



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA: “CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA”

Proyecto de titulación presentado a la obtención de título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

Autor:

Caguana Coba Lenin Wagner

Tutor:

MSc. León Marco Aníbal

LATACUNGA – ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Mi persona **LENIN WAGNER CAGUANA COBA**, declaro ser autor de la presente Propuesta Tecnológica “**CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA.**”, siendo el **MSc. MARCO LEÓN SEGOVIA** tutor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Lenin Caguana

Caguana Coba Lenin Wagner

C.I: 171851333-4



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título “**CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA.**”, de **CAGUANA COBA LENIN WAGNER**, de la carrera INGENIERIA ELÉCTRICA, considera que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 24 de agosto 2022

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marco Anibal León Segovia'.

Tutor de Titulación

Nombre: MSc. Marco Anibal León Segovia

CC: 050230540-2



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **CAGUANA COBA LENIN WAGNER** con El Título de Proyecto de Titulación “**CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA.**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 24 de agosto 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (presidente)

Nombre: MSc. Ing. Corrales Byron

CC: 050234776-8

Lector 2

Nombre: MSc. Ing. Castillo Jessica

CC: 060459021-6

Lector 3

Nombre: Msc. Ing. Vásquez Franklin

CC: 171043449-7



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de responsable Msc. León Marco Aníbal certifico que mediante la propuesta tecnológica "CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA", el señor: **CAGUANA COBA LENIN WAGNER** con número de cédula **171851333-4**, realiza la entrega del proyecto de titulación en el Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi en pleno funcionamiento.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marco Aníbal León Segovia', is written over a horizontal line.

Tutor de Titulación

Nombre: MSc. Ing. Marco Aníbal León Segovia

CC: 050230540-2

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por la vida y las bendiciones dadas cada día incondicionalmente, por la familia que me dio por el lugar donde nací y crecí y por su amor infinito.

A mí querida Universidad técnica de Cotopaxi, a mí querida carrera Ingeniería Eléctrica y a la docencia de toda mi trayectoria universitaria de ofrecer sus conocimientos hacia mi persona.

A mi director de tesis por su tiempo incondicional, por ser mi guía y ofrecer sus conocimientos para el realce del proyecto.

A mi padre José Caguana por criarme con principios y valores que me han fortalecido en mi vida, por el apoyo incondicional que me ha brindado en los momentos arduos y los ánimos de seguir estudiando y preparando para ser un buen profesional.

A mi novia Fernanda Ramos que me ha apoyado y depositado su confianza plenamente en mí y día a día de seguir adelante pese a las circunstancias y situaciones difíciles que se presenten.

LENIN CAGUANA

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios por la sabiduría que me ha dado para afrontar los momentos difíciles y por permitirme llegar a este momento tan anhelado.

A mi padre José Caguana por la fortaleza que siempre han demostrado, por sus sabios consejos, el apoyo incondicional y los valores inculcados, por su ejemplo a seguir.

A mi novia Fernanda Ramos que estuvo pendiente y prestándome su ayuda, siendo un pilar fundamental en mi vida y dándome sus palabras de aliento y ánimos para llegar a cumplir este gran objetivo.

A mi sobrina Scarlet Aitana que llego en el momento más hermoso de mi vida para hacerme aprender y tener una perspectiva diferente a lo que se asemeja como es tener un hijo y los cuidados que se necesitan con todo el amor correspondiente que ellos lo necesitan.

LENIN CAGUANA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Título: “CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA.”

Autores: Caguana Coba Lenin Wagner

RESUMEN

El proyecto realizado sobre “CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA” es referente a las aplicaciones específicas de un sistema de control. Este trabajo de investigación presenta el diseño de un sistema SCADA, para mediciones de parámetros eléctricos del motor AC en cuatro cuadrantes, con una integración de equipos a través de una red industrial (Modbus RS-485).

Se diseñó una pantalla de visualización, para el diseño de entornos HMI se ejerció un monitoreo sobre las variables de velocidad, potencia y torque y la función que realiza cada dispositivo relevante para el diseño del sistema SCADA. Como resultado de la implementación del sistema existe un mejor desenvolvimiento del estudiante mediante la interfaz hombre-máquina, y a través de las normas.

Se puede concluir que este sistema permite visualizar las variables de parámetros eléctricos en un HMI, en un tiempo adecuado de monitoreo con ejecuciones correspondientes a eventos programados y así generar un reporte técnico para efectuar análisis de datos monitoreados.

PALABRAS CLAVES

SCADA, HMI, Modbus RS-485.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “CONTROL OF AN AC MOTOR IN FOUR QUADRANTS WITH SCADA SYSTEM.”

Authors:

Caguana Coba Lenin Wagner

ABSTRACT.

The project carried out on “CONTROL OF AN AC MOTOR IN FOUR QUADRANTS WITH SCADA SYSTEM” refers to the specific applications of a control system. This research paper presents the design of a SCADA system, for measurements of electrical parameters of the AC motor in four quadrants, with an integration of equipment through an industrial network (Modbus RS-485).

A display screen was designed, for the design of HMI environments, monitoring was carried out on the speed, power and torque variables and the function performed by each device relevant to the design of the SCADA system. As a result of the implementation of the system there is a better development of the student through the human-machine interface, and through the standards.

It can be concluded that this system allows to visualize the variables of electrical parameters in an HMI, in an adequate monitoring time with executions corresponding to scheduled events and thus generate a technical report to perform analysis of monitored data.

Keywords: SCADA, HMI, Modbus RS-485.

AVAL DE TRADUCCIÓN

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“CONTROL DE UN MOTOR AC EN CUATRO CUADRANTES CON SISTEMA SCADA.”** presentado por: **Caguana Coba Lenin Wagner**, estudiante de la Carrera de: **Ingeniería Eléctrica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	2
ABSTRACT.	4
AVAL DE TRADUCCIÓN	5
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	11
2. INTRODUCCIÓN	12
2.1 EL PROBLEMA:.....	12
2.1.1 Situación Problemática.....	12
2.1.2 Formulación del problema	12
2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	12
2.2.1 Objeto de estudio	12
2.2.2 Campo de acción.	12
2.3 BENEFICIARIOS	13
2.4 JUSTIFICACIÓN	13
2.5 HIPÓTESIS	13
2.6 OBJETIVOS	14
2.6.2 Específicos:	14
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	16
3.1 ANTECEDENTES	16
3.2 SISTEMA SCADA.....	19
3.2.1 Principales funciones de un sistema SCADA	19
3.2.2 Componentes del Sistema:	20
3.2.3 Ventajas de un sistema Scada	21
3.2.4 Componentes de un sistema SCADA	21
3.2.4.1 Hardware	21
3.3 MOTORES Y GENERADORES	23
3.3.1 Generador eléctrico.	23
3.4 GENERALIDADES TÉCNICAS.....	23
3.4.1 Principio de funcionamiento.	23
3.5 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.	24
3.5.1 Motor Eléctrico	24

3.5.2 Principio de funcionamiento de un motor	25
3.6 MOTORES ASINCRONICOS Y SINCRONOS	26
3.6.1 Motor Síncronos	26
3.6.2 Motor Asíncrono	28
3.7 CONTROL DE MOTORES ALTERNOS DE 4 CUADRANTES	32
3.7.1. Definición de Cuadrantes	32
3.7.2 Inversión - Frenados	35
3.8 CONTROL DE MOTOR AC CON VARIADORES DE FRECUENCIA.....	36
3.9 VENTAJAS DE USO DEL VARIADOR (FRENTE AL RESTO DE ARRANQUES):	36
3.10. DESVENTAJAS DE USO DEL VARIADOR.....	37
3.11 INCONVENIENTES DE LA UTILIZACIÓN DEL VARIADOR DE VELOCIDAD EN EL ARRANQUE DE MOTORES ASÍNCRONOS	37
3.12. CARACTERÍSTICA DE VARIADOR.....	38
3.12.1 Tipos de variadores de velocidad.....	38
3.13 CARACTERÍSTICA DEL MOTOR	39
3.14 CARACTERÍSTICA DEL PLC	40
3.15 CARACTERÍSTICA DEL HMI.....	41
3.16. LAS REDES INDUSTRIALES.....	41
3.17 EVOLUCIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES	44
3.18 SISTEMAS INDUSTRIALES DE CONTROL	45
3.18.1. Control centralizado	45
3.19. LA PIRÁMIDE CIM	47
3.20. NIVEL DE E/S (NIVEL ACTUADOR/SENSOR)	48
3.21 NIVEL DE GESTIÓN (NIVEL DE FÁBRICA).....	48
3.22 PROTOCOLO MODBUS	48
3.23 MODBUS RTU	49
3.24 TRANSMISIÓN EN MODBUS/RTU.....	50
3.2 MODBUS ASCII.....	50
3.26. DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO MODBUS	51
3.27 CARACTERÍSTICA MODBUS	52
3.28 PROTOCOLO PROFIBUS	53
3.28.1 Introducción	53
3.29 Modelo OSI para Profibus	53
3.30 MEDIOS FÍSICOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	54
4 MATERIALES Y METODOS.....	55
4.1 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	55

4.1.1 Método científico	55
4.1.2 Método inductivo	55
4.2 TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN.....	56
4.3 TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	56
4.4 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS	56
4.4.1 PLC.	56
4.4.2 Signal Board (SB)	57
4.4.3 Fuente de alimentación DC.....	57
4.4.3 CM 1241, RS422/485.....	57
4.4.4 Módulo de potencia SINAMICS PM240-2.....	58
4.4.5 SINAMICS G120 Control Unit CU240B-2.....	58
4.4.6 Panel operador SIEMENS BOP-2 para Sinamics G120C/G120	59
4.4.7 Breaker de 2 fases	60
4.4.8 Switch Ethernet Industrial.....	60
4.4.9 Cable Conexión Modbus.....	61
4.4.10 MODBUS conector	61
4.4.11 Motor Trifásico	61
4.4.12 KTP700 Basic, Basic panel.....	62
5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	63
5.1 UBICACIÓN DE LA MAQUETA EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD	63
5.2. ESTADO INICIAL DEL SISTEMA DE CONTROL.....	63
6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	73
6.1 PRESUPUESTO	73
6.2 PRESUPUESTO GENERAL	74
6.3 ANALISIS DE IMPACTOS.....	75
6.3.1 Impactos prácticos.....	75
6.3.2. Impactos Tecnológicos.....	75
6.3.3 Impactos sociales	75
6.3.4 Impacto Práctico.....	75
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
7.1 CONCLUSIONES	76
7.2 RECOMENDACIONES	76
8. Bibliografía	77
9. ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Pirámide de Automatización.....	19
Figura 3.4 Motor Eléctrico	24
Figura 3.5 Motor Síncrono	27
Figura 3.6 Sistema magnético de la máquina asíncrona.....	28
Figura 3.7 Fuerzas presente en un campo magnético.....	30
Figura 3.8 Motor Asíncrono Monofásico.....	30
Figura 3.9 Motor asíncrono trifásico.....	31
Figura 3.10 Control de motor AC en un cuadrante	33
Figura 3.11. Cuadrante de un motor AC	34
Figura 3.12 Jerarquía de las comunicaciones	42
Figura 3.13 Pirámide de las comunicaciones	43
Figura 3.14. Velocidades en cada Nivel.....	44
Figura 3.15 Evolución de procesos industriales	45
Figura 3.16. Instalación industrial con control centralizado	47
Figura 3.17. Instalación industrial con control distribuido.....	47
Figura 3.18 Evolución de procesos industriales	48
Figura 3.19 Configuración de MODBUS en RS485 en RS485	49
Figura 3.20. Trama MODBUS/RTU/RTU	50
Figura 3.21. Trama MODBUS ASCII/ASCII	51
Figura 3.22. Arquitectura protocolar de Profibus protocolar de Profibus.....	54
Figura 4.1 PLC SIEMENS CPU 1214C AC/AC/AC y módulo SIGNAL BOARD SB 1224 .	57
Figura 4.2 Fuente de alimentación 24VDC.....	57
Figura 4.3 CM 1241, RS422/485	58
Figura 4.4 SINAMICS PM240-2	58
Figura 4.5 SINAMICS G120 Control Unit CU240B-2.....	59
Figura 4.6 Panel operador SIEMENS BOP-2	59
Figura 4.7 Breaker de 2 fases	60
Figura 4.8 Switch Ethernet Industrial.....	60
Figura 4.9 Cable Conexión Modbus.....	61
Figura 4.10 Conector Modbus	61
Figura 4.11 Motor Trifásico	62
Figura 4.12 KTP700 Basic	62

Figura 5.1 Laboratorio del PLC.....	63
Figura 5.2 Corriente.....	65
Figura 5.3 Torque	67
Figura 5.4 Torque vs Corriente	69
Figura 5.5 Voltaje vs Corriente	71
Figura 5.6 Set_Point	73
Figura 9.1 Plagio	80
Figura 9.2 Funcionamiento de Frenado.....	80
Figura 9.3 Ajustes para el frenado por corriente continua	81
Figura 9.4 Comunicación vía RS485.....	82
Figura 9.5 Ajustes para Modbus RTU.....	83
Figura 9.6 Palabra de mando 1	84
Figura 9.7 Resumen de las funciones del convertidor.....	85
Figura 9.8 Plano de construcción	86
Figura 9.9 Módulo didáctico	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Actividades y metodologías para los objetivos específicos	15
Tabla 2.1 Actividades y Objetivo	15
Tabla 3.1 Tipos de Comunicación Industrial	42
Tabla 3.2. Comparación de tramas ASCII-RTU	52
Tabla 6 Tabla 3.3. Especificaciones de Cableado para Redes Profibus	54
Tabla 3.4. Longitud del bus en función de la velocidad de transmisión	55
Tabla 5.1 Datos obtenidos del PLC	63
Tabla 6.1 Presupuesto detallado para la ejecución del proyecto	73
Tabla 6.2. Presupuesto general	75
Tabla 9.1 Datos de placa del motor	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (3.1).....	23
Ecuación (3.2).....	23
Ecuación (3.3).....	24
Ecuación (3.4).....	26
Ecuación (3.5).....	29
Ecuación (3.6).....	29

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: “Control de un motor AC en cuatro cuadrantes con sistema SCADA”

Fecha de inicio:

Abril 2022

Fecha de finalización:

Agosto 2022

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación: MSc. Marco Aníbal León

Estudiante: Lenin Wagner Caguana Coba

Área de Conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713 Electricidad y Energía.

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sublínea de investigación de la Carrera:

Sublínea 1: Control y Automatización en el uso de la energía del sector Industrial, Comercial y Residencial

Sublínea 2: Control y Automatización en el uso de la energía del sector Industrial, Comercial y Residencial

Grupos Temáticos:

Área Académica: Programación y Redes.

Líneas de Investigación: Sistemas de Control

Sublínea de Investigación: Automatización.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 EL PROBLEMA:

2.1.1 Situación Problemática

Los métodos prácticos del aprendizaje empleados en la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi; donde cada estudiante desarrolla las habilidades y destrezas que les permiten establecer con sus criterios de ingeniería, dando los conceptos teóricos que pueden ser comprobados y entendidos de tal manera que abarquen diferentes áreas dentro de la carrera.

El incremento de las carreras técnicas y a su vez de los estudiantes que ingresan a la Universidad, implican la falta de métodos y medios de aprendizaje que contribuyen al desarrollo integral, específicamente con las materias relacionadas con operaciones de redes. Ya que no disponen de módulos didácticos suficientes para el desarrollo teórico-práctico.

Por tal razón se propone realizar un sistema SCADA para la supervisión y adquisición de parámetros eléctricos tales como tensión, corriente y potencia para el laboratorio de PLC de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Su implementación será de gran ayuda para el laboratorio de PLC y de la carrera, siendo este un aporte tecnológico que les permitirá seguir empleando otros elementos para la supervisión y adquisición de datos, debido a las nuevas generaciones deben estar capacitadas en diversos aspectos que complementen su formación académica.

2.1.2 Formulación del problema

La inexistencia de sistemas SCADA para supervisión y adquisición de parámetros eléctricos de los motores trifásicos AC en los laboratorios de PLC de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1 Objeto de estudio

Control de un motor AC en cuatro cuadrantes con sistema SCADA

2.2.2 Campo de acción.

Ciencias Tecnológicas, Ingeniería y Tecnología Eléctrica, Tecnología electrónica, Generadores de energía, Fuentes no convencionales de energía, Tecnología de la Automatización, Motores Trifásicos.

330000 Ciencias Tecnológicas / 3306 Ingeniería y Tecnología Eléctricas / 330601 Utilización de la corriente continua / 330602 Aplicaciones Eléctricas / 330603 Motores eléctricos.

2.3 BENEFICIARIOS

Beneficiarios directos:

Los postulantes de la propuesta tecnológica y los laboratorios de PLC de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Beneficiarios indirectos:

Estudiantes de Ingeniería Eléctrica y la Comunidad Científica

2.4 JUSTIFICACIÓN

Con la evolución de la tecnología que está en constante cambio mejorando cada proceso industrial existente, lo que permite actuar de una forma rápida ante los diferentes cambios que produce, obligando de esta manera a las industrias a modernizar sus procesos productivos con equipos y sistemas de última generación para la obtención de productos y servicios de calidad. Los Sistemas de Control y Adquisición de Datos (SCADA), en la actualidad constituyen la herramienta tecnológica más utilizada en las grandes industrias a nivel mundial, para llevar información en tiempo real del estado y funcionamiento de equipos y/o sistemas instalados en la planta y así optimizar las respuestas del proceso.

Esta herramienta de comunicación impulsará el aprendizaje de nuevos protocolos de comunicación industrial a su vez partiendo de la necesidad de conocer nuevos protocolos de comunicación se puede indicar que este proyecto permitirá incentivar a los futuros estudiantes a desarrollar nuevas propuestas que generen oportunidades a otros estudiantes.

Por lo cual se propone implementar un módulo didáctico para la realización de pruebas y de su fácil manipulación. Se demostrará a través de una implementación del diseño de la prueba la simulación y automatización de los sistemas de frenado para motores de corriente alterna.

2.5 HIPÓTESIS

Mediante el desarrollo del sistema SCADA se podrá visualizar y controlar un motor AC en los cuatro cuadrantes.

2.6 OBJETIVOS:

2.6.1 General:

Desarrollar un control en cuatro cuadrantes de un motor trifásico AC utilizando un sistema SCADA

2.6.2 Específicos:

- Investigar el estado del arte de un control en cuatro cuadrantes a través del variador de frecuencia.
- Diseñar un sistema SCADA para el control y supervisión de un motor AC trifásico.
- Implementar, el sistema de supervisión SCADA para la visualización de los parámetros eléctricos a través de un interfaz hombre-máquina.

2.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2.1 Actividades y metodologías para los objetivos específicos

Objetivo	Actividad	Resultado de la Actividad	Instrumento
Investigar el estado del arte de un control en cuatro cuadrantes a través del variador de frecuencia.	Análisis de protocolos de comunicación	Establecer los protocolos adecuados para la comunicación	Documentos, tesis, pdf.
	Análisis de los tipos de sistemas SCADA'S	Características de los diferentes sistemas	Tesis, documentos, pdf.
Diseñar un sistema SCADA para el control y supervisión de un motor AC trifásico.	Determinar las diferentes simbologías eléctricas para el entorno.	Especificaciones técnicas de la simbología	Documentos, tesis, papers
	Determinar los Componentes electrónicos necesarios para la adquisición de los valores eléctricos.	Visualización de los parámetros eléctricos	Documentos, artículos científicos, software Tía Portal
Implementar, el sistema de supervisión SCADA para la visualización de los parámetros eléctricos a través de un interfaz hombre-máquina.	Algoritmo de programación configuración y comunicación	Registro de los parámetros eléctricos.	Visualización de variables eléctricas.
	Desarrollo del entorno para la visualización de los datos	Interacción entre el software programación.	Interfaz en el software Tía Portal

CAPITULO I

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

El desarrollo de la investigación se realizó en el laboratorio de Energías Renovables que forma parte de la Carrera de Ingeniería Electrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicado en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

En el mismo se investigó la situación actual del laboratorio, a fin de mejorar las deficiencias de funcionamiento encontradas en el mismo de los diferentes módulos de prácticas para los estudiantes.

Se determina que es necesaria la integración de equipos tecnológicos, para mejorar el funcionamiento del laboratorio. Formando parte fundamental en el desarrollo de los alumnos y el docente que hacen uso de las instalaciones, para conocer la estructura, características, funcionamiento, usos, ventajas y desventajas de los diferentes módulos y variadores de velocidad que se encuentra en dicho laboratorio.

Mediante la investigación se encontró cuatro proyectos realizados por los alumnos de la carrera de Ingeniería Electrica, los cuales constan en la implementación de módulos y tableros didácticos para la optimización del funcionamiento del laboratorio de Energía Renovables.

El primer proyecto fue realizado en Agosto del 2021 por los señores A/C Quilumba Toapanta Richard Paúl y Quimbita Terán Bryan Danilo que consiste en “DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA PARA SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS”. [1] Lo cual nos dice que en este proyecto: “La investigación actual incluye el desarrollo de un sistema de monitoreo SCADA y Obteniendo los parámetros eléctricos del panel fotovoltaico, se puede configurar para un sistema SCADA es un software que nos permite monitorear y visualizar los parámetros eléctricos de Paneles solares. La energía solar es una gran e inagotable fuente de energía limpia, obtenida a partir del uso de la radiación solar, el calor y la luz solar son fuentes potenciales aprovechado por varios colectores solares como células y paneles fotovoltaicos.

Energía solar, que se puede convertir en energía eléctrica y aprovechar al máximo su energía. Gracias a la radiación del sol, la energía solar fotovoltaica se puede convertir en Esta energía eléctrica se consigue mediante células fotovoltaicas, y este tipo de energía producido por el poder de la luz y el calor del sol. Radiación emitida por la Tierra, gracias al calor que genera, puede beneficiarse de la radiación solar. Este proyecto demuestra y realiza el desarrollo de un sistema de control de medidas.

Curva I-V característica de los paneles fotovoltaicos en función de la irradiación solar en el tiempo con interfaz gráfica Labview, también permite visualizar parámetros del sistema, donde el operador puede monitorear el comportamiento dinámico del sistema sin necesidad de utilizar dispositivos de medición adicionales.”

El segundo proyecto fue realizado en Septiembre del 2020 por el señor Tipan Tuitise Alex Patricio que consiste en “DESARROLLO DE UN SCADA DE UN ENTORNO VIRTUAL DE FLUJO Y MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL BASADO EN UNA ARQUITECTURA IOT” [2] Lo cual nos dice que en este proyecto:

“Se realizaron trabajos de calibración con el propósito de desarrollo SCADA de Entorno de transmisión virtual y monitoreo remoto en tiempo real basado en arquitectura IoT, mediante el uso de máquinas virtuales y emuladores, incluidos próximo paso; Diseño de procesos industriales, interfaz con software programación, desarrollo SCADA y transmisión de datos a la nube industrial. Diseño se tienen en cuenta el proceso de subproceso predeterminado, el proceso de control de flujo y el proceso de producción de salida, también se ha reproducido en un software de simulación industrial con poderoso programa Simulación 3D, comunicación con equipos industriales como PLC y control de tiempos realmente. La unidad responsable de implementar el control de flujo y la salida de producción es SIM PLC, es un software de virtualización avanzado para controladores lógicos programables, a los efectos de verificar su funcionamiento así como permitir la simulación PROGRAMACIÓN TIA PORTAL SIN HARDWARE. SCADA se ha realizado en software encendido, que permite la comunicación con un controlador lógico programable a través de Ethernet TCP/IP y para IOT esto se hace mediante bloques de programa agregado a la programación de la consola TIA PORTAL. El resultado es SCADA el bajo costo permite la recopilación, el procesamiento y la visualización de datos en tiempo real variables a través de la nube industrial. Con el desarrollo de este proyecto, se espera que procesos de control de flujo y control de salida de producción mejorados gracias a supervisión de las variables de proceso más importantes, control remoto y transmisión Alerta web y recopilación de datos.”

El tercer proyecto fue realizado en Septiembre del 2020 por los señores Rojano Tituaña Alex Patricio y Toapanta Ortega Wilson Alberto que consiste en “SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA PARA EL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE” [3] Lo cual nos dice que en este proyecto:

“El proyecto realizado sobre el sistema de monitoreo y control SCADA se realizó debido a la necesidad de un sistema de automatización en el invernadero No. 1 de la Universidad Técnica

de Cotopaxi en el campus Salache, lo que nos hizo determinar a qué altura y cuál es el consumo de agua, gracias a los diversos dispositivos eléctricos y electrónicos como el sensor ultrasónico, el PLC S7 1200 y la electroválvula que permite el control manual y automático del. La válvula solenoide se utiliza para controlar el llenado del tanque, esta válvula está pre programada, tiene la función de permitir el paso del agua cuando el tanque está vacío y cerrar la puerta cuando el tanque está en su capacidad. Para el personal #1 del invernadero se creó una interfaz gráfica (HMI) donde podían controlar y monitorear remotamente el comportamiento de la variable climática presentada en el invernadero, obteniendo así el consumo de agua diario, semanal y mensual en (litros), indicador de capacidad total del tanque en litros, indicador de consumo de litros, nivel de agua del tanque a y lectura actual de litros, luego Con el sistema de control de consumo de agua, se mejoró la calidad y cantidad de semillas y granos andinos en el invernadero número 1 de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el campus Salache.”

El cuarto proyecto fue realizado en Agosto del 2021 por los señores Chango Sánchez Bryan Alexander y Espinoza Herrera Marlon Geovanny que consiste en “ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL INVERNADERO N°1 DEL CAMPUS SALACHE” [4] Lo cual nos dice que en este proyecto:

“El sector agrícola de Ecuador está subutilizado por su forma el cultivo sigue siendo en gran parte convencional, lo que ralentiza el progreso en este importante sector. El problema era que el invernadero no contaba con la tecnología suficiente y optimizar procesos, mejorar la calidad del producto, aumento de la producción en este sector de investigación dirigida a Gama de actualizaciones del sistema SCADA para monitorear y controlar variables en Invernadero N° 1 del Campus Salache, especialmente diseñado para empresas de servicios públicos estudiantes y profesores de ingeniería agrícola para el seguimiento lejos de las variables de humedad y temperatura, pude confirmar un comportamiento correcto. El invernadero y su desempeño fueron cotejados con la base de datos. El monitoreo y control se realizó a través de la interfaz gráfica de usuario del software WinCC que de beneficio para que la producción sea de mayor calidad, al igual que el índice de productividad incrementada. También se desarrolló un contexto para el establecimiento de metas y estrategias y planes de implementación de nuevas variables a través del estudio de necesidades de invernadero No. 1 en el campus de Salache.”

3.2 SISTEMA SCADA

SCADA proviene de las siglas Supervisory Control and Data Acquisition. Los sistemas SCADA son aplicaciones de software diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Este tipo de sistema es diseñado para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. Las tareas de supervisión y control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador puede visualizar en la pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de éstas, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano.

Los programas necesarios, y el hardware adicional que se necesite, se denominan en general sistema SCADA. [5]

A continuación podemos observar en la figura 1.1 donde está ubicado el sistema SCADA dentro de la pirámide de automatización.

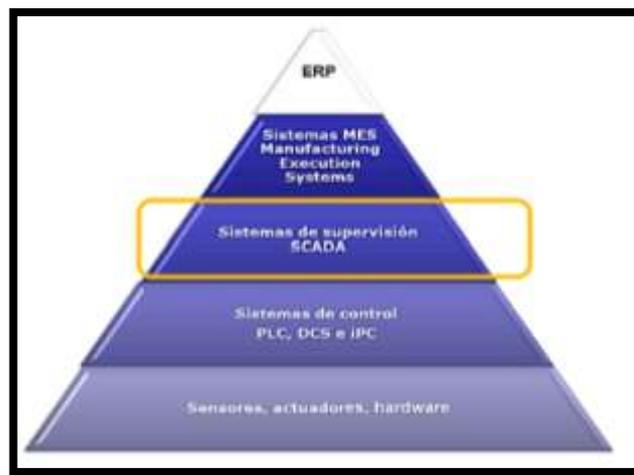


Figura 3.1. Pirámide de Automatización. [6]

3.2.1 Principales funciones de un sistema SCADA

Las funciones principales que abarca un sistema SCADA son las siguientes:

- **Supervisión:** Con ésta función el operador en su área trabajo puede observar desde un monitor donde el progreso de las variables de control con cambios que se produzcan diariamente en operaciones de la planta. Permitiendo dirigir tareas de mantenimiento y permitir una estadística de fallas.
- **Control:** Con el desarrollo del sistema se pueden activar o desactivar equipos en forma

remota (tomando como ejemplo el encendido de motores, activar contactos, etc.); proceso por el cual el empleado podrá realizar acciones de control y a su vez, si es necesario modificar la evolución de los procesos en situaciones irregulares que lo ameriten.

- **Adquisición de datos:** Recolección, procesamiento, almacenamiento y visualización de la información recibida en forma continua, desde los elementos externos o campo.
- **Generación de reportes:** Con los datos obtenidos se generan reportes en forma gráfica, predicciones, gestión total de la producción, control estadístico, gestión administrativa y financiera, entre otros.
- **Representación de señales de alarma:** Mediante las señales transmitidas por las alarmas se logra una alerta temprana al operador, frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial que afecte a la producción; siendo estas alarmas visuales o también alarmas sonoras

Las principales funciones cuando se desarrolla una aplicación SCADA son las siguientes: [7]

- Como principal tenemos con el de disponer de un interfaz gráfico, el cual proporcione al operador el control y supervisión del sistema, con la utilización de gráficos sinópticos, formados por un fondo fijo y distintas áreas activas que cambian dinámicamente a diferentes colores y formas. Representando sobre ellos las variables de entrada y salida, como el esquema de instalación es función de los sinópticos.
- Se puede alertar de cambios en la planta a operadores, para aquellos que no se consideren normales (alarmas), como los que se produzcan diariamente en operaciones (eventos), con ayuda de paneles de alarma reconocer paradas o situaciones de alarmas, accediendo a un registro de incidencias.
- Con la generación de históricos de señal de las variables del proceso, podrán ser volcados para un proceso en una hoja de cálculo.
- Con la gestión de archivos de datos para procesado, incluso con la realización de operaciones complejas, y almacenamiento de datos intangibles para diferentes periféricos en hardware o software del sistema; podrán tener acceso a ellos aplicaciones u otros dispositivos.

3.2.2 Componentes del Sistema:

Los principales tres componentes de un sistema SCADA son los que se especifican a

continuación: [6]

- Unidades Múltiples de Terminal Remota (RTU, UTR o Estaciones Externas).
- Estación Master y computador con HMI.
- Infraestructura de Comunicación.

3.2.3 Ventajas de un sistema Scada

Las ventajas más evidentes de los sistemas de control automático SCADA son: [6]

- Nivel de desarrollo de los paquetes de visualización, lo que permite la creación de nuevas aplicaciones funcionales sin necesidad de la persona a cargo sea un experto.
- El sistema PLC trabaja en condiciones adversas proporcionando fiabilidad al sistema que se controla.
- Cualquier tipo de sensor y actuador se puede integrar a un programa PLC, lo que puede ser por tarjetas de adquisición disponibles que pueden ser: tensión, corriente, sondas de temperatura, etc.
- El modularidad de los autómatas permite adaptarlos a las necesidades y ampliarlos si es necesario.
- Las herramientas de diagnóstico que tiene el sistema permiten una localización más rápida y sin errores lo que conlleva a memorar los paros que se produce en las instalaciones.
- Un sistema de control remoto (RTU) se puede definir que funciona de forma autónoma aun sin conectarse con la estación maestra.
- Los programas de control pueden documentarse más fácil y claro posible, lo que permita que los técnicos de mantenimiento lo puedan interpretar.

3.2.4 Componentes de un sistema SCADA

Se pueden ubicar a los componentes de un SCADA en dos grupos principales:

- Hardware
- Software.

3.2.4.1 Hardware

Un sistema SCADA necesita ciertos componentes inherentes de hardware en su sistema para

poder tratar y gestionar la información captada:

- **Unidad terminal maestra (MTU).**

La MTU es el computador principal del sistema, el cual supervisa y recoge la información del resto de las subestaciones; soporta una interfaz hombre-máquina. El sistema SCADA más sencillo es el compuesto por un único computador, el cual es la MTU que supervisa toda la estación.

- **Unidad remota de telemetría (RTU).**

Una RTU es un dispositivo instalado en una localidad remota del sistema, está encargado de recopilar datos para luego ser transmitidos hacia la MTU. Esta unidad está provista de canales de entrada para detección o medición de las variables de un proceso y de canales de salida para control o activación de alarmas y un puerto de comunicaciones; físicamente estos computadores son tipo armarios de control. Una tendencia actual es la de dotar a los Controladores Lógicos Programables (PLC's) la capacidad de funcionar como RTU.

- **Red de comunicación.**

El sistema de comunicación es el encargado de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el sistema SCADA, puede ser construida con cables o puede ser inalámbrica, haciendo uso de cualquier protocolo industrial existente en el mercado, como por ejemplo; CANbus, Fieldbus, Modbus, etc.

- **Instrumentación de campo.**

Los instrumentos de campo están constituidos por todos aquellos dispositivos que permiten tanto realizar la automatización o control del sistema (PLC's, controladores de procesos industriales, y actuadores en general) y son los encargados de la captación de información del sistema.

3.1.4.2 Software

Es un programa que permite construir la interfaz humano-máquina (HMI, Human Machine Interface), debe ser capaz de restringir el acceso de las personas al sistema y generar señales de alarma en caso de fallas. Permite la comunicación tanto entre dispositivos de campo, como entre los niveles de supervisión, niveles gerenciales y administrativos. Ejemplos de este tipo de programas son: INTOUCH, WINCC, LabVIEW, etc.

HMI puede ser una simple lámpara indicadora, o constar de un conjunto de pantallas donde se encuentra esquematizado gráficamente el proceso que se desea monitorear. En otras palabras, es el mecanismo que permite la interacción del ser humano con el proceso.

3.3 MOTORES Y GENERADORES

3.3.1 Generador eléctrico.

Los generadores eléctricos son máquinas que tienen la capacidad de transformar la energía mecánica en energía eléctrica, su principio de funcionamiento está basado en el fenómeno de inducción electromagnética, este fenómeno se describe con la ley de Faraday-Henry.

La cual establece que: En un campo magnético variable con el tiempo, se induce una fuerza electromotriz (f.e.m.) en cualquier circuito cerrado que es igual a menos la derivada respecto al tiempo del flujo del campo magnético a través del circuito [4].

$$\varepsilon = \frac{d\phi_B}{dt} \quad (3.1)$$

ε = Campo magnético

$d\phi_B$ = Flujo de campo magnético

dt = Tiempo variable

3.4 GENERALIDADES TÉCNICAS

En este capítulo el lector recordará los fundamentos teóricos de los generadores; sus formas de construcción, así como los tipos que existen. También se dará una breve descripción de los imanes y las leyes físicas que describen su comportamiento

3.4.1 Principio de funcionamiento.

La fuerza electromotriz (fem) es aquella energía capaz de producir y mantener una diferencia de potencial entre dos terminales de un circuito abierto, o en su caso de generar un flujo de corriente en un circuito cerrado. Cuando hay una diferencia de potencial en dos extremos del conductor se rige bajo la siguiente relación matemática.

$$fem = (\vec{v} * \vec{B}) * \vec{l} \quad (3.2)$$

Dónde:

Fem= fuerza electro motriz

\vec{v} = Velocidad a la que se desplaza

\vec{B} = Campo magnético

\vec{l} =longitud del circuito

Cuando se da el caso de que fluye una corriente por un circuito cerrado esta relación cambia y

se define:

$$fem = (\vec{l} * \vec{B}) * i \quad (3.3)$$

Dónde:

Fem= fuerza electro motriz

\vec{l} = longitud del circuito

\vec{B} = Campo magnético

i = Corriente eléctrica

Estas relaciones son utilizadas para convertir energía mecánica en eléctrica [9].

3.5 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.

3.5.1 Motor Eléctrico

El motor eléctrico es la máquina capaz de transformar la energía eléctrica que recibe en energía mecánica. Básicamente constan de dos partes, una fija denominada estator, y otra móvil respecto a esta última denominada rotor. Ambas están realizadas en material ferromagnético, y disponen de una serie de ranuras en las que se alojan los hilos conductores de cobre que forman el devanado eléctrico (fig.1.4). En todo motor eléctrico existen dos tipos de devanados: el inductor, que origina el campo magnético para inducir las tensiones correspondientes en el segundo devanado, que se denomina inducido, pues en él aparecen las corrientes eléctricas que producen el par de funcionamiento deseado [8].

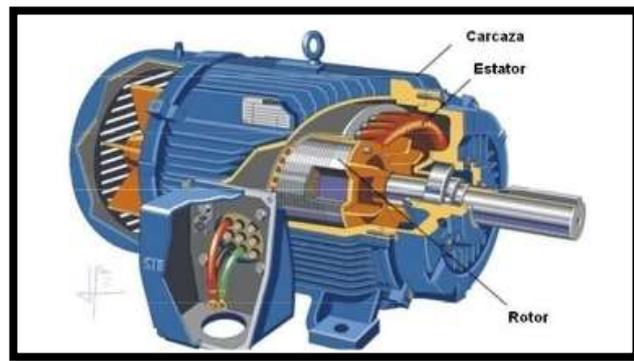


Figura 3.4. Motor Eléctrico [5]

Dentro de los motores de corriente alterna, nos encontramos con la clasificación de los motores trifásicos, asíncronos y síncronos. No hay que olvidar que los motores bifásicos y monofásicos, también son de corriente alterna.

Los motores trifásicos tienen ciertas características comunes:

En relación con su tensión, los tipos industriales suelen ser de 230 V y 460 Vac considerados como de baja tensión y los motores de mayor tensión, de 500, hasta 15000 Vac; son considerados como motores de alta tensión. Los motores que admiten las conexiones estrella y triángulo, son alimentados por dos tensiones diferentes, 230 V y 400 V, siendo especificado en su placa de características.

En relación a su frecuencia poseemos que mencionar que en el continente Europeo se usan los 50 Hz, mientras tanto que en América o en nuestro Ecuador se aplican los 60 Hz. Con en relación a la rapidez, dichos motores trifásicos son construidos para velocidades estáticas determinadas con las polaridades del bobinado y además se manipula de manera directa sobre la frecuencia suministrada a partir de la red primordial de la compañía eléctrica.

Respecto a la intensidad, el motor trifásico absorbe de la red la intensidad que necesita, dependiendo siempre de la fase en que se encuentre. Por ésta razón existen diferentes modos de arranques, para ahorrar energía y preservar el motor [10].

Además se deben considerar las pérdidas que poseen los motores trifásicos, sus razones son numerosas. Los rotores de jaula de ardilla (con rotor en cortocircuito) son los más utilizados por su costo y su arranque. Sin embargo, los motores de rotor bobinado o además denominados de anillos rozantes requieren ser arrancados con resistencias rotóricas, lo cual aumenta su costo y su dificultad. Los motores de rotor cortocircuitado no llevan escobillas, sin embargo si las llevan los que son de colector y de rotor bobinado.

3.5.2 Principio de funcionamiento de un motor

Se basa en el principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor [10].

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica.

Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha

3.6 MOTORES ASINCRONICOS Y SINCRONOS

3.6.1 Motor Síncronos

Es un motor de corriente alterna cuya velocidad en el eje es proporcional a la frecuencia de la corriente alterna que alimenta su inducido y su inductor se alimenta con una corriente continua de excitación. Los motores síncronos monofásicos se utilizan en: relojes, registradores, servomecanismos de lavarropas, etc.

$$n = 60 f / p \quad (3.4)$$

N: velocidad de rotación en revoluciones por minuto (rpm).

F: frecuencia de la tensión en bornes en Hertzios (Hz).

p: número de pares de polos (a dimensional).

Los motores síncronos trifásicos sobre excitados se utilizan como compensadores de potencia reactiva inductiva, tienen un alto costo por lo que resulta difícil su utilización.

Una característica del motor asíncrono es que si el rotor es "sobree excitado", esto es, si el campo magnético es superior a un cierto valor, el motor se comporta como un capacitor a través de la línea de poder. Esto puede ser útil para la corrección del factor de potencia en plantas industriales que usan muchos motores de inducción. [11]

Principio de funcionamiento

- Como generador:

Una turbina acciona el rotor de la máquina sincrónica a la vez que se alimenta el devanado rotórico (devanado de campo) con corriente continua. El entrehierro variable (máquinas de polos salientes) o la distribución del devanado de campo (máquinas de rotor liso) contribuyen a crear un campo senoidal en el entrehierro, que hace aparecer en los bornes del devanado estatórico (devanado inducido) una tensión senoidal. Al conectar al devanado inducido una carga trifásica equilibrada aparece un sistema trifásico de corrientes y una fuerza magnetomotriz senoidal.

- Como motor:

En este caso se lleva la máquina síncrona a la velocidad de sincronismo, pues la máquina síncrona no tiene par de arranque, y se alimentan el devanado rotórico (devanado de campo) con corriente continua y el devanado estatórico (devanado inducido) con corriente alterna. La interacción entre los campos creados por ambas corrientes mantiene el giro del rotor a la

velocidad de sincronismo. [11]

Características de funcionamiento

El par motor de la máquina síncrona es proporcional a su tensión en bornes; en cambio, en la máquina asíncrona es proporcional al cuadrado de esta tensión. A diferencia del motor asíncrono, puede trabajar con un factor de potencia igual o muy próxima a la unidad. El motor síncrono, respecto al motor asíncrono, tiene algunas ventajas especiales por lo que se refiere a su alimentación mediante una red de tensión y frecuencia constantes:

La velocidad del motor es constante, independientemente de la carga, puede proporcionar potencia reactiva y permite por tanto mejorar el factor de potencia de una instalación, puede soportar, sin calarse (perder velocidad de sincronismo) bajadas de tensión relativamente importantes (del orden del 50% debido a sus posibilidades de sobreexcitación).

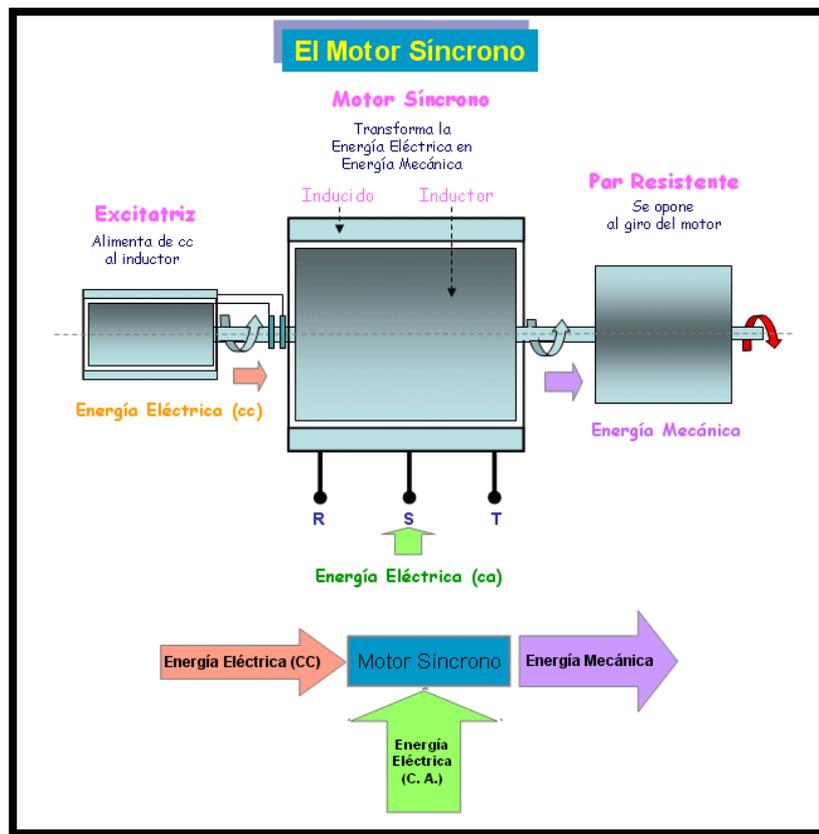


Figura 3.5. Motor Síncrono [11]

Sin embargo, el motor síncrono alimentado directamente por la red de distribución de energía a tensión y frecuencia constantes presenta dos inconvenientes:

Tiene dificultades de arranque; de hecho, si el motor no va asociado a un variador de velocidad, debe de efectuarse el arranque en vacío, o con arranque directo, en el caso de motores pequeños,

o con la ayuda de un motor auxiliar de arranque que lo arrastra a una velocidad próxima a la de sincronismo, momento en el que se puede conectar directamente a la red, se puede perder la velocidad de sincronismo si el par resistente sobrepasa al par electromagnético máximo, con lo que es necesario reiniciar todo el proceso de arranque.

3.6.2 Motor Asíncrono

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor y un estator en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre si 120° . Cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. El rotor puede ser de dos tipos, de jaula de ardilla o bobinado. En cualquiera de los dos casos, el campo magnético giratorio producido por las bobinas inductoras del estator genera una corriente inducida en el rotor. Como esta corriente inducida se encuentra en el seno de un campo magnético, aparecen en el rotor un par de fuerzas que lo ponen en movimiento.

El campo magnético giratorio gira a una velocidad denominada de sincronismo. Sin embargo el rotor gira algo más despacio, a una velocidad parecida a la de sincronismo. El hecho de que el rotor gire más despacio que el campo magnético originado por el estator, se debe a que si el rotor girase a la velocidad de sincronismo, esto es, a la misma velocidad que el campo magnético giratorio, el campo magnético dejaría de ser variable con respecto al rotor, con lo que no aparecería ninguna corriente inducida en el rotor, y por consiguiente no aparecería un par de fuerzas que lo impulsaran a moverse.

3.6.2.1 Campo magnético del motor asíncrono

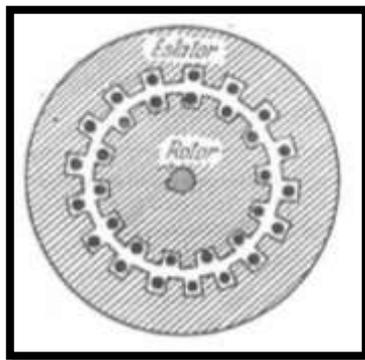


Figura 3.6. Sistema magnético de la máquina asíncrona [9]

El sistema magnético de una máquina asíncrona consta de 2 núcleos: el núcleo exterior fijo que tiene la forma de un cilindro hueco y el núcleo cilíndrico interior giratorio. La parte fija de la máquina se conoce como estator y la parte giratoria como rotor.

Cuando se aplican al estator un conjunto trifásico de voltajes, se genera un conjunto de corrientes trifásicas que generan un campo magnético B_s que rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj. Éste, induce un voltaje en las barras del rotor y éste voltaje está dado por la ecuación:

$$e_{induc} = (v * B) l \quad (3.5)$$

Donde:

V: es la velocidad de la barra, relativa al campo magnético;

B: es el vector de densidad de flujo magnético;

L: la longitud del conductor en el campo magnético.

El movimiento relativo del rotor con respecto al campo magnético del estator (B_s) induce voltaje en una barra del rotor. El flujo magnético del rotor produce un campo magnético del rotor B_r .

El torque de la máquina está dado por:

$$\tau_{induc} = K B_r * B_s \quad (3.6)$$

B_s : Campo magnético del estator

B_r : Campo magnético del rotor

K : Constante

Y la dirección es en sentido contrario a las manecillas del reloj, por lo tanto el rotor se acelera en esa dirección. En operación normal, los campos magnéticos del estator y del rotor giran a velocidad sincrónica, mientras que el del rotor gira a una velocidad menor.

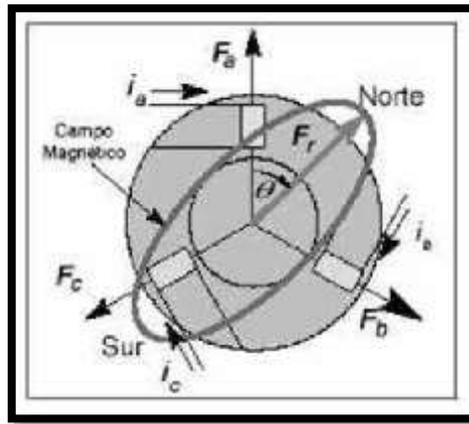


Figura 3.7. Fuerzas presente en un campo magnético [9]

3.6.2.2 Motor Asíncrono Monofásico

Para aplicaciones de muy baja potencia (de hasta 1HP) se usan este tipo de motores de inducción. En ellos el estator se alimenta con una única tensión, por lo que no es posible generar un campo magnético giratorio, consiguiéndose tan solo un campo pulsante.

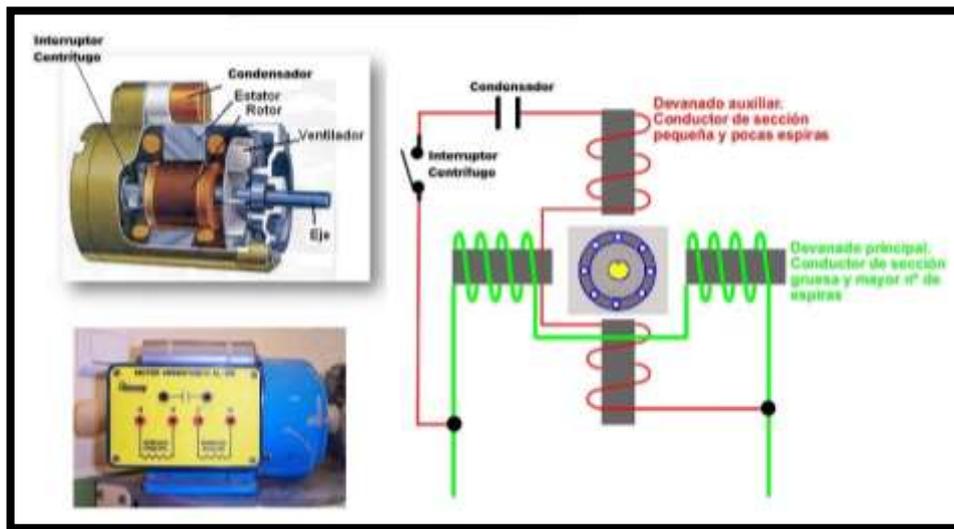


Figura 3.8. Motor Asíncrono Monofásico [12]

El arrollamiento del estator engendra dos conjuntos de polos ficticios que giran en sentido inverso a la velocidad angular. Llamemos polos concordantes a los que giran en el mismo sentido que el rotor y polos inversos a los que giran en sentido inverso. En el arranque rotor parado los dos pares son iguales pero de sentido contrario. Si por cualquier procedimiento se ayuda a girar el rotor en un sentido, aparecerá inmediatamente un par que si es superior al par resistente pondrá en funcionamiento la máquina. [9]

3.6.2.3 Descripción del Motor Eléctrico Asíncrono Trifásico

Un motor de inducción es simplemente un transformador eléctrico cuyo circuito magnético está separado, por medio de un entrehierro, en dos partes: una parte fija llamada estator y otra parte móvil llamada rotor. El estator está formado por un devanado (primario) situado en un núcleo de chapas magnéticas de acero ranuradas. El rotor al igual que el estator, también posee un núcleo de chapas magnéticas ranuradas en el cual se sitúa un devanado (secundario), pero éste, puede que no sea bobinado sino que contenga unas barras de cobre, bronce, o aluminio unidas en los extremos a unos anillos (rotor de jaula de ardilla) que las cortocircuiten.

Una vez que se suministra una corriente alterna, procedente de una red, al devanado primario, se induce una corriente de sentido contrario en el devanado secundario, produciéndose flujo magnético en el entrehierro, constantemente que éste último se encuentre cerrado en cortocircuito o por medio de una impedancia exterior. En los motores asíncronos trifásicos, se realizan circular corrientes alternas que producen un campo magnético sinusoidal que gira sincrónicamente (velocidad de sincronismo) con la frecuencia de la fuente de ingesta de alimentos del motor. El motor de inducción en vacío puede llegar a conseguir velocidades casi equivalentes a la de sincronismo, sin embargo en el instante en que se aplique carga, la rapidez se disminuye a un costo inferior al de sincronismo, de allí el nombre de motores asíncronos. El tipo de motor que contempla es asíncrono trifásico con rotor de jaula de ardilla, como se ha mencionado anteriormente, está formado por un eje y un núcleo de chapas magnéticas prensadas, en cuyo interior, se sitúa el devanado secundario compuesto por barras de aluminio inyectadas (jaula del rotor). [11]



Figura 3.9. Motor asíncrono trifásico. [10]

3.7 CONTROL DE MOTORES ALTERNOS DE 4 CUADRANTES

Enfocados en el desempeño y la exactitud que presenta un sistema de control en cuatro cuadrantes para motores AC que posee excitación independiente, permitiendo controlar la velocidad o el sentido de giro de forma independiente. Se sabe que íntimamente relacionados al control de velocidad, se encuentran tanto el frenado regenerativo como la inversión de giro; además., cuando este control se está realizando por control de fase, los convertidores al tomar energía de una red de alterna monofásica o trifásica, pueden tener distintas disposiciones según sea la potencia del motor y según se requiera la inversión de marcha o el frenado regenerativo. El control realizado en un solo cuadrante se enfoca solo en los cuadrantes I o III, donde las flechas de velocidad y par se encuentran apuntando en la misma dirección. El cuadrante I está en movimiento hacia adelante o en sentido horario (CW) y el par motor se desarrolla en el sentido positivo para accionar la carga conectada a una velocidad deseada (N).

Mientras que en el cuadrante III el sentido de giro es invertido a las manecillas del reloj (CCW), el motor inverso se logra invirtiendo la dirección del campo magnético giratorio. Esto aplica el par en la dirección opuesta que el cuadrante I, así que el motor gira en la dirección contraria.

3.7.1. Definición de Cuadrantes

En base a las ecuaciones analizadas en el primer punto de este capítulo, se observa que la velocidad de una máquina AC de excitación independiente constante, es proporcional al voltaje de armadura y el torque es proporcional a la corriente de inducido. Por lo tanto, el invertir la dirección de rotación necesita la inversión de la polaridad del voltaje AC, y una inversión de la dirección del torque un cambio en la dirección de la corriente de armadura.

En la ingeniería de control, la subdivisión más empleada de los cuadrantes, se la hace precisamente en base a las direcciones de torque y velocidad de la máquina, ya que según sea la aplicación de ésta, la carga va a exigir diferentes estados de torque y velocidad para su funcionamiento; por ejemplo, motores para bombas y ventiladores, nada más requieren una dirección para la rotación y el torque, mientras que motores para grúas o elevadores, necesitan de un circuito de control que les permita invertir el sentido de giro pero manteniendo la dirección del torque. En las figuras siguientes, se podrá entender claramente lo que significa la operación en 1, 2 o 4 cuadrantes de una máquina AC y como son las direcciones de flujo de energía E, corriente y voltaje par a los diferentes estados de operación:

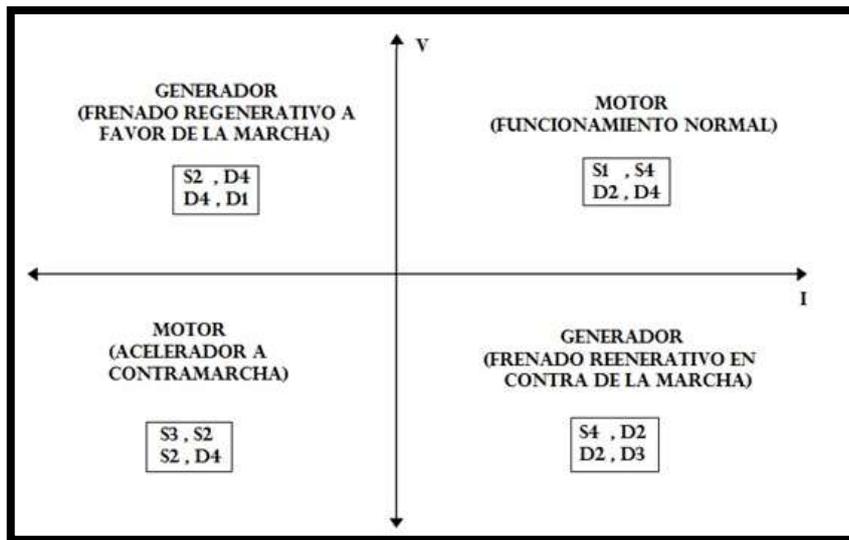


Figura 3.10. Control de motor AC en un cuadrante [13]

-En el 1º cuadrante: V , I , E son positivas (con $V > E$) consiguiendo un par motor y una velocidad positivos.

-En el 2º cuadrante: La fuerza contra electro motriz E permanece positiva. Como $V < E$, la corriente es negativa lo que implica que el motor funciona en sentido directo pero con par motor negativo (frenado regenerativo a favor de la marcha)

-En el 3º cuadrante: V y E son negativas de manera que $V > E$ (En magnitud), teniendo una corriente negativa y con ello un par motor y una velocidad negativas.

-En el 4º cuadrante: V y E son negativas pero esta vez $V > E$ (En magnitud), teniendo una corriente positiva y con ello un par motor positivo con la energía fluyendo del motor a la fuente

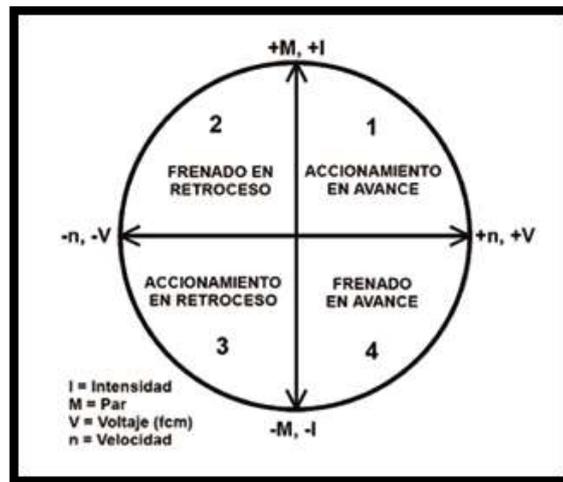


Figura 3.11. Cuadrante de un motor AC [13]

Podemos decir que la máquina funciona como motor en el primer y tercer cuadrantes (sentidos de giro y torque opuestos), cada uno de los convertidores actúa como rectificador y la energía fluye desde la red de alterna hacia la carga, la misma que es arrastrada por la máquina., por presentar un torque resistente inferior al toque mecánico producido por el motor. En el segundo y cuarto cuadrantes, la maquina funciona como generador (diferentes sentidos de giro y torque), cada conversor actúa como inversor en el caso respectivo y la energía fluye desde la carga hacia la red., ya que esta carga presenta un torque superior al torque de la máquina, arrastrando de esta forma el eje de la última y cediendo la energía suficiente para que sea devuelta a la fuente. Al utilizar los dos equipos rectificadores conectados en forma anti paralela, se está proporcionando un camino bidireccional a la corriente, y por lo tanto, un tipo de frenado regenerativo es posible en ambos sentidos; esto quiere decir que, cuando la máquina se encuentre girando en estado estable y en determinado sentido, absorberá energía de la fuente, fluyendo corriente desde la fuente hacia la máquina; en el momento en que se requiera inversión de giros la máquina se ira frenando si el sistema forzar a la corriente a invertir su sentido, y en este caso la energía será llevada desde la maquina hacia la fuente, hasta el momento en que se detenga e invierta el sentido de giro recuperando su acción motora (vuelve a absorber energía de la fuente). Este período transitorio de freno, en el cual la máquina AC actúa como generador es el llamado "Freno Regenerativo". En este accionar propio de la operación en cuatro cuadrantes, es indispensable que se controle cada uno de los tiristores del conversor dual en forma apropiada.

Además, con la implementación del conversor dual, se lograra que uno de los convertidores

envíe una tensión positiva al motor en lo que el anti paralelo tiene la función de mandar una tensión negativa, con esto de forma sencilla se recibe un accionamiento de marcha reversible y puede regularse la rapidez en cualquier persona de ambos sentidos, mediante las señales en las compuertas de los tiristores.

3.7.2 Inversión - Frenados

- a) **Inversión:** La mayoría de controladores son unidireccionales y la inversión de giro es una operación de costo extra. La inversión implica que el controlador posea un switch o contactor para invertir los terminales DC a la armadura del motor, o que pueda hacerlo en forma automática con elementos de estado sólidos. Algunos controles también ofrecen frenos dinámicos como un adicional a la operación de inversión.
- b) **Freno:** La función fundamental de cualquier sistema de frenado usado para para parar o desacelerar es convertir la energía cinética del rotor del motor en movimiento y su carga hacia energía calórica durante el proceso o devolverla hacia la fuente el sistema de control debe poseer algún tipo o una combinación los siguientes modos de frenado.
 1. **Frenado Externo:** Freno de fricción con resorte, freno magnético con principio eléctrico, freno con corriente de Eddy.
 2. **Frenado Interno:** Freno en contra corriente o por versión, freno dinámico, freno regenerativo.

Los 2 tipos de Frenado más interesantes son:

- **Frenado Dinámico:** Es una forma de cargar eléctricamente al motor como un generador para extraer su energía mecánica almacenada y reducir su velocidad este freno es más efectivo cuando el motor está girando a gran velocidad.
- **Frenado Regenerativo:** Al igual que el dinámico es una forma de extraer energía mecánica del motor, pero en forma eléctrica desde las terminales de armadura la energía eléctrica es devuelta hacia la fuente en un lugar de disipada en una resistencia esta forma de frenado permite que el motor pueda llegar a detenerse.

3.7.3 CONTROL DE VELOCIDAD

Aplicando el control de velocidad escalar de voltaje y frecuencia nos dice que se utiliza aplicando un ajuste al voltaje aplicado al estator con respecto a la frecuencia de modo aplicada al entre hierro, donde los valores se pueden mantener estables en un rango determinado.

El control escalar es la forma más común empleada en los controladores de velocidad de las unidades de frecuencia variable empleados dentro de la industria en general. En este tipo de control en particular el motor se alimenta de una frecuencia variable, proveniente de las señales producidas por la modulación de ancho de pulso de un inversor.

Empleado microcontroladores en la relación velocidad / frecuencia se puede mantener constante para de esta forma mantener un par contante en todo el rango de operación de los motores, esto es posible ya que las variables de entrada se controlan, y a este control se lo conoce como control escalar, siendo esta una solución de bajo costo y fácil de implementar en un sistema de control escalar el motor se alimenta con una frecuencia variable

3.8 CONTROL DE MOTOR AC CON VARIADORES DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Los variadores son convertidores de energía encargados de modular la energía que recibe el motor. Otra definición sería, los variadores de velocidad son dispositivos que permiten variar la velocidad y la acopla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad y la copla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

Se utilizan estos equipos cuando las necesidades de la aplicación sean:

- Dominio de par y la velocidad
- Regulación sin golpes mecánicos
- Movimientos complejos
- Mecánica delicada

3.9 VENTAJAS DE USO DEL VARIADOR (FRENTE AL RESTO DE ARRANQUES):

- Evita picos o puntas de intensidad en los arranques del motor. (Muy pronunciados en el arranque directo, en estrella-triángulo y medios con arrancadores progresivos).
- El par se controla totalmente a cualquier velocidad, lo que evita saltos o bloqueos del

motor ante la carga. (En un arrancador progresivo la regulación del par es difícil, ya que se basa en valores de tensión inicial).

- No tiene factor de potencia ($\cos \varphi = 1$), lo que evita el uso de baterías de condensadores y el consumo de energía reactiva (ahorro económico).
- Comunicación mediante bus industrial, lo que permite conocer en tiempo real el estado del variador y el motor, así como el historial de fallos (facilita el mantenimiento).
- Los arranques y paradas son controlados, y suaves, sin movimientos bruscos.
- Protege completamente el motor, el variador y la línea.
- El consumo energético se adapta a la exigencia del motor (ahorro de energía).
- Mediante Contactores externos de bypass (puente) se puede utilizar un solo variador para el control secuencial de varios motores, tanto en arranque como en parada.

3.10. DESVENTAJAS DE USO DEL VARIADOR

- La instalación, programación y mantenimiento, debe ser realizada por personal cualificado. derivar ruidos e interferencias en la red eléctrica, que podrían afectar a otros elementos electrónicos cercanos.
- Para aplicaciones sencillas puede suponer mayor inversión, que un sistema simple (contactor-guarda motor), si bien a la larga se amortiza el gasto suplementario, por el ahorro energético y de potencia reactiva que aporta el variador.
- Las averías del variador, no se pueden reparar in situ (hay que enviarlos a la casa o servicio técnico). Mientras tanto debe disponerse de otro variador equivalente, o dejar la instalación sin funcionamiento.

3.11 INCONVENIENTES DE LA UTILIZACIÓN DEL VARIADOR DE VELOCIDAD EN EL ARRANQUE DE MOTORES ASÍNCRONOS

- Es un sistema caro, pero rentable a largo plazo.
- Requiere estudio de las especificaciones del fabricante.
- Requiere un tiempo para realizar la programación.

3.12. CARACTERÍSTICA DE VARIADOR

3.12.1 Tipos de variadores de velocidad

Los más generales, se puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánicos, hidráulicos y eléctrico-electrónicos, siendo este último de interés para el tema propuesto.

3.12.1.1 Variadores eléctrico-electrónicos

Los variadores eléctrico-electrónicos incluyen tanto el controlador como el motor eléctrico, sin embargo es práctica común emplear el término variador únicamente al controlador eléctrico.

Los primeros variadores de esta categoría emplearon la tecnología de los tubos de vacío. Con los años después se han ido incorporando dispositivos de estado sólido, lo cual ha reducido significativamente el volumen y costo, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los dispositivos.

Existen cuatro categorías de variadores de velocidad eléctrico-electrónicos

- Variadores para motores de DC.
- Variadores de velocidad por corrientes de Eddy.
- Variadores de deslizamiento.
- Variadores para motores de CA (también conocidos como variadores de frecuencia).

3.12.1.2 Variadores de deslizamiento

Este tipo de variadores se aplica únicamente para los motores de inducción de rotor devanado. En cualquier motor de inducción, la velocidad mecánica (Nm), El deslizamiento puede incrementarse al aumentar la resistencia del devanado del rotor, o bien, al reducir el voltaje en el devanado del rotor.

De esta forma es que puede conseguirse el control de la velocidad en los motores de inducción de rotor devanado. Sin embargo, este tipo de variadores es de menor eficiencia que otros, razón por la cual en la actualidad tiene muy poca aplicación.

3.12.1.3 Variadores para motores de AC

Son dispositivos que permiten variar la velocidad electrónicamente mediante una variable eléctrica conocida como frecuencia esto es para el caso de Drives para motores de AC, en contra parte los variadores de velocidad para motores de CD modifican el valor del voltaje para variar la velocidad de los motores.

Los variadores de frecuencia (siglas AFD, del inglés Adjustable Frequency Drive; o bien VFD

Variable Frequency Drive) permiten controlar la velocidad tanto de motores de inducción (asíncronos de jaula de ardilla o de rotor devanado), como de los motores síncronos mediante el ajuste de la frecuencia de alimentación al motor.

$Nm = \text{velocidad mecánica (rpm)}$

$f = \text{frecuencia de alimentación (Hz)}$

$s = \text{deslizamiento (adimensional)}$

$P = \text{número de polos (adimensional)}$

Como puede verse en las expresiones, la frecuencia y la velocidad son directamente proporcionales, de tal manera que al aumentar la frecuencia de alimentación al motor, se incrementará la velocidad de la flecha, y al reducir el valor de la frecuencia disminuirá la velocidad del eje. Por ello es que este tipo de variadores manipula la frecuencia de alimentación al motor a fin de obtener el control de la velocidad de la máquina

Estos variadores mantienen la razón Voltaje/ Frecuencia (V/Hz) constante entre los valores mínimo y máximos de la frecuencia de operación, con la finalidad de evitar la saturación magnética del núcleo del motor y además porque el hecho de operar el motor a un voltaje constante por encima de una frecuencia dada (reduciendo la relación V/Hz) disminuye el par del motor y la capacidad del mismo para proporcionar potencia constante de salida en el motor.

3.13 CARACTERÍSTICA DEL MOTOR

El motor trifásico debe el término a que se alimenta de energía eléctrica trifásica. Las instalaciones monofásicas son más propias de hogares, con tensiones que van de 120 a 230 voltios y potencias que quedan por debajo de los 10 Kw.

En la placa de las características de los MET se dan los parámetros electromecánicos constructivos fundamentales y las condiciones nominales de funcionamiento, todo ello según ha sido diseñado, respondiendo a una determinada norma: IRAM, IEC o NEMA, según se trate. Cuando se hace referencia a estos parámetros, es necesario conocer la norma que los ampara, ya que hay diferencias importantes entre ellos según sea la que se adopte.

La forma constructiva involucra a todo el MET y variará de acuerdo al tipo de exigencia que le imponga el equipo acoplado.

En general una placa característica contiene los siguientes datos:

- Marca
- Modelo

- Número de serie
- Norma de fabricación
- Tensión nominal
- Corriente nominal
- Frecuencia nominal
- Potencia eléctrica
- Forma constructiva
- Velocidad
- Factor de potencia
- Grado de protección mecánica
- Clase térmica del aislamiento

3.14 CARACTERÍSTICA DEL PLC

Se le conoce como PLC por sus siglas en inglés (Programmable Logic Controller) o controlador lógico programable. Básicamente es una computadora que puede operar en ambientes de alto riesgo sirviendo como enlace para los procesos industriales. Este computador autómatas es capaz de recibir diferentes señales de entrada que secuencialmente realizarán una acción específica (Salidas). Su origen se remonta a los años 60's como una alternativa a los antiguos sistemas de relés, en un inicio fueron programados con el lenguaje de listado de instrucciones, posteriormente llegaría un lenguaje de interfaz gráfica llamado Ladder, también conocido como lenguaje escalera y que hoy en día es el más utilizado.

Partes de un PLC

Ahora veremos las partes que lo conforman que a su vez puede estar por módulos o integradas:

1. Módulos de entradas y salidas
2. Unidad de Procesamiento Central (CPU)
3. Fuente de alimentación
4. Unidad de programación
5. Módulo de memorias

Principales Características de un PLC

1. Lectura de señales de captadores distribuidos.
2. Permiten establecer comunicación con los diferentes equipos en tiempo real.
3. Interfaz que permite el uso y diálogo con los operarios.
4. Pueden ser conectados a un sistema supervisorio que facilita la interfaz y monitoreo del proceso.
5. Capaces de ser programados por diferentes lenguajes.
6. Reciben y ejecutan órdenes continuas por tiempos prolongados.
7. Pueden controlar entradas y salidas distribuidas y ajenas al armario central del autómatas mediante un cable de red.

Tanto sus características como aplicaciones se han extendido a lo largo de su historia, ahora las marcas lanzan al mercado PLC's con mayor tecnología y la vara cada año, es más alta.

3.15 CARACTERÍSTICA DEL HMI

HMI es el acrónimo de Human Machine Interface (interfaz hombre-máquina). La definición de una interfaz hombre-máquina es la de una interfaz de usuario o un panel de control que combina software y hardware para ayudar al operario a comunicarse entre sistemas y máquinas. Aunque el término puede aplicarse técnicamente a cualquier pantalla que permita a un usuario interactuar con un dispositivo, la pantalla HMI se utiliza más comúnmente en el contexto de un proceso industrial.

Las pantallas HMI utilizadas en el contexto industrial son en su mayoría pantallas o pantallas táctiles que conectan a los usuarios con las máquinas, los sistemas o los dispositivos. Los operarios de las fábricas utilizan los paneles de operador HMI para controlar y automatizar la maquinaria, así como sus líneas de producción. En concreto, las pantallas HMI pueden ser simples pantallas montadas en las máquinas de la fábrica, pantallas táctiles avanzadas, paneles de control multitáctiles, pulsadores, ordenadores con teclados, dispositivos móviles o una tableta.

Su objetivo es aumentar la productividad, incrementar el tiempo de funcionamiento y proporcionar una calidad de producto constante.

3.16. LAS REDES INDUSTRIALES

El mundo de las comunicaciones industriales y la transmisión de la información a través de una red de datos se pueden resumir en la siguiente grafica de forma jerárquica.



Figura 3.12. Jerarquía de las comunicaciones [14]

La ilustración muestra en la cima el nivel de información de la red o redes locales que dan las consignas de producción a las capas inferiores. En el centro se localiza el nivel de los controladores, donde operan diversos sistemas y se pueden encontrar sistemas de control especializados, autómatas programables, buses de instrumentación sobre ordenadores, sistemas de supervisión y SCADA, entre otros.

Todos los elementos involucrados en la comunicación lo hacen a través de un cable común, con protocolo común. Los terminales de operarios permiten incorporar parámetros y diagnósticos frecuentes sobre los procesos de una forma rápida y eficaz. Los diferentes procesos de una misma planta se pueden coordinar y supervisar mediante un sistema SCADA. La velocidad de transmisión en estos niveles suele ser de entre 2-10 Mbps, la topología más habitual de bus admitiendo ramificaciones apareciendo diferentes segmentos con distancias máximas de hasta 2 Km.

Tabla 3.1. Tipos de Comunicación Industrial [14]

TIPOS	
Redes Industriales.	Se fusionan autómatas programables y ofimática, estableciendo como base para la comunicación o estándares con el Ethernet Industrial o soluciones propias.
Buses de campo	Usados para el control de dispositivos de maquinaria y controladores, especificados normalmente sobre sistema de bus abierto tal como: ComporBusD, DeviceNet, WorldFip, Interbus-S, Modbus, ROFIBUS entre otros
Bus de dispositivos.	Bus alternativo más económico que el anterior y de fácil integración. El objetivo de este bus es simplemente la simplificación de la conexión de sensores y actuadores, reduciendo el cableado. Estos buses suelen ser propios de cada fabricante y de protocolo no libre.

Si queremos comunicar un proceso industrial con la red de ordenadores, estos ordenadores podrían ser utilizados para la lectura de bases de datos en donde se refleja el estado actual de la producción. En este caso la velocidad de respuesta es baja, ya que se debe tener en cuenta el tráfico de datos por esa red, en este caso los datos llegarán al sistema de destino con algún segundo de retardo, lo que no va a provocar ninguna disfunción en el sistema productivo, mientras que cuando un detector de proximidad cambie de estado la respuesta en el equipo de control, por ejemplo un autómatas programable, ha de ser inmediata, algún milisegundo de retardo a lo sumo.

De acuerdo al análisis anterior se puede observar que seguramente deben existir diferentes niveles de redes de comunicación de datos que cumplan en cada caso con las exigencias funcionales solicitadas. De ahí nace lo que se conoce como pirámide de las comunicaciones. Esta pirámide como muestra la figura siguiente, reconocida por todos los fabricantes de dispositivos para las redes de datos, está formada por cuatro niveles, que son:

- Oficina: Formado básicamente por ordenadores tanto a nivel de oficina como de ingeniería.
- Planta: Son ordenadores con aplicaciones específicas para el control del proceso.
- Célula: Son todos los componentes inteligentes que intervienen directamente en el proceso.
- Campo: Son todos los dispositivos que provocan los movimientos en el proceso productivo.

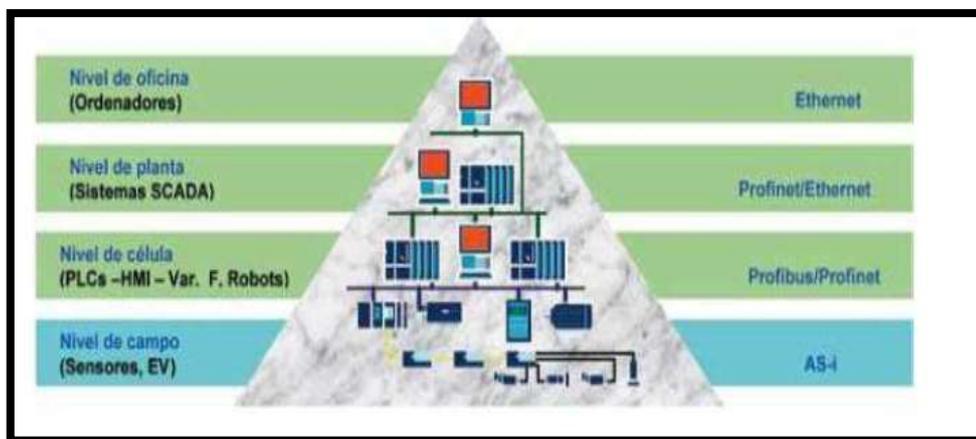


Figura 3.13. Pirámide de las comunicaciones [14]

Los fabricantes ofrecen diferentes alternativas para cumplir con los requisitos funcionales de cada caso. En el caso de SIEMENS, ofrece para cada nivel una solución y que es la que aparece en la siguiente figura:

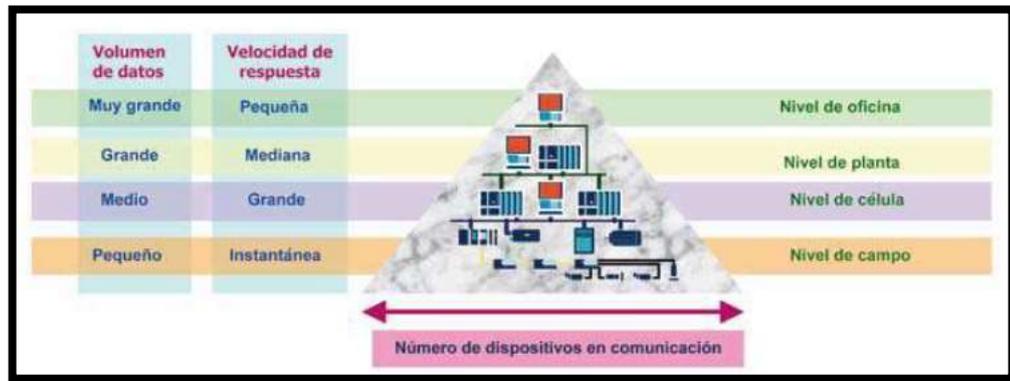


Figura 3.14. Velocidades en cada Nivel [5]

3.17 EVOLUCIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

Hasta el siglo xx, el crecimiento tecnológico había llegado de la zarpa de la revolución artificial en la que los procedimientos automáticos eran obras clave para la pericia de los desarrollos artificiales. Pero es en el siglo xx cuando los sistemas de mecanización surgen con más redundancia, potenciados por los sistemas eléctricos basados en relés electromagnéticos en la primera mitad del siglo, y de los sistemas electrónicos de estado denso en su segunda parte. Así, a más de sus objetivos iniciales, el criterio de automatización se extiende a la rebaja de desarrollo, deducción de contratiempos gremiales, rebaja de precios, etc.

La gestación de los autómatas programables marcó un proceso en la habilidad de acoplamiento y líneas de fabricación. La definición de línea de obtención automatizada apareció entonces como un hecho real. Este pequeño mecanismo permitió que los métodos de procesos industriales fuesen desde entonces más capaces, precisos, y lo que es más importante, reprogramables, eliminando el gran costo que se producía al reemplazar el difícil método de cuidado asentado en relés y Contactores, en dimensiones y duración.



Figura 3.15. Evolución de procesos industriales [7]

La evolución en los procesos de automatización pasa actualmente por el avance de las redes de comunicación. La comunicación de sistemas y procesos industriales no es un tema nuevo, ya que es grandemente conocido en el uso de sistemas como IEEE-488 y RS485/422 que durante más de 20 años han sido responsables de ofrecer las bondades mínimas en las instalaciones de baja y media complejidad en cuanto a las capacidades de intercomunicación se refiere. Este tipo de vínculos entre métodos se ha invertido esencialmente para equipos de instrumentación y sistemas de automatización, adonde es necesaria una baja tasa de transferencia de números entre equipos, sin embargo que en gran espectáculo de eventos en la actualidad en momento ahora no puede reponer a las carencias de intercomunicación entre artefactos que se demandan. Por ello, redes de comunicación como Profibus y Profinet han obtenido ser indispensables en un círculo de trabajo a donde cada momento es más necesaria la integración total. [15]

3.18 SISTEMAS INDUSTRIALES DE CONTROL

Existen tres clases de sistemas de control industrial los cuales son: control centralizado, control híbrido y control distribuido. La gran importancia de las funciones a desarrollar, o la opción de distribuir los trabajos de control del proceso o conjunto de máquinas en esas funciones autónomas, indicará en muchos casos la elección de un tipo de control

3.18.1. Control centralizado

Este proceso es el que se sigue en caso de sistemas poco dificultosos, donde un sistema podría ser verificado de manera directa con un exclusivo factor de control responsable de realizar cada una de las labores del proceso de producción y que podría integrar un sistema de monitorización y supervisión. Con base a las necesidades de producción han solicitado más grande desarrollo, una tendencia fue la de utilizar recursos de control más hechos y potentes, respaldando todo el

control del proceso, con la complejidad que ello implica, debido a que se hace primordial hacer llegar cada una de las señales de sensores y conexas todos los actuadores donde se encuentren. A la inversa, tiene muchas desventajas, debido a que si el proceso fracasa, todo el sistema queda paralizado, siendo primordial un proceso repetidor para eludir estas eventualidades. Además se necesita la utilización de unidades de control (mayormente PLC) de preeminente capacidad de proceso, dada la dificultad de los inconvenientes que debería comprender y las limitaciones de tiempo límite que son acostumbrados a grado industrial.

3.18.2. Control distribuido

El control compartido requiere tener en cuenta procesos, equipos de procesos o superficies de trabajo propensos para ser definidas por un algoritmo de control, y que dé logro llevar a cabo de manera autónoma. Con este criterio de control es viable que cada unidad servible se base en un proceso subjetivamente sencillo comparado con el proceso general, reduciendo la probabilidad de errores en la programación y otorgando el trabajo de unidades de control (PLC principalmente) más sencillos y económicas. Así mismo, la realidad de fallos en unidades de control no radica plenamente en la paralización de todos los procesos que se den en el centro de la planta. Como desventaja, se necesita hacer un análisis de fijación anterior, debido a que es necesario detectar los procesos automáticos, destinar recursos a cada proceso y diseñar el modelo de conexionado para solucionar las necesidades del proceso planificado.

3.18.3. Control híbrido

El control híbrido no está muy bien conceptualizado, ya que este tipo de gestión de planta puede considerarse a cualquier proceso de distribución de elementos de control mezclado entre el control distribuido y el centralizado. En muchas ocasiones no resulta fácil separar los procesos de manera cien por ciento automáticas, por lo que se debe acudir al desarrollo de varios procesos desde una misma unidad de control, porque la dificultad de la separación es mayor que la dificultad que supone su gestión conjunta. De plano general, una estrategia de este tipo también termina a una gestión estructurada, de manera que hay elementos de control de nivel superior que supervisan y enlazan los procesos automáticos más fáciles, siendo los responsables de gestionar la información común. Para esta estructura también es necesario el uso de redes de comunicación. [15]

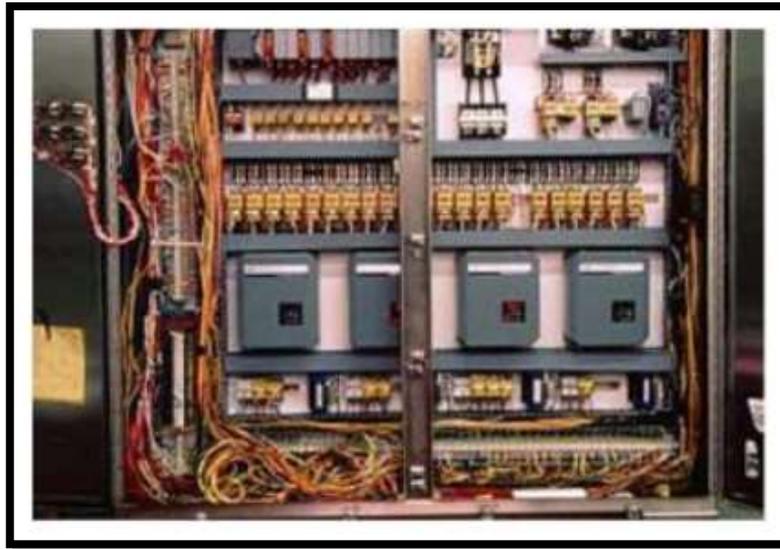


Figura 3.16. Instalación industrial con control centralizado [16]



Figura 3.17. Instalación industrial con control distribuido [16]

3.19. LA PIRÁMIDE CIM

La idea de fábrica totalmente automatizada (Computer Integrated Manufacturing) se denota como una pirámide en la que en los niveles inferiores se hallan los sensores y actuadores; en los niveles medios se entrelazan estos componentes para trabajar en conjunto ejecutando funciones sincronizadas y por último, en el nivel superior aparece la red informática técnico-administrativa donde se recopilan datos de estado, registros históricos, datos de partida, consignas, etc.

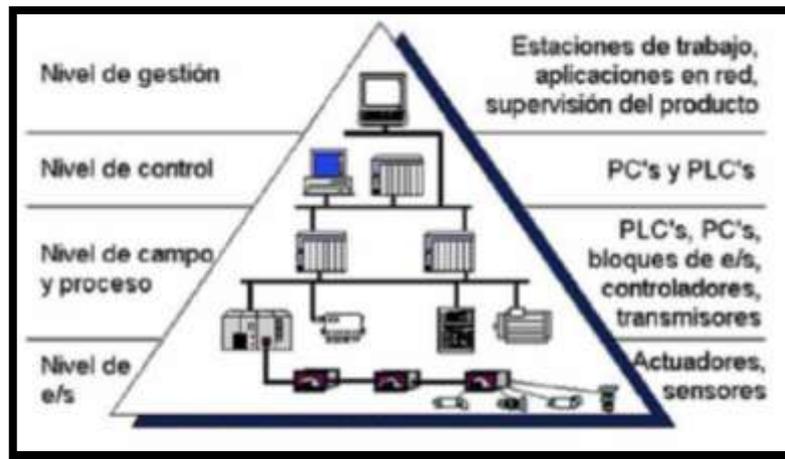


Figura 3.18. Evolución de procesos industriales [16]

3.20. NIVEL DE E/S (NIVEL ACTUADOR/SENSOR)

También conocido como nivel de instrumentación. Está compuesto por los elementos de medida “sensores” y mando “actuadores” configurados en una línea de producción. Son los elementos más evidentemente ligados con el proceso productivo.

De esta manera, los actuadores son los responsables de ejecutar las instrucciones de los elementos de control para cambiar el proceso productivo y los sensores miden variables en el proceso de producción. Ejemplos de sensores son aquellos que permiten medir nivel de líquidos, caudal, temperatura, presión, posición, etc. Para ejemplos de actuadores se mencionan los motores, válvulas, calentadores, taladros, cizallas, etc. Como característica adicional, los sensores y actuadores suelen ser dispositivos que necesitan ser controlados por otros elementos [15].

3.21 NIVEL DE GESTIÓN (NIVEL DE FÁBRICA)

Este nivel estará principalmente conformado por computadoras, ya que se encuentra más apartado de los procesos productivos. Es más, en este nivel no es importante el estado y la supervisión de los procesos de planta, al contrario, sí gana importancia toda la información relativa a la producción y su gestión asociada, es decir, a través del nivel de control es posible obtener información general de todos los niveles inferiores de una o varias plantas [15].

3.22 PROTOCOLO MODBUS

MODBUS es un protocolo de comunicaciones industriales de capa 7 del modelo OSI, relacionado en la arquitectura maestro/esclavo, fue creada en 1979 por MODICON para un lote de PLC. Hoy en día es un protocolo estándar dentro de la industria que tiene mayor disponibilidad para el enlace de artefactos industriales [17].

Un proceso del tipo maestro/esclavo tiene un nodo maestro cuya función es de enviar los comandos explícitos a cada uno de los nodos esclavos los cuales procesaran la respuesta solicitada. Una ventaja de este tipo de bus de campo es que los nodos no transmiten información sin una petición del nodo maestro y además no se enlazan con los demás nodos esclavos dentro de la red [3].

En el protocolo de comunicación MODBUS hay varias formas de intercambiar la información con los elementos de la red, se mencionan a continuación:

- Modbus RTU
- Modbus ASCII
- Modbus TCP

La selección del modo de comunicación RTU o ASCII solo se refiere a las redes estándar de MODBUS; esta selección asigna como será empaquetada la información dentro de las tramas de MODBUS y al mismo tiempo la decodificación [18]

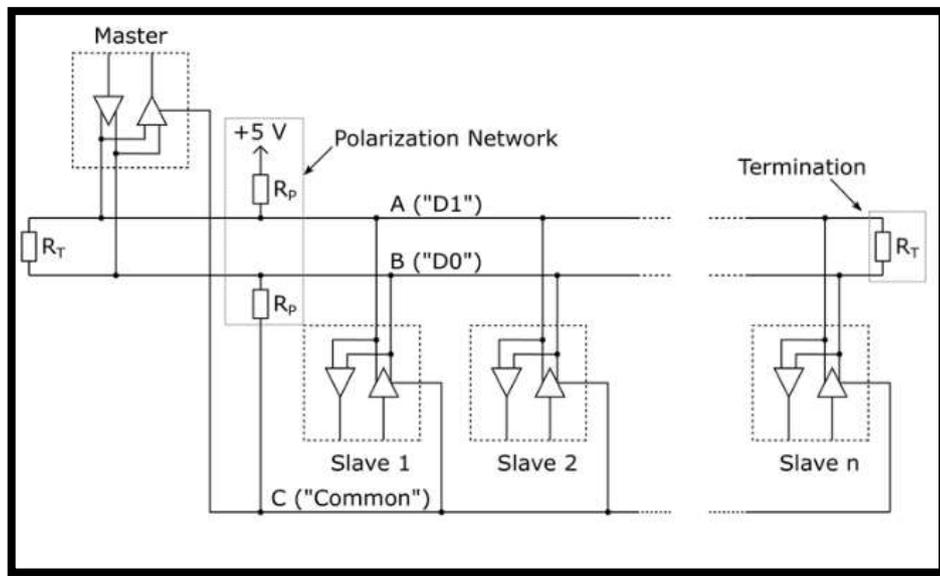


Figura 3.19. Configuración de MODBUS en RS485 [19]

3.23 MODBUS RTU

MODBUS RTU (Remote Terminal Unit) es conocida y su principal función es que los bytes se envían en su codificación binaria plana, sin ningún tipo de conversión. Está inicialmente creado para comunicaciones en bus serie. Como ventaja general tiene excelente aprovechamiento del canal de comunicación, mejorando la velocidad de la transmisión de los datos. El inconveniente es que necesita una gestión de tiempos entre bytes recibidos para saber cuándo empiezan y

terminan las tramas. [20]

Dentro de la trama MODBUS RTU, la delimitación de la misma se realiza por intervalos de tiempo de caracteres de silencio. Un carácter de silencio tiene la duración de un byte de datos enviado por el medio físico, pero no transporta datos, y su duración (T) depende de la velocidad (Vt) y del número bits que se utilicen para su codificación (N) entonces $T=N/Vt$. Según MODBUS, cuando se utilicen velocidades de hasta 19.200 bps, el tiempo entre tramas debe ser como mínimo 3,5 veces la duración de un carácter, y para velocidades superiores se recomienda un tiempo constante de 1,75ms. Por ejemplo, para una configuración del puerto serie de 19.200bps, con un bit de parada y un bit de paridad (11 bits en total, sumando el de inicio y 8 de datos) se tiene: $3,5*11/19.200= 2ms$.

La trama MODBUS RTU incorpora un código Cyclical Redundancy Check (CRC) de 16 bits para comprobación errores, que tiene que ser determinado por el emisor a raíz de todos los bytes de la trama enviados antes del CRC, exceptuando los delimitadores. Para aquello se utiliza un algoritmo puntual, bien concreto en la especificación de MODBUS serie. El receptor debe volver a calcular el código de igual forma que el emisor, y comprobar que el dato obtenido del cálculo es igual al dato presente en la trama para poder corroborar los datos [17].

3.24 TRANSMISIÓN EN MODBUS/RTU

Cuando se designa la configuración de los controladores en modo RTU (terminal de unidad remota), cada 8 bits (1 byte) en un mensaje, contiene dos caracteres hexadecimales de 4 bits. La mayor característica de este protocolo es que a mayor densidad de caracteres otorga un mejor rendimiento que los datos en ASCII para la misma velocidad de transmisión.

- Trama RTU

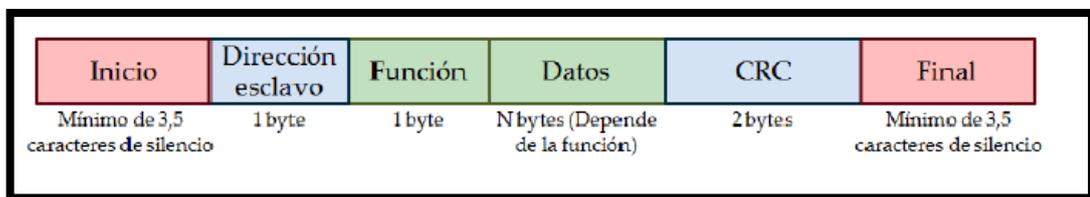


Figura 3.20. Trama MODBUS/RTU [21]

3.2 MODBUS ASCII

Los datos se codifican como caracteres ASCII entre el "0" (16#30) y el "9" (16#39) y entre "A" (16#41) y "F" (16#46). Por ejemplo, si se necesita enviar el byte de valor 16#FF, se debe de enviar la cadena "FF", por lo que realmente se enviarían dos bytes: 16#46 y 16#46. Además se

usan 3 caracteres especiales. El carácter ":" (16#3A) se utiliza para marcar el inicio de la trama y el par de caracteres no imprimibles "CRLF" (16#0D, retorno de carro, y 16#0A, salto de línea) se usan como delimitador del fin de la trama. Este protocolo tiene dos grandes ventajas.

Primero, ofrece una facilidad de detección del principio y del fin de trama gracias a los campos de inicio y fin (caracteres ":" y "CRLF"), con independencia de los tiempos de la transmisión del canal de comunicación. Segundo, logra trabajar con equipos de procesamiento lento sin tener que reducir la velocidad de comunicación siempre que tengan buffers de almacenamiento de los datos recibidos. Los problemas son que necesitan un mayor ancho de banda que MODBUS RTU para el envío de la misma petición o respuesta, o visto de otra forma, para el mismo ancho de banda, el envío de una trama con ASCII es más lento que con RTU [18].

- Trama ASCII

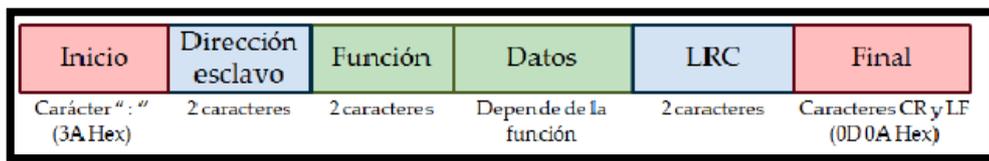


Figura 3.21. Trama MODBUS ASCII [21]

3.26. DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO MODBUS

El protocolo MODBUS trabaja siempre en configuración maestro-esclavo (cliente - servidor), siendo el maestro (cliente) quien controla siempre las comunicaciones con los esclavos que pueden ser hasta 247 (@1d a @247d). Los esclavos (servidores) se limitan a devolver los datos solicitados o a ejecutar la acción dicha por el maestro. La comunicación del maestro hacia los esclavos puede ser de dos tipos:

- “peer to peer”: la comunicación es de tipo “maestro - esclavo”, el maestro pide información y el esclavo lo otorga.
- “broadcast”: la comunicación es de tipo “maestro - todos los esclavos”, el maestro manda un dato a todos los esclavos de la red sin esperar respuesta (se envía a la dirección @0d).

Como se puede suponer, la secuencia básica en las comunicaciones MODBUS se basa siempre en una trama de pregunta, seguida de la trama de respuesta:

- Pregunta: con el código de operación que establece al esclavo que trabajo ha de ejecutar, y los bytes necesarios (datos y comprobación) para su desarrollo.

- Respuesta: con la recepción o datos resultantes del desarrollo de la función.

También las comunicaciones MODBUS se pueden ejecutar en modo ASCII o en modo RTU. En modo ASCII los bytes se envían codificados en ASCII, es decir, que por cada byte a transmitir se envían dos caracteres ASCII (2 bytes) con su representación hexadecimal (puede leer las tramas con un simple codificador de texto). En modo RTU se envían en binario, tal cual. En el modo ASCII las tramas comienzan por 3AH (carácter ':'), y terminan en 0DH-0AH (CRLF Carrier Return Line Feed) y cada byte se envía como dos caracteres ASCII. En modo RTU no se utiliza indicador de inicio y final de trama [21].

Tabla 3.2. Comparación de tramas ASCII-RTU

Parámetro	Modo ASCII	Modo RTU
Caracteres	ASCII '0'...'9','A'...'F'	Binario 0...255
Comprob. Error	LRC Longitudinal Redundancy check	CRC Cyclic Redundancy Check
Inicio de trama	Carácter ':'	3.5 veces t de carácter
Final de trama	Carácter CR/CL	3.5 veces t de carácter
Distancia max. entre Caracteres	1 seg	1.5 veces t de carácter
Bit de inicio	1	1
Bits de datos	7	8
Paridad	Par / Impar / Ninguna	Par / Impar / Ninguna
Bits de parada	1 si hay paridad 2 si ninguna	1 si hay paridad 2 si ninguna

3.27 CARACTERÍSTICA MODBUS

Modbus, actualmente, es un protocolo usado en muchos procesos industriales. Por sus grandes ventajas que presenta, es considerado un protocolo muy fiable al momento de realizar control sobre diferentes dispositivos. Entre todas las ventajas y características que presenta el uso del protocolo Modbus, se puede resaltar las siguientes:

- Al funcionar en modo maestro/esclavo, el maestro tiene total control sobre las comunicaciones con los esclavos.
- En toda la red, se puede disponer desde 1 hasta 247 esclavos. Cada esclavo posee una dirección única.
- El método de transmisión entre el maestro y los esclavos puede ser: Unicast (uno a uno) o Broadcast (uno a todos).
- Modbus usa códigos de funciones para enviar la operación a realizar por él o los

esclavos, y a su vez los esclavos ejecutan la operación y envían de vuelta información o datos hacia el dispositivo maestro.

- Es un protocolo público, compatible con una gran variedad de dispositivos electrónicos.
- Es fácil de implementarlo, razón por la cual es un protocolo que no requiere de gran costo de instalación.

3.28 PROTOCOLO PROFIBUS

3.28.1 Introducción

Profibus (Process Field Bus) fue un proyecto desarrollado entre los años 1987 y 1990 gracias al apoyo de varias empresas alemanas, que en su esfuerzo por establecer un nuevo protocolo de comunicación que permitiese interconectar diferentes equipos de diferentes fabricantes de manera independiente, crearon un sistema de bus de campo bit-serial capaz de establecer comunicaciones complejas viables en la industria de la automatización.

Profibus se estableció como estándar de comunicaciones para el intercambio de datos a alta velocidad, está basado en la norma europea EN50170 y actualmente es considerado como el bus de campo más veloz para transmisión de datos [22].

3.29 Modelo OSI para Profibus

La arquitectura del protocolo Profibus es orientada por el modelo de referencia ISO/OSI (Open System Interconnection), según el estándar internacional ISO 7498. Este modelo separa el protocolo en siete capas diferentes (layers), y cada una es asignada a una tarea específica. Profibus hace uso solamente de tres de estas capas.

Primero, en la capa física (PHY, layer 1) se define las tecnologías de transmisión presentes. El medio más común utilizado en Profibus es por cable de par trenzado, el cual cumple con el estándar RS-485. La capa de enlace de datos (FDL, layer2) define el método de acceso al bus, incluyendo la seguridad de datos. Para Profibus esta capa es completada a través del FDL (Field Bus Data Link). Finalmente, la capa de aplicación (layer 3) se encarga de definir las funciones de la aplicación. En adición, Profibus incluye en el nivel superior la capa de usuario para los perfiles FMS, DP, PA [16].

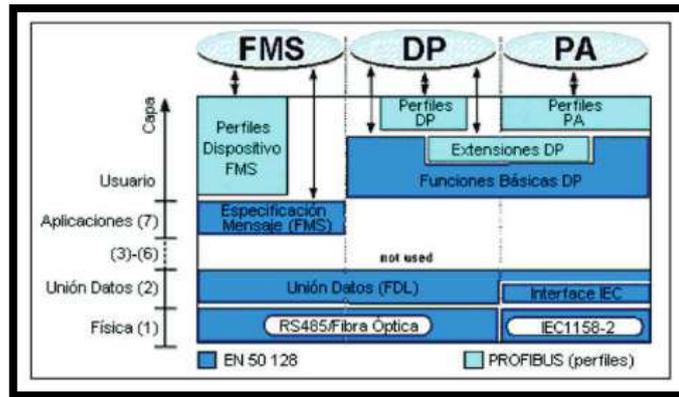


Figura 3.22. Arquitectura protocolar de Profibus [24]

3.30 MEDIOS FÍSICOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Profibus establece tres diferentes tecnologías de transmisión: el más común aplicado en la industria es el cable de par trenzado, el cual cumple con el estándar RS-485, por fibra óptica y el último denominado MBP (Manchester Bus Power), el cual incluye seguridad intrínseca y es destinado para lugares donde el ambiente es propenso a explosiones [14].

El estándar RS-485, por ser el medio más popular en redes Profibus y de mayor interés, será descrito a continuación con más detalle.

3.30.1 Cables

Como medio físico, el estándar RS-485 utiliza un par trenzado de cobre que admite comunicación semi-duplex (half-duplex), que incluye apantallamiento en cada línea de datos con el objetivo de conseguir que el sistema sea inmune a interferencias electromagnéticas.

En el estándar se puede distinguir entre dos tipos de cableado: cable tipo A (para encadenamiento) y cable tipo B (para unión tipo T), cuyas características primordiales son mostradas en la Tabla 1.2 [23].

Tabla 3.3. Especificaciones de Cableado para Redes Profibus [24]

Características	Especificaciones Cable Tipo A	Especificaciones Cable Tipo B
Impedancia Característica	135 a 165 (Ω) a una frecuencia de 3 a 20 (MHz)	135 a 165 (Ω) a frecuencias > 100 (MHz)
Capacitancias del Cable	<30 (pF) por metro	<60 (pF) por metro
Resistencia	<110 (Ω /Km)	-
Área del conductor	Max. 0.34 (mm ²), corresponde a AWG 22	Max. 0.32 (mm ²), corresponde a AWG 24.
Número de líneas	Par trenzado 1x2 o 2x2 o 1x4 líneas	Par trenzado 1x2 o 2x2 o 1x4 líneas

3.30.2 Velocidad de Transmisión

Con RS-485 se puede alcanzar velocidades de transmisión desde 9.6 kbps. Hasta 1.2 Mbps. dependiendo del tipo de cable que se utilice (Tipo A y Tipo B). La longitud máxima del medio de transmisión dependerá de la tasa de transmisión, se muestra en la Tabla 1.4, y esta podrá variar si se hace uso de repetidores.

Los repetidores son elementos activos cuya función principal es reconstruir la amplitud de señales degradadas o distorsionadas a lo largo del segmento de red [25].

Tabla 3.4. Longitud del bus en función de la velocidad de transmisión [26]

Baud rate (kbit/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500
Cable Tipo A	1200 (m)	1200 (m)	1200 (m)	1000 (m)	400 (m)	200 (m)
Cable Tipo B	1200 (m)	1200 (m)	1200 (m)	600 (m)	200 (m)	-

En todas las aplicaciones con Profibus el dispositivo maestro será el que establezca la velocidad de transmisión y todos los dispositivos esclavos deberán automáticamente reconocer y configurar la misma velocidad.

4 MATERIALES Y METODOS

4.1 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para realizar el presente proyecto de investigación se aplica los siguientes, métodos investigativos: inductivo, científico para así poder valorar cada uno de los parámetros de medición y visualización del sistema SCADA.

4.1.1 Método científico

Este método me permite realizar diferentes técnicas y procedimientos que nos ayudaran para obtener conocimiento teórico, al utilizar este tipo de método podemos u obtener respuestas que han sido probadas mediante experimentos.

4.1.2 Método inductivo

Método inductivo, contiene una secuencia de pasos para lograr llegar a conclusiones generales, es decir es un sistema flexible, este inicia con la observación de determinadas actividades en este caso en particular se enfoca en la medición y transmisión de datos de las variables eléctricas que permitan generar un diagnóstico del consumo energético de los motores para obtener una idea inicial en el diseño del módulo inteligente, esta información se registra, y finalmente se

puede contrastar para elaborar una tabla de análisis técnico.

4.2 TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN

Técnicas

Observación: Se toma en consideración todas las situaciones actuales y como se realiza el sistema SCADA para su análisis.

Medición: se realiza mediante dispositivos de medida para comprobar el funcionamiento del sistema.

Instrumentos

Software: mediante el software Labview me permite realizar la comunicación para así poder visualizar todos los parámetros eléctricos del sistema.

Multímetro: mediante este instrumento de medida me facilita realizar las mediciones de los parámetros eléctricos y de esta manera realizar una comparación con el software.

4.3 TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Técnicas: observación

Análisis de datos: los datos son analizados, mediante el software Labview, porque es un software muy útil para los sistemas sacadas lo cual puede trabajar con diferentes interfaces de comunicación para su buen funcionamiento.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

4.4.1 PLC.

Controlador lógico programable (PLC) marca SIEMENS, CPU 1214C DC/DC/DC, alimentación 24V DC. Incorpora 8 entradas digitales a 24V DC, 10 salidas digitales a 24V DC, 2 entradas analógicas (0-10V DC), memoria 100KB. Con puertos de comunicación PROFINET/Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM). [27]



Figura 4.1 PLC SIEMENS CPU 1214C AC/AC/AC y módulo SIGNAL BOARD SB 1224 [27]

4.4.2 Signal Board (SB)

Modulo Signal Board SIEMENS, SB 1224. Con una Salida analógica configurable en valores de $V mA$.

4.4.3 Fuente de alimentación DC.

La fuente de alimentación tiene capacidad de ofrecer desde 2,5 - 3A a 24V DC.



Figura 4.2 Fuente de alimentación 24V DC

4.4.3 CM 1241, RS422/485

SIMATIC S7-1200, Módulo de comunicación CM 1241, RS422/485, Sub-D, 9 polos (conector hembra) Soporta Freeport Basic Controller SIMATIC S7-1200, flexibles gracias a variadas posibilidades de comunicación. Para garantizar la comunicación con los sistemas más diversos se ofrece para el SIMATIC S7-1200 toda una serie de módulos de comunicación, desde la interfaz RS 232, pasando por modelos para buses AS-i a PROFIBUS en calidad de maestro o esclavo. Ello asegura una enorme gama de posibilidades de aplicación para el SIMATIC S7-1200



Figura 4.3 CM 1241, RS422/485

4.4.4 Módulo de potencia SINAMICS PM240-2

Siemens 6sl3210-1pb17-4al0 filtro cl. ha integrado con freno chopper integrado 1/3 AC 200-240V +10/-10% 47-63hz potencia. Sobrecarga alta: 1,1kW con 200% 3s, 150% 57s, 100% 240s temperatura. Ambiente. -10 a +50 grados poten. Baja sobrecarga: 1,5kW con 150% 3s, 110% 57s, 100% 240s temperatura. Ambiente. -10 a +40 grados 291 x 100 x 165 (alxanxp), fsb grado de protección ip20 sin control Unit ni unidad de control aprobado a partir de firmware-versión v4.6



Figura 4.4 SINAMICS PM240-2

4.4.5 SINAMICS G120 Control Unit CU240B-2

Unidad de control SINAMICS G120 CU240B-2 Interfaz tipo B RS485 con protocolo USS / MODBUS RTU 4 DI, 1 DO, 1 AI, 1 AO Interfaz PTC/KTY/Thermoclick Interfaz USB y

SD/MMC Grado de protección IP20 Temperatura ambiente de 0 a +50 °C sin Módulo de alimentación Paquete a granel



Figura 4.5 SINAMICS G120 Control Unit CU240B-2

4.4.6 Panel operador SIEMENS BOP-2 para Sinamics G120C/G120

Panel básico para parametrización, control, puesta en marcha y copia de parámetros del accionamiento. La orientación por menús y la pantalla de dos líneas permite visualización de textos explícitos para una puesta en marcha rápida y cómoda del variador



Figura 4.6 Panel operador SIEMENS BOP-2

4.4.7 Breaker de 2 fases

También llamado disyuntor, es un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones, tales como altibajos de tensión. Al contrario de los fusibles, que son de un solo uso, un disyuntor o breaker eléctrico se puede reconectar siempre que las causas que lo activaron, se hayan resuelto.



Figura 4.7 Breaker de 2 fases

4.4.8 Switch Ethernet Industrial

Los Switch Ethernet de Grado Industrial Perle están diseñados para resistir a las temperaturas extremas, descargas eléctricas, vibraciones, y choques que se encuentran en las aplicaciones de automatización industrial, gubernamentales, militares, de petróleo y gas, mineras y exteriores. El IDS-108F es un switch Ethernet industrial de 8 a 10 puertos que proporciona un rendimiento avanzado para permitir un funcionamiento de la red determinista en tiempo real. No requiere configuración y funciona de forma inmediata una vez activado.



Figura 4.8 Switch Ethernet Industrial

4.4.9 Cable Conexión Modbus

Cable CAN bus/Modbus RS-485, dos pares de 22AWG (7 hilos de cobre estañado), impedancia de 120 ohms, apantallamiento de foil aluminio con malla de Cu/Sn y chaqueta libre de halógenos con retardante a la llama (uso en áreas industriales). Diámetro exterior: 10mm. Resistente a rayos UV y ambientes severos. Retardante a la llama IEC 60332-1-3, IEC61034, IEC60754-2, UL 1581 VW-1, UL 1685.



Figura 4.9 Cable Conexión Modbus

4.4.10 MODBUS conector

SIMATIC DP, conector de conexión para MODBUS hasta 12 Mbits/s con salida de cable oblicua, 15,8x 54x 39,5 mm (An x Al x P), Resistencia de cierre con función de seccionamiento, sin conector hembra para PG



Figura 4.10 Conector Modbus

4.4.11 Motor Trifásico

El motor trifásico está muy extendido en los usos destinados a instalaciones industriales o comerciales. Esto se debe, por un lado, a que suelen ser más pequeños y manejables que motores monofásicos de la misma potencia.

La potencia del motor trifásico varía en función de su uso y se fabrican en un rango muy grande de potencias, medidas en kilovatios o caballos de vapor. Generalmente están destinados al accionamiento de máquinas como bombas, montacargas, ventiladores, grúas, elevadores, etcétera.



Figura 4.11 Motor Trifásico

4.4.12 KTP700 Basic, Basic panel

El panel básico SIMATIC KTP700 Basic PN-6AV2123-2GB03-0AX0 tiene una pantalla TFT de 7" que ofrece 65536 colores y se puede operar a través del teclado o la pantalla táctil. La comunicación con el controlador se realiza a través de la interfaz Profinet. La configuración del Panel Básico KTP700 Basic PN-6AV2123-2GB03-0AX0 es posible a partir de WinCC Basic V13 y/o STEP7 BASIC V13.



Figura 4.12 KTP700 Basic

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Para realizar el análisis obtenido durante el proyecto se estableció un conjunto de etapas debido a que el proyecto consta de diferentes fases de conexión de los elementos utilizados en el sistema.

5.1 UBICACIÓN DE LA MAQUETA EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD

En la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga se encuentra ubicado los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, perteneciente a la carrera de Ingeniería Electrica el cual es delimitado para el uso de maquetas de aprendizaje.

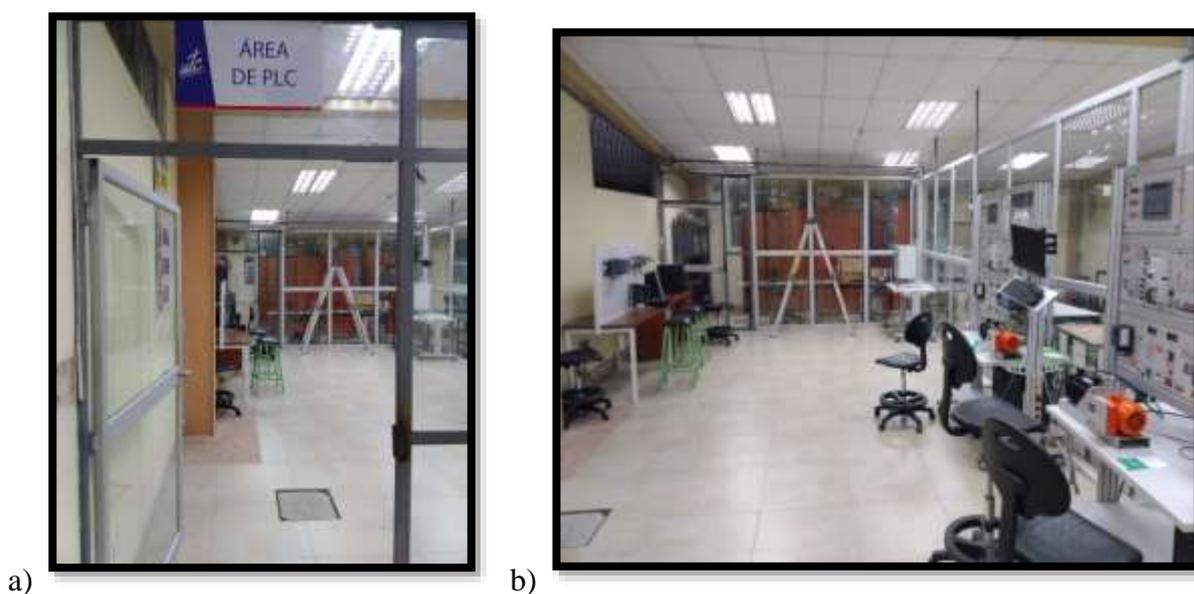


Figura 5.1 Laboratorio del PLC

5.2. ESTADO INICIAL DEL SISTEMA DE CONTROL

Tabla 5.1 Datos obtenidos del PLC

Record	Date	UTC Time	FRECUENCIA (Hz)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	TORQUE (N.m)	SET_POINT (rpm)
1	4/01/2012	9:09:19	16,7	67	0,89	0,04	500
2	4/01/2012	9:09:21	16,8	67	0,89	0,05	500
3	4/01/2012	9:09:23	16,7	67	0,88	0,06	500
4	4/01/2012	9:09:25	16,7	67	0,88	0,04	500
5	4/01/2012	9:09:27	16,7	67	0,88	0,05	500
6	4/01/2012	9:09:29	16,7	67	0,89	0,05	500
7	4/01/2012	9:09:31	16,7	67	0,89	0,07	500
8	4/01/2012	9:09:33	17,5	74	1,03	0,99	500
9	4/01/2012	9:09:35	17,3	76	1,04	0,89	500

10	4/01/2012	9:09:37	17,8	75	1,06	0,99	500
11	4/01/2012	9:09:39	17,7	75	1,03	0,94	500
12	4/01/2012	9:09:41	17,8	74	1,04	0,96	500
13	4/01/2012	9:09:43	17,9	75	1,04	1,02	500
14	4/01/2012	9:09:45	18	74	1,02	0,85	500
15	4/01/2012	9:09:47	17,3	74	1,02	0,89	500
16	4/01/2012	9:09:49	17,5	75	1,05	0,99	500
17	4/01/2012	9:09:51	17,5	75	1,04	0,96	500
18	4/01/2012	9:09:53	17,8	75	1,04	0,97	500
19	4/01/2012	9:09:55	17,6	73	1,03	0,96	500
20	4/01/2012	9:09:57	17,4	75	1,02	0,88	500
21	4/01/2012	9:09:59	17,8	75	1,01	0,87	500
22	4/01/2012	9:10:01	17,1	76	1,02	0,91	500
23	4/01/2012	9:10:03	16,7	67	0,89	0,04	500
24	4/01/2012	9:10:05	16,7	67	0,89	0,05	500
25	4/01/2012	9:10:07	16,7	67	0,89	0,05	500
26	4/01/2012	9:10:09	16,8	67	0,89	0,05	500
27	4/01/2012	9:10:11	16,8	67	0,88	0,05	500
28	4/01/2012	9:10:13	16,7	67	0,88	0,05	500
29	4/01/2012	9:10:15	16,8	67	0,88	0,05	500
30	4/01/2012	9:10:17	16,7	67	0,88	0,05	800
31	4/01/2012	9:10:19	25,7	92	0,79	0,09	800
32	4/01/2012	9:10:21	26,7	95	0,78	0,08	800
33	4/01/2012	9:10:23	26,8	95	0,78	0,08	800
34	4/01/2012	9:10:25	26,7	95	0,78	0,08	800
35	4/01/2012	9:10:27	26,8	95	0,78	0,08	800
36	4/01/2012	9:10:29	26,7	95	0,78	0,08	800
37	4/01/2012	9:10:31	26,8	95	0,78	0,09	800
38	4/01/2012	9:10:33	26,8	95	0,78	0,08	800
39	4/01/2012	9:10:35	26,7	93	0,78	0,28	800
40	4/01/2012	9:10:37	26,9	101	0,86	0,62	800
41	4/01/2012	9:10:39	28,3	112	1,18	1,54	800
42	4/01/2012	9:10:41	28,9	112	1,15	1,41	800
43	4/01/2012	9:10:43	28,1	106	1,01	1,07	800
44	4/01/2012	9:10:45	27,9	108	1,03	1,16	800
45	4/01/2012	9:10:47	28,1	107	1,03	1,07	800
46	4/01/2012	9:10:49	27,7	105	0,98	0,96	800
47	4/01/2012	9:10:51	27,5	109	1,04	1,14	800
48	4/01/2012	9:10:53	27,9	107	1,01	1,06	800
49	4/01/2012	9:10:55	28	106	1	1	800
50	4/01/2012	9:10:57	27,6	107	0,99	1,01	800
51	4/01/2012	9:10:59	27,8	106	1	1,05	800
52	4/01/2012	9:11:01	28,8	113	1,18	1,53	800
53	4/01/2012	9:11:03	29,1	116	1,31	1,8	800

54	4/01/2012	9:11:05	28,6	112	1,17	1,52	800
55	4/01/2012	9:11:07	28,3	112	1,16	1,5	800
56	4/01/2012	9:11:09	28,1	110	1,13	1,39	800
57	4/01/2012	9:11:12	28,7	112	1,15	1,5	800
58	4/01/2012	9:11:14	26,8	95	0,78	0,08	800
59	4/01/2012	9:11:16	26,7	95	0,78	0,08	800
60	4/01/2012	9:11:18	20,1	74	0,83	0,03	800
61	4/01/2012	9:11:20	13,8	56	0,91	0,01	800

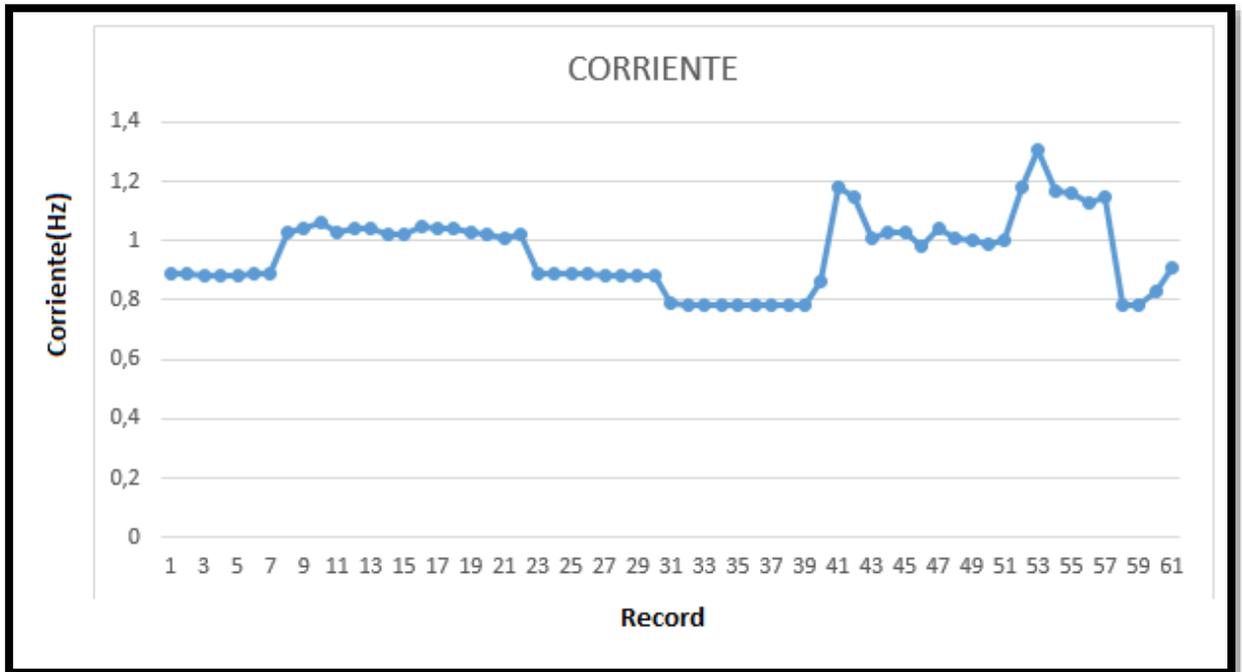


Figura 5.2 Corriente

En la gráfica de Corriente AC de un motor clase B podemos observar, que posee una corriente de arranque baja, y se mantiene casi constante con variaciones de incremento y decremento bajos, en el arranque se tiene como lectura 0.89 A., alcanzando como máxima una corriente de 1.31 A., y una mínima de 0.78 A.

Record	TORQUE (N.m)
1	0,04
2	0,05
3	0,06
4	0,04
5	0,05
6	0,05
7	0,07
8	0,99
9	0,89

10	0,99
11	0,94
12	0,96
13	1,02
14	0,85
15	0,89
16	0,99
17	0,96
18	0,97
19	0,96
20	0,88
21	0,87
22	0,91
23	0,04
24	0,05
25	0,05
26	0,05
27	0,05
28	0,05
29	0,05
30	0,05
31	0,09
32	0,08
33	0,08
34	0,08
35	0,08
36	0,08
37	0,09
38	0,08
39	0,28
40	0,62
41	1,54
42	1,41
43	1,07
44	1,16
45	1,07
46	0,96
47	1,14
48	1,06
49	1
50	1,01
51	1,05
52	1,53
53	1,8

54	1,52
55	1,5
56	1,39
57	1,5
58	0,08
59	0,08
60	0,03
61	0,01

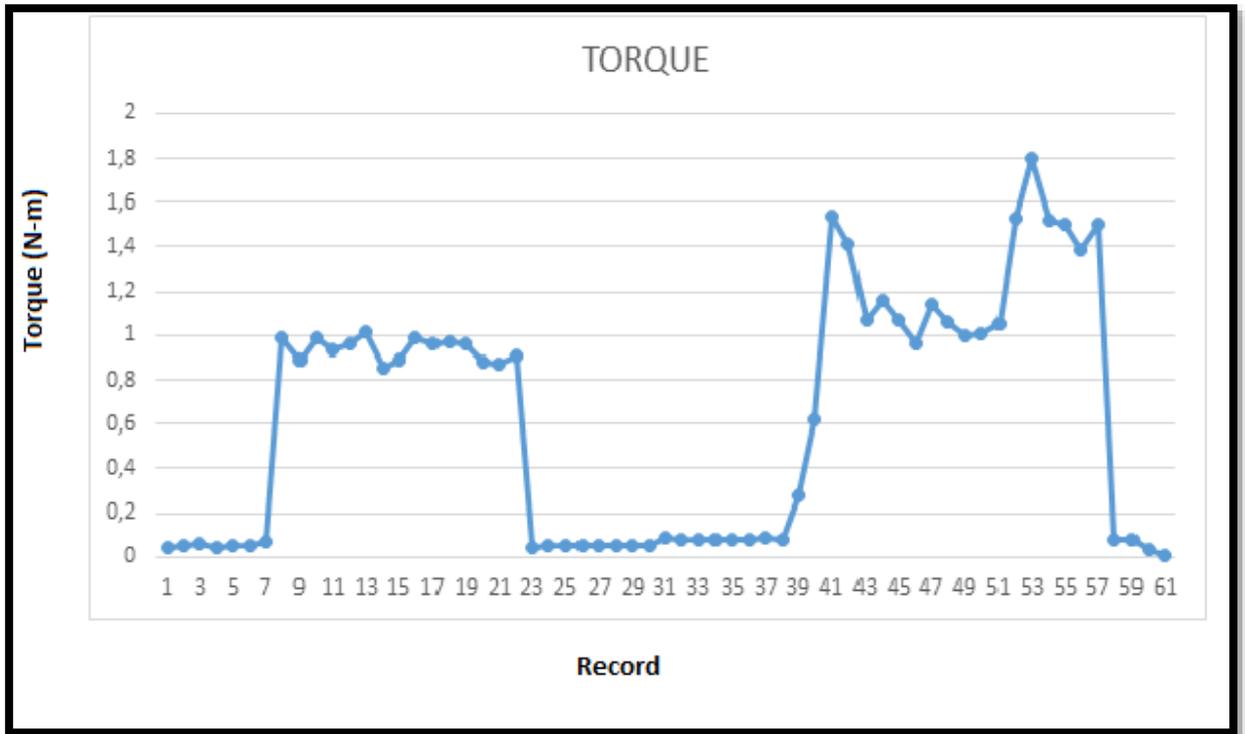


Figura 5.3 Torque

En la gráfica de Corriente AC de un motor clase B podemos observar, que posee una corriente de arranque baja, y se mantiene casi constante con variaciones de incremento y decremento bajos, en el arranque se tiene como lectura 0.89 A., alcanzando como máxima una corriente de 1.31 A., y una mínima de 0.78 A.

Record	TORQUE (N.m)	CORRIENTE (A)
1	0,04	0,89
2	0,05	0,89
3	0,06	0,88
4	0,04	0,88
5	0,05	0,88
6	0,05	0,89
7	0,07	0,89

8	0,99	1,03
9	0,89	1,04
10	0,99	1,06
11	0,94	1,03
12	0,96	1,04
13	1,02	1,04
14	0,85	1,02
15	0,89	1,02
16	0,99	1,05
17	0,96	1,04
18	0,97	1,04
19	0,96	1,03
20	0,88	1,02
21	0,87	1,01
22	0,91	1,02
23	0,04	0,89
24	0,05	0,89
25	0,05	0,89
26	0,05	0,89
27	0,05	0,88
28	0,05	0,88
29	0,05	0,88
30	0,05	0,88
31	0,09	0,79
32	0,08	0,78
33	0,08	0,78
34	0,08	0,78
35	0,08	0,78
36	0,08	0,78
37	0,09	0,78
38	0,08	0,78
39	0,28	0,78
40	0,62	0,86
41	1,54	1,18
42	1,41	1,15
43	1,07	1,01
44	1,16	1,03
45	1,07	1,03
46	0,96	0,98
47	1,14	1,04
48	1,06	1,01
49	1	1
50	1,01	0,99
51	1,05	1

52	1,53	1,18
53	1,8	1,31
54	1,52	1,17
55	1,5	1,16
56	1,39	1,13
57	1,5	1,15
58	0,08	0,78
59	0,08	0,78
60	0,03	0,83
61	0,01	0,91

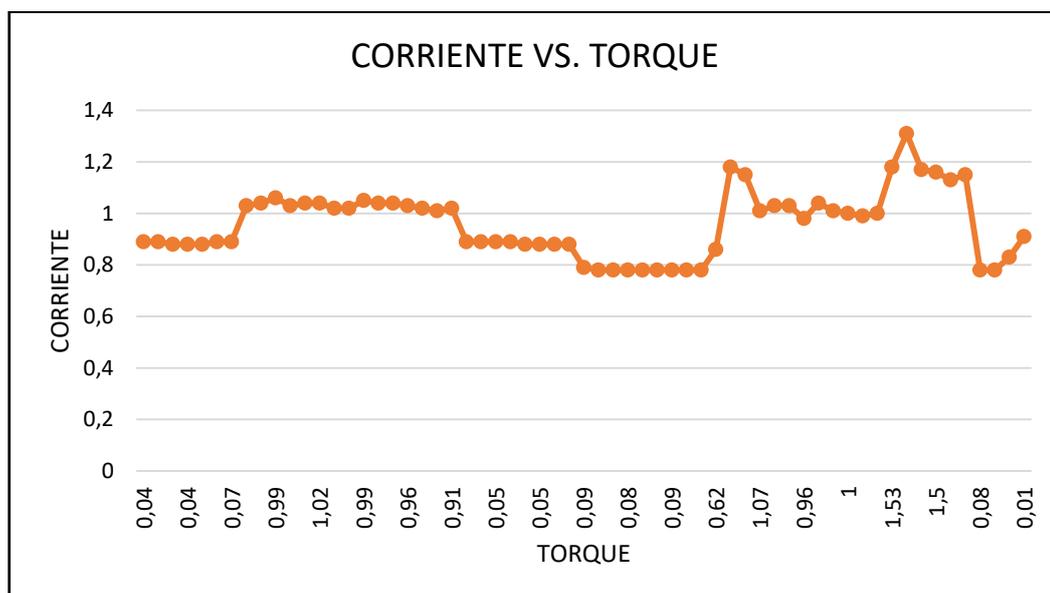


Figura 5.4 Torque vs Corriente

En la gráfica de Corriente VS. Torque AC de un motor clase B podemos observar, la presencia de corriente y torque bajo en el arranque característica propia de este tipo de motores que además de eso poseen un deslizamiento bajo.

Record	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)
1	67	0,89
2	67	0,89
3	67	0,88
4	67	0,88
5	67	0,88
6	67	0,89
7	67	0,89
8	74	1,03
9	76	1,04
10	75	1,06
11	75	1,03

12	74	1,04
13	75	1,04
14	74	1,02
15	74	1,02
16	75	1,05
17	75	1,04
18	75	1,04
19	73	1,03
20	75	1,02
21	75	1,01
22	76	1,02
23	67	0,89
24	67	0,89
25	67	0,89
26	67	0,89
27	67	0,88
28	67	0,88
29	67	0,88
30	67	0,88
31	92	0,79
32	95	0,78
33	95	0,78
34	95	0,78
35	95	0,78
36	95	0,78
37	95	0,78
38	95	0,78
39	93	0,78
40	101	0,86
41	112	1,18
42	112	1,15
43	106	1,01
44	108	1,03
45	107	1,03
46	105	0,98
47	109	1,04
48	107	1,01
49	106	1
50	107	0,99
51	106	1
52	113	1,18
53	116	1,31
54	112	1,17
55	112	1,16

56	110	1,13
57	112	1,15
58	95	0,78
59	95	0,78
60	74	0,83
61	56	0,91

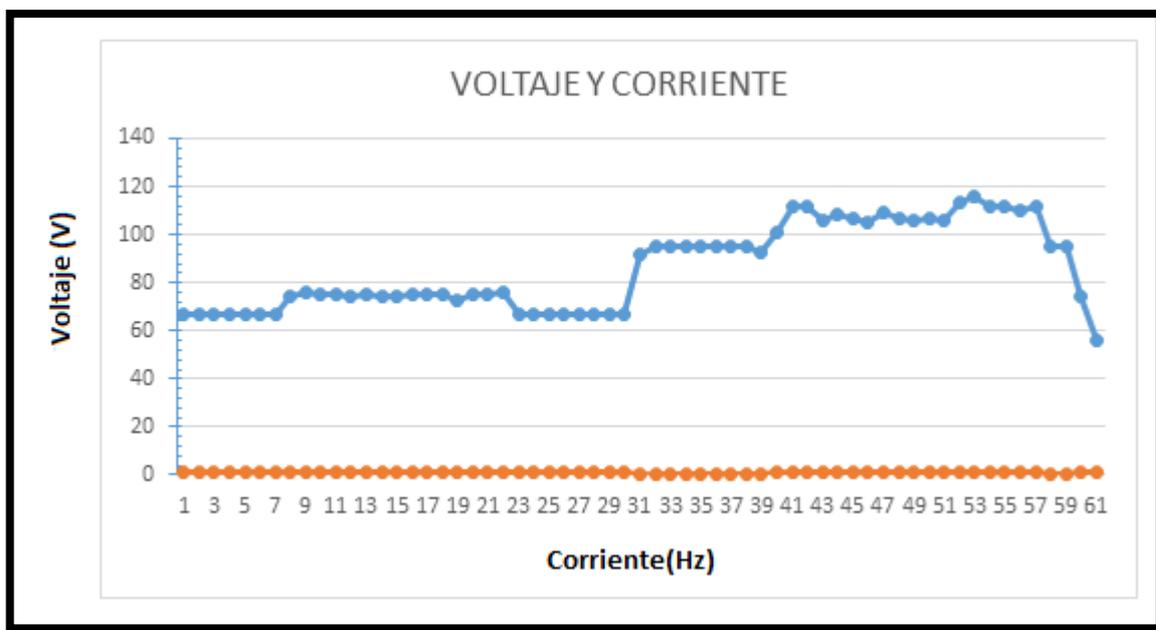


Figura 5.5 Voltaje vs Corriente

En la gráfica de Corriente VS. Torque AC de un motor clase B podemos observar, que la corriente se mantiene casi constante en todo el intervalo de tiempo de toma de la muestra, mientras que el voltaje presenta variaciones significativas durante la duración de la prueba.

Record	SET_POINT (rpm)
1	500
2	500
3	500
4	500
5	500
6	500
7	500
8	500
9	500
10	500
11	500
12	500
13	500

14	500
15	500
16	500
17	500
18	500
19	500
20	500
21	500
22	500
23	500
24	500
25	500
26	500
27	500
28	500
29	500
30	800
31	800
32	800
33	800
34	800
35	800
36	800
37	800
38	800
39	800
40	800
41	800
42	800
43	800
44	800
45	800
46	800
47	800
48	800
49	800
50	800
51	800
52	800
53	800
54	800
55	800
56	800
57	800

58	800
59	800
60	800
61	800

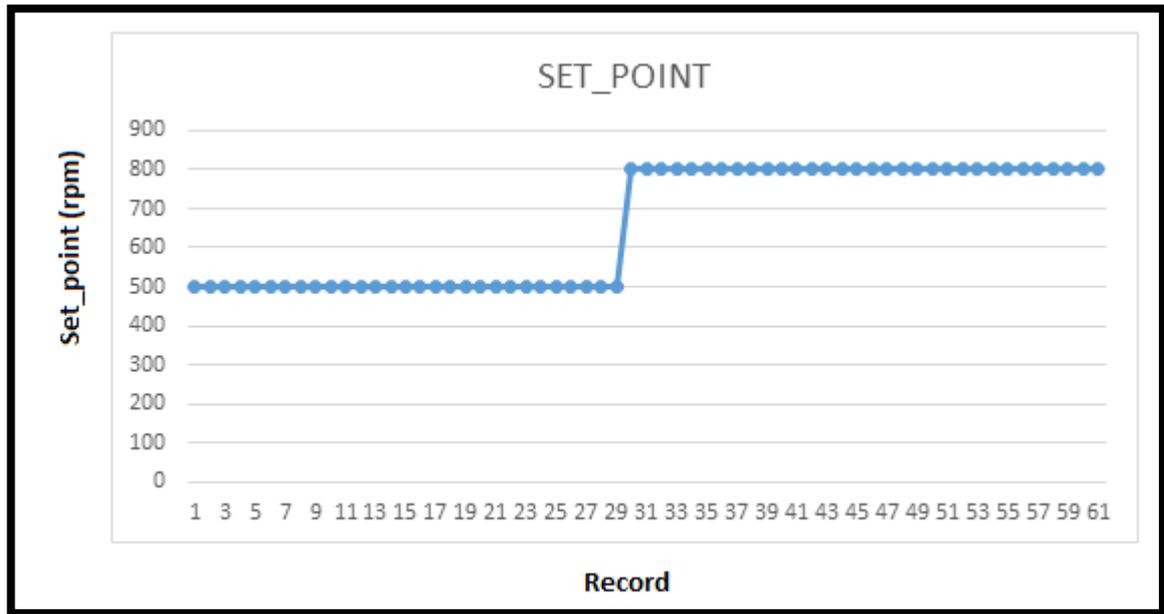


Figura 5.6 Set_Point

En la gráfica de Set Point se puede observar, el punto de consignación para el valor de las variables de prueba.

6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Los accesorios del módulo se realizó el respectivo mantenimiento, donde se presentó con algunos daños por el tiempo de utilización del mismo, para dejar en su óptimo funcionamiento para más detalle se presenta la tabla de presupuesto y materiales que se utilizaron para la respectiva implementación de la fuente y de los accesorios que fueron cambiados.

6.1 PRESUPUESTO

En referencia al análisis y resultados se muestra los recursos detallados para la ejecución del proyecto.

Tabla 6.1 Presupuesto detallado para la ejecución del proyecto

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTOS UNITARIOS	COSTO TOTAL
Recursos de materiales (suministros y materiales)				
6SL3210-1PB13-8UL0 MODULO DE POTENCIA ESTANDAR PM240-2/200-240VAC	1	u	\$299.20	\$299.20

6SL3244-0BB12-1BA1 UNIDAD DE CONTROL CU240E-2, MODBUS TRU/USS	1	u	\$298.52	\$298.52
6SL3255-0AA00-AJA2 PANEL OPERADOR IOP-2, PARA SINAMICS G120C/G120	1	u	\$193.80	\$193.80
6ES7 241-1 CH31-OXB0 SIMATIC S7-1200	1	u	\$150	\$150
Breaker de 2 fases	1	u	\$5.50	\$5.50
Breaker de 3 fases	1	u	\$6.50	\$6.50
Rieles	1	m	\$5	\$5
Piezas para las rieles	3	u	\$2.50	\$7.50
Conector de comunicaciones	2	u	\$55	\$110
Switch Ethernet Industrial	1	u	\$90	\$90
Breaker industrial	1	u	\$13	\$13
Cable flexible #18	15	m	\$0,35	\$5.25
Cinta aislante taípe	1	u	\$0,6	\$0,60
Mesa de Madera	1	u	\$50	\$50
Alucobon	1	u	\$170	\$170
Servicio administrativo envió	4	u	\$5	\$20
Llantas	4	u	\$5	\$20
Puntos de suelda	4	u	\$1	\$4
Espray blanco	2	u	\$4	\$8
Waípe	10	u	\$0.10	\$1
Letras	20	u	\$0.25	\$5
Ascensor	1	u	\$15	\$15
Pesas	1	u	\$20	\$20
recursos tecnológicos				
Uso de internet	100	h	\$0,6	\$60
Scanner	12	u	\$0,5	\$6
Impresiones Revisiones	1	u	\$12	\$12
Impresiones normales	200	u	\$0,1	\$20
Gastos varios				
Alimentación	30	u	\$2,5	\$75
Movilización	30	u	\$7	\$210
Sub total				
Imprevistos 10%				\$150
TOTAL				\$2030,87

Fuente: autor

6.2 PRESUPUESTO GENERAL

En referencia a la tabla se muestra los recursos y valores del presupuesto general para la ejecución del proyecto.

Tabla 6.2. Presupuesto general

RECURSOS DE MATERIALES	\$2030,87
RECURSOS TECNOLOGICOS	\$98
GASTOS VARIOS	\$135
IMPREVISTOS	\$125
TOTAL	\$2388,87

Fuente: autor.

6.3 ANALISIS DE IMPACTOS

6.3.1 Impactos prácticos

El sistema implementado ayuda al control, monitoreo y análisis de los indicadores de operación energéticos de forma remota, es así como se obtiene diversos tipos de cálculos ya sea su velocidad, resistencia y su corriente como a su vez se puede observar los tipos de graficas correspondiendo a las variables que buscamos es así como pueden combinar el conocimiento teórico con el práctico.

6.3.2. Impactos Tecnológicos

El uso de nuevas herramientas en la instalación del tablero didáctico para el sistema SCADA nos permite seguir desarrollando nuevas metodologías de aprendizaje con el que se ve una gran influencia cuando se mantiene la parte tecnológica al alcance de los usuarios, en este caso al alcance de los estudiantes de las carreras técnicas, por ello se desarrolla esta propuesta tecnológica en busca de una herramienta que nos pueda subir los parámetros de calidad para el desarrollo de los cuatro cuadrantes.

6.3.3 Impactos sociales

En el impacto social que se presenta en el proyecto del sistema SCADA para el control y monitoreo remoto dentro del motor, tiene un beneficio hacia los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería eléctrica y con los resultados obtenidos se puede implementar para los estudiantes de la Universidad que realizan prácticas, utilizando la tecnología ampliaremos el nivel de conocimiento en los laboratorios.

6.3.4 Impacto Práctico

El presente proyecto se implementó un sistema SCADA que me permita visualizar los parámetros eléctricos de generación, mediante ello poder analizar el comportamiento que ha tenido el motor con sus respectivos datos de placa, y a su vez poder ver las curvas características, por lo cual poder tener una observación clara de los parámetros de generación del sistema.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Por ser un motor de potencia baja y pertenecer a la Clase B posee una corriente de arranque bastante pequeña y casi constante, podemos concluir también que cuando el motor no presenta una carga en su arranque (trabaja en vacío) su corriente es constante.
- Ayuda a controlar de una manera más exacta el control del par torsión generado por el motor AC, además se puede observar el impulso del motor para una regresión del giro el sentido opuesto sin frenar su velocidad actual.
- Permite visualizar los efectos que se presentan en tanto en el voltaje la frecuencia, corriente y torque, cuando un motor se encuentra en operación bajo un régimen constante y controlado.
- Al operar el sistema con un método escalar, permite controlar de forma directa el nivel de voltaje y frecuencia, esto quiere decir que si se incrementa el voltaje se incrementa también la frecuencia, por otro lado si cae el voltaje de operación también lo hace la frecuencia de trabajo.

7.2 RECOMENDACIONES

- Seleccionar de forma adecuada utilizando datasheets de los equipos que se utilizaran en la implementación para coordinar de una manera adecuada y optimizar el tiempo de respuesta del sistema.
- Se observa la variación de la frecuencia y voltaje en función del requerimiento del sistema cuando la frecuencia sube también sube el voltaje y cuando cae la frecuencia también cae el voltaje de operación, esto se evidencia por ser un control del tipo escalar.
- Para un análisis más preciso acerca del sistema es necesario incorporar una carga constante al sistema, para de esta forma poder apreciar de mejor manera el comportamiento tanto en el periodo de estabilización ya sea al momento de colocar o quitar la carga al motor.
- Revisar la frecuencia mínima de operación del sistema para evitar de esta forma daños al momento de arrancar con frecuencias demasiado bajas o demasiado altas. Parametrizar el sistema SCADA en función de los requerimientos del sistema operar.

8. Bibliografía

- [1] Q. T. R. Paúl, «Repositorio de la UTC,» Agosto 2021. [En línea].
- [2] T. T. A. Patricio, «“DESARROLLO DE UN SCADA DE UN ENTORNO VIRTUAL DE FLUJO Y MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL BASADO EN UNA ARQUITECTURA IOT,» QUITO, Repositorio de la UTC, 2020.
- [3] R. T. A. Patricio, «“SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE AGUA, MEDIANTE EL SISTEMA SCADA PARA EL INVERNADERO #1 EN EL CAMPUS SALACHE”,» Cotopaxi, Repositorio de la UTC, 2020.
- [4] C. S. B. Alexander, «“ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE OPERACIÓN DEL INVERNADERO N°1 DEL CAMPUS SALACHE”,» Cotopaxi, Repositorio de la UTC, 2021.
- [5] A. Cedillo, Estudio para la aplicacion de practicas del laboratorio de procesos, Mexico: LPAIC, 2008.
- [6] M. G. Villacís, Sistema SCADA para el proceo de paletizado L4 de, Ambato, 2014.
- [7] A. C. Cazo, Desarrollo e Implementación de unn Software de, Riobamba, 2015.
- [8] M. Jose, Motores y Generadores, Mexico: Editorial Alfaomega., 2014.
- [9] M. F. Jesus, Maquinas Eléctricas, Madrid: Editorial McGraw Hill, 2008.
- [10] R. Torres, “Control de maquinas asincrónicas empleando un variador de frecuencia”, Tesis Escuela Politécnica Nacional, 2005.
- [11] G. I. M. M. Hill., Electric Motors & Control Techniques., 1994.
- [12] A. Tejada, Efecto de las armónicas en los sistemas eléctricos, Instituto Tecnológico de Monterrey, 2001.
- [13] C. Marcelo, Control de Velocidad de un motor en serie, Quito: Tesis de Grado, 1979.
- [14] U. P. d. Cartagena., «Comunicaciones Industriales,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/profibusteoria.pdf>.
- [15] T. J.M, «Redes de comunicacion,» 18 10 2018. [En línea]. Available: http://www.infoplcn.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion.
- [16] B. R. M. a. Y. J. Reddy., «Industrial Process Automation Systems: Design and Implementation.,» 2015. [En línea]. Available: https://books.google.com/books?id=Iz_LAwAAQBAJ&pgis=1.

- [17] D. AUTOMATION, «RAGO Signal Converters,» 23 01 2018. [En línea]. Available: <https://www.drago-automation.de/frequently-asked-questions/items/rs485->.
- [18] D. B, Control Techniques Drives and Controls Handbook,, LONDRES: Emerson, 2009.
- [19] E. Red, «Profibus Fieldbus.,» 2013. [En línea]. Available: http://eaal.groups.et.byu.net/html/ProfibusFieldbus/body_profibus_fieldbus.html.
- [20] F. Candelas, «bitstream,» 12 Febrero 2011. [En línea]. Available: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18990/1/AA-p3.pdf..>
- [21] B. J, «El Protocolo MODBUS,» 12 02 2011. [En línea]. Available: http://www.tolaemon.com/docs/modbus.htm#func_1_2..
- [22] A. Industriales, «Profibus,» 2006. [En línea]. Available: <http://www.automatas.org/redes/profibus.htm..>
- [23] J. Piña, «Process Field Bus,» PROFIBUS, 2012. [En línea]. Available: http://uhu.es/antonio.barragan/descargas/aai/Profibus_Domingo_Diez_Barre.
- [24] A. HIGUERA, «PROFIBUS,» El control automático en la industria., 2005. [En línea]. Available: <https://books.google.com/books?id=MzLgX4uM-O0C&pgis=1..>
- [25] W. S.A, Manual de la comunicación Profibus DP, Jaragua del Sur: SC, 2012.
- [26] G. Lemieux, "Power System Harmonic Resonance", 1990.
- [27] C. Villagrancia, Fiabilidad de un motor de corriente continua,, Barcelona: industrial de barcelona, 2009.
- [28] Muellheim, Actuadores Eléctricos para la automatización de válvulas industriales, AUMA, 2015.
- [29] SIEMENS, «SIMATIC S7-1200 Getting Started.,» Noviembre 2011. [En línea]. Available: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-GETTINGSTARTER.PDF..>
- [30] C. d. productos“Siemens, SIEMENS, MUNICH: BY, 2015.
- [31] SIEMENS, «Módulo de comunicaciones CM 1241,» [En línea]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7241-1CH32-0XB0..>
- [32] SIEMENS, SIMATIC NET S7-1200 - PROFIBUS CM 1243-5, MUNICH: BY, 2011.
- [33] SIEMENS, «SIMATIC NET S7-1200 Compact Switch Module CSM 1277.,» Agosto 2010. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/313/36087313/att_74878/v1/BA_S7-1200-

CSM1277_78.pdf..

[34] Z. M. Obed, Apuntes de Conversión de la Energía I, Conversión de la Energía, 2009.

[35] J. Rapp, Teoría y cálculo de los bobinados eléctricos, Londres: Editorial Vagma, 1967.

9. ANEXOS.

Anexo A. Sistema de plagio



The screenshot shows a plagiarism report interface with the iOriginal logo at the top left. Below the logo, there is a section titled "Document Information" containing the following details:

Document Information	
Analyzed document	TESIS PRE-DEFENSA_correccion.pdf (D143366461)
Submitted	2022-08-29 20:01:00
Submitted by	Carlos
Submitter email	carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	carlos.quinatoa7864.utc@analysis.urkund.com

Figura 9.1 Plagio

Anexo B. Modo de funcionamiento

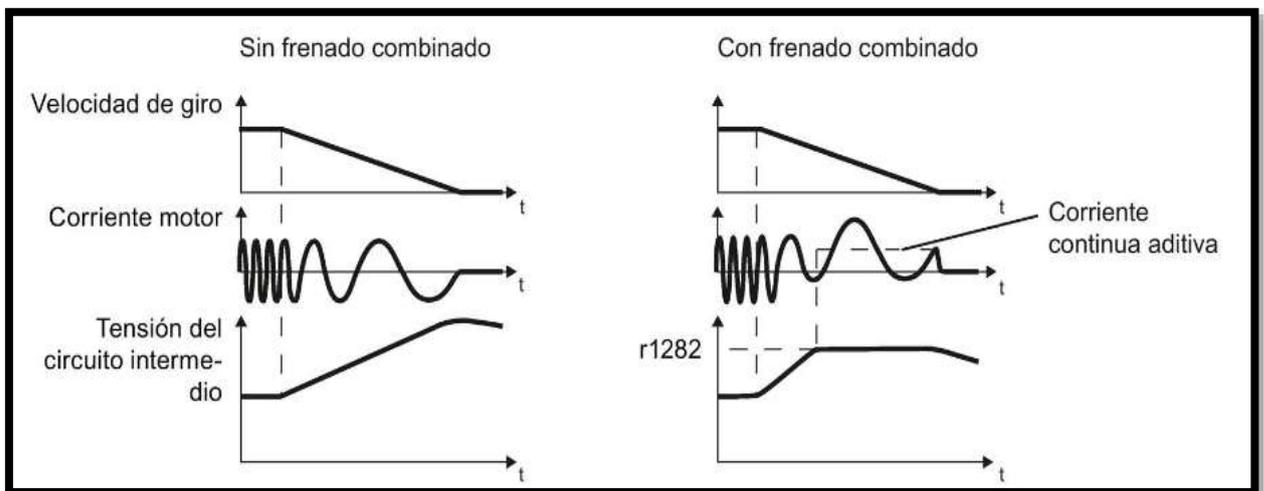


Figura 9.2 Funcionamiento de Frenado

Anexo C. Ajustes para el frenado por corriente continua

Parámetro	Descripción
p0347	Tiempo de desexcitación del motor (cálculo tras la puesta en marcha básica) Si el tiempo de desexcitación es demasiado breve, durante el frenado por corriente continua puede producirse la desconexión por sobreintensidad.
p1230	Frenado por corriente continua Activación (ajuste de fábrica: 0) Fuente de señal para activar el frenado por corriente continua <ul style="list-style-type: none"> • Señal 0: inactiva • Señal 1: activa
p1231	Configuración del frenado por corriente continua (ajuste de fábrica: 0)
	0 No hay frenado por corriente continua
	4 Habilitación general del frenado por corriente continua
	5 Frenado por corriente continua con DES1/DES3
14 Frenado por corriente continua bajo velocidad inicial	
p1232	Intensidad del frenado por corriente continua (ajuste de fábrica: 0 A)
p1233	Duración del frenado por corriente continua (ajuste de fábrica: 1 s)
p1234	Velocidad inicial del frenado por corriente continua (ajuste de fábrica: 210000 1/min)
r1239	Frenado por corriente continua Palabra de estado
	.08 Frenado por corriente continua activo
	.10 Frenado por corriente continua listo
	.11 Frenado por corriente continua seleccionado
	.12 Selección frenado por corriente continua bloqueada internamente
.13 Frenado por corriente continua con DES1/DES3	

Tabla 6- 38 Configuración del frenado por corriente continua como reacción ante fallos

Parámetro	Descripción
p2100	Ajustar número de fallo para reacción al efecto (ajuste de fábrica: 0) Introduzca el número de fallo en el que se activa el frenado por corriente continua, p. ej.: p2100[3] = 7860 (fallo externo 1).
p2101 = 6	Ajuste reacción a fallo (ajuste de fábrica: 0) Asignación de la reacción a fallo: p2101[3] = 6.
El fallo se asigna a un índice de p2100. Asigne el fallo y la reacción a fallo al mismo índice de p2100 o p2101.	
En el Manual de listas del convertidor, en la lista "Fallos y alarmas", se indican las reacciones posibles para cada fallo. La entrada "FRENODC" significa que como reacción a ese fallo se puede ajustar el frenado por corriente continua.	

Figura 9.3 Ajustes para el frenado por corriente continua

Anexo D. Comunicación vía RS485

N.º reg. Modbus	Descripción	Acceso Modbus	Unidad	Factor normalización	Texto ON/OFF o rango de valores	Datos/parámetros
40341	Velocidad real	R	RPM	1	-16260 ... 16260	r0022
40342	Frecuencia de salida	R	Hz	100	-327.68 ... 327.67	r0024
40343	Tensión de salida	R	V	1	0 ... 32767	r0026
40344	Tensión del circuito intermedio	R	V	1	0 ... 32767	r0026
40346	Intensidad real	R	A	100	0 ... 163.83	r0027
40346	Par real	R	Nm	100	-326.00 ... 326.00	r0031
40347	Valor real potencia activa	R	kW	100	0 ... 327.67	r0032
40348	Consumo de energía	R	kWh	1	0 ... 32767	r0039
40349	Maestro de mando	R	--	1	HAND AUTO	r0807
Diagnóstico de fallos						
40400	Número fallo, índice 0	R	--	1	0 ... 32767	r0947[0]
40401	Número fallo, índice 1	R	--	1	0 ... 32767	r0947[1]
40402	Número fallo, índice 2	R	--	1	0 ... 32767	r0947[2]
40403	Número fallo, índice 2	R	--	1	0 ... 32767	r0947[3]
40404	Número fallo, índice 3	R	--	1	0 ... 32767	r0947[4]
40406	Número fallo, índice 4	R	--	1	0 ... 32767	r0947[5]
40406	Número fallo, índice 5	R	--	1	0 ... 32767	r0947[6]
40407	Número fallo, índice 6	R	--	1	0 ... 32767	r0947[7]
40408	Número de alarma	R	--	1	0 ... 32767	r2110 [0]
40499	PRM ERROR code	R	--	1	0 ... 99	--
Regulador tecnológico						
40600	Habilitación del regulador tecnológico	R/W	--	1	0 ... 1	p2200, r2349.0
40601	Regulador tecnológico PMot	R/W	%	100	-200.0 ... 200.0	p2240
Adaptar regulador tecnológico						
40610	Constante de tiempo para filtro de valor real del regulador tecnológico	R/W	--	100	0.00 ... 60.0	p2266
40611	Factor de escalado para valor real del regulador tecnológico	R/W	%	100	0.00 ... 600.00	p2269
40612	Ganancia proporcional regulador tecnológico	R/W	--	1000	0.000 ... 66.000	p2280
40613	Tiempo de acción integral del regulador tecnológico	R/W	s	1	0 ... 60	p2286
40614	Constante de tiempo comp. D regulador tecnológico	R/W	--	1	0 ... 60	p2274
40616	Límite máx. regulador tecnológico	R/W	%	100	-200.0 ... 200.0	p2291
40616	Límite mín. regulador tecnológico	R/W	%	100	-200.0 ... 200.0	p2292
Diagnóstico PID						
40620	Consigna válida desde GdR de regulador tecnológico interno de PMot	R	%	100	-100.0 ... 100.0	r2260
40621	Valor real regulador tecnológico después de filtro	R	%	100	-100.0 ... 100.0	r2266
40622	Señal de salida regulador tecnológico	R	%	100	-100.0 ... 100.0	r2294

Figura 9.4 Comunicación vía RS485

Anexo E. Ajustes para Modbus RTU

Parámetro	Explicación										
p2020	<p>Int. bus de campo Velocidad transferencia (ajuste de fábrica: 7)</p> <table border="0"> <tr> <td>5: 4800 baudios</td> <td>10: 76800 baudios</td> </tr> <tr> <td>6: 9600 baudios</td> <td>11: 93750 baudios</td> </tr> <tr> <td>7: 19200 baudios</td> <td>12: 115200 baudios</td> </tr> <tr> <td>8: 38400 baudios</td> <td>13: 187500 baudios</td> </tr> <tr> <td>9: 57600 baudios</td> <td></td> </tr> </table>	5: 4800 baudios	10: 76800 baudios	6: 9600 baudios	11: 93750 baudios	7: 19200 baudios	12: 115200 baudios	8: 38400 baudios	13: 187500 baudios	9: 57600 baudios	
5: 4800 baudios	10: 76800 baudios										
6: 9600 baudios	11: 93750 baudios										
7: 19200 baudios	12: 115200 baudios										
8: 38400 baudios	13: 187500 baudios										
9: 57600 baudios											
p2021	<p>Int. bus de campo Dirección (ajuste de fábrica: 1)</p> <p>Direcciones válidas: 1 ... 247.</p> <p>Este parámetro solo es efectivo si en el interruptor de direcciones de la Control Unit está ajustada la dirección 0.</p> <p>Los cambios solo tendrán lugar tras desconectar y reconectar la alimentación del convertidor.</p>										
p2024	<p>Int. bus de campo Tiempos (ajuste de fábrica: [0] 1000 ms, [2] 0 ms)</p> <table border="0"> <tr> <td>[0] Tiempo máximo permitido de procesamiento de tramas del esclavo Modbus</td> </tr> <tr> <td>[2] Tiempo de pausa entre dos tramas</td> </tr> </table>	[0] Tiempo máximo permitido de procesamiento de tramas del esclavo Modbus	[2] Tiempo de pausa entre dos tramas								
[0] Tiempo máximo permitido de procesamiento de tramas del esclavo Modbus											
[2] Tiempo de pausa entre dos tramas											
r2029	<p>Int. bus de campo Estadística de errores</p> <table border="0"> <tr> <td>[0] Número de tramas sin errores</td> <td>[4] Número de errores de paridad</td> </tr> <tr> <td>[1] Número de tramas rechazadas</td> <td>[5] Número de errores de carácter inicial</td> </tr> <tr> <td>[2] Número de errores de trama</td> <td>[6] Número de errores de suma de verificación</td> </tr> <tr> <td>[3] Número de errores de rebase</td> <td>[7] Número de errores de longitud</td> </tr> </table>	[0] Número de tramas sin errores	[4] Número de errores de paridad	[1] Número de tramas rechazadas	[5] Número de errores de carácter inicial	[2] Número de errores de trama	[6] Número de errores de suma de verificación	[3] Número de errores de rebase	[7] Número de errores de longitud		
[0] Número de tramas sin errores	[4] Número de errores de paridad										
[1] Número de tramas rechazadas	[5] Número de errores de carácter inicial										
[2] Número de errores de trama	[6] Número de errores de suma de verificación										
[3] Número de errores de rebase	[7] Número de errores de longitud										
p2030 = 2	Int. bus campo Selección protocolo: Modbus RTU										
p2031	<p>Int. bus de campo Modbus: paridad (ajuste de fábrica: 2)</p> <table border="0"> <tr> <td>0: No Parity</td> </tr> <tr> <td>1: Odd Parity</td> </tr> <tr> <td>2: Even Parity</td> </tr> </table>	0: No Parity	1: Odd Parity	2: Even Parity							
0: No Parity											
1: Odd Parity											
2: Even Parity											
p2040	<p>Int. bus campo Tiempo de vigilancia (ajuste de fábrica: 100 ms)</p> <p>p2040 = 0: La vigilancia está desconectada</p>										

Figura 9.5 Ajustes para Modbus RTU

Anexo F. Palabra de mando 1

Bit	Significado	Explicación	Interconexión de señales en el convertidor
0	0 = DES1	El motor frena con el tiempo de deceleración p1121 del generador de rampa. El convertidor desconecta el motor durante la parada.	p0840[0] = r2090.0
	0 → 1 = CON	El convertidor pasa al estado "Listo para el servicio". Si además el bit 3 = 1, el convertidor conecta el motor.	
1	0 = DES2	Desconectar inmediatamente el motor, a continuación se produce parada natural.	p0844[0] = r2090.1
	1 = Sin DES2	Se puede conectar el motor (orden CON).	
2	0 = Parada rápida (DES3)	Parada rápida: el motor frena hasta la parada con el tiempo de deceleración DES3 p1135.	p0848[0] = r2090.2
	1 = Sin parada rápida (DES3)	Se puede conectar el motor (orden CON).	
3	0 = Bloquear servicio	Desconectar inmediatamente el motor (suprimir impulsos).	p0852[0] = r2090.3
	1 = Habilitar servicio	Conectar el motor (habilitación de impulsos posible).	
4	0 = Bloquear GdR	El convertidor ajusta inmediatamente a 0 su salida del generador de rampa.	p1140[0] = r2090.4
	1 = No bloquear GdR	Es posible la habilitación del generador de rampa.	
5	0 = Detener GdR	La salida del generador de rampa permanece en el valor actual.	p1141[0] = r2090.5
	1 = Habilitar GdR	La salida del generador de rampa sigue a la consigna.	
6	0 = Bloquear consigna	El convertidor frena el motor con el tiempo de deceleración p1121 del generador de rampa.	p1142[0] = r2090.6
	1 = Habilitar consigna	El motor acelera con el tiempo de aceleración p1120 hasta alcanzar la consigna.	
7	0 → 1 = Confirmar fallos	Confirmar el fallo. Si todavía está presente la orden ON, el convertidor conmuta al estado "Bloqueo conexión".	p2103[0] = r2090.7
8, 9	Reservado		

Figura 9.6 Palabra de mando 1

Anexo G. Resumen de las funciones del convertidor

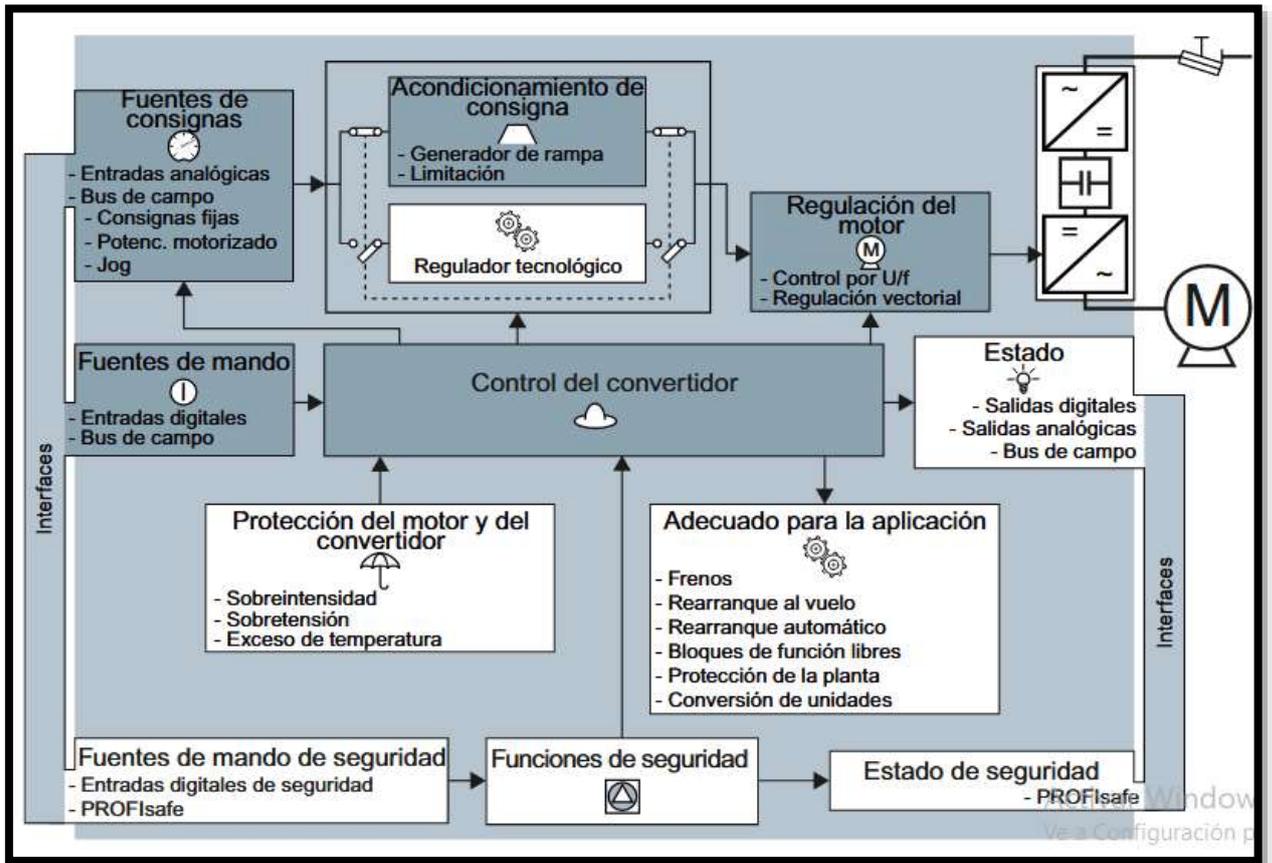


Figura 9.7 Resumen de las funciones del convertidor

Anexo H. Datos de placa del motor

	V		Hz	A		HP	RPM
1	220 Δ	380 Y	60	1,21	0,699	0,33	1675
2	-	440 Y	60	-	0,721	0,33	1710
	FP	FS	AFS		Rend IE	η 100 %	
1	0,74	1,25	1,51	0,874	IE3	73,40%	
2	0,82	1,25	-	0,901	IE3	73,40%	

Tabla 9.1 Datos de placa del motor

Anexo I. Plano de construcción

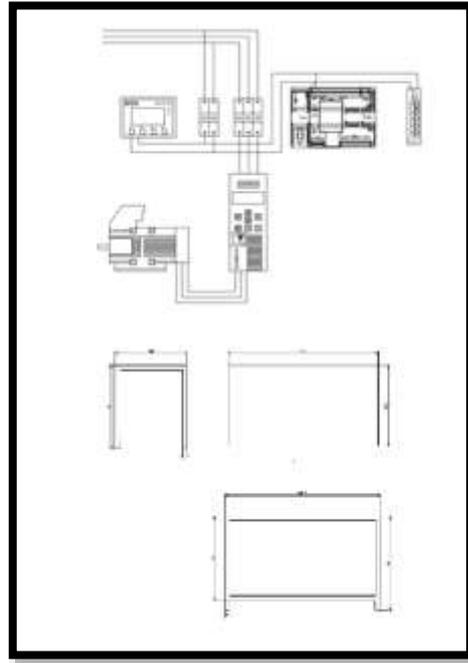


Figura 9.8 Plano de construcción

Anexo J. Módulo didáctico

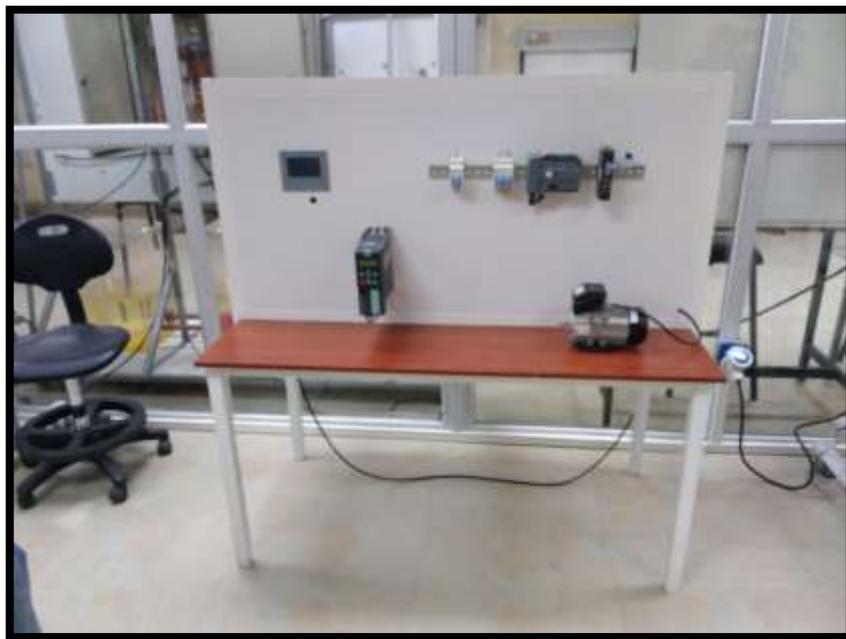


Figura 9.9 Módulo didáctico

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]

PLC_1

Información del proyecto

Nombre	PLC_1	Autor	DELTA_SERVER
Comentario		Slot	1
Rack	0		

Información de catálogo

Descripción abreviada	CPU 1214C DC/DC/DC	Descripción	Memoria de trabajo 100KB; fuente de alimentación 24V DC con DI14 x 24V DC SINK/SOURCE, DQ10 x 24V DC y AI2 integradas; 6 contadores rápidos y 4 salidas de impulso integradas; Signal Board amplia E/S integradas; hasta 3 módulos de comunicaciones para comunicación serie; hasta 8 módulos de señales para ampliación E/S; 0,04ms/1000 instrucciones; interfaz PROFINET para programación, HMI y comunicación PLC-PLC
Referencia	6ES7 214-1AG40-0XB0	Versión de firmware	V4.1

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 DC/DC/DC] - Configurados	Recursos del módulo - CM 1241 (RS422/485)_1 [CM 1241 (RS422/485)] - Configurados
Número máximo de recursos:		62	6	68	0
	Máximo	Configurados	Configurados	Configurados	Configurados
Comunicación PG:	4	-	-	-	-
Comunicación HMI:	12	3	0	3	0
Comunicación S7:	8	0	0	0	0
Open User Communication:	8	0	0	0	0
Comunicación web:	30	-	-	-	-
Otros tipos de comunicación:	-	-	0	0	0
Recursos utilizados en total:		3	0	3	0
Recursos disponibles:		59	6	65	0

Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones

Entradas	True	Salidas	True
Huecos direcciones	False	Slot	True

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 1	

A

Tipo	I	Dir. desde	0	Dir. hasta	1
Módulo	DI 14/DQ 10_1	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	2 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 1		

B

Tipo	S	Dir. desde	0	Dir. hasta	1
Módulo	DI 14/DQ 10_1	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	2 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 1		

C

Tipo	I	Dir. desde	64	Dir. hasta	67
Módulo	AI 2_1	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 2		

Tipo	I	Dir. desde	1000	Dir. hasta	1003
Módulo	HSC_1	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 16		

Tipo	I	Dir. desde	1004	Dir. hasta	1007
Módulo	HSC_2	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 17		

D

Tipo	I	Dir. desde	1008	Dir. hasta	1011
Módulo	HSC_3	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 18		

Tipo	I	Dir. desde	1012	Dir. hasta	1015
Módulo	HSC_4	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 19		

E

Tipo	I	Dir. desde	1016	Dir. hasta	1019
Módulo	HSC_5	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-
Rack	0	Slot	1 20		

Tipo	I	Dir. desde	1020	Dir. hasta	1023
Módulo	HSC_6	IPP	Actualización automática	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Número de dispositivo	-	Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/IO	-

F

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st			
Approved By	Description 2nd	Language	es-ES	
	1st View	Version	Sheet 1 - 2	

A

Rack	0	Slot	1 21	Dir. hasta	1001
Tipo	S	Dir. desde	1000	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Módulo	Pulse_1	IPP	Actualización automática	Sistema maestro/IO	-
Número de dispositivo	-	Tamaño	2 Bytes		
Rack	0	Slot	1 32	Dir. hasta	1003
Tipo	S	Dir. desde	1002	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Módulo	Pulse_2	IPP	Actualización automática	Sistema maestro/IO	-
Número de dispositivo	-	Tamaño	2 Bytes		
Rack	0	Slot	1 33	Dir. hasta	1005
Tipo	S	Dir. desde	1004	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Módulo	Pulse_3	IPP	Actualización automática	Sistema maestro/IO	-
Número de dispositivo	-	Tamaño	2 Bytes		
Rack	0	Slot	1 34	Dir. hasta	1007
Tipo	S	Dir. desde	1006	Nombre del dispositivo	PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]
Módulo	Pulse_4	IPP	Actualización automática	Sistema maestro/IO	-
Número de dispositivo	-	Tamaño	2 Bytes		
Rack	0	Slot	1 35		

B

C

D

E

F

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st	Location		
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 3	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades

General

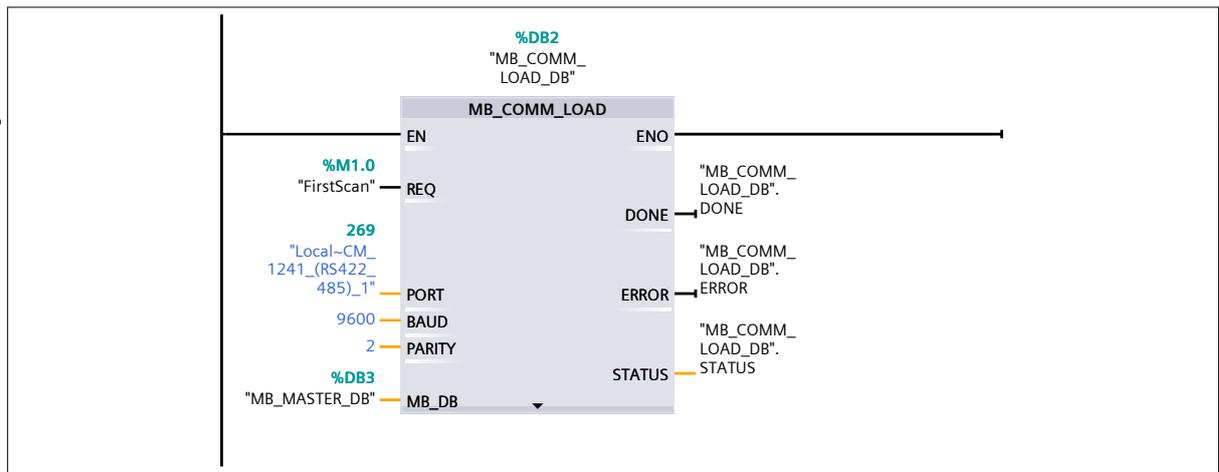
Nombre	Main	Número	1
Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático		

Información

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

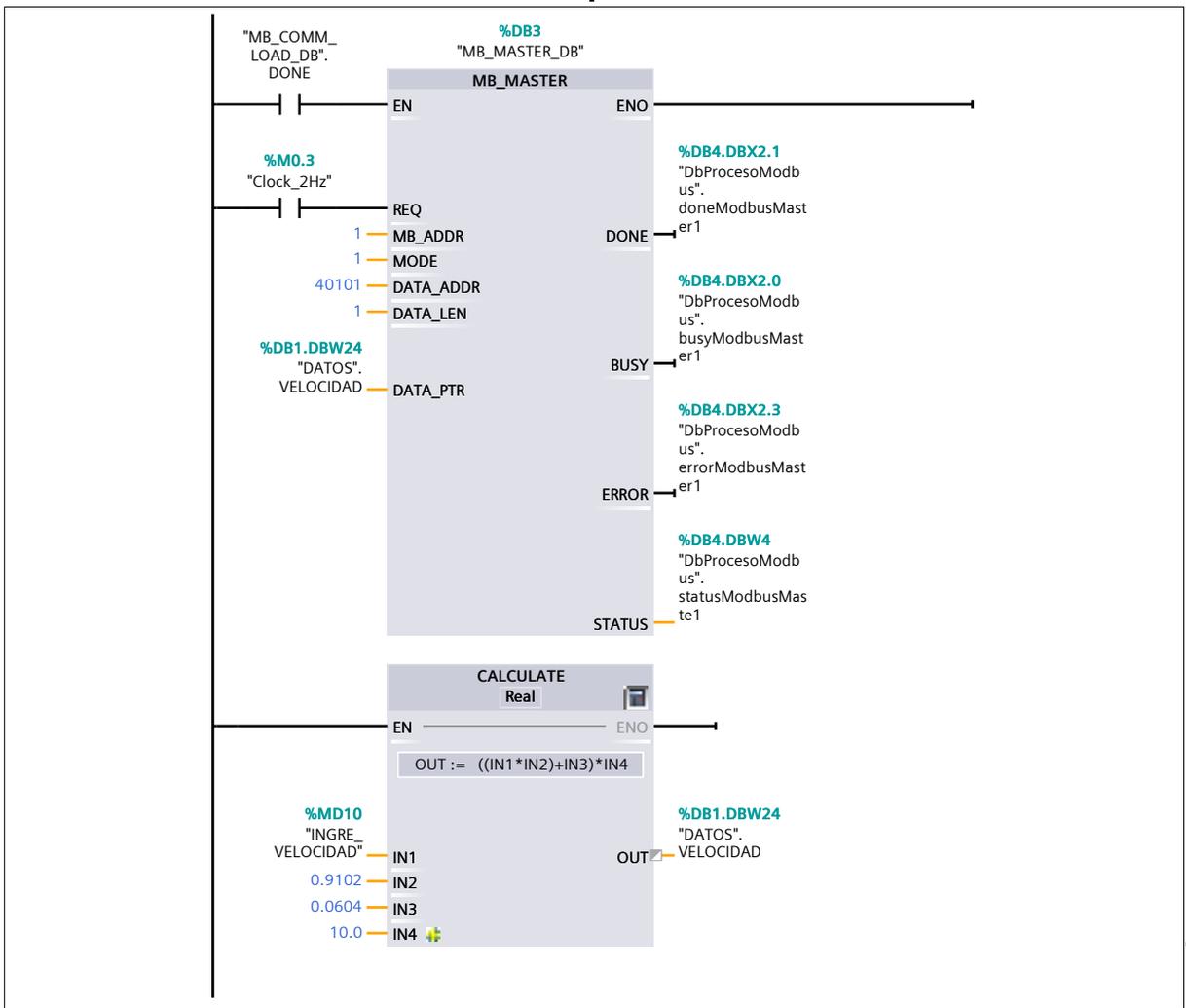
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Initial_Call	Bool	
Remanence	Bool	
Temp		
Constant		

Segmento 1: COMUNICACION



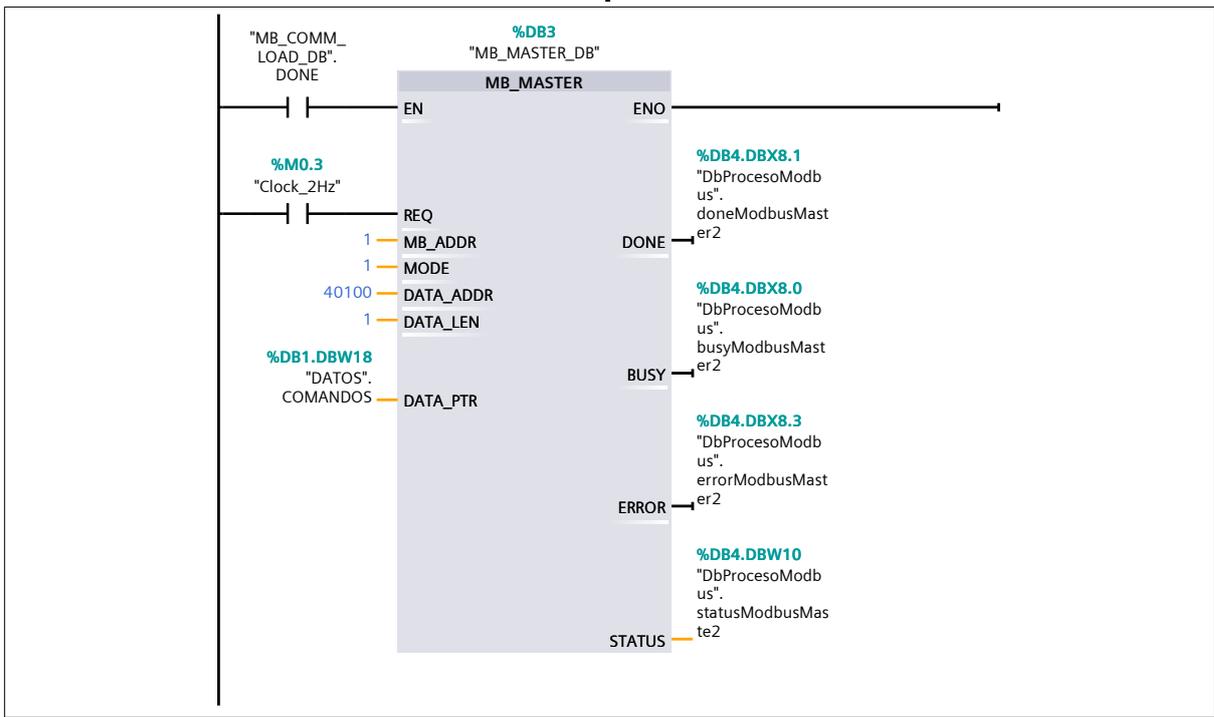
Segmento 2: SETEAR VELOCIDAD

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st			
Approved By	Description 2nd	Language	es-ES	
	1st View	Version	Sheet 2 - 1	

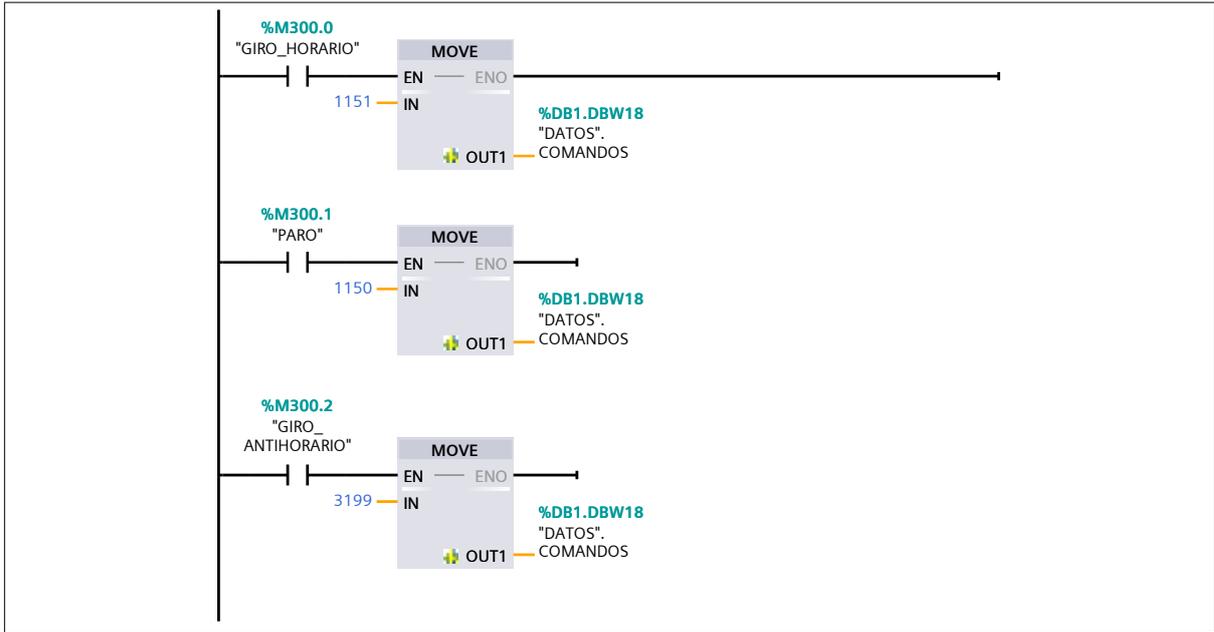


Segmento 3: PUESTA EN MARCHA

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_			
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES		
Approved By	1st View	Version	Sheet 2 - 2		



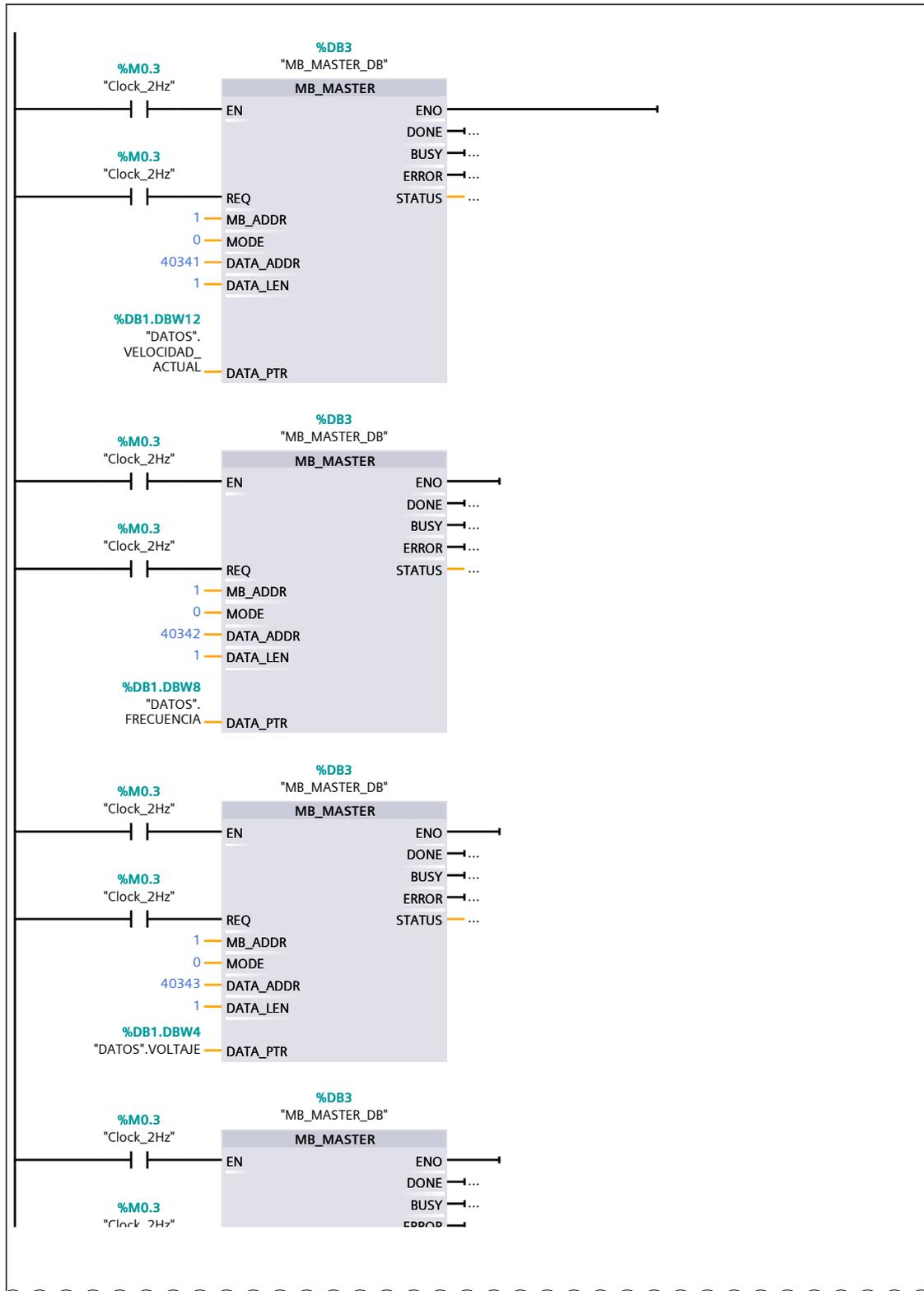
Segmento 4: COMANDOS



Segmento 5: LECTURA DE DATOS DEL VARIADOR

Owner	Project name	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
	Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st		Language	
Approved By	Description 2nd		es-ES	
	1st View		Version	Sheet 2 - 3

Segmento 5: LECTURA DE DATOS DEL VARIADOR (1.1 / 2.1)

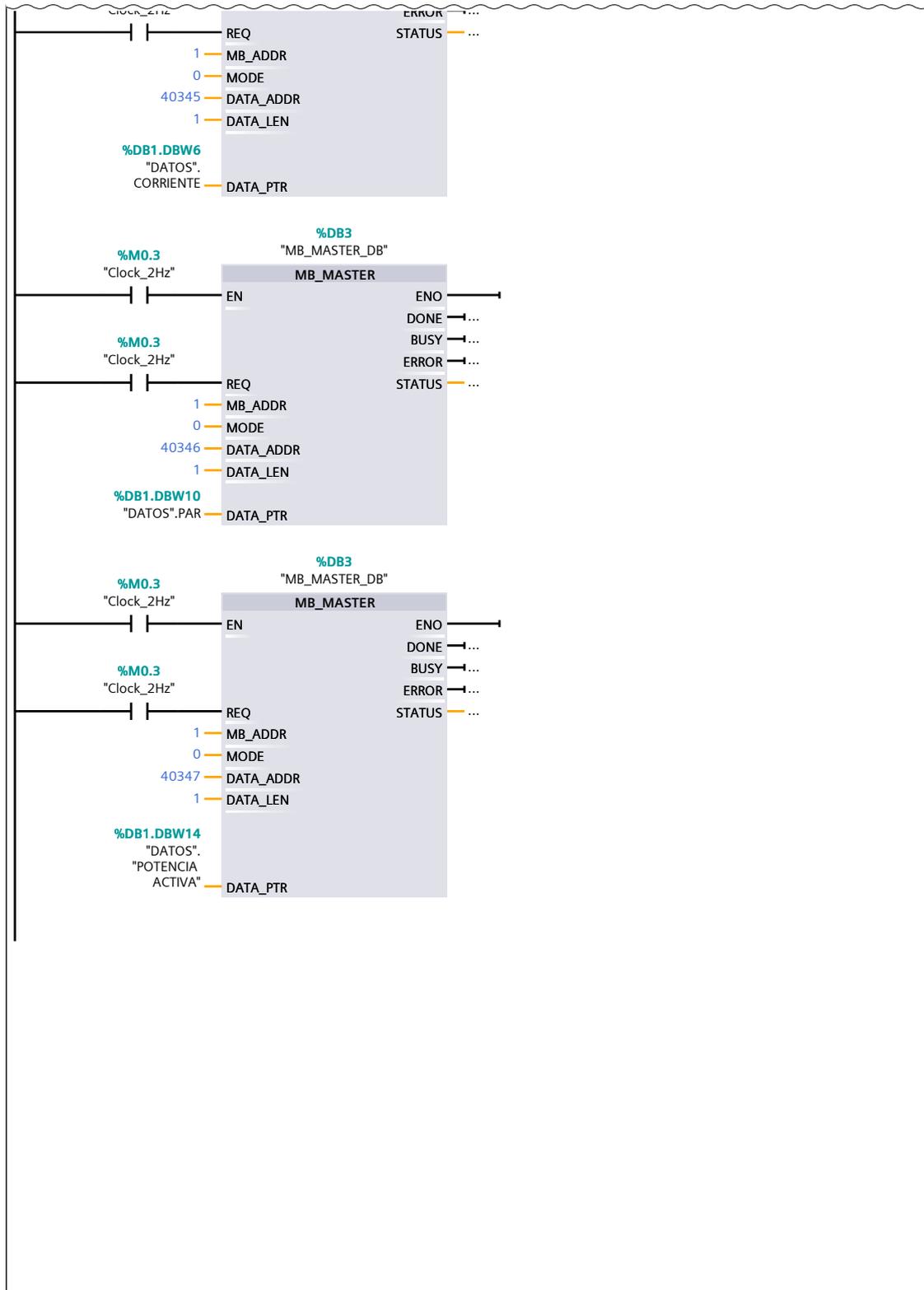


2.1 (Página2 - 5)

Owner	Project name MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date 28/08/2022
Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop	
	Location \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_	
Designed By	Description 1st	
Checked By	Description 2nd	Language es-ES
Approved By	1st View	Version
		Sheet 2 - 4

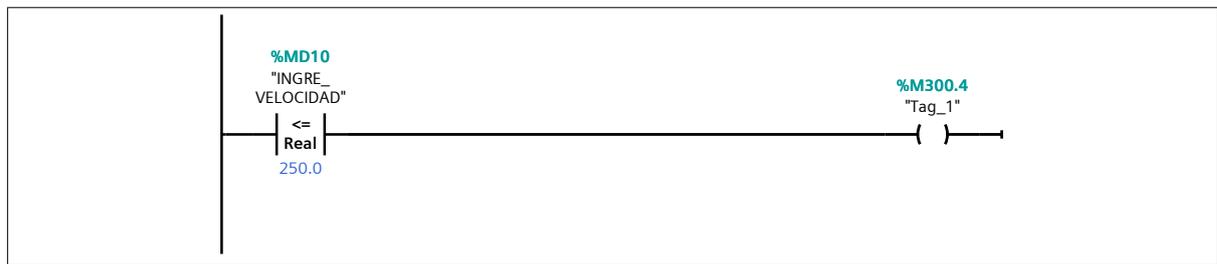
Segmento 5: LECTURA DE DATOS DEL VARIADOR (2.1 / 2.1)

1.1 (Página 2 - 4)

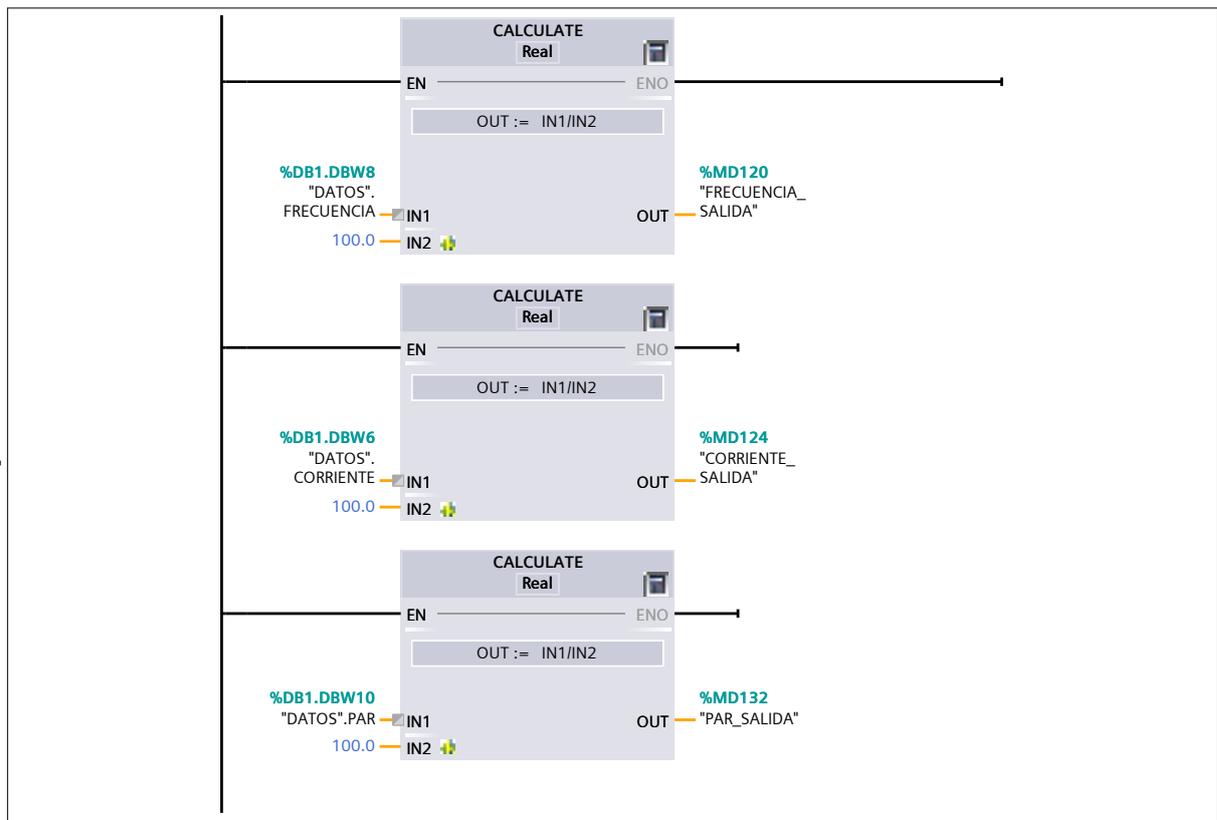


Owner	Project name	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop			
	Location	\\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_			
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES		
Approved By	1st View	Version	Sheet 2 - 5		

Segmento 6:

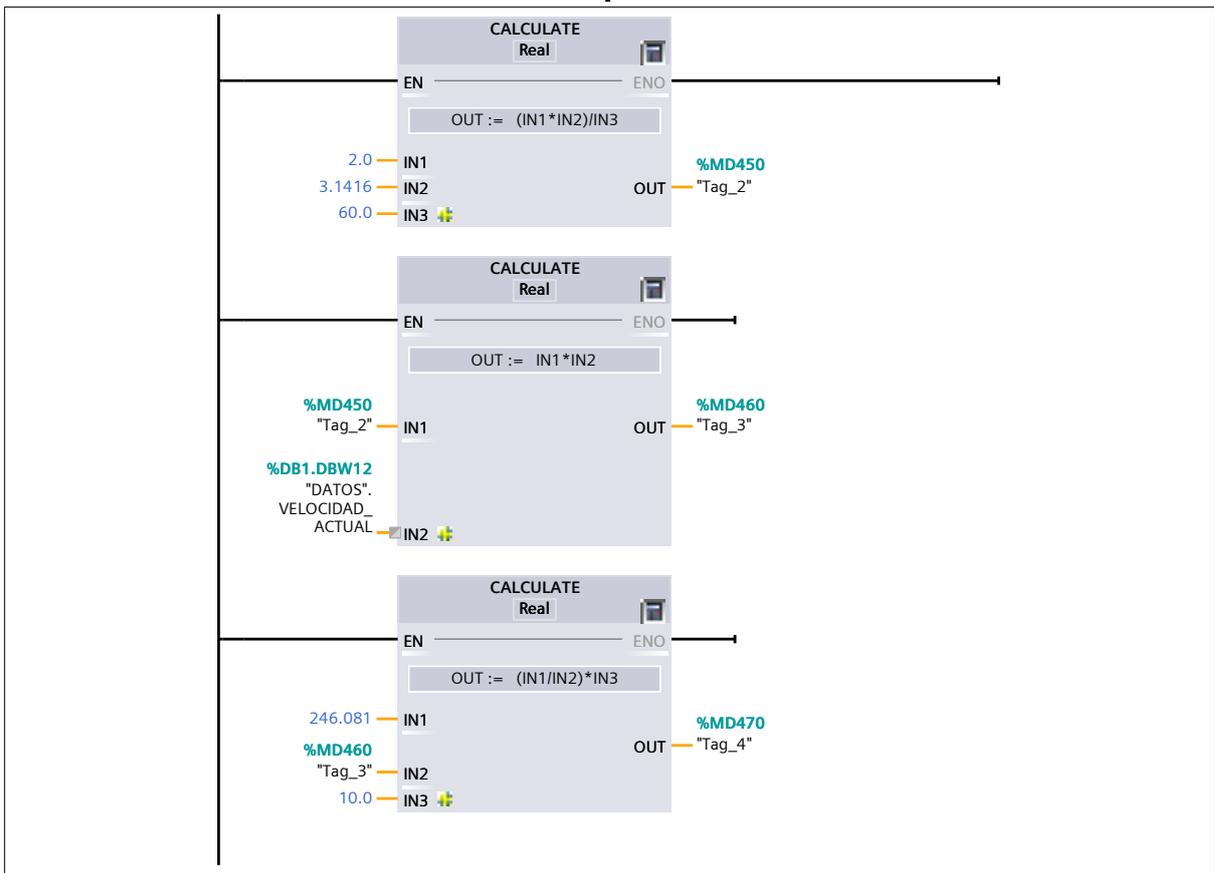


Segmento 7:



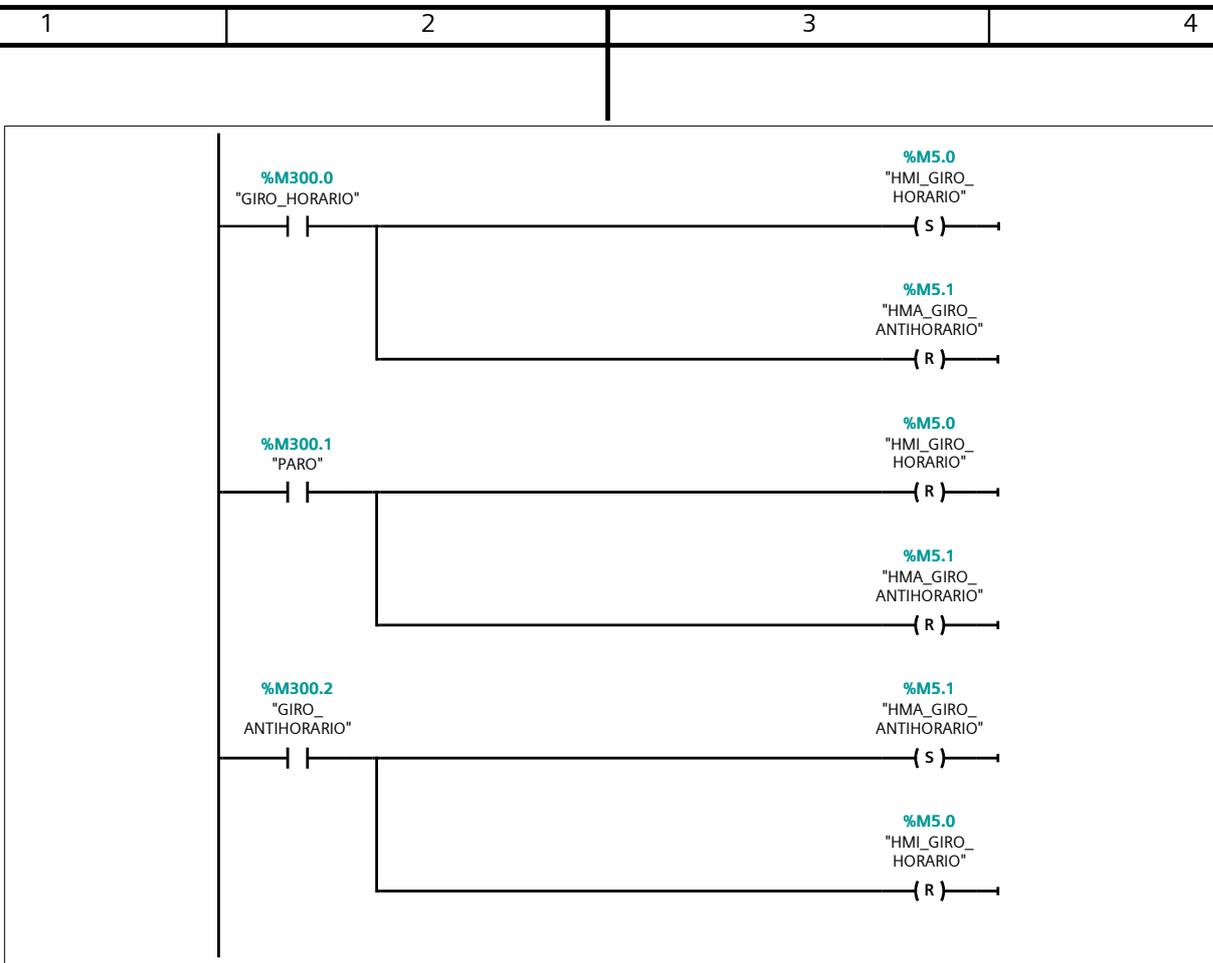
Segmento 8: CALCULO TORQUE

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop			
	Location	\\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_			
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES		
Approved By	1st View	Version	Sheet 2 - 6		



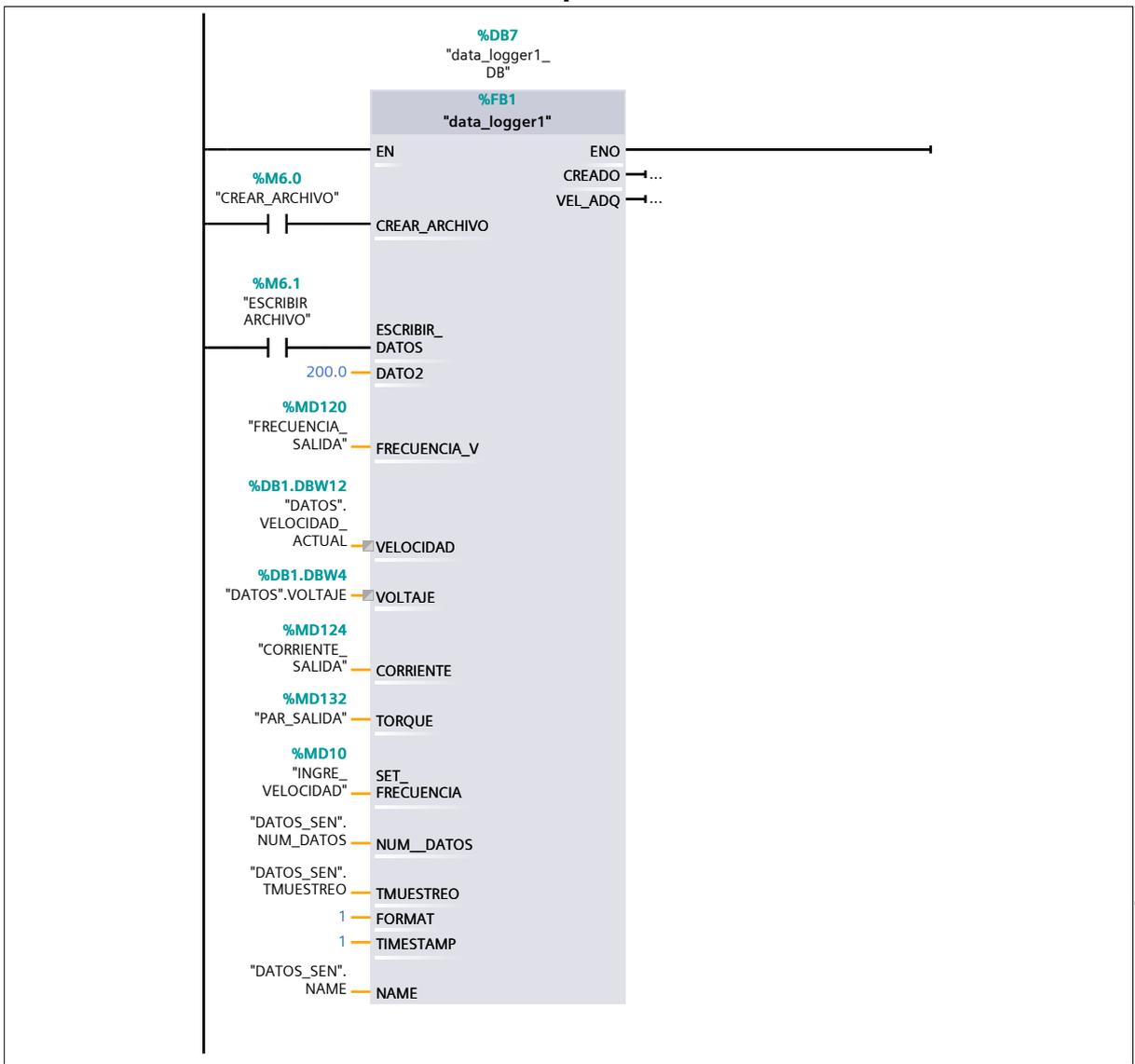
Segmento 9: INDICADORES

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
	Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st		Language	
Approved By	Description 2nd		es-ES	
	1st View		Version	Sheet 2 - 7



Segmento 10: REGISTRAR DATOS

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop			
	Location	\\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_			
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd		Language es-ES		
Approved By	1st View		Version		Sheet 2 - 8



Segmento 11: CONTROL



Segmento 12:



Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_			
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES		
Approved By	1st View	Version	Sheet 2 - 9		

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

DATOS [DB1]

DATOS Propiedades

General

Nombre	DATOS	Número	1
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	
Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
FRENO	Int	0	False
FRENO2	Bool	false	False
VOLTAJE	Int	0	False
CORRIENTE	Int	0	False
FRECUENCIA	Int	0	False
PAR	Int	0	False
VELOCIDAD_ACTUAL	Int	0	False
POTENCIA ACTIVA	Int	0	False
CONSUMO_ENERGIA	Int	0	False
COMANDOS	Int	0	False
LECTURA	Int	0	False
PUESTA EN SERVICIO	Int	0	False
VELOCIDAD	Int	0	False
STATUS	Int	0	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 3 - 1	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

DbProcesoModbus [DB4]

DbProcesoModbus Propiedades

General

Nombre	DbProcesoModbus	Número	4
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	
Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
etapa	Int	0	False
busyModbusMaster1	Bool	false	False
doneModbusMaster1	Bool	false	False
reqModbusMaster1	Bool	false	False
errorModbusMaster1	Bool	false	False
statusModbusMaste1	Word	16#0	False
codigoerrorMB_Master1	Word	16#0	False
busyModbusMaster2	Bool	false	False
doneModbusMaster2	Bool	false	False
reqModbusMaster2	Bool	false	False
errorModbusMaster2	Bool	false	False
statusModbusMaste2	Word	16#0	False
codigoerrorMB_Master2	Word	16#0	False
busyModbusMaster3	Bool	false	False
doneModbusMaster3	Bool	false	False
reqModbusMaster3	Bool	false	False
statusModbusMaste3	Word	16#0	False
errorModbusMaster3	Bool	false	False
codigoerrorMB_Master3	Word	16#0	False
busyModbusMaster4	Bool	false	False
doneModbusMaster4	Bool	false	False
reqModbusMaste4	Bool	false	False
errorModbusMaster4	Bool	false	False
statusModbusMaste4	Word	16#0	False
codigoerrorMB_Master4	Word	16#0	False
errorStatusCommLoad	Word	16#0	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop IMODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 4 - 1	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

data_logger1 [FB1]

data_logger1 Propiedades

General

Nombre	data_logger1	Número	1
Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático		

Información

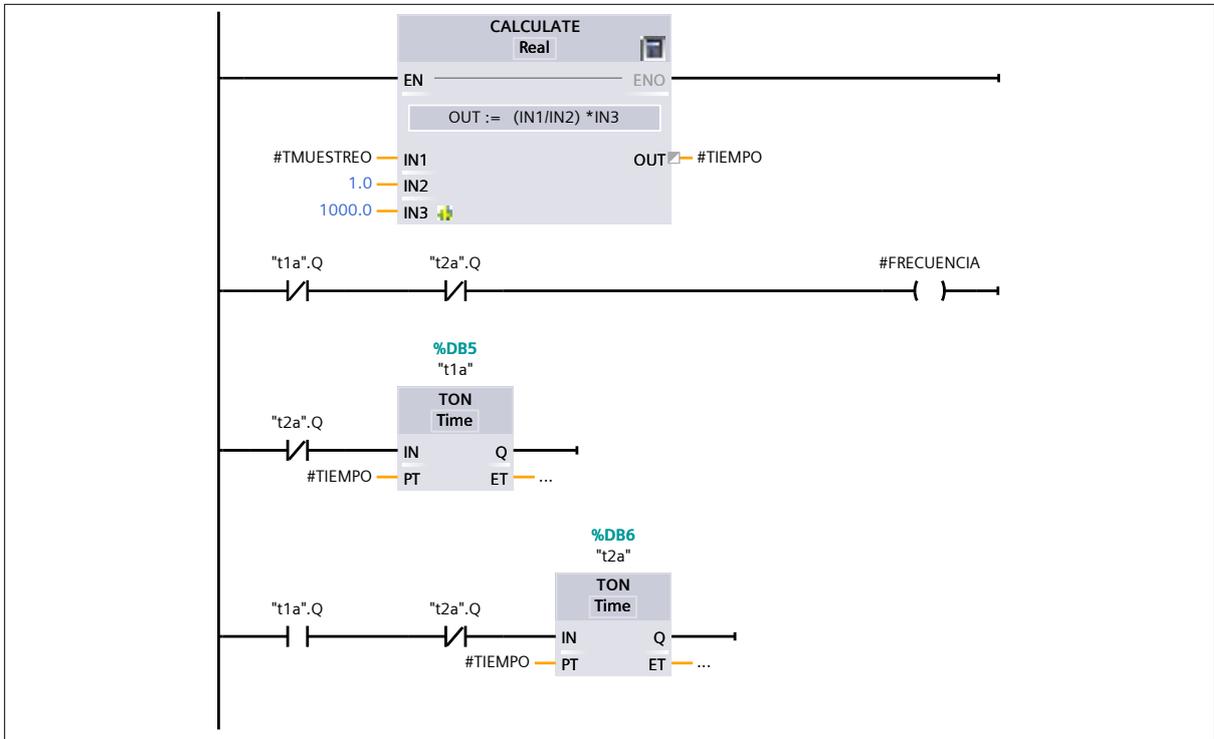
Título		Autor	
Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
CREAR_ARCHIVO	Bool	false	No remanente
ESCRIBIR_DATOS	Bool	false	No remanente
DATO2	Real	0.0	No remanente
FRECUENCIA_V	Real	0.0	No remanente
VELOCIDAD	Real	0.0	No remanente
VOLTAJE	Real	0.0	No remanente
CORRIENTE	Real	0.0	No remanente
TORQUE	Real	0.0	No remanente
SET_FRECUENCIA	Real	0.0	No remanente
NUM__DATOS	UDInt	0	No remanente
TMUESTREO	Real	0.0	No remanente
FORMAT	UInt	0	No remanente
TIMESTAMP	UInt	1	No remanente
NAME	String	'DATOS'	No remanente
▼ Output			
CREADO	Bool	false	No remanente
VEL_ADQ	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
FRECUENCIA	Bool	false	No remanente
TIEMPO	DInt	0	No remanente
ID	DWord	16#0	No remanente
DATA	Struct		No remanente
DONE	Bool	false	No remanente
Aux	Bool	false	No remanente
T3	TON_TIME		No remanente
t2a	TON_TIME		No remanente
t1a	TON_TIME		No remanente
DataLogCreate_Instance	DataLogCreate		
DataLogWrite_Instance	DataLogWrite		
Temp			

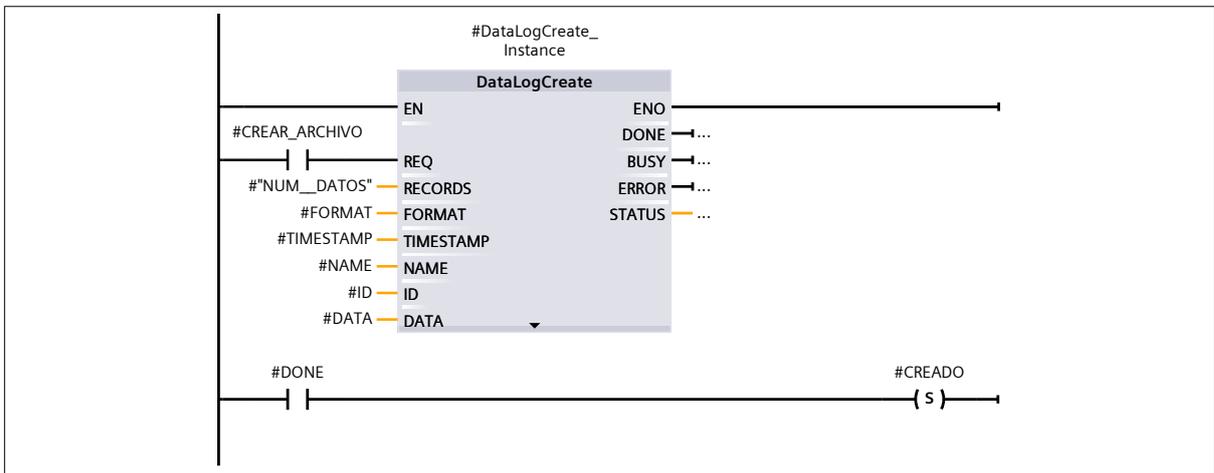
Owner	Project name	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop (MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1))\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 5 - 1	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
Constant			

Segmento 1: CONVERTIR TIMEPO DE MUESTREO EN FRECUENCIA DE MUESTREO

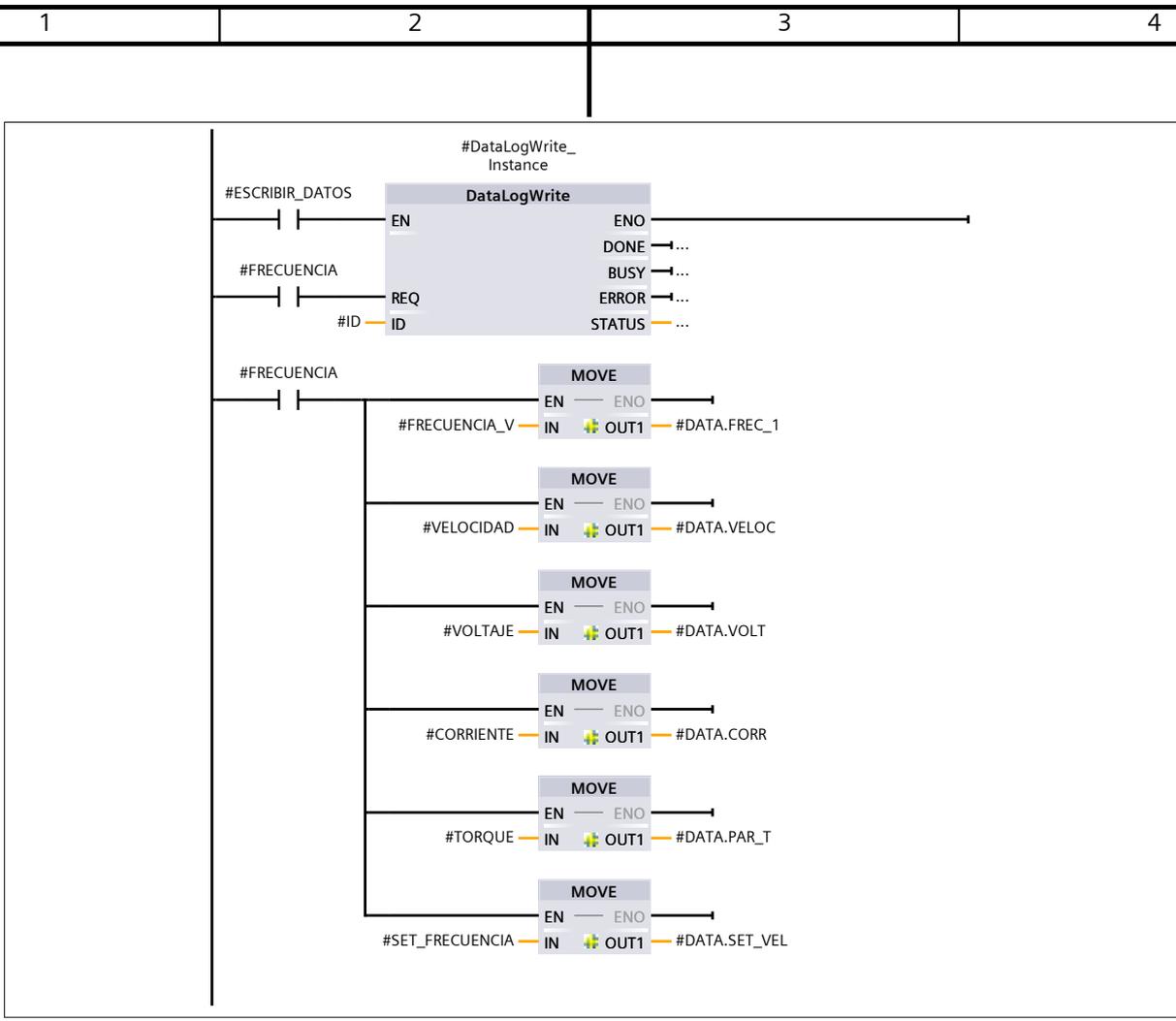


Segmento 2: CREAR ARCHIVO

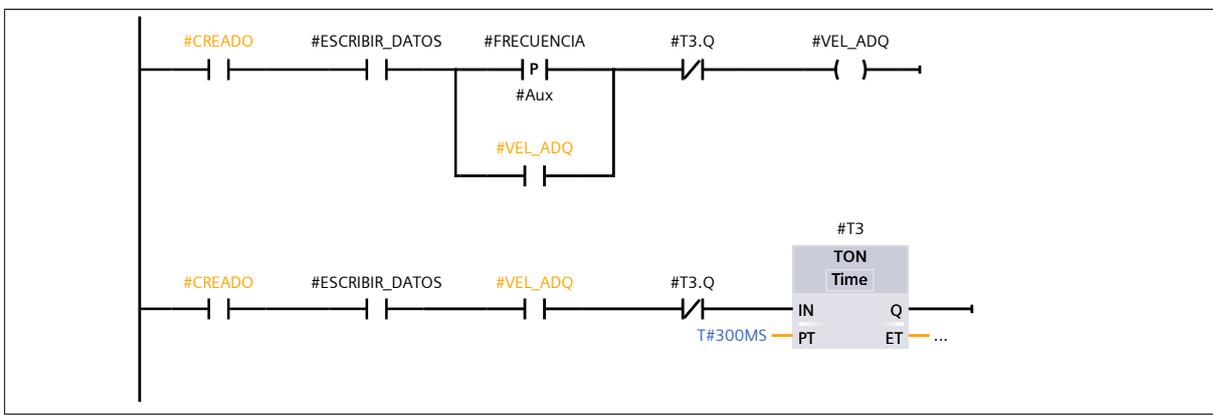


Segmento 3: ESCRIBIR DATOS

Owner	Project name	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 5 - 2	



Segmento 4: INDICADOR DE TIEMPO DE GUARDADO



Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
	Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st		Language	
	Description 2nd		es-ES	
Approved By	1st View		Version	Sheet 5 - 3

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

data_logger1_DB [DB7]

data_logger1_DB Propiedades

General

Nombre	data_logger1_DB	Número	7
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	
Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
CREAR_ARCHIVO	Bool	false	False
ESCRIBIR_DATOS	Bool	false	False
DATO2	Real	0.0	False
FRECUENCIA_V	Real	0.0	False
VELOCIDAD	Real	0.0	False
VOLTAJE	Real	0.0	False
CORRIENTE	Real	0.0	False
TORQUE	Real	0.0	False
SET_FRECUENCIA	Real	0.0	False
NUM__DATOS	UDInt	0	False
TMUESTREO	Real	0.0	False
FORMAT	UInt	0	False
TIMESTAMP	UInt	1	False
NAME	String	'DATOS'	False
▼ Output			
CREADO	Bool	false	False
VEL_ADQ	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
FRECUENCIA	Bool	false	False
TIEMPO	DInt	0	False
ID	DWord	16#0	False
DATA	Struct		False
DONE	Bool	false	False
Aux	Bool	false	False
T3	TON_TIME		False
t2a	TON_TIME		False
t1a	TON_TIME		False
DataLogCreate_Instance	DataLogCreate		False
DataLogWrite_Instance	DataLogWrite		False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop (MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1))\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 6 - 1	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

DATOS_SEN [DB8]

DATOS_SEN Propiedades

General

Nombre	DATOS_SEN	Número	8
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	
Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
NUM_DATOS	UDInt	3000	False
TMUESTREO	Real	1.0	False
NAME	String	'DATOS'	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st	Location		
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 7 - 1	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MB_COMM_LOAD [FB1080]

MB_COMM_LOAD Propiedades

General

Nombre	MB_COMM_LOAD	Número	1080
Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	SIMATIC
Comentario		Familia	MODBUS
Versión	2.1	ID personalizada	MB_CM_LD

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
REQ	Bool	false	No remanente
PORT	PORT	16#FFFF	No remanente
BAUD	UDInt	0	No remanente
PARITY	UInt	0	No remanente
FLOW_CTRL	UInt	0	No remanente
RTS_ON_DLY	UInt	0	No remanente
RTS_OFF_DLY	UInt	0	No remanente
RESP_TO	UInt	1000	No remanente
▼ Output			
DONE	Bool	false	No remanente
ERROR	Bool	false	No remanente
STATUS	Word	16#0	No remanente
▼ InOut			
MB_DB	MB_BASE		
▼ Static			
ICHAR_GAP	UInt	0	No remanente
RETRIES	UInt	2	No remanente
WRREC_STATUS	Word	2	No remanente
RDREC_STATUS	Word	2	No remanente
SFC_STATUS	Word	2	No remanente
Port_CFG_SFB	Array[0..25] of Byte		No remanente
Send_CFG_SFB	Array[0..16] of Byte		No remanente
Rcv_CFG_SFB	Array[0..60] of Byte		No remanente
STOP_BITS	USInt	1	No remanente

Owner	Project name	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop IMODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 8 - 1	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MB_MASTER [FB1081]

MB_MASTER Propiedades

General

Nombre	MB_MASTER	Número	1081
Tipo	FB	Idioma	KOP
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	SIMATIC
Comentario		Familia	MODBUS
Versión	2.2	ID personalizada	MB_MASTR

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Base	MB_BASE		
Input			
Output			
InOut			
Static			
▼ Input			
REQ	Bool	false	No remanente
MB_ADDR	UInt	0	No remanente
MODE	USInt	0	No remanente
DATA_ADDR	UDInt	0	No remanente
DATA_LEN	UInt	0	No remanente
▼ Output			
DONE	Bool	false	No remanente
BUSY	Bool	false	No remanente
ERROR	Bool	false	No remanente
STATUS	Word	16#0	No remanente
▼ InOut			
DATA_PTR	Variant		
▼ Static			
SEND_PTP_SFB	Array[0..11] of Byte		No remanente
RCV_PTP_SFB	Array[0..11] of Byte		No remanente
RCV_RST_SFB	Array[0..9] of Byte		No remanente
PF_FREQUENCY	Real	0.0	No remanente
BLOCKED_PROC_TIMEOUT	Real	3.0	No remanente
CURRENT_TIME_VALUE	UDInt	0	No remanente
SAVED_TIME_VALUE	UDInt	0	No remanente
SAVED_SLAVE_ADDR	Word	0	No remanente
SAVED_MODE	Word	0	No remanente

Owner	Project name	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop		
		I\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
	Location			
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 9 - 1	

1

2

3

4

A

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
SAVED_DATA_ADDR	DWord	0	No remanente
SAVED_DATA_LEN	UInt	0	No remanente
MB_STATE	UInt	0	No remanente
COMM_SENT_COUNT	UInt	0	No remanente
BYTE_COUNT	UInt	0	No remanente
INIT_OK	Bool	false	No remanente
ACTIVE	Bool	false	No remanente
BROADCAST_FLAG	Bool	false	No remanente
EXTENDED_ADDRESSING	Bool	false	No remanente
SAVED_START_ADDR	UInt	0	No remanente
TXBuf_Function_Offset	UDInt	0	No remanente
TXBuf_Address_Offset	UDInt	0	No remanente
TXBuf_Quantity_Offset	UDInt	0	No remanente

B

C

D

E

Owner

Projectname MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL

Date 28/08/2022

Operator

Project path
C:\Users\DELL\Desktop

\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_

Location

Designed By

Description 1st

F

Checked By

Description 2nd

Language es-ES

Approved By

1st View

Version

Sheet 9 - 2

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MB_COMM_LOAD_DB [DB2]

MB_COMM_LOAD_DB Propiedades			
General			
Nombre	MB_COMM_LOAD_DB	Número	2
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		
Información			
Título		Autor	SIMATIC
Comentario		Familia	MODBUS
Versión	2.1	ID personalizada	MB_CM_LD

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
REQ	Bool	false	False
PORT	PORT	16#FFFF	False
BAUD	UDInt	0	False
PARITY	UInt	0	False
FLOW_CTRL	UInt	0	False
RTS_ON_DLY	UInt	0	False
RTS_OFF_DLY	UInt	0	False
RESP_TO	UInt	1000	False
▼ Output			
DONE	Bool	false	False
ERROR	Bool	false	False
STATUS	Word	16#0	False
▼ InOut			
MB_DB	MB_BASE		False
▼ Static			
ICHAR_GAP	UInt	0	False
RETRIES	UInt	2	False
WRREC_STATUS	Word	2	False
RDREC_STATUS	Word	2	False
SFC_STATUS	Word	2	False
Port_CFG_SFB	Array[0..25] of Byte		False
Send_CFG_SFB	Array[0..16] of Byte		False
Rcv_CFG_SFB	Array[0..60] of Byte		False
STOP_BITS	USInt	1	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 10 - 1	

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

MB_MASTER_DB [DB3]

MB_MASTER_DB Propiedades

General

Nombre	MB_MASTER_DB	Número	3
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		

Información

Título		Autor	SIMATIC
Comentario		Familia	MODBUS
Versión	2.2	ID personalizada	MB_MASTR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Base	MB_BASE		False
Input			
Output			
InOut			
Static			
▼ Input			
REQ	Bool	false	False
MB_ADDR	UInt	0	False
MODE	USInt	0	False
DATA_ADDR	UDInt	0	False
DATA_LEN	UInt	0	False
▼ Output			
DONE	Bool	false	False
BUSY	Bool	false	False
ERROR	Bool	false	False
STATUS	Word	16#0	False
▼ InOut			
DATA_PTR	Variant		False
▼ Static			
SEND_PTP_SFB	Array[0..11] of Byte		False
RCV_PTP_SFB	Array[0..11] of Byte		False
RCV_RST_SFB	Array[0..9] of Byte		False
PF_FREQUENCY	Real	0.0	False
BLOCKED_PROC_TIMEOUT	Real	3.0	False
CURRENT_TIME_VALUE	UDInt	0	False
SAVED_TIME_VALUE	UDInt	0	False
SAVED_SLAVE_ADDR	Word	0	False
SAVED_MODE	Word	0	False
SAVED_DATA_ADDR	DWord	0	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop IMODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 11 - 1	

1

2

3

4

A

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
SAVED_DATA_LEN	UInt	0	False
MB_STATE	UInt	0	False
COMM_SENT_COUNT	UInt	0	False
BYTE_COUNT	UInt	0	False
INIT_OK	Bool	false	False
ACTIVE	Bool	false	False
BROADCAST_FLAG	Bool	false	False
EXTENDED_ADDRESSING	Bool	false	False
SAVED_START_ADDR	UInt	0	False
TXBuf_Function_Offset	UDInt	0	False
TXBuf_Address_Offset	UDInt	0	False
TXBuf_Quantity_Offset	UDInt	0	False

B

C

D

E

Owner

Projectname MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL

Date 28/08/2022

Operator

Project path
C:\Users\DELL\Desktop

\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_

Location

Designed By

Description 1st

F

Checked By

Description 2nd

Language es-ES

Approved By

1st View

Version

Sheet 11 - 2

1 2 3 4

A **PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa**

B **t1a [DB5]**

t1a Propiedades			
General			
Nombre	t1a	Número	5
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		
Información			
Título		Autor	Simatic
Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False

C

D

E

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop		
	Location	\\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 12 - 1	

F

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa /
 Bloques de sistema / Recursos de programa

t2a [DB6]

t2a Propiedades			
General			
Nombre	t2a	Número	6
Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático		
Información			
Título		Autor	Simatic
Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop \MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st	Location		
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 13 - 1	

1

2

3

4

A

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC]

Objetos tecnológicos

Esta carpeta está vacía.

B

C

D

E

F

Owner	Projectname MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date 28/08/2022
Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop	
	\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_	
	Location	
Designed By	Description 1st	
Checked By	Description 2nd	Language es-ES
Approved By	1st View	Version Sheet 14 - 1

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Variables PLC / Tabla de variables estándar [74]

Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	SET_FRECUENCIA	Int	%IW2	False
	Clock_Byte	Byte	%MB0	False
	Clock_10Hz	Bool	%M0.0	False
	Clock_5Hz	Bool	%M0.1	False
	Clock_2.5Hz	Bool	%M0.2	False
	Clock_2Hz	Bool	%M0.3	False
	Clock_1.25Hz	Bool	%M0.4	False
	Clock_1Hz	Bool	%M0.5	False
	Clock_0.625Hz	Bool	%M0.6	False
	Clock_0.5Hz	Bool	%M0.7	False
	System_Byte	Byte	%MB1	False
	FirstScan	Bool	%M1.0	False
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False
	VELOCIDAD_ACT	Real	%MD100	False
	Tag_7	Word	%MW100	False
	FRECUENCIA_SALIDA	Real	%MD120	False
	Tag_9	DWord	%MD200	False
	Tag_10	Real	%MD300	False
	Tag_12	DWord	%MD30	False
	Tag_13	Real	%MD140	False
	INGRE_VELOCIDAD	Real	%MD10	False
	Tag_11	Bool	%M20.0	False
	Tag_14	Bool	%M200.0	False
	Tag_15	Bool	%M200.1	False
	Tag_16	Bool	%M200.3	False
	HMI_GIRO_HORARIO	Bool	%M5.0	False
	HMA_GIRO_ANTIHORARIO	Bool	%M5.1	False
	CORRIENTE_SALIDA	Real	%MD124	False
	GIRO_HORARIO	Bool	%M300.0	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop		
	Location	\\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 15 - 1	

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
A	PARO	Bool	%M300.1	False
	GIRO_ANTIHORARIO	Bool	%M300.2	False
	Tag_1	Bool	%M300.4	False
	Tag_2	Real	%MD450	False
	Tag_3	Real	%MD460	False
	Tag_4	Real	%MD470	False
	PAR_SALIDA	Real	%MD132	False
B	CREAR_ARCHIVO	Bool	%M6.0	False
	ESCRIBIR ARCHIVO	Bool	%M6.1	False
	Tag_5	DWord	%MD600	False
	aux-1	Bool	%M7.0	False
	Tag_6	Bool	%M3.0	False
	Tag_8	Bool	%M4.0	False
	Tag_17	Bool	%M4.4	False

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
	Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Location			
Checked By	Description 1st	Language es-ES		
Approved By	Description 2nd	1st View	Version	Sheet 15 - 2

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Módulos locales

CM 1241 (RS422/485)_1

CM 1241 (RS422/485)_1

General\Información del proyecto

Nombre	CM 1241 (RS422/485)_1	Autor	DELTA_SERVER
Comentario		Slot	101

General\Información de catálogo

Descripción abreviada	CM 1241 (RS422/485)	Descripción	Módulo de comunicaciones con interfaz RS422/RS485; conector hembra Sub-D de 9 pines
Referencia	6ES7 241-1CH31-0XB0	Versión de firmware	V1.0

Interfaz RS422/485\General\Información del proyecto

Nombre	Interfaz RS422/485	Comentario	
--------	--------------------	------------	--

Interfaz RS422/485\IO-Link

Modo de operación	Semidúplex (RS485) 2 hilos	Estado inicial de la línea de recepción	Ninguno
Velocidad de transferencia	9.6 kbits	Paridad	Paridad par
Bits de datos	8 bits por carácter	Bit de parada	1
Control de flujo (ASCII)	Ninguno	Carácter XON (HEX)	0
(ASCII)	NUL	Carácter XOFF (HEX)	0
(ASCII)	NUL	Tiempo de espera	1ms

Interfaz RS422/485\Configuración de la transferencia de mensajes\Configuración de la transferencia

Retardo RTS ON	0ms	Retardo RTS OFF	0ms
Enviar pausa al iniciar el mensaje	0	Número de tiempos de bit en una pausa	12Tiempos de bit
Enviar Idle Line tras pausa	0	Idle Line tras pausa	12Tiempos de bit

Interfaz RS422/485\Configuración de la recepción de mensajes\Inicio del mensaje\

Definir condiciones para el inicio del mensaje	Empezar con cualquier carácter	Detectar inicio del mensaje en Line Break	0
Detectar inicio del mensaje en Idle Line	0	Duración de Idle Line	40Tiempos de bit
Detectar el inicio del mensaje por un solo carácter	0	Carácter de inicio del mensaje (HEX)	2
Carácter de inicio del mensaje (ASCII)	STX	Detectar inicio del mensaje por una cadena de caracteres	0

Número de cadenas de caracteres que definir 1

Interfaz RS422/485\Configuración de la recepción de mensajes\Inicio del mensaje\Secuencia de 5 caracteres para iniciar el mensaje\Inicio del mensaje secuencia 1

Comprobar carácter 1	0	Valor de carácter (HEX):	0
----------------------	---	--------------------------	---

Owner	Projectname	MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date	28/08/2022
Operator	Project path	C:\Users\DELL\Desktop		
	Location	\\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
Designed By	Description 1st			
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
Approved By	1st View	Version	Sheet 23 - 1	

	1	2	3	4
A	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 2	0	Valor de carácter (HEX):	0
B	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 3	0	Valor de carácter (HEX):	0
B	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 4	0	Valor de carácter (HEX):	0
B	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 5	0	Valor de carácter (HEX):	0
C	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 1	0	Valor de carácter (HEX):	0
C	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 2	0	Valor de carácter (HEX):	0
C	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 3	0	Valor de carácter (HEX):	0
D	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 4	0	Valor de carácter (HEX):	0
D	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 5	0	Valor de carácter (HEX):	0
D	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 1	0	Valor de carácter (HEX):	0
E	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 2	0	Valor de carácter (HEX):	0
E	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 3	0	Valor de carácter (HEX):	0
E	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		
	Comprobar carácter 1	0	Valor de carácter (HEX):	0
F	Owner	Project name MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date 28/08/2022
	Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_		
F	Designed By	Location		
	Checked By	Description 1st		Language es-ES
F	Approved By	Description 2nd		Version
		1st View		Sheet 23 - 2

	1	2	3	4	
A	Comprobar carácter 4	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
	Comprobar carácter 5	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
Interfaz RS422/485\Configuración de la recepción de mensajes\Inicio del mensaje\Secuencia de 5 caracteres para iniciar el mensaje\Inicio del mensaje secuencia 4					
B	Comprobar carácter 1	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
	Comprobar carácter 2	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
C	Comprobar carácter 3	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
	Comprobar carácter 4	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
D	Comprobar carácter 5	0	Valor de carácter (HEX):	0	
	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA			
	Interfaz RS422/485\Configuración de la recepción de mensajes\Fin del mensaje\Definir condiciones para el fin del mensaje				
	Detectar fin del mensaje por tiempo de mensaje excedido	1	Tiempo de mensaje excedido	200ms	
Detectar fin del mensaje por tiempo de respuesta excedido	0	Tiempo de respuesta excedido	200ms		
Detectar fin del mensaje por tiempo excedido entre caracteres	0	Tiempo excedido entre caracteres	12Tiempos de bit		
E	Detectar fin del mensaje por longitud máxima	0	Longitud máxima del mensaje	1bytes	
	Leer longitud del mensaje en el mensaje	0	Offset del campo de longitud en el mensaje	1bytes	
	Tamaño del campo de longitud	1bytes	El campo de longitud que sigue a los datos no forma parte de la longitud del mensaje	0bytes	
F	Owner	Projectname MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL		Date 28/08/2022	
	Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop			
		Location \\MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_			
	Designed By	Description 1st			
	Checked By	Description 2nd		Language es-ES	
	Approved By	1st View		Version	Sheet 23 - 3

A

Detectar fin del mensaje por una cadena de caracteres	0
---	---

Interfaz RS422/485\Configuración de la recepción de mensajes\Fin del mensaje\Secuencia de 5 caracteres para finalizar el mensaje

B

Comprobar carácter 1	0	Valor de carácter (HEX):	0
Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA	Comprobar carácter 2	0
Valor de carácter (HEX):	0	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA
Comprobar carácter 3	0	Valor de carácter (HEX):	0
Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA	Comprobar carácter 4	0
Valor de carácter (HEX):	0	Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA
Comprobar carácter 5	0	Valor de carácter (HEX):	0
Valor de carácter (ASCII):	CUALQUIERA		

C

D

E

F

Owner	Project name MODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL	Date 28/08/2022
Operator	Project path C:\Users\DELL\Desktop	
	IMODBUS_RTU_PLC_VF_SINAMICSG120C_FINAL(1)\MODBUS_RTU_PLC_VF_	
	Location	
Designed By	Description 1st	
Checked By	Description 2nd	Language es-ES
Approved By	1st View	Version
		Sheet 23 - 4