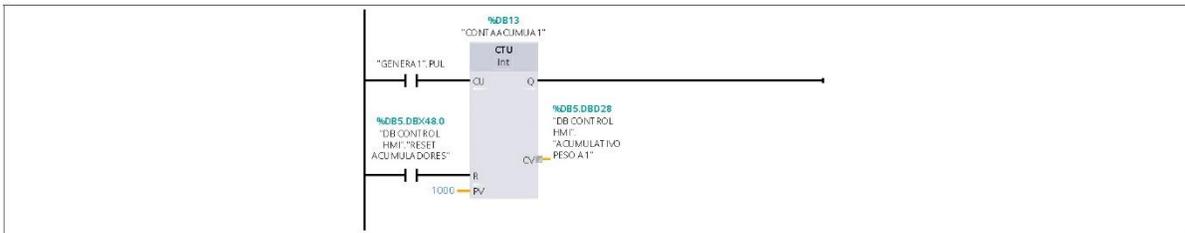
Segmento 5:



Segmento 6:



Segmento 7:



Bloques de programa

CARGA ALMACENES [DB1]

CARGA ALMACENES Propiedades

General

Nombre	CARGA ALMACENES	Número	1	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático						

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personaliza- do					

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
ENA	Bool	false	False
DURACON	Dint	0	False
DURAOFF	Dint	0	False
▼ Output			
PUL	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
TON	TON_TIME		False
TOFF	TOF_TIME		False

Bloques de programa

DATOS VARIADOR [FC3]

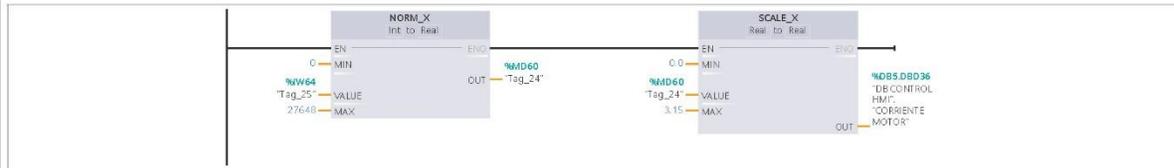
DATOS VARIADOR Propiedades

General							
Nombre	DATOS VARIADOR	Número	3	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
DATOS VARIADOR	Void	

Segmento 1:



Segmento 2:



Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MC_Power [FB1107]

MC_Power Propiedades

General							
Nombre	MC_Power	Número	1107	Tipo	FB	Idioma	SCL
Numeración	Automático						

Información							
Título		Autor	SIMATIC	Comentario		Familia	BasicMC
Versión	7.0	ID personalizado	MC_Power				

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
Axis	TO_Axis		
Enable	Bool	false	No remanente
StartMode	Int	1	No remanente
StopMode	Int	0	No remanente
▼ Output			
Status	Bool	false	No remanente
Busy	Bool	false	No remanente
Error	Bool	false	No remanente
ErrorID	Word	16#0	No remanente
ErrorInfo	Word	16#0	No remanente
InOut			
▼ Static			
FB_ID	DInt	0	No remanente

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MC_Reset_DB [DB4]

MC_Reset_DB Propiedades

General

Nombre	MC_Reset_DB	Número	4	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático						

Información

Título		Autor	SIMATIC	Comentario		Familia	BasicMC
Versión	7.0	ID personalizado	MC_Reset				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
Axis	TO_Axis		False
Execute	Bool	false	False
Restart	Bool	false	False
▼ Output			
Done	Bool	false	False
Busy	Bool	false	False
Error	Bool	false	False
ErrorID	Word	16#0	False
ErrorInfo	Word	16#0	False
InOut			
▼ Static			
F8_ID	DInt	0	False

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MC_MoveAbsolute [FB1102]

MC_MoveAbsolute Propiedades

General

Nombre	MC_MoveAbsolute	Número	1102	Tipo	FB	Idioma	SCL
Numeración	Automático						

Información

Título		Autor	SIMATIC	Comentario		Familia	BasicMC
Versión	7.0	ID personalizado	MC_MvAbs				

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
Axis	TO_PositioningAxis		
Execute	Bool	false	No remanente
Position	Real	0.0	No remanente
Velocity	Real	10.0	No remanente
Direction	Int	1	No remanente
▼ Output			
Done	Bool	false	No remanente
Busy	Bool	false	No remanente
CommandAborted	Bool	false	No remanente
Error	Bool	false	No remanente
ErrorID	Word	16#0	No remanente
ErrorInfo	Word	16#0	No remanente
InOut			
▼ Static			
FB_ID	DInt	0	No remanente

SISTEMA MECATRONICO CARGA INDU4.0

Dispositivos y redes

Vista de redes



SISTEMA MECATRONICO CARGA INDU4.0

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]

PLC_1

Información del proyecto

Nombre	PLC_1	Autor	Usuarioç	Comentario
Slot	1	Rack	0	

Información de catálogo

Descripción abreviada	Descripción	Referencia
CPU 1214C AC/DC/Rly	Memoria de trabajo 100KB; fuente de alimentación 120/240V AC con D114 x 24V DC SINK/SOURCE, DQ10 x relé y AI2 integradas; 6 contadores rápidos y 4 salidas de impulso integradas; la Signal Board amplía las E/S integradas; hasta 3 módulos de comunicaciones para la comunicación serie; hasta 8 módulos de señales para ampliación de E/S; controlador PROFINET IO, I-device, protocolo de transporte TCP/IP, secure Open User Communication, comunicación S7, servidor web, OPC UA; servidor DA	6ES7 214-1BG40-0XB0

Versión de firmware V4.4

Recursos de conexión

	Recursos de la estación - Reservados - Máximo	Recursos de la estación - Reservados - Configurados	Recursos de la estación - Dinámicos - Configurados	Recursos del módulo - PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] - Configurados
Número máximo de recursos:	Máximo	62	6	68
		Configurados	Configurados	Configurados
Comunicación PG:	4	-	-	-
Comunicación HMI:	12	2	0	2
Comunicación S7:	8	0	0	0
Open User Communication:	8	0	0	0
Comunicación web:	30	-	-	-
Otros tipos de comunicación:	-	-	0	0
Recursos utilizados en total:		2	0	2
Recursos disponibles:		60	6	66

Sinóptico de direcciones

Entradas	True	Salidas	True	Huecos direcciones	False
Slot	True				

Totally Integrated Automation Portal										
Tipo	Dir. desde	Dir. hasta	Módulo	IPP	Nombre del dispositivo	Número de dispositivo	Tamaño	Sistema maestro/IO	Rack	Slot
I	0	1	DI 14/DQ 10_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 1
S	0	1	DI 14/DQ 10_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 1
I	64	67	AI 2_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 2
I	1000	1003	HSC_1	IPP OB Servo	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 16
I	1004	1007	HSC_2	IPP OB Servo	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 17
I	1008	1011	HSC_3	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 18
I	1012	1015	HSC_4	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 19
I	1016	1019	HSC_5	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 20
I	1020	1023	HSC_6	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	4 Bytes	-	0	1 21
S	1002	1003	Pulse_2	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 33
S	1004	1005	Pulse_3	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 34
S	1006	1007	Pulse_4	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 35
S	80	81	AQ 1x12BIT_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 3
S	1000	1001	Pulse_1	Actualización automática	PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Ry]	-	2 Bytes	-	0	1 32
I	256	259	Telegrama_estándar_1	IPP OB Servo	MOTOR PRINCIPAL CARGA [G120 CU2505-2 PN Vector]	1	4 Bytes	PROFINET IO-System [100]	0	0 X1 50
S	256	259	Telegrama_estándar_1	IPP OB Servo	MOTOR PRINCIPAL CARGA [G120 CU2505-2 PN Vector]	1	4 Bytes	PROFINET IO-System [100]	0	0 X1 50

SISTEMA MECATRONICO CARGA INDU4.0

Imágenes

Imagen raíz

Copia impresa de Imagen raíz



Nombre	Imagen raíz	Color de fondo	182; 182; 182	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	1	Plantilla	Plantilla_1	Tooltip	

DinamizacionesEvento					
Nombre de evento		Creada			

Lista de funcionesDefinirVariable					
Variable	DB CONTROL_HMI_MOV_ABSOL	Valor	1		

HmiScreenItemData					
Tipo	Botón	Nombre	HmiScreenItemData	Posición X	656
Posición Y	334	Ancho	143	Altura	40
Modo	Gráfico y texto	Texto OFF	SCADA	Texto ON	Imagen0

DinamizacionesEvento					
Nombre de evento		Soltar			

Lista de funcionesActivarImagen					
Nombre de imagen	Imagen0	Número de objeto	0		

Visor de gráficos_1					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_1	Posición X	11
Posición Y	8	Ancho	103	Altura	116
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Gráfico_19	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen

Campo de texto_1					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1	Posición X	122
Posición Y	16	Ancho	678	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	DESARROLLO DE UN SISTEMA MECATRONICO AUTOMATIZADO DE CARGA

Campo de texto_2					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_2	Posición X	164
Posición Y	43	Ancho	585	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	PARA REDUCIR COSTOS DE TRANSLADO DE 70 TONELADAS DE

Totally Integrated Automation Portal					
Campo de texto_3					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_3	Posición X	192
Posición Y	70	Ancho	536	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	VARILLAS DE ACERO EN EL MARCO INDUSTRIAL 4.0. 2022*
Visor de gráficos_2					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_2	Posición X	176
Posición Y	109	Ancho	473	Altura	214
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Gráfico_21	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen
Campo de texto_4					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_4	Posición X	278
Posición Y	336	Ancho	318	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	EDUARDO JAVIER PUYEN CHISCUL
Copia impresa de Área permanente					
31/12/2000		TESIS DE GRADO DE MAESTRO/EDUARDO PUYEN CHISCUL		10:59:39	
Área permanente					
Nombre	Área permanente	Color de fondo	182; 182; 182	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Altura	44	Nivel activo	0		
HmiScreenItemData					
Tipo	Campo de fecha y hora	Nombre	HmiScreenItemData	Posición X	674
Posición Y	8	Ancho	105	Altura	30
Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px		
HmiScreenItemData_1					
Tipo	Campo de fecha y hora	Nombre	HmiScreenItemData_1	Posición X	0
Posición Y	11	Ancho	105	Altura	30
Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px		
Campo de texto_8					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_8	Posición X	231
Posición Y	18	Ancho	405	Altura	18
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 12px, style=Bold	Texto	TESIS DE GRADO DE MAESTRO/EDUARDO PUYEN CHISCUL

Imágenes

Imagen_1

Copia impresa de Imagen_1



Nombre	Imagen_1	Color de fondo	182; 182; 182	Color Cuadrícula	0; 0; 0
Número	3	Plantilla		Tooltip	

Atrás

Tipo	Botón	Nombre	Atrás	Posición X	2
Posición Y	388	Ancho	84	Altura	42
Modo	Texto	Texto OFF	SCADA	Texto ON	Atrás

Dinamizaciones Evento

Nombre de evento	Soltar
------------------	--------

Lista de funciones Activar Imagen

Nombre de imagen	Imagen0	Número de objeto	0
------------------	---------	------------------	---

Campo ES_1

Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_1	Posición X	187
Posición Y	61	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold

Dinamizaciones Conexión de variable

Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	ACUMU A1
------------------------	------------------	----------	----------

Campo ES_2

Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_2	Posición X	187
Posición Y	142	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold

Dinamizaciones Conexión de variable

Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	ACUMU A2
------------------------	------------------	----------	----------

Campo de texto_1

Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1	Posición X	303
Posición Y	62	Ancho	328	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	TONELADAS ACERO TOTALES A1(T)

Campo de texto_2

Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_2	Posición X	305
Posición Y	142	Ancho	328	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	TONELADAS ACERO TOTALES A2(T)

Totally Integrated Automation Portal					
Campo ES_3					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_3	Posición X	187
Posición Y	222	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DB POSICION ACTUAL		
Campo de texto_3					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_3	Posición X	303
Posición Y	222	Ancho	305	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	POSICION ACTUAL DE CARRO(M)
Campo de texto_4					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_4	Posición X	303
Posición Y	301	Ancho	319	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	CORRIENTE MOTOR PRINCIPAL(A)
Campo de texto_5					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_5	Posición X	303
Posición Y	260	Ancho	311	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	VELOCIDAD ACTUAL CARRO(MIS)
Campo de texto_6					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_6	Posición X	303
Posición Y	103	Ancho	394	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	TONELADAS DESCARGADAS A1 ON LINE(T)
Campo ES_4					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_4	Posición X	187
Posición Y	343	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DB CONTROL HMI_POTENCIA CONSUMIDA		
Campo ES_5					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_5	Posición X	187
Posición Y	260	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	VELOCIDAD ACTUAL		
Campo ES_6					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_6	Posición X	187
Posición Y	102	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DESCARGA ALMACEN1		
Campo ES_7					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_7	Posición X	187
Posición Y	301	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	CORRIENTE MOTOR		
Campo de texto_7					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_7	Posición X	305
Posición Y	343	Ancho	249	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	POTENCIA CONSUMIDA(W)
Campo ES_8					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_8	Posición X	187
Posición Y	183	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones/Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DESCAR ALMACEN2		
Campo de texto_8					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_8	Posición X	303
Posición Y	185	Ancho	394	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	TONELADAS DESCARGADAS A2 ON LINE(T)

Campo ES_9					
-------------------	--	--	--	--	--

Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_9	Posición X	187
Posición Y	18	Ancho	96	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Entrada/salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	CARGA ALMACENES		

Campo de texto_9					
-------------------------	--	--	--	--	--

Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_9	Posición X	303
Posición Y	18	Ancho	390	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	TONELADAS ACERO DE CARGA ON LINE(T)

Totally Integrated Automation Portal					
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DB CONTROL HMI HOME		
Campo ES_5					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_5	Posición X	633
Posición Y	45	Ancho	123	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DB POSICION ACTUAL		
Atrás_1					
Tipo	Botón	Nombre	Atrás_1	Posición X	669
Posición Y	338	Ancho	128	Altura	34
Modo	Texto	Texto OFF	VALORES PROCESO	Texto ON	Atrás
Dinamizaciones Evento					
Nombre de evento	Soltar				
Lista de funciones ActivarImagen					
Nombre de imagen	Imagen_1	Número de objeto	0		
Campo de texto_1					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1	Posición X	634
Posición Y	25	Ancho	118	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	Posicion (m)
Campo de texto_2					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_2	Posición X	634
Posición Y	82	Ancho	144	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	Velocidad(m/s)
Campo ES_1					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_1	Posición X	634
Posición Y	105	Ancho	123	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	VELOCIDAD ACTUAL		
Interruptor_3					
Tipo	Interruptor	Nombre	Interruptor_3	Posición X	29
Posición Y	180	Ancho	98	Altura	43
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Interruptor		
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	HABILITAR EJE SECUENCIA		
Campo de texto_4					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_4	Posición X	623
Posición Y	254	Ancho	142	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	T. Descarga A2
Campo ES_3					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_3	Posición X	634
Posición Y	224	Ancho	123	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DESCARGA ALMACEN1		
Campo de texto_5					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_5	Posición X	623
Posición Y	140	Ancho	163	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	Toneladas Carga
Campo ES_4					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_4	Posición X	634
Posición Y	166	Ancho	123	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	CARGA ALMACENES		
Campo ES_6					
Tipo	Campo ES	Nombre	Campo ES_6	Posición X	634
Posición Y	279	Ancho	123	Altura	32
Nivel	0 - Nivel_0	Modo	Salida	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold

Totally Integrated Automation Portal					
Dinamizaciones Conexión de variable					
Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	DESCAR ALMACEN2		
Campo de texto_6					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_6	Posición X	623
Posición Y	198	Ancho	142	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	T, Descarga A1
Visor de gráficos_1					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_1	Posición X	518
Posición Y	178	Ancho	69	Altura	26
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Gráfico_2	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen
Dinamizaciones Movimiento horizontal					
Variable - Ciclo	POCION ENTERO -	Rango de inicio	0	Rango final	200
Diferencia posición X	-340	Diferencia posición Y	0		
Campo de texto_3					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_3	Posición X	347
Posición Y	155	Ancho	54	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	100m
Campo de texto_7					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_7	Posición X	185
Posición Y	155	Ancho	54	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	200m
Campo de texto_9					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_9	Posición X	525
Posición Y	153	Ancho	32	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	0m
Visor de gráficos_2					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_2	Posición X	167
Posición Y	204	Ancho	420	Altura	20
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Gráfico_12	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen
Campo de texto_10					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_10	Posición X	358
Posición Y	137	Ancho	29	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	A1
Campo de texto_11					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_11	Posición X	192
Posición Y	137	Ancho	29	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	A2
Campo de texto_12					
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_12	Posición X	526
Posición Y	137	Ancho	28	Altura	23
Nivel	0 - Nivel_0	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold	Texto	2C
Visor de gráficos_3					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_3	Posición X	489
Posición Y	101	Ancho	92	Altura	35
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Gráfico_14	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen
Dinamizaciones Visibilidad					
Variable - Ciclo	CARGA ALMACENES_PUL -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1
Rango final	1	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible		
Visor de gráficos_4					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_4	Posición X	177
Posición Y	238	Ancho	92	Altura	35
Nivel	0 - Nivel_0	Gráfico	Gráfico_14	Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen
Dinamizaciones Visibilidad					
Variable - Ciclo	GENERA2_PUL -	Tipo de datos	Rango	Rango de inicio	1
Rango final	1	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible		
Visor de gráficos_6					
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_6	Posición X	322

SISTEMA MECATRONICO CARGA INDU4.0 / HMI_1 [TP700 Comfort] / Variables HMI

Tabla de variables estándar [29]

DB CONTROL HMI_MOV ABSOL

Nombre	DB CONTROL HMI_MOV ABSOL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

DB CONTROL HMI_HABILITAR EJE

Nombre	DB CONTROL HMI_HABILITAR EJE	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

DB CONTROL HMI_MOV RELATIVO

Nombre	DB CONTROL HMI_MOV RELATIVO	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

DB CONTROL HMI_GRADOS

Nombre	DB CONTROL HMI_GRADOS	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4

DB CONTROL HMI_VELOCIDAD

Nombre	DB CONTROL HMI_VELOCIDAD	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4

DB CONTROL HMI_RESET EJE

Nombre	DB CONTROL HMI_RESET EJE	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

DB CONTROL HMI VELOC ABSOLUTO

Nombre	DB CONTROL HMI VELOC ABSOLUTO	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4

DB CONTROL HMI MM ABSOLUTO_1

Nombre	DB CONTROL HMI MM ABSOLUTO_1	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4

DB CONTROL HMI HOME

Nombre	DB CONTROL HMI HOME	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

DB POSICION ACTUAL

Nombre	DB POSICION ACTUAL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Real	Longitud	4

HABILITAR EJE SECUENCIA

Nombre	HABILITAR EJE SECUENCIA	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

HABITAR MOVIMIENTO

Nombre	HABITAR MOVIMIENTO	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1

VELOCIDAD ACTUAL

Nombre	VELOCIDAD ACTUAL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Real	Longitud	4

DESCARGA ALMACEN1

Nombre	DESCARGA ALMACEN1	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Int	Longitud	2

CARGA ALMACENES

Nombre	CARGA ALMACENES	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Int	Longitud	2

Totally Integrated Automation Portal					
DESCAR ALMACEN2					
Nombre	DESCAR ALMACEN2	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Int	Longitud	2
POCICION ENTERO					
Nombre	POCICION ENTERO	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4
CARGA ALMACENES_PUL					
Nombre	CARGA ALMACENES_PUL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1
CARGA ALMACEN2_PUL					
Nombre	CARGA ALMACEN2_PUL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1
GENERA1_PUL					
Nombre	GENERA1_PUL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1
GENERA2_PUL					
Nombre	GENERA2_PUL	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1
NUMERO ALMACEN					
Nombre	NUMERO ALMACEN	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1
ACUMU A1					
Nombre	ACUMU A1	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4
ACUMU A2					
Nombre	ACUMU A2	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	DInt	Longitud	4
CORRIENTE MOTOR					
Nombre	CORRIENTE MOTOR	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Real	Longitud	4
PAR MOTOR					
Nombre	PAR MOTOR	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Real	Longitud	4
DB CONTROL HMI_POTENCIA CONSUMIDA					
Nombre	DB CONTROL HMI_POTENCIA CONSUMIDA	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Real	Longitud	4
DB CONTROL HMI_RESET ACUMULADORES					
Nombre	DB CONTROL HMI_RESET ACUMULADORES	Nombre de visualización		Dirección	
Conexión	HMI_Conexión_1	Tipo de datos	Bool	Longitud	1