



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE
DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES A TRAVÉS DE UN
PLC POR CONEXIÓN ETHERNET.”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORES:

CARLOS VICENTE NARANJO NINASUNTA

ERICK JOEL SALAVARRÍA MORENO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE
DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES A TRAVÉS DE UN
PLC POR CONEXIÓN ETHERNET.”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORES: CARLOS VICENTE NARANJO NINASUNTA
ERICK JOEL SALAVARRÍA MORENO

DIRECTOR: Ing. MARCO HERIBERTO SANTILLÁN GALLEGOS

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Carlos Vicente Naranjo Ninasunta & Erick Joel Salavarría Moreno

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, CARLOS VICENTE NARANJO NINASUNTA y ERICK JOEL SALAVARRÍA MORENO, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y que los resultados de los mismos son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de diciembre de 2022.



Carlos Vicente Naranjo Ninasunta
CI:172178203-3



Erick Joel Salavarría Moreno
CI:180490839-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES A TRAVÉS DE UN PLC POR CONEXIÓN ETHERNET**, realizado por los señores: **CARLOS VICENTE NARANJO NINASUNTA** y **ERICK JOEL SALAVARRÍA MORENO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Julio Eduardo Cajamarca Villa PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-22
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-22
Dr. Marco Antonio Haro Medina ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-22

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre María Consolación Ninasunta Jami, a mi difunto padre Carlos Naranjo Yuquilema, que gracias al apoyo incondicional de ambos a lo largo de mi vida he logrado muchos de mis anhelos, formándome con sus valores y dedicación por el trabajo honesto. A mi esposa Marilyn Aracely Chela Llumiguano quien, gracias al apoyo durante mi carrera, presenciando mis tristezas y alegrías, ayudándome con sus palabras de aliento he logrado culminar esta meta. A mi hijo Dylan Isaac Naranjo Chela, por ser el pilar fundamental para seguir adelante sin desmoronarme ante las adversidades.

Carlos

Este trabajo se lo dedico a mi madre Gladys Alicia Moreno, a mi padre Richard William Salavarría Álvarez porque ellos supieron guiarme en mi vida y me motivaron cada vez que aparecía un obstáculo en este camino, convirtiéndome en un hombre fuerte y con grandes valores de vida.

Erick

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y familia por apoyarme incondicionalmente, con su esfuerzo y sacrificio, con las palabras y consejos, para alcanzar la culminación de mis estudios en ingeniería, a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, a los docentes de la carrera de Mantenimiento Industrial, en especial al Ing. Marco Santillán y al Dr. Marco Haro por brindarme su tiempo y conocimientos para culminar el presente Trabajo de Integración Curricular.

Carlos

Agradezco a mi madre y mi padre por siempre darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y confiar en mí en todo momento, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por la gran formación académica a la que tuve acceso y siempre velar por el bienestar de nosotros los estudiantes, a los docentes de la carrera de Mantenimiento Industrial por todos los conocimientos que supieron transmitirme, al Ing. Marco Santillán y al Dr. Marco Haro quienes supieron guiarme durante este camino y estuvieron siempre dispuestos a ayudarme en todas las adversidades que se presentaron hasta culminar el presente Trabajo de Integración Curricular.

Erick

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	ii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iv
RESUMEN	v
SUMMARY	vi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1. Definición del problema.	3
1.2. Justificación y actualidad.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1. Sistemas de adquisición de datos.....	5
2.2. Controlador Lógico Programable	6
2.3. Canales de comunicación.	7
2.3.1. <i>Profibus</i>	7
2.3.2. <i>Profinet</i>	7
2.4. Lenguaje de programación del PLC	9
2.5. Herramienta informática TIA Portal	9
2.5.1. <i>STEP 7</i>	10
2.5.2. <i>WinCC</i>	11
2.5.3. <i>Startdrive</i>	12
2.6. SENTRON PAC3200.....	12
2.7. Sensores	14
2.7.1. <i>Sensores de temperatura</i>	14

2.7.2.	<i>Tipos de sensores de temperatura.</i>	15
2.7.2.1.	<i>RTD.</i>	15
2.7.2.2.	<i>Termocuplas / termopares.</i>	15
2.7.2.3.	<i>Sensor infrarrojo térmico.</i>	16
2.8.	Errores de medición	16
2.9.	Herramienta para el análisis de fallas.	19

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS	21
3.1.	Diseño	21
3.1.1.	<i>Planos mecánicos.</i>	21
3.1.2.	<i>Planos eléctricos</i>	23
3.2.	Elementos y materiales	26
3.2.1.	<i>PLC S7 1200</i>	26
3.2.2.	<i>Sensor infrarrojo térmico</i>	27
3.2.3.	<i>Transformador de corriente</i>	28
3.2.4.	<i>SETRON PAC3200</i>	28
3.3.	Construcción del módulo de adquisición de datos	30
3.4.	Herramienta informática TIA Portal	32
3.5.	Entorno del software TIA Portal	32
3.5.1.	<i>Diagrama de flujo</i>	33
3.5.2.	<i>Programación del PLC mediante la herramienta informática TIA Portal</i>	33
3.5.2.1.	<i>Creación del proyecto y selección de dispositivos.</i>	34
3.5.2.2.	<i>Configuración de la IP del PLC</i>	34
3.5.2.3.	<i>Configuración de Fecha y Hora.</i>	36
3.5.2.4.	<i>Programación del sensor infrarrojo térmico.</i>	37
3.5.2.5.	<i>Declaración de las variables eléctrica.</i>	39
3.5.2.6.	<i>MB_CLIENT SETRON PAC3200</i>	41
3.5.2.7.	<i>Transferencia de variables a la base de datos.</i>	42
3.5.2.8.	<i>Servidor Web en TIA Portal</i>	47
3.6.	Análisis de costos	49
3.6.1.	<i>Costos de materiales</i>	49
3.6.2.	<i>Costos de mano de obra</i>	50

3.6.3. Costo de desarrollo/.....	50
----------------------------------	----

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS	51
4.1. Prueba de funcionamiento	51
4.2. Análisis de los datos adquiridos del activo	55
4.3. Solución a posibles fallos mediante los datos adquiridos del activo de prueba.....	56
4.4. Creación de manual de operación del módulo de adquisición de datos. ...	57

CONCLUSIONES	68
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	1
------------------------------	----------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Herramientas en TIA Portal.	10
Tabla 2-2:	Licencias para STEP7 en TIA Portal.....	11
Tabla 3-2:	Licencias para WinCC en TIA Portal.....	11
Tabla 4-2:	Emisividad de distintos materiales.	18
Tabla 1-3:	Descripción de los componentes del módulo de adquisición de datos.	23
Tabla 2-3:	Descripción de las conexiones del sensor térmico infrarrojo	26
Tabla 3-3:	Especificaciones del sensor infrarrojo térmico DFRobot TS01 IR	27
Tabla 4-3:	Especificaciones del transformador de corriente CFS-33	28
Tabla 5-3:	Especificaciones del SENTRON PAC3200	28
Tabla 6-3:	Entradas analógicas del PLC.....	37
Tabla 7-3:	Entradas analógicas del PLC.....	37
Tabla 8-3:	Detalle de precios de materiales y equipos para la construcción del módulo ...	49
Tabla 9-3:	Detalle mano de obra para la construcción del módulo.....	50
Tabla 10-3:	Detalle de costo de desarrollo para la construcción del módulo.	50
Tabla 1-4:	Ficha técnica del equipo de prueba.	54
Tabla 2-4:	Ficha técnica del equipo de prueba.	55
Tabla 3-4:	Boletín Troubleshooting N° 001	56
Tabla 4-4:	Partes principales y guía de procesos.	59
Tabla 5-4:	Componentes principales del módulo de adquisición de datos.	62
Tabla 6-4:	Guía de procesos.	63
Tabla 7-4:	Comunicación con la PC y descarga de archivo.	64
Tabla 8-4:	Guía para el mantenimiento del módulo	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Proceso de adquisición de datos.....	5
Ilustración 2-2:	Cable UTP (Unshielded twisted pair) y conectores RJ-45	8
Ilustración 3-2:	Proceso de adquisición de datos.....	9
Ilustración 4-2:	Startdrive para TIA Portal v17.....	12
Ilustración 5-2:	SENTRON PAC3200.....	13
Ilustración 6-2:	Diagrama de conexión para cargas desbalanceadas.....	13
Ilustración 7-2:	Sensor de temperatura tipo RTD.....	15
Ilustración 8-2:	Sensor de temperatura tipo termopar.....	16
Ilustración 9-2:	Sensor infrarrojo térmico DFRobot TS01 IR.....	16
Ilustración 10-2:	Campo visual sensor de temperatura óptico infrarrojo.....	17
Ilustración 11-2:	Relación D: S sensor de temperatura óptico infrarrojo.....	19
Ilustración 1-3:	Planos del tablero de control para el módulo de adquisición de datos.....	21
Ilustración 2-3:	Tapa del módulo de adquisición de datos.....	22
Ilustración 3-3:	Base módulo de adquisición de datos - Despiece.....	22
Ilustración 4-3:	Tapa módulo de adquisición de datos - Despiece.....	23
Ilustración 5-3:	Diagrama de control - módulo de adquisición de datos.....	24
Ilustración 6-3:	Diagrama de potencia módulo de adquisición de datos.....	24
Ilustración 7-3:	Diagrama de conexión del SENTRON PAC3200.....	25
Ilustración 8-3:	Diagrama de conexión del sensor térmico infrarrojo.....	25
Ilustración 9-3:	Diagrama de comunicación Ethernet	26
Ilustración 10-3:	Componentes del controlador programable S7-1200.....	27
Ilustración 11-3:	Estructura metálica para el módulo de adquisición de datos.....	30
Ilustración 12-3:	Componentes para el montaje del módulo adquisición de datos.....	30
Ilustración 13-3:	Montaje de los equipos sobre la base de acrílico.....	31
Ilustración 14-3:	Montaje de los equipos en la estructura metálica.....	31
Ilustración 15-3:	Montaje completo del módulo de adquisición de datos.....	32
Ilustración 16-3:	Venta “Vista del Proyecto”	33
Ilustración 17-3:	Diagrama de flujo para la programación en TIA Portal V15	33
Ilustración 18-3:	Selección e información del dispositivo.....	34
Ilustración 19-3:	Asignación de la IP única.....	34
Ilustración 20-3:	Comunicación entre PLC y PC	35
Ilustración 21-3:	Ajuste de Fecha y Hora del PLC.....	36
Ilustración 22-3:	Acondicionamiento de las entradas digitales.....	37

Ilustración 23-3:	Instrucción básica “DIV”	38
Ilustración 24-3:	Instrucciones “NORM_X” y “SCALE_X”	38
Ilustración 25-3:	Agregar variables al Proyecto.	39
Ilustración 26-3:	Variables eléctricas.	40
Ilustración 27-3:	MB_CLIENT SENTRON PAC3200	41
Ilustración 28-3:	MB_CLIENT SENTRON PAC3200	42
Ilustración 29-3:	Base de datos de los Valores de las variables	43
Ilustración 30-3:	Transferencia de los valores de las variables al bloque de datos.	44
Ilustración 31-3:	Bloque de datos para visualización del valor de las variables.....	44
Ilustración 32-3:	Diagrama del Proceso del Data Log.....	45
Ilustración 33-3:	Frecuencia de adquisición de datos	46
Ilustración 34-3:	Contador de número de datos adquiridos	46
Ilustración 35-3:	Contador de número de datos adquiridos	47
Ilustración 36-3:	Activación del servidor web.....	48
Ilustración 37-3:	Nivel de acceso para el usuario.....	48
Ilustración 1-4:	Página inicial de estado del PLC.....	51
Ilustración 2-4:	Verificación del funcionamiento del módulo.	52
Ilustración 3-4:	Página principal servidor web SIEMENS.	52
Ilustración 4-4:	Página inicial de estado del PLC.....	53
Ilustración 5-4:	Estados de variables activación del ciclo de adquisición.	54
Ilustración 6-4:	Carpeta de Data Log con archivo Creado.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A: MANUAL PLC S7-1200**
- ANEXO B: MANUAL SENTRON PAC 3200**
- ANEXO C: MANUAL SENSOR INFRARROJO TÉRMICO DFROBOT TS01 IR**
- ANEXO D: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO A PRUEBA “HORNO DE ENVEJECIMIENTO”**
- ANEXO E: DATOS OBTENIDOS DEL EQUIPO A PRUBA**
- ANEXO F: ARCHIVO DE PROGRAMACIÓN**
- ANEXO G: ADAPTACIÓN DE TOMAS DE CORRIENTE DE 32A – 16A.**
- ANEXO H: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO EN UN HORNO DE ENVEJECIMIENTO.**
- ANEXO I: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO EN EL LABORATORIO DE DIAGNOSTICO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA.**
- ANEXO J: PLANOS DE ESTRUCTURA**
- ANEXO K: PLANO DESPIECE**
- ANEXO L: PLANO CONEXIONES**
- ANEXO M: MANUAL DE OPERACIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.**

RESUMEN

El siguiente Trabajo de Integración Curricular se presenta con el objetivo de implementar un módulo de adquisición de datos para máquinas industriales a través de un PLC por conexión Ethernet. El módulo portátil se considera como una alternativa segura, fiable y de fácil manejo el cual permite adquirir datos de funcionamiento de la mayoría de las máquinas industriales que trabajan con energía eléctrica, para monitorear su estado durante su operación e identificar posibles fallas en su funcionamiento y a su vez mejorar la disponibilidad de la máquina. Para la selección de los equipos se tomó en cuenta la compatibilidad entre los dispositivos y el software, para ello se adquirió equipos de la marca SIEMENS los cuales se programarán mediante el software TIA Portal que es desarrollada por la misma marca. Se adquirió un analizador de energía eléctrica SENTRON PAC3200 que permite la medición y visualización de variables eléctricas como: tensión, corriente, potencia, factor de potencia las que se consideran importantes para el análisis de funcionamiento de un equipo. El PLC S7-1200 AC/DC/RLY fue la opción más viable gracias a que proporciona un elevado nivel de procesamiento y almacenamiento de datos, así como su precio. El sensor DF ROBOT TS01 gracias a su fácil montaje y a su capacidad de sensado de temperatura y rango de funcionamiento es ideal para ser usado en cualquier tipo de superficie. Mediante el servidor web se descargarán las variables eléctricas y de temperatura que serán obtenidas en tiempo real en un archivo de EXCEL. Todo este proceso permite monitorear aquellas máquinas que no cuentan con la tecnología adecuada y sin la necesidad de realizar modificaciones a la misma. Se recomienda que se trabaje en conjunto con el manual de operación para evitar una mala manipulación del módulo de adquisición de datos.

Palabras clave: <ADQUISICIÓN DE DATOS>, <ANALIZADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA>, <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE >, <COMUNICACIÓN MODBUS>, <SENSOR TÉRMICO INFRARROJO>, <MÓDULO PORTÁTIL>.

0224-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

This Curricular Integration Work presents the objective of implementing a data acquisition module for industrial machines through a PLC via Ethernet connection. The portable module is considered as a safe, reliable and easy to use alternative which allows to acquire operating data from most industrial machines that work with electrical energy, to monitor their status during operation and identify possible faults in its operation and in turn improve the availability of the machine. For the equipment selection, the compatibility between the devices and the software was taken into account. For this purpose, SIEMENS equipment was acquired, which will be programmed using the TIA Portal software developed by the same brand. An electrical energy analyzer SENTRON PAC3200 was acquired, which allows the measurement and visualization of electrical variables such as: voltage, current, power, power factor, which are considered important for the analysis of equipment operation. The PLC S7-1200 AC/DC/RLY was the most viable option because it provides a high level of processing and data storage, as well as its price. The DF ROBOT TS01 sensor due to its easy assembly and its temperature sensing capability and operating range is ideally used on any type of surface. Through the web server the electrical and temperature variables will be downloaded and obtained in real time in an EXCEL file. This whole process allows to monitor those machines that do not have the appropriate technology and without the need to make modifications to it. It is recommended to work together with the operation manual to avoid a bad manipulation of the data acquisition module.

Keywords: <DATA ACQUISITION MODULE> <ELECTRIC ENERGY ANALYZER>
<PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER> <MODBUS COMMUNICATION>
<INFRARED THERMAL SENSOR> <PORTABLE MODULE>.



Sandra Paulina Porras Pumalema

C.I. 0603357062

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de equipos industriales comenzó con una reparación de averías, modelo donde los operadores harían funcionar el equipo hasta que fallara y luego lo arreglarían. Después de repetir experiencias en el funcionamiento del equipo, un operador logra el desarrollo de conocimientos sobre la máquina y encuentra una correlación entre un cierto sonido o síntomas, como el desgaste de una pieza, detectando la necesidad de hacer un mantenimiento. Sin embargo, lleva mucho tiempo desarrollar estas atribuciones y son difíciles de transmitir de un operador a otro sin una formación extensa. (Wu 2019, p. 15)

La métrica más universal para comparar la efectividad de las estrategias de mantenimiento es la cantidad de tiempo de inactividad no planificado por horas de funcionamiento. Un modelo de reparación de rotura conduce al tiempo de inactividad no planificado porque rara vez hay intervención en la parte defectuosa, lo cual corresponde a un mantenimiento correctivo. Esta estrategia de mantenimiento correctivo suele ser más cara porque se asume que uno descubre el problema al operar. Como resultado, el usuario incurrirá en el costo de tiempo de inactividad de los empleados inactivos y productividad perdida. (Wu 2019, p. 16)

El mantenimiento preventivo es una mejora sobre el mantenimiento correctivo; sin embargo, todavía está lejos de ser ideal. Primero, la medición del tiempo de ejecución no está sujeta a errores de registro humano, se basa en una ejecución de intervalos de tiempos definidos en el equipo, que puede reiniciarse o no reiniciarse por una serie de razones. Segundo, el intervalo de tiempo sugerido por el fabricante se determina en un laboratorio con un conjunto predefinido de condiciones de funcionamiento y supuestos. Estas condiciones de funcionamiento se basan en limitaciones y pueden no ser representativos del caso de uso de cada cliente y el tiempo resultante. El intervalo, probablemente peca de cauteloso para asegurar un alto tiempo de actividad. Por ejemplo, si una pieza tiene una vida útil promedio de 100 horas, pero una desviación estándar de 10 horas, el fabricante puede sugerir un reemplazo después de 80 a 90 horas de funcionamiento para mantener el tiempo de actividad por encima del 99,9% o 97,7%, respectivamente. En tercer lugar, estas estrategias de mantenimiento preventivo son eficaces contra tiempos de inactividad no planificados causados por fallas de piezas críticas, pero no abarca casos extremos o fallas debido a interacciones del sistema diferente para cada cliente. (Wu 2019, p. 17)

Si bien la estrategia conservadora de mantenimiento preventivo puede minimizar el tiempo de inactividad no planificado, el costo es alto porque el cliente está perdiendo múltiples desviaciones estándar de la vida útil de cada pieza para lograr este nivel de tiempo de actividad. También crea

una situación potencialmente desfavorable para el fabricante si no puede prometer tantas horas de funcionamiento como un competidor en el mismo mercado. El cliente incurre en mayores costos operativos tanto en estrategias de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

En base al mantenimiento preventivo, se propone el mantenimiento basado en la condición, donde la retroalimentación y el análisis rápidos basados en modelos del mantenimiento preventivo agregado pueden detectar anomalías, así como la salud del sistema de referencia frente a unidades históricas. El departamento de mantenimiento puede usar estos datos históricos para proporcionar al operador un amplio conjunto de conocimientos útiles o procesables, incluyendo una predicción de la vida útil restante de una pieza o una alerta antes de una tendencia a falla. Sin el análisis estadístico, los modos de falla no lineales serían difíciles de reconocer incluso con un ojo entrenado. No sólo estos métodos disminuyen la necesidad de que un experto en la materia analice los datos; el propietario del equipo también puede evitar tiempos de inactividad no planificado si se le avisa para pedir una pieza de repuesto antes del fallo o si el operador puede apagar el sistema antes de un evento catastrófico y evitar un mantenimiento extenso. (Wu 2019, p. 18)

Además, en la actualidad los procesos industriales en nuestro país se encuentran en una constante actualización, el incentivo de las industrias para mejorar sus procesos son los beneficios en sus utilidades, además de su constante crecimiento y estabilidad económica. Por lo tanto, el aporte de un ingeniero en Mantenimiento Industrial es generar utilidades a la empresa con su correcta gestión del mantenimiento, tarea que se debe llevar a cabo con datos generados en tiempo real en activos identificados con alta criticidad y demanda.

El presente proyecto demuestra la importancia de la adquisición y análisis de datos que se utilizan para mejorar la disponibilidad, rendimiento y calidad de producción de las máquinas. Con la ayuda del seguimiento de datos o el análisis estadístico, la calidad, las pérdidas y la degradación de los componentes se puede identificar en la máquina.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Definición del problema

La industria ecuatoriana se encuentra en un constante cambio para acoplarse a las nuevas tecnologías, aun así, este cambio no se genera de inmediato pues implica una inversión considerable en el reemplazo de maquinaria, además de generar paros innecesarios para su adecuación, por otro lado, existen empresas que utilizan equipos con componentes mecánicos muy fiables e incorporan actualizaciones o repotenciones con una inversión justificada. Las máquinas eléctricas con tecnología obsoleta que cumplen una función importante dentro de un proceso productivo pueden convertirse en un equipo crítico debido a que no contienen un sistema de monitoreo que nos permita saber en qué condiciones de operación se desenvuelven haciendo que el proceso de producción se vea perjudicado. Al no conocer las condiciones y los historiales de funcionamiento de este, el equipo esta propenso a fallar repentinamente o generar gastos de consumo eléctrico muy elevados debido a posibles fallas o sobrecargas en la red eléctrica. El monitoreo constante, la adquisición de variables eléctricas y el análisis del comportamiento de la máquina permitirá tener una perspectiva más amplia de las condiciones en las que el equipo está operando y poder realizar las mejoras necesarias para que pueda cumplir su función de la manera más eficiente. Al crear un sistema gerencial que permita monitorear el consumo eléctrico y sus variables a través de una interface que recopile esta información y la almacene de tal forma que pueda ser visualizada en cualquier momento para realizar un estudio del consumo eléctrico durante un periodo determinado e implementar la gestión inteligente de la energía. Junto con la eficiencia energética y con la ayuda de equipos y componentes es posible optimizar la gestión energética en las plantas de producción y así reducir significativamente los costos de operación y producción. Generar una herramienta que permita la aplicación del mantenimiento basado en la condición que utiliza sensores y software integrados para determinar el mejor momento para realizar el mantenimiento, además de supervisar en tiempo real las variables más significativas de un activo si se implementa una red de comunicación entre los equipos de monitoreo y los instrumentos de medición. Permite a los equipos ampliar la vida útil de los activos y programar el trabajo sólo cuando es necesario, en lugar de utilizar un calendario o ciclos. Cuando se realiza correctamente, el mantenimiento basado en la condición mejora el tiempo de funcionamiento y reduce el gasto inútil.(Fluke, 2022:)

1.2. Justificación y actualidad

La adquisición de datos de funcionamiento de maquinaria se ha convertido en un campo indispensable para la gestión mantenimiento, puesto que la medida de variables con la precisión y fiabilidad adecuadas proporciona datos relevantes para su respectiva interpretación. Inicialmente los procesos de adquisición de datos se realizaban de forma en la que el personal de mantenimiento o el operador registraban estos datos de funcionamiento del activo de manera manual, o a su vez, en el caso de máquinas obsoletas la adquisición de estos datos eran imposibles de obtener debido a la poca tecnología inmersa en las mismas haciendo que los errores de lectura, el archivo de estos registros y la pérdida de los mismo afectará el proceso de la gestión del mantenimiento.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar un módulo de adquisición de datos para máquinas industriales a través de un PLC por conexión Ethernet.

1.3.2. Objetivos específicos

Diseñar y construir un módulo portátil de adquisición de datos adaptable a cualquier tipo de máquina industrial que permita adquirir los datos de funcionamiento más relevantes en tiempo real.

Programar el PLC a través del software TIA Portal de la marca Siemens.

Generar una base de datos interactiva con el usuario del historial de funcionamiento del activo.

Crear boletines de Troubleshooting con los datos adquiridos del activo de prueba para identificar posibles fallas con su respectiva acción correctiva y mitigar la falla.

Elaborar un manual de operación y mantenimiento del módulo de adquisición de datos.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Sistemas de adquisición de datos.

Cuando la tecnología solía ser escasa y la necesidad de conocer las condiciones en las que una máquina funciona, obligaba a que una persona se encuentre constantemente haciendo lecturas y mediciones de estas condiciones de funcionamiento, por ejemplo: una persona midiendo la intensidad de corriente de una máquina. Los sistemas de adquisición de datos o como se los suele abreviar DAS ó DAQ, se encargan de convertir las formas de ondas analógicas provenientes de los sensores o equipos de medición que se encuentran inmersos en las máquinas, en valores digitales mediante módulos de adquisición de datos para posteriormente ser almacenados en un disco duro o alguna unidad de almacenamiento, con el fin de ser analizadas o manipuladas por algún software especializado o por una persona.

Estos sistemas solían presentar una interfaz cerrada, es decir, equipos de proveedores diferentes no podían comunicarse debido a que su configuración era estrictamente exclusiva de dicho proveedor, pero con el transcurso del tiempo, los avances tecnológicos y la necesidad de los proveedores de poder abarcar más mercado los sistemas de adquisición de datos llegaron a ser sistemas abiertos en los cuales los equipos de proveedores diferentes se pueden conectar entre sí, haciendo que estos abarquen un mercado más grande.

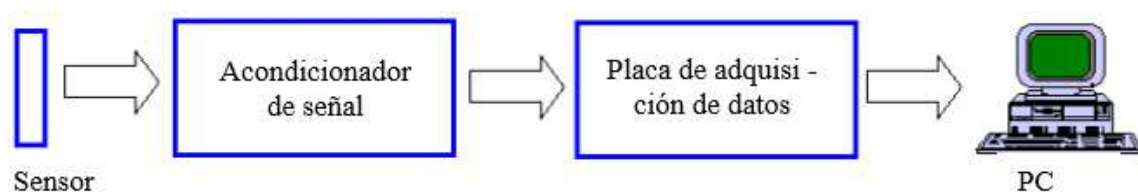


Ilustración 1-2: Proceso de adquisición de datos.

Fuente: (Saletti-cuesta et al. 2020).

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

El proceso de adquisición de datos está dividido esencialmente en tres partes: El momento en el que el SENTRON PAC3200 hace la adquisición del dato de acuerdo a un rango de tiempo especificado en la programación. El segundo proceso es cuando se establece una conexión entre el módulo y el servidor para después mandar la información, la cual se almacena en este último. El tercer proceso es cuando el usuario accede a la información para poder hacer análisis. (Becerro et al., 2018:)

2.2. Controlador Lógico Programable

PLC es una máquina programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial, posee una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientada al usuario para implementar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuenciales, temporizadas, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas ya sean digitales o analógicas diversos tipos de máquinas o procesos industriales. (Molina Cruz et al. 2019)

Según (Saletti-cuesta et al. 2020, p. 17) las funciones de un PLC son:

- **Detección:** indicar la señal enviada por los sensores al momento de ser activados en el proceso.
- **Mando:** es la respuesta a la acción de los sensores, enviada a los contactores, relés u otro tipo de actuador.
- **HMI:** mantener un diálogo entre el operado (humano) y el sistema (máquina), actualizando constantemente los cambios y actividades presentes en el proceso.
- **Programación:** introducir, elaborar y cambiar las ordenes de las actividades a realizar en el proceso, de manera lógica.
- **Control de procesos continuos.**

Las aplicaciones de un PLC en la industria son innumerables, ya que, hacen parte importante en la automatización, dentro de sus usos se pueden encontrar en:

- Maniobras en máquinas (Cemento, plástico, ensamble)
- Maniobras en instalaciones (Seguridad, calefacción y aire acondicionado, transporte y almacenamiento)
- Industria automotriz (Soldaduras, ensambles, fresadoras, torno) entre otras.

Como es tendencia la automatización en la industria y otros procesos de control los PLC aportan un número enorme de ventajas, por citar algunas:

- Reducción en costos de la mano de obra, esto al realizar automáticamente las tareas con mayor precisión que una persona.
- Su instalación es sencilla, ocupa poco espacio y puede controlar varios equipos a la vez, de acuerdo con su programación.
- Monitorea los procesos, detectando fallas y generando alertas visuales y auditivas.
- Ahorro en los costos de operación, mantenimiento y en ocasiones de energía.

2.3. Canales de comunicación.

En un proceso industrial, muchas veces es necesario utilizar más de un PLC o establecer comunicación con diferentes dispositivos inteligentes como: termostatos, captadores de radiación solar, sistemas de control de fluido (agua, gas, aire), motores, detectores de instrucción, cámaras frigoríficas, sistemas de ascensores, calefacción, etc., por lo tanto el PLC, no puede auto programarse y es necesario un interfaz con el usuario y eso la provee el puerto RS232, un cable serial y un computador o un programador portátil. (Molina Cruz et al., 2019:)

2.3.1. Profibus

Es un protocolo estándar creado a principios de los 90, para la comunicación en bus de campo a través de dos hilos. El cable sobre el que se monta es de color morado y los puertos a los que se conectan generalmente son RS485 de 9 pines. Permite trabajar con velocidades que van desde 9,6 Kbps y con topologías de línea principalmente, es decir, cada elemento conectado al anterior y a su vez al siguiente.

Se distinguen dos tipos de equipos en la red: maestros (PLCs) y esclavos (periferias y variadores principalmente). En base a ello se realizarán dos accesos al medio, el de la comunicación de cada maestro con sus esclavos y seguidamente, el paso del testigo de un maestro a otro para ceder el turno de emisión en el bus. (Centeno, 2017:)

2.3.2. Profinet

Es un protocolo estándar creado a principios del siglo XXI en base al funcionamiento de PROFUBUS y Ethernet, para la comunicación en bus de campo a través de cuatro hilos. El cable es de color verde por defecto, para diferenciarlos de otros, y los conectores generalmente son RJ45 la velocidad de comunicaciones estándar es de 100 Mbps y al disponer de equipos concentradores de señal (switches), es posible realizar diferentes y muy variadas topologías, en la línea como se realizaba antiguamente en PROFIBUS, así como conexiones en árbol o en estrella. Cabe destacar la posibilidad de utilizar protocolos de redundancia como MRP (Media Redundancy Protocol) o HRP (High Speed Redundancy Protocol) para, básicamente, realizar una conexión en anillo y que existan dos vías de comunicación con cada equipo, así en el caso de una desconexión o rotura del cable, el sistema seguirá comunicando sin problemas por la otra vía.

Los equipos están conectados sobre el estándar Ethernet generando una dirección IP con un nombre a cada equipo. La comunicación de PROFINET en tiempo real (RT) se realiza a través

de ese nombre y al disponer de direccionamiento IP, también se puede acceder a otros servicios típicos de Ethernet como sería el servidor web de PLC. Importante destacar también el desarrollo estándar de las comunicaciones seguras (safety) con PROFI-safe, las de control de movimiento con PROFIdrive y las de la información de energía de los componentes a través de PROFIenergy: estos estándares hacen que su configuración sea independiente de la red que se disponga, con lo cual daría exactamente igual tener PROFIBUS o PROFINET. (Centeno, 2017:)

2.3.3. Cables de conexión Ethernet.

Son cables de conexión Ethernet, cables flexibles instalados en cada extremo con un conector para comunicar a un dispositivo, los cables de conexión se ven como conectores modulares originalmente utilizados en los sistemas de cableado de teléfono, ahora los conectores son utilizados en los sistemas de Ethernet adaptándose el nombre RJ-45. En las redes Ethernet, estos enchufes RJ-45 y Jacks forman un conector modular, ya que realizan el desplazamiento de las zonas de trabajo, además el cambio de los componentes de red es rápida y fácil. Los enchufes machos y conectores hembra se mantienen unidos por un gancho que les mantiene firmemente en su posición mientras está en uso, pero permite que sean fácilmente desconectados cuando se realizan cambios en un sistema de red o área de trabajo. Esta modularización se logra a través de las ocho clavijas conductoras situadas en la parte superior de los enchufes RJ-45. (Umatambo, 2020:, p. 6)



Ilustración 2-2: Cable UTP (Unshielded twisted pair) y conectores RJ-45

Fuente: (Umatambo, 2020:, p. 6)

Los hilos conductores de un cable de conexión van a los pines individuales en sus conectores del RJ-45, los datos electrónicos pueden ser transferidos a través de un cable Ethernet de 8 conductores de una clavija a otra a través de sus 8 pines del conector.

Uno de los puntos más importante para el cableado es la norma a aplicar EIA/TIA (Electronics/Telecommunications Industries Association) de Estados Unidos, EIA 568-A y 568 B

en la cuales indican la topología, distancia máxima de los cables, rendimiento de los componentes, las tomas y conectores de telecomunicaciones. (Mundo teleco, 2014:)

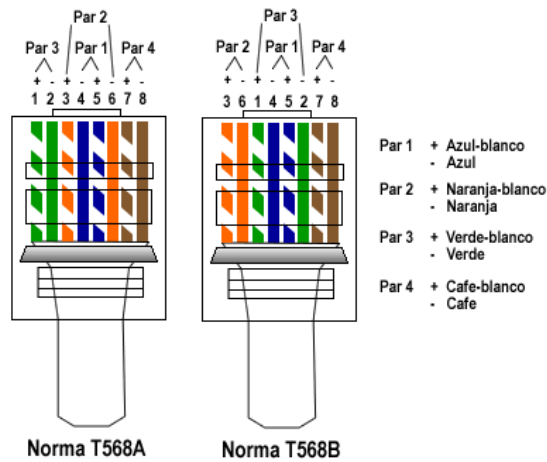


Ilustración 3-2: Proceso de adquisición de datos.

Fuente: (Mundo teleco, 2014:)

2.4. Lenguaje de programación del PLC

Un programa es un conjunto de instrucciones o preposiciones bien definidas que le dicen lo que dicen que tiene que hacer el procesador, cada instrucción le indica que operación realizará a continuación, de donde obtendrá los datos que necesita para realizarla y donde guardará los resultados de la operación. Un programa se escribe en un lenguaje de programación y a la actividad de expresar un algoritmo en forma de programa se le denomina programación, al lenguaje de programación se denomina software de programación. (Molina Cruz et al., 2019:)

Con el objetivo de estandarizar estas representaciones, se tienen dos tipos de lenguaje de programación:

- Lenguajes gráficos: Diagrama de escalera (Ladder, LD) y diagrama de bloques funcionales (FBD).
- Lenguajes literales: Lista de instrucciones (IL) y texto estructurado (ST).




2.5. Herramienta informática TIA Portal

El software TIA Portal (Totally Integrated Automation) de Siemens, cuyo lanzamiento al mercado fue en el año 2009 con la versión v10.5, la cual ha ido actualizándose con mejoras y más

funcionalidades al día de hoy se encuentra disponible la versión v17 en el mercado. (Centeno, 2017:) (Szkłanny, 2018:).

La principal innovación que aporta el software, es el incorporar varias herramientas dentro del mismo entorno de trabajo, esto permite integrar distintas aplicaciones de software industrial en una misma interfaz, facilitando el aprendizaje, la interconexión y la operación de procesos, además facilita la creación de programas de una forma intuitiva y efectiva por parte de los usuarios desde un solo sistema de integración influyendo en un importante ahorro de horas de desarrollo y formación, además de una mayor claridad y sencillez de las aplicaciones tanto a la hora de la creación y en su posterior fase de mantenimiento. (Centeno, 2017:)

Tabla 1-2: Herramientas en TIA Portal.

Totally Integrated Automation Portal		
STEP 7	WinCC	Startdrive
		
Controladores SIMATIC	SIMATIC HMI	SINAMICS

Fuente: (Centeno, 2017:)

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

De esta manera se puede realizar tanto la configuración de los distintos componentes como la programación, que es la parte de controlar y visualizar así como la parametrización, que es la parte de la configuración del funcionamiento del variador compuesto de un listado de parámetros, ambas necesarias en cada caso.

2.5.1. STEP 7

Es la principal herramienta con la cual se realiza tanto la configuración del hardware y de la programación de los controladores. El paquete STEP7 para TIA Portal se encuentran los cuatro controladores (S7-1200, S7-300, S7-1500, S7-400) coexistiendo en el mismo entorno, cabe destacar que los S7-300 y S7-400 con versiones anteriores a octubre de 2007 no se podrán utilizar en TIA Portal. (Siemens AG, 2017:)

Siemens sigue diferenciando la parte de micro automatización o automatización de bajas prestaciones de la gama media/alta y por ello ofrecen dos licencias diferentes, una *basic* para trabajar con S7-1200 y la otra licencia *professional* para trabajar con el paquete de controladores al completo. (Centeno, 2017:)

Tabla 2-2: Licencias para STEP7 en TIA Portal.

SIMATIC STEP 7		
WinAC	Profesional	
S7-1500		
S7-400)		
S7-300/S7-400		
S7-1200		Basic

Fuente: (Centeno, 2017, p. 66)

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

STEP 7 ofrece en dos versiones: STEP 7 Basic. Ingeniería compartida por los controladores SIMATIC S7-1200 y los paneles de la Gama HMI Basic Panels. • STEP 7 Professional. Ingeniería para configurar y programar los controladores SIMATIC S7-1200, S7-300, S7-400, S7-1500 y WinAC, compatibles con Windows 7 y Windows 8.1 ambas versiones integran el Software WinCC Basic requerido para la programación de las pantallas básicas KTPs.

2.5.2. WinCC

El WinCC se refiere a la herramienta HMI de Siemens, desde la cual se configuran las diferentes imágenes que compondrán la pantalla de visualización del estado de la planta. En esta herramienta se realiza la configuración del hardware de los componentes de visualización (pantallas y/o PCs), así como también la programación de los diferentes elementos de control y visualización de la aplicación, a ésta se le conoce como Runtime□ desde ésta, el operador podrá interactuar con la máquina y/o el sistema. (Centeno, 2017:)

Tabla 3-2: Licencias para WinCC en TIA Portal.

SIMATIC WinCC				
Visualización del proceso y control de operaciones a nivel máquina (SCADA)				
Profesional				SCADA
	Advanced	Comfort	Basic	PC monopuesto
				Comfort Panels
				Basic Panels

Fuente: (Centeno, 2017, p. 67)

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

Respecto a las licencias, en este paquete el software se distinguen cuatro opciones □ una licencia *basic* para los paneles de gama más inferior, otra licencia *comfort* para las pantallas de gama media (incluida la nueva versión *comfort* con utilidades multimedia), la licencia *advanced* para la utilización de PCs y la licencia *professional*, que sería la equivalente al antiguo WinCC. En un futuro con esta licencia se podrán implementar todas las opciones y topologías lo que actualmente no está disponible, aun se usa el WinCC v7.4 para configuraciones redundantes, multipuesto, cliente/servidor, así como las variantes de éstas. (Centeno, 2017:)

2.5.3. Startdrive

La herramienta Startdrive, es mediante la cual se realiza la configuración del hardware y parametrización de los elementos de control de movimiento de Siemens. El G120 (sustitución del antiguo Micromaster) para los movimientos de control de velocidad/para, generalmente utilizados en transporte, bombeo y ventilación, además del S120 (en sustitución de las familias Masrterdrives y Simodrive) para el control de posición, orientados a la utilización en el mundo de las máquinas de producción y máquina herramienta respectivamente □ actualmente en el Startdrive de TIA Portal está integrada la parte de los SINAMICS G120, S120. A pesar de ser una herramienta gratuita como su predecesor STARTER ahora es necesario disponer de la licencia *professional* para el paquete de STEP 7 de TIA Portal. (Centeno, 2017:)

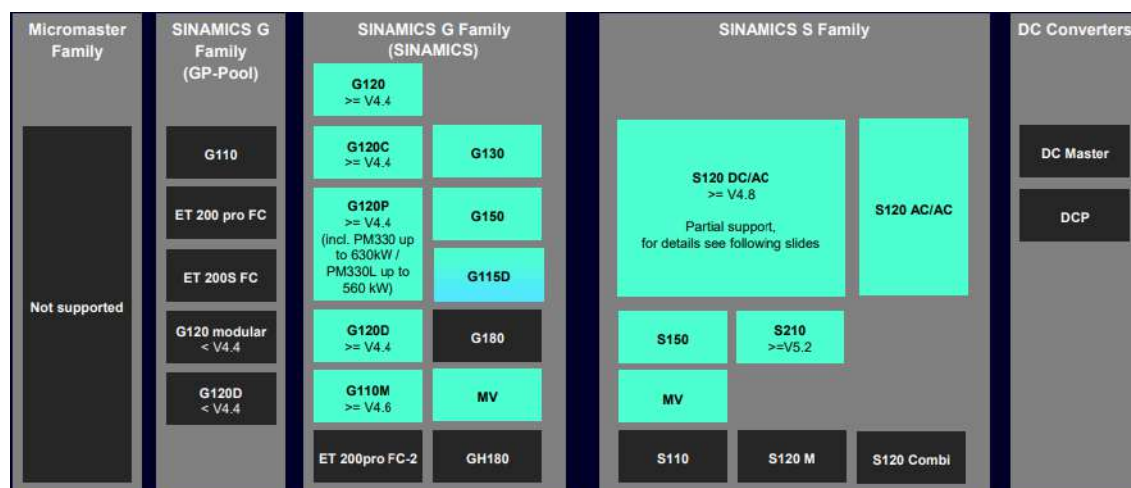


Ilustración 4-2: Startdrive para TIA Portal v17.

Fuente: (Siemens, 2021:)

2.6. SENTRON PAC3200

El SENTRON PAC3200 dispone de una serie de útiles funciones de monitoreo, diagnóstico y servicio técnico, un contador de tarifa doble de energía activa y reactiva, un contador universal y

un contador de horas de funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio de consumidores conectados, entre las magnitudes medidas están: tensión, corriente media, potencia aparente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, frecuencia.

Ofrece un manejo intuitivo para el usuario gracias a cuatro teclas de función, e información multilingüe adicionalmente, el usuario experimentado dispone de una navegación directa, la cual permite realizar una selección rápida del menú deseado. Para la comunicación se puede utilizar la interfaz Ethernet integrada o un módulo de interfaz opcional. Además, el SENTRON PAC3200 dispone de una entrada y una salida digitales multifuncionales. La parametrización puede realizarse directamente en el dispositivo o a través de una interfaz de comunicación. (SIEMENS, 2007:)



Ilustración 5-2: SENTRON PAC3200

Fuente: (PCE-Iberica, 2014:)

Se dispone de un diagrama de conexión tipo 3P4W (3 fases, 4 conductores y carga desbalanceada), con tres transformadores de corriente para realizar mediciones trifásicas con cargas desbalanceadas.

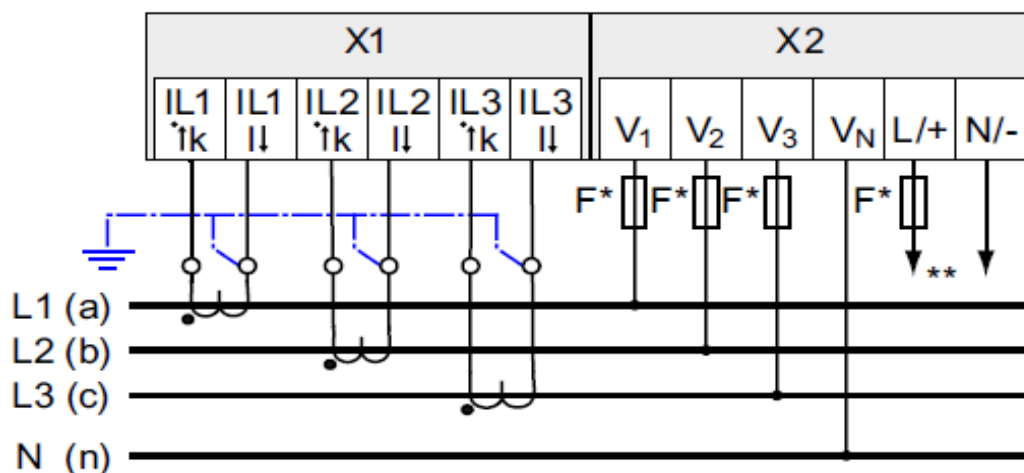


Ilustración 6-2: Diagrama de conexión para cargas desbalanceadas.

Fuente: (SIEMENS, 2007, p. 17)

2.7. Sensores

Los sensores permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema para lo cual se consideran ciertos criterios para la selección de sensores dependiendo del campo de aplicación especialmente para uso científico o para ingeniería donde puede significar la diferencia entre mediciones repetibles o números disparados. El objetivo es medir con exactitud y con incertidumbre aceptables. (Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure, 2017:)

Al elegir un sensor se considera los siguientes criterios:

- Alcance de medición o rango de funcionamiento.
- Exactitud del producto.
- Condiciones bajo la cual la medición debe ser realizada.
- Velocidad de respuesta
- Ventajas y desventajas del sensor.

Además, la precisión de la medición que significa que exista o no una variación aleatoria en la medición de la variable, debe ser tan alta como fuese posible para que la dispersión en los valores de una serie de mediciones sea mínima.

Por otra parte, un sensor debe ser fácil de calibrar, el tiempo y los procedimientos para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración. (Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure, 2017:)

2.7.1. *Sensores de temperatura.*

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como energía cinética, que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida que sea mayor la energía cinética de un sistema, se observa que éste se encuentra más caliente; es decir, que su temperatura es mayor. Las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicaciones por la precisión por la velocidad de captación de la

temperatura, por la distancia entre los elementos de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicados, registrador o controlador necesario. (Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure, 2017:).

2.7.2. Tipos de sensores de temperatura.

2.7.2.1. RTD

Un RTD es un detector de temperatura resistivo, esto quiere decir que está basado en la variación de la resistencia de un conductor debido a la variación de temperatura.



Ilustración 7-2: Sensor de temperatura tipo RTD.

Fuente: (Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure, 2017:)

Está compuesto por una aleación de metales como el platino, cobre, níquel y molibdeno. Su funcionamiento es que al calentarse el metal habrá una mayor agitación térmica, causando la dispersión de más electrones y reduciendo su velocidad media, aumentando así la resistencia. Esto quiere decir que, a mayor temperatura, mayor agitación, entonces mayor resistencia. (Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure, 2017:)

2.7.2.2. Termocuplas / termopares.

Son sensores de temperatura eléctricos utilizados en la zona industrial. Para hacer funcionarla, se debe hacer con dos alambres de distinto material unidos en un extremo, entonces al aplicar temperatura en la unión de los materiales se genera un voltaje en miliVolts el cual va aumentando a la par con la temperatura.

- Son encapsulados, para protegerlos de las condiciones extremas.
- Despidiendo de la distancia, se va dando una pequeña señal eléctrica de estos transductores.
- Deben utilizarse cables compensados para que pueda transportar esta señal sin que la modifique.

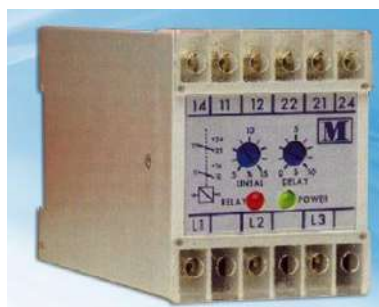


Ilustración 8-2: Sensor de temperatura tipo termopar

Fuente: (Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure, 2017:)

Los tipos varían según sus aplicaciones, el rango de temperatura y la sensibilidad y éstos pueden ser de tipo: K, E, J, N, B, R y S.

2.7.2.3. Sensor infrarrojo térmico.



Ilustración 9-2: Sensor infrarrojo térmico DFRobot TS01 IR

Fuente: (Guzmán Caballero y Sánchez Díaz, 2020:)

Los sensores ópticos, réflex o fotoeléctricos, tienen las características de detectar objetos a larga distancia, por el haz de luz que emite y refleja en la superficie de los objetos que se interponen, en este tipo de sensores pueden detectar metales y casi todos los materiales no metálicos. (Guzmán Caballero y Sánchez Díaz, 2020:)

2.8. Errores de medición

Las mediciones de consumo de energía eléctrica dependen de: la capacidad de medida, tipo de energía a medir, exactitud, tipo de conexión, cantidad de elementos a medir y clase, además de las siguientes consideraciones para evitar errores de medición según (Guacaneme y Pardo, 2016:):

- **Ambiente en el que se realizará la medición:** el entorno de medición corresponde a ubicaciones de carácter industrial, los cuales tienen unos niveles de humedad y temperatura variables. Destacando a los medidores de alto costo, diseñados para

ambientes con grandes variaciones de temperatura, así como exposición a humedad y corrosión ideales para el presente proyecto.

- **Tipo de salida requerida:** los datos entregados por el dispositivo deben contener la medición de los parámetros eléctricos elegidos, estos pueden ir representados de diferentes maneras como niveles de voltaje, trenes de pulsos o secuencias de datos a través de un puerto de comunicaciones. Se pretende sencillez en el diseño por tanto se busca que la captura de la información ocupe la menor cantidad de componentes posible.
- **Linealidad y velocidad de respuesta:** es deseable que la desviación de las mediciones sea mínima, especialmente en los rangos más bajos de la medición de potencia y corriente. La velocidad de respuesta del sistema de medición debe ser no superior a un segundo que es el tiempo establecido para hacer el envío de datos a través del dispositivo de red.

Las mediciones de temperatura mediante un sensor térmico infrarrojo deben tener las siguientes consideraciones según (Fluke Process Instruments., 2022:).

Campo visual: Asegurarse que en la superficie total del objeto a medir sea mayor que el área de medición de la unidad que está midiendo. La distancia de medición es directamente proporcional al tamaño de objeto a medir, mientras más grande el objeto la distancia de medición puede ser mayor y no afectaría a la medida, así mismo, si el objeto a medir es pequeño la distancia de medición debe ser menor para que no afecte la medida.

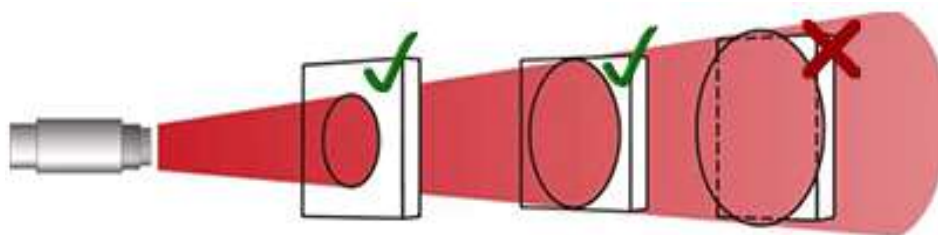


Ilustración 10-2: Campo visual sensor de temperatura óptico infrarrojo.

Fuente: (Fluke Process Instruments., 2022:)

Condiciones ambientales: Verificar las condiciones ambientales de trabajo (humo, polvo, vapor), que pueden provocar errores de precisión en la medición al obstruir la operación óptica de la unidad. Así como los campos electromagnéticos, el ruido eléctrico y vibraciones con otras condiciones que también deben tomarse en cuenta en el momento de realizar la instalación del sensor.

Temperatura ambiente: En caso de que el sensor se encuentre expuesto a variaciones de temperatura de 20° o más, se debe permitir un acondicionamiento del sensor de 20 minutos para que este se ajuste a la temperatura ambiente presente.

Emisividad: La medición de temperatura sin contacto por medios infrarrojos depende, de forma crítica, del ajuste correcto de la emisividad en el instrumento. Las tablas de emisividad sirven como guía para ajustar el factor de emisión para la medición infrarroja de la temperatura. Indican el factor de emisión ϵ de determinados metales y no metales corrientes. Como el factor de emisión cambia con la temperatura y las propiedades de la superficie, los valores mostrados deben ser considerados meramente como una orientación aproximada para la medición de relaciones o diferencias de temperatura. La emisividad puede tener un valor desde 0 (espejo brillante) hasta 1.0 (cuerpo negro). Si la temperatura se ha de medir como valor absoluto, se debe determinar la emisividad exacta del material. (Testo Argentina SA, 2018:)

Tabla 4-2: Emisividad de distintos materiales.

Material	Temperatura (°C)	Emisividad
Piel humana	36.1 – 37.2	0.98
Aluminio, laminado brillante	170	0.04
Hormigón	20	0.93
Plomo gris oxidado	20	0.28
Plomo muy oxidado	20	0.28
Caucho gris blando	23	0.86
Esmeril rojo (desigual)	80	0.86
Cobre ligeramente mate	20	0.04
Cobre oxidado	130	0.76
Cobre pulido	20	0.03
Cobre negro oxidado	20	0.78
Plásticos (PE, PP, PVC)	20	0.94
Latón oxidado	200	0.61
Pintura negra mate	80	0.97
Plata	20	0.02
Acero	200	0.52
Acero oxidado	200	0.79
Zinc blanco (pintura)	20	0.95

Fuente: (Testo Argentina SA, 2018:) y (Fluke, Corporation, 2022:)

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

Relación de distancia al objeto: El sistema óptico de un sensor infrarrojo recolecta la energía infrarroja de un área de medición circular y la enfoca en el detector. La resolución óptica está definida por la relación de la distancia desde el instrumento hasta el objeto, comparada con el tamaño del área de medición que se está midiendo (relación D: S). Medición precisa de pequeñas áreas en el objetivo sin incluir temperaturas A mayor número de relación, mejor es la resolución del instrumento, y el área de medición más pequeña que puede medirse a una gran distancia. Una innovación reciente en ópticas infrarrojas es la adición de una característica de Enfoque Cercano, lo que provee de unas no deseables del segundo plano.

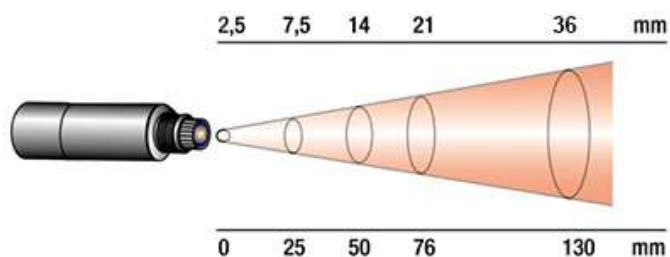


Ilustración 11-2: Relación D: S sensor de temperatura óptico infrarrojo.

Fuente: (Fluke Process Instruments., 2022:)

2.9. Herramienta para el análisis de fallas.

La solución del problema o Troubleshooting, es una forma de enfrentar la resolución de problemas y anomalías de sistemas complejos, en que los síntomas de un problema pueden tener muchas causas posibles. Es una búsqueda lógica y sistemática del origen de un problema para que pueda ser resuelto, y así el equipo o proceso pueda ser puesto en funcionamiento otra vez. Dado que el conocimiento y la experiencia varían en cada persona y de compañía en compañía, todos se pueden beneficiar con la implementación de un buen proceso de Troubleshooting. (Arróspide y Espinoza, 2012:, p. 1)

El proceso de Troubleshooting, determinando para el análisis de causa raíz de un problema o anomalía de un equipo y/o sistema, a partir de los síntomas detectados y observados por los técnicos de mantenimientos en una forma sistemática y lógica consta cuatro estados que se describen a continuación según (Arróspide y Espinoza, 2012:, p. 4):

- Estado 1: Definir el problema según equipo/sistema: El proceso de Troubleshooting requiere la identificación correcta del mal funcionamiento o los síntomas que presenta el equipo o sistema. Se debe determinar una descripción completa y precisa de los síntomas del equipo y/o sistema.

- Estado 2: Identificar la causa del problema: En esta etapa la experiencia de los técnicos es comúnmente utilizada (y fundamental) para generar las posibles causas de los síntomas. Determinar la causa más probable es a menudo un proceso de eliminación - la eliminación de las posibles causas de un problema, para luego formular un plan de ataque de acuerdo con las recomendaciones que se encuentran documentadas en el sistema de información Troubleshooting.
- Estado 3: Corregir el problema: Hacer el mantenimiento correctivo apropiado al equipo y/o sistema - reparar o sustituir el (los) componente(s) defectuoso(s) encontrado(s) en el equipo/sistema, de acuerdo a las recomendaciones y soluciones entregadas por el sistema Troubleshooting.
- Estado 4: Comprobar la solución: Finalmente, la solución de problemas requiere la confirmación de que la solución restaura el producto (equipo/sistema) o el proceso a su estado de trabajo y producción. Luego, documentar la solución encontrada, si esta no se encuentra en el sistema de información Troubleshooting de tal forma de actualizar continuamente la base de datos del sistema.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

3.1. Diseño

Para el presente trabajo se propone el diseño de un tablero de control echo a medida, esto con el objetivo de que el módulo de adquisición de datos sea portable y resista las condiciones de trabajo industriales como son la humedad y la corrosión, además de desarrollar los planos eléctricos donde se describe la conexión de los equipos de control.

3.1.1. Planos mecánicos

Basados en el número de componentes que el módulo acogerá se estima el espacio del tablero de control de 403x183x193 mm, lo que asegura un aprovechamiento máximo del espacio, apoyando así al objetivo de ser un módulo portable.

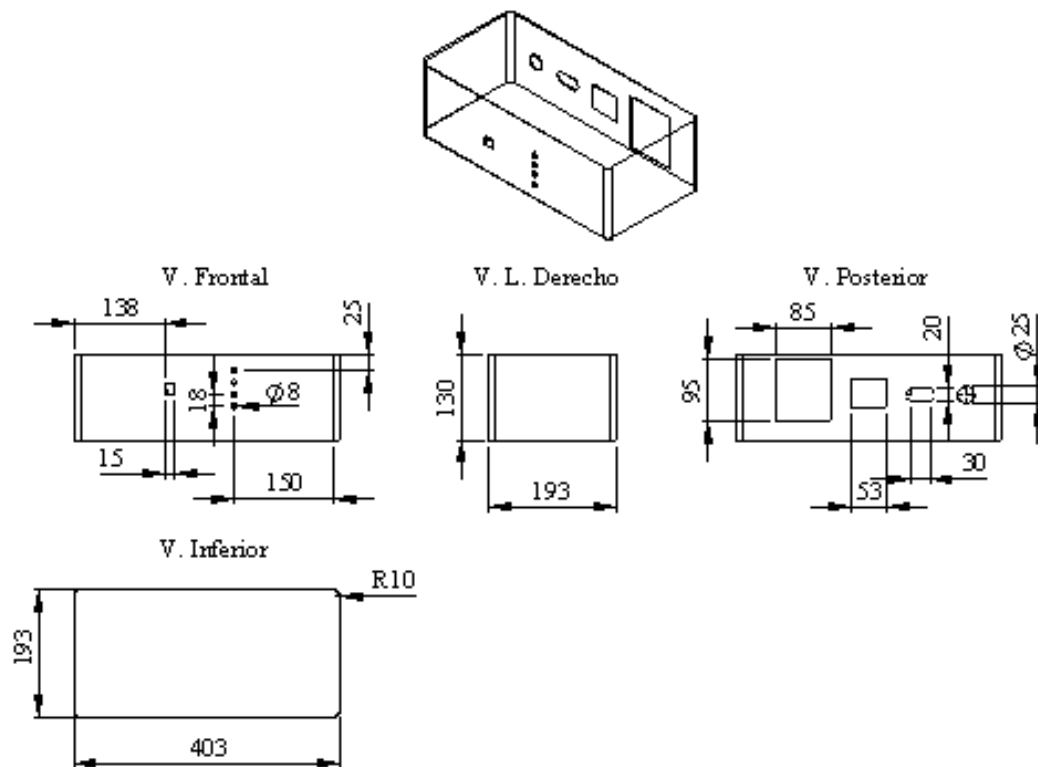


Ilustración 1-3: Planos del tablero de control para el módulo de adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

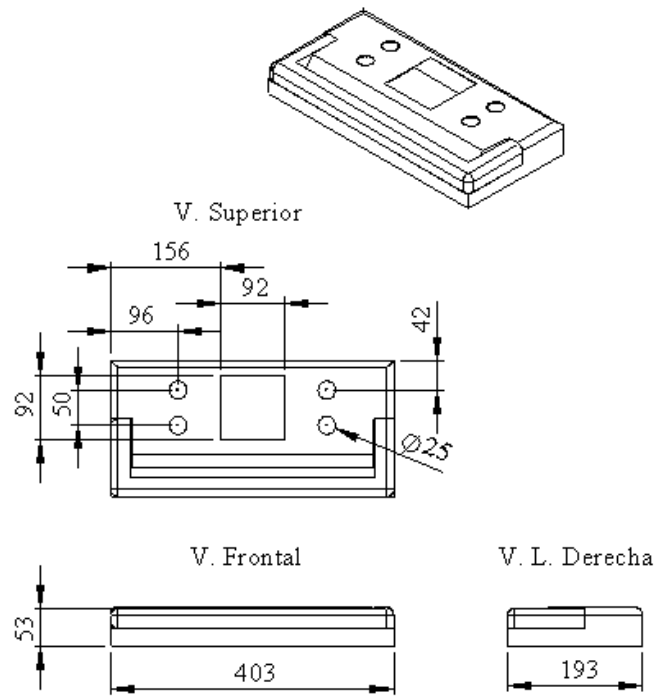


Ilustración 2-3: Tapa del módulo de adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

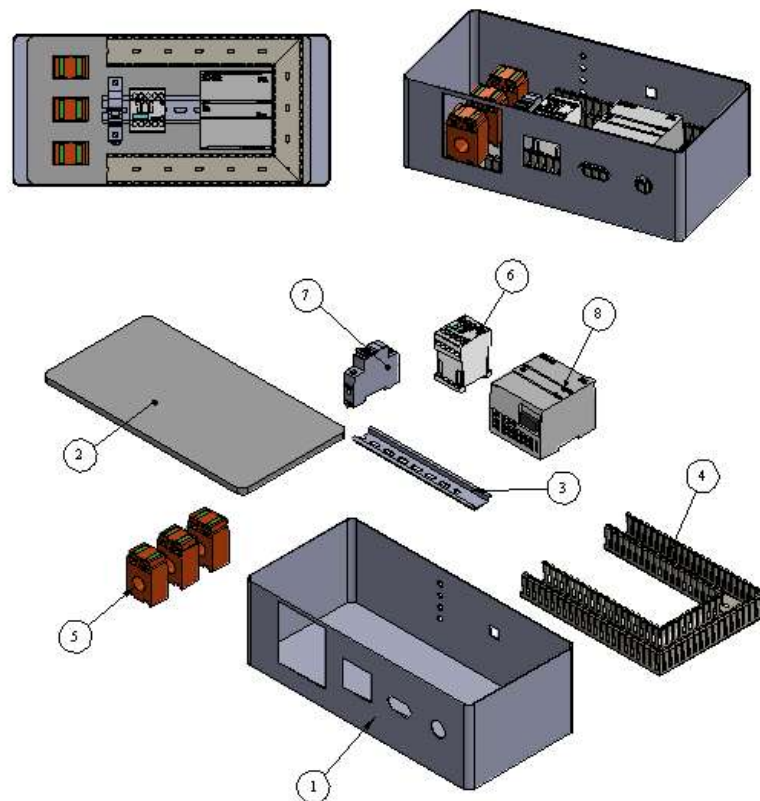


Ilustración 3-3: Base módulo de adquisición de datos - Despiece.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

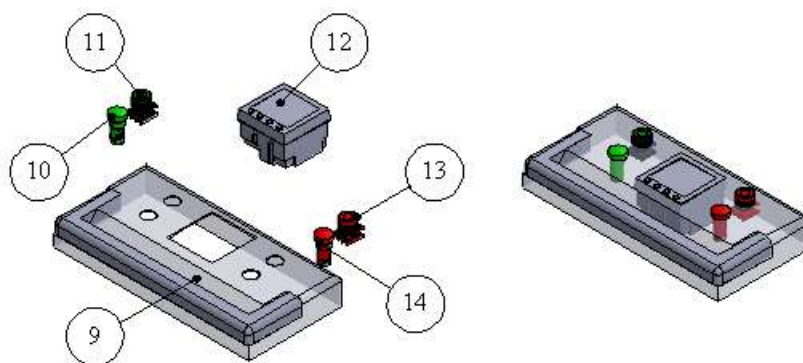


Ilustración 4-3: Tapa módulo de adquisición de datos - Despiece.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

Tabla 1-3: Descripción de los componentes del módulo de adquisición de datos.

Id.	Nombre
1	Base módulo
2	Base acrílico
3	Riel DIN
4	Canaleta ranurada
5	Transformador de corriente 100/5A
6	Contactador de 30A
7	Breaker de 32A
8	PLC S7-1200
9	Panel de control
10	Luz piloto arranque
11	Pulsador NA
12	SENTRON PAC
13	Pulsador NC
14	Luz piloto de paro

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.1.2. Planos eléctricos

La Ilustración 5-3: Diagrama de control representa el funcionamiento que se da al instante de energizar el módulo de adquisición de datos, el cual se alimenta con una fuente de 110V. F1 es un interruptor termo magnético encargado de proteger los componentes del módulo. Al activar F1 la energía eléctrica circula por un contacto NC del contactor KM1 que acciona H2 (luz pilo de color rojo), esto indica que está energizado el módulo. Al accionar el pulsador S1 se activa la bobina del contactor KM1 provocando que el contacto NA se cierra encendiendo H1 (Luz piloto

de color verde), enclavando el circuito y energizando a los demás equipos. Con S0 se desenergiza el circuito, además se tiene que desconectar F1 para un total apagado del módulo.

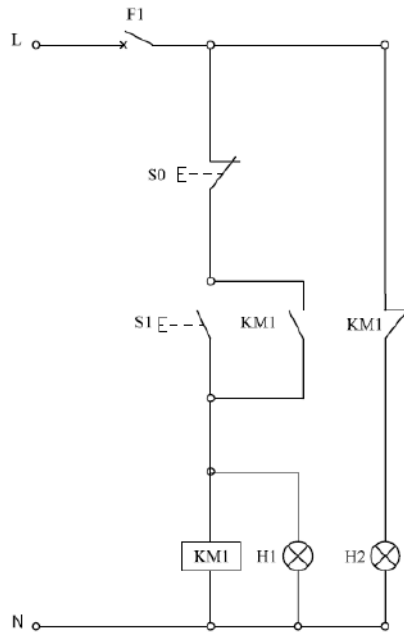


Ilustración 5-3: Diagrama de control - módulo de adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

La Ilustración 6-3: Diagrama de potencia representa el encendido de los dispositivos (PLC, SENTRON PAC y Modem) una vez que los contactos principales de KM1 se cierran.

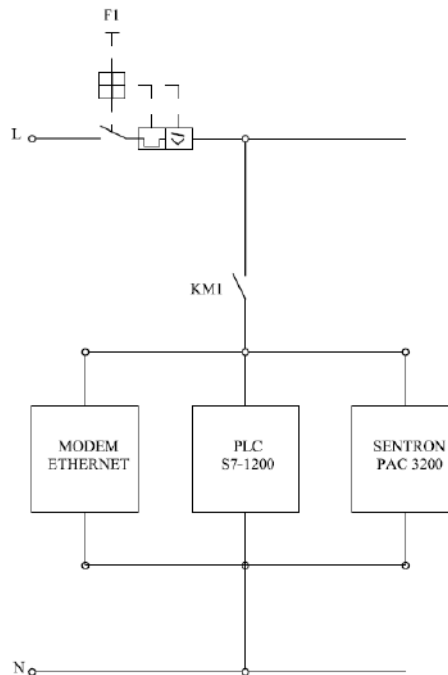


Ilustración 6-3: Diagrama de potencia módulo de adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

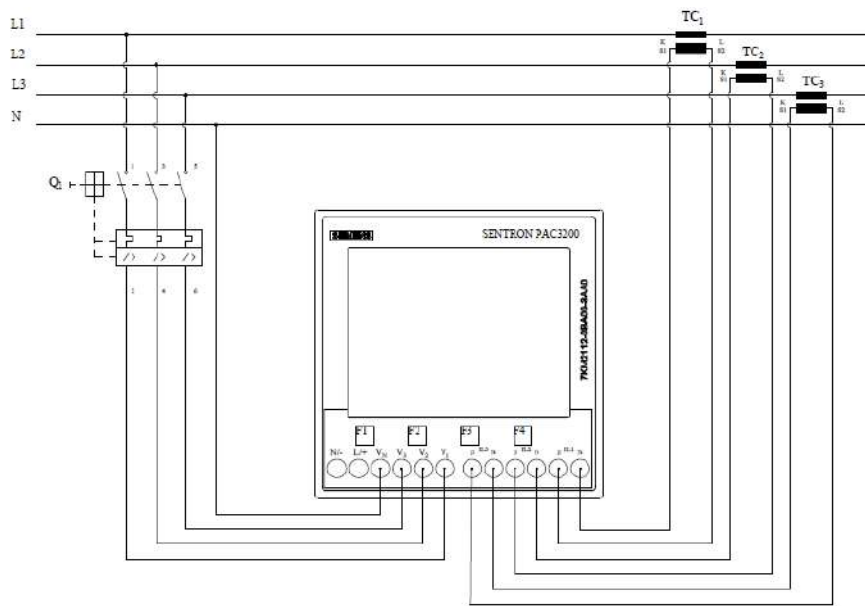


Ilustración 7-3: Diagrama de conexión del SENTRON PAC3200.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

El diagrama de conexión del SENTRON PAC 3200 que se muestra en la Ilustración 7-3 indica que las conexiones son de 3 fases, 3 conductores y carga balanceada. Los transformadores de corriente TC1, TC2 y TC3 se conectan a las entradas de medida de corriente IL1, IL2, IL3 del SENTRON PAC 3200.

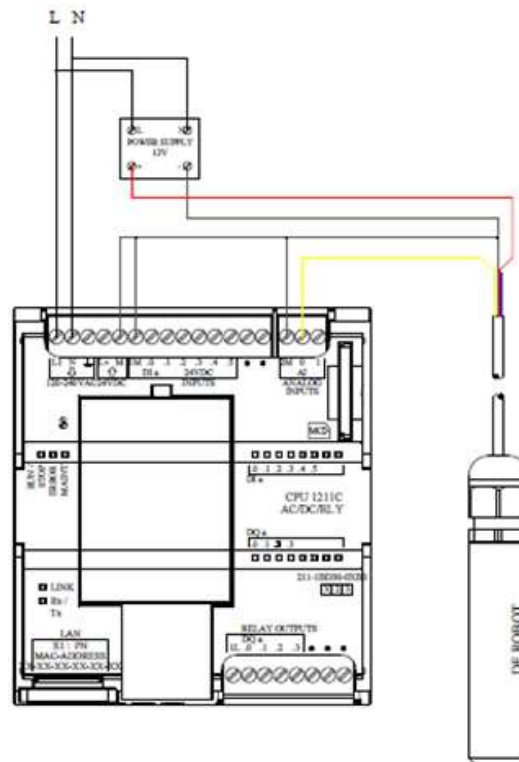


Ilustración 8-3: Diagrama de conexión del sensor térmico infrarrojo.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

Tabla 2-3: Descripción de las conexiones del sensor térmico infrarrojo

Id.	Nombre
Amarillo	Señal
Rojo	Alimentación
Negro	GND
Negro	Blindaje - tierra

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

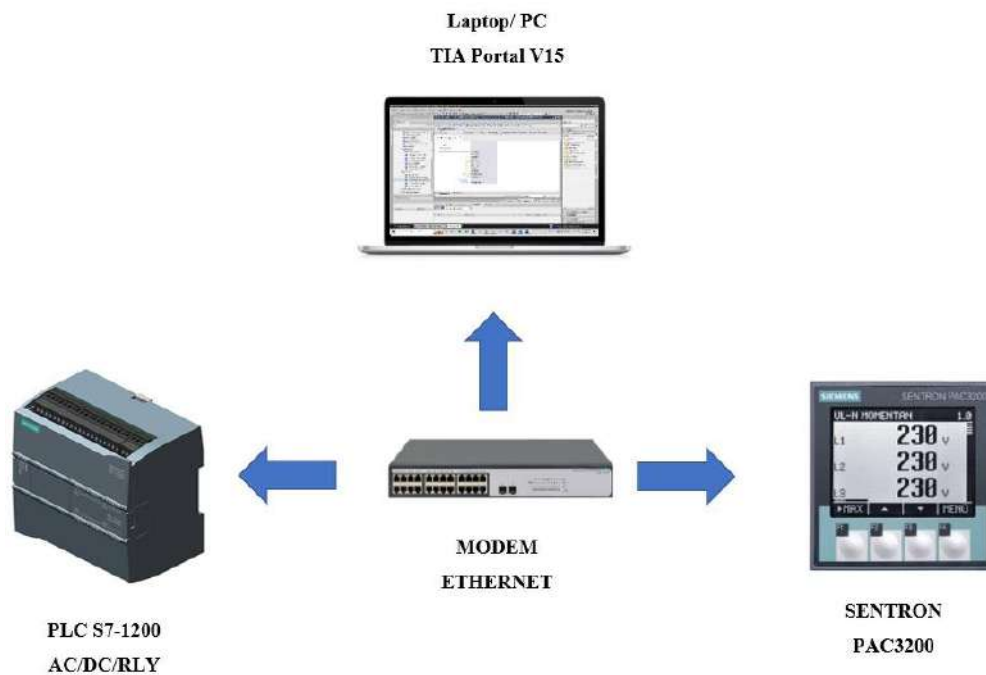


Ilustración 9-3: Diagrama de comunicación Ethernet

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2022.

3.2. Elementos y materiales

3.2.1. PLC S7 1200

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su estructura compacta, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. (Siemens, 2018:)

La CPU combina los siguientes elementos:

Dónde: 1 es el conector de corriente, 2 Ranura para Memory Card (ubicada debajo de la tapa superior), 3 Conectores extraíbles para el cableado de usuario ubicadas detrás de las tapas, 4 LEDs

de estado para las E/S integradas y 5 Conector PROFINET en el lado inferior de la CPU. (Siemens, 2018:)

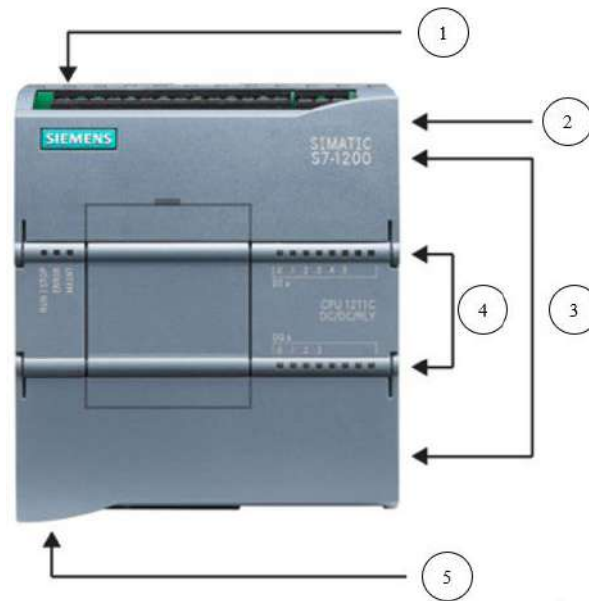


Ilustración 10-3: Componentes del controlador programable S7-1200.

Fuente: (Siemens, 2018:)

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.2.2. Sensor infrarrojo térmico

El sensor infrarrojo térmico se caracteriza por su medición de temperatura sin contacto, el rango de temperatura de funcionamiento es de grado industrial, su salida de voltaje es analógico.

Tabla 3-3: Especificaciones del sensor infrarrojo térmico DFRobot TS01 IR

Marca	DFROBOT	
Modelo	SEN0256	
Voltaje de alimentación	5,0 ~ 24 V CC	
Corriente de funcionamiento	20 mA	
Salida de señal	voltaje analógico 0 ~ 3 V	
Temperatura de funcionamiento	-40.0 °F a 185.0 °F	
Temperatura de medición	-94.0 °F ~ 716.0 °F	
Precisión	± 32.9 °F ~ ± 39.2 °F	
Grado de defensa	IP65	
Diámetro de la sonda	0.606 in	
Longitud de la sonda	3.071 in	
Longitud del cable	4.9 ft	

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.2.3. Transformador de corriente

Tabla 4-3: Especificaciones del transformador de corriente CFS-33

Código	CFS-33
Rango	100/5 A
Tipo	Mediante conductor
Clase	1
Diámetro	35mm
	

Fuente:(Camsco, [sin fecha])

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.2.4. SENTRON PAC3200

Tabla 5-3: Especificaciones del SENTRON PAC3200

Rangos de tensión	<p>PAC3200-1/3: L-N: 3 ... 400 V AC (+ 20 %), máx. 347 para UL L-L: 3 ... 690 V AC (+ 20 %), máx. 600 para UL Tensión mín. L-N: 3 ... 40 V AC</p> <p>PAC3200-2: L-N: 3... 289 V AC (+ 20 %) L-L: 3... 500 V AC (+ 20 %) Categoría de sobretensión: CAT III</p>
Rango de corriente	<p>1 A AC (+ 20 %, máx. 300 V) ó 5 A AC (+ 20 %, máx. 300 V) (Sólo para conexión a transformadores de corriente externos)</p>
Precisión de medida	<p>Tensión: ± 0,3 % Corriente: ± 0,2 % Potencia: ± 0,5 % Frecuencia: ± 0,05 % Factor de potencia: ± 0,5 %</p>

	Energía activa: categoría 0,5S (IEC 62053-22) Energía reactiva: categoría 2 (IEC 62053-22) En caso de medición a través de transformadores de corriente o tensión externos, la precisión de medida depende de la calidad de dichos transformadores
Tensión de alimentación	PAC3200-1/3: 95 ... 240 V AC (50 / 60 Hz) ó 110 ... 340 V DC PAC3200-2: 22 ... 65 V DC Categoría de sobretensión: CAT III
Consumo	Típico 8 VA
Entradas digitales	1 Entrada
Salidas digitales	1 Salida
Conexión	PAC3200-1/2: tornillos PAC3200-3: terminal de cable
Pantalla	Pantalla gráfica LCD y monocromática Resolución: 128 x 96 píxeles Dimensión: 72 mm x 54 mm Periodo de actualización: 0,33 ... 3 s, ajustable
Configuración	4 Teclas de función o Software
Dimensiones	96 x 96 x 51 mm
Dimensiones para instalación en panel	92 x 92 mm
Rango de temperatura	Operativo: -10...+55°C en almacén: -25... +70 °C
Humedad relativa	95 % a 25 °C sin condensación
Tipo de protección	Frontal: IP 65
Peso	Aprox. 325 g
Montaje	Clips de montaje con tornillos de sujeción
Clase de precisión para energía activa	Clase 0.5S según la normativa IEC 62053-21 / 62053-22
Clase de precisión para energía reactiva	Clase 2 según la normativa IEC 62053-23

Fuente:(PCE-Ibérica, 2014:)

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.3. Construcción del módulo de adquisición de datos



Ilustración 11-3: Estructura metálica para el módulo de adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

En base a los planos diseñados en el Anexo G se dispone a realizar las perforaciones en el tablero de control del módulo, además del montaje de los equipos como se muestran en las siguientes Ilustraciones



Ilustración 12-3: Componentes para el montaje del módulo adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.



Ilustración 13-3: Montaje de los equipos sobre la base de acrílico.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría E. 2021.

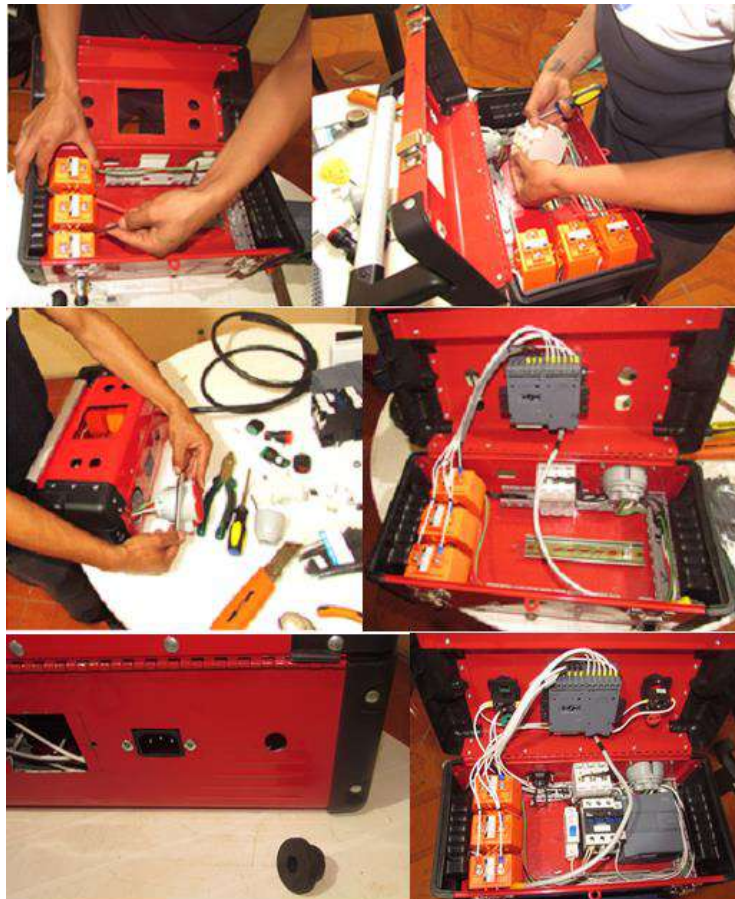


Ilustración 14-3: Montaje de los equipos en la estructura metálica.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.



Ilustración 15-3: Montaje completo del módulo de adquisición de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.4. Herramienta informática TIA Portal

El portal de automatización totalmente integrada (TIA Portal) es un software de la marca Siemens que nos permite un total acceso a todas las funciones que se pueden realizar en los dispositivos de dicha marca desde la planificación digital y la ingeniería integrada hasta la operación transparente. Esta herramienta tiene incorporado las nuevas versiones del software SIMATICA Step 7, WinCC y Stardrive para la programación de los controladores SIMATIC.

3.5. Entorno del software TIA Portal

La interfaz del software es sencilla de utilizar ya que cuenta con pestañas similares a las de cualquier programa. El software TIA Portal cuenta con dos ventanas principales la primera es la “Vista del portal” la cual muestra de manera resumida la configuración y programación de manera resumida del proyecto mientras que la ventana “Vista del proyecto” muestra detalladamente la configuración y programación del proyecto.

Dentro la ventana “Vista del proyecto” se puede observar la barra de herramientas la que cuenta con las opciones “Proyecto”, “Edición”, “Ver”, “Insertar”, “Online”, “Herramientas”, “Ventana”, “Ayuda” como se muestra en la Ilustración 16-3, además se puede observar la barra de opciones avanzadas con las que se puede realizar desde la creación del proyecto hasta el examinar posibles errores de programación. Una de las ventanas más importantes de la interfaz del programa es el “Árbol del proyecto” dentro del cual se puede añadir dispositivos, bloques de programa, variables del proyecto entre otras funciones más.

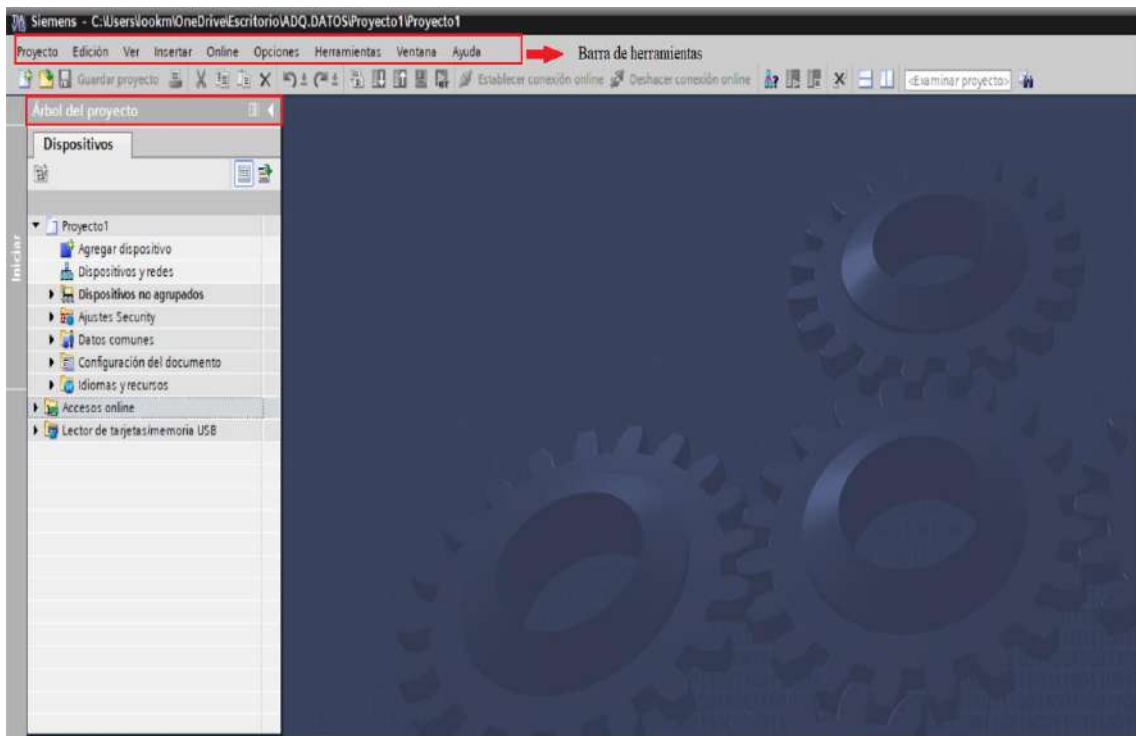


Ilustración 16-3: Vista “Vista del Proyecto”

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.5.1. Diagrama de flujo

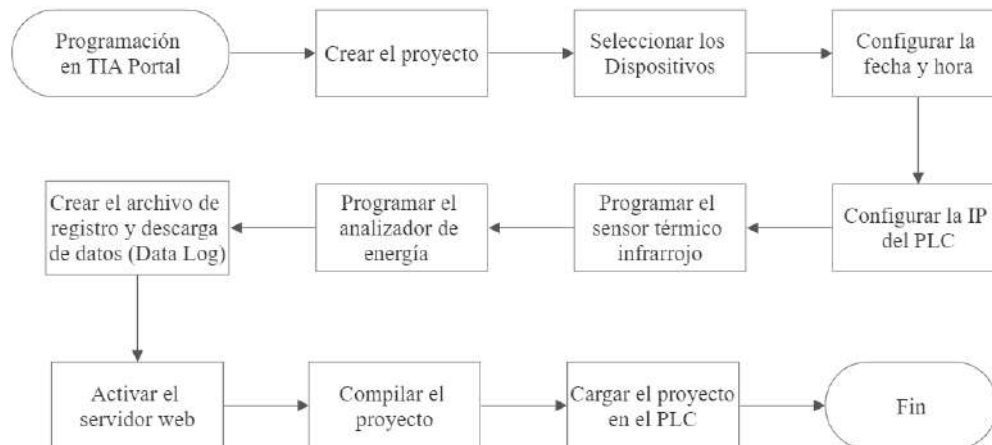


Ilustración 17-3: Diagrama de flujo para la programación en TIA Portal V15

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.5.2. Programación del PLC mediante la herramienta informática TIA Portal

La programación de los equipos se realiza mediante el software TIA portal previamente instalado en la PC. Habiendo varias versiones de este software se optó por usar la versión V15, la misma que cuenta con las herramientas necesarias para la programación de los equipos.

3.5.2.1. Creación del proyecto y selección de dispositivos.

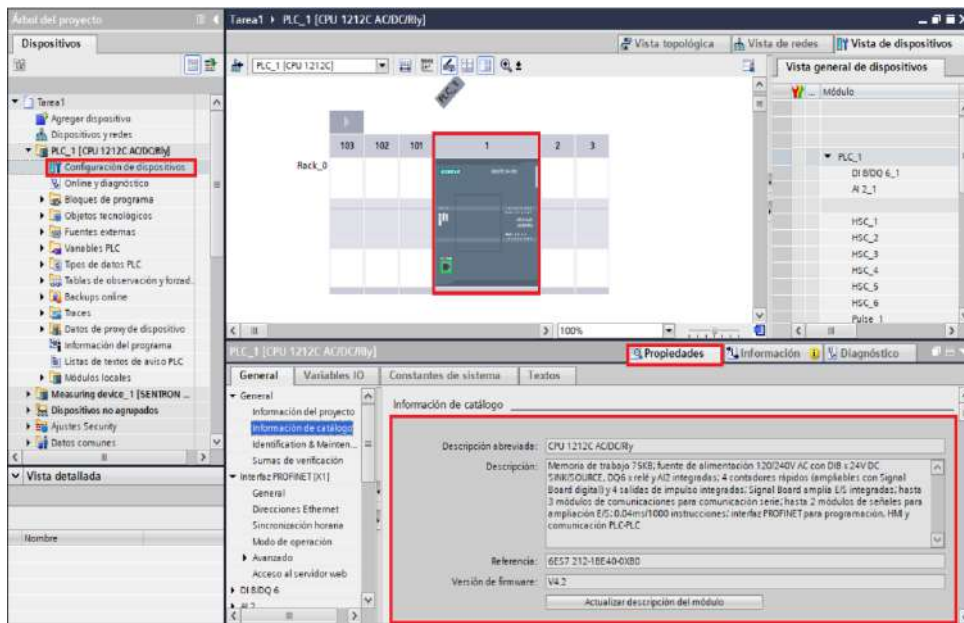


Ilustración 18-3: Selección e información del dispositivo.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

El primer paso por realizar es crear el proyecto en el cual se va a trabajar, se selecciona el modelo del Controlador Lógico Programable que se adquirió previamente, en este caso se tiene un PLC S7-1200 AC/DC/RLY con una CPU 1212C y con una versión de Firmware 4.2.

3.5.2.2. Configuración de la IP del PLC

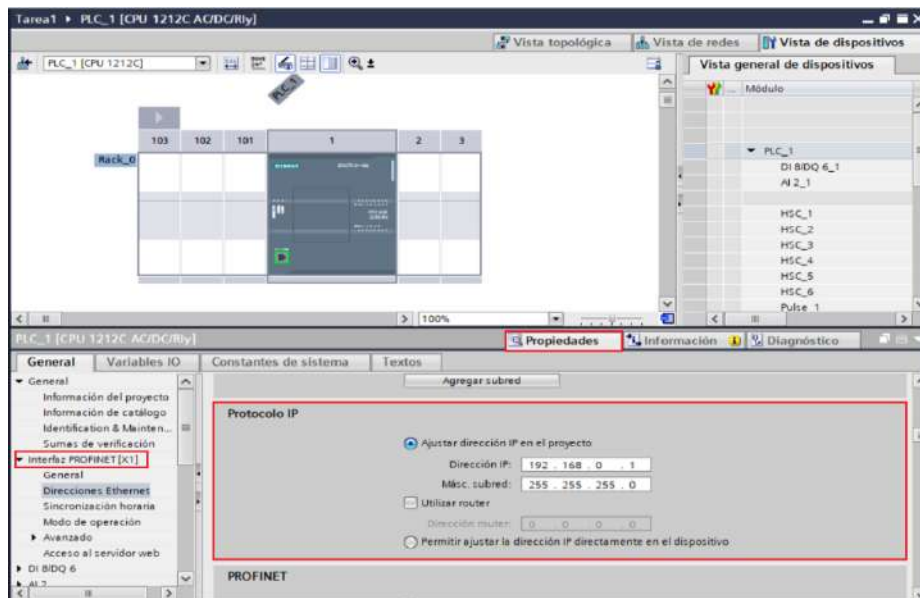


Ilustración 19-3: Asignación de la IP única.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Una vez seleccionado el equipo se realiza la asignación de una IP única. En la Ilustración 19-3 se visualiza la ventana en la cual se configura la dirección IP que tendrá el PLC, dentro de las opciones de “Interfaz PROFINET” se encuentra la pestaña “Direcciones Ethernet” la cual muestra la dirección IP otorgada por el software la cual puede ser cambiada.

Luego de asignar la dirección IP se establece comunicación entre la PC y el PLC, para ello se necesita un cable de Ethernet y se conecta en las entradas PROFINET de los dispositivos; se da click en la pestaña “Dispositivos accesibles” la que despliega una ventana en la cual inicia la búsqueda del dispositivo para continuar con la configuración.

En la Ilustración 20-3 se muestra la interfaz del PC en la cual se conectó el cable Ethernet y el botón de búsqueda, una vez presionado este botón se observa el resultado de la búsqueda en el cual se aprecia la descripción del equipo.

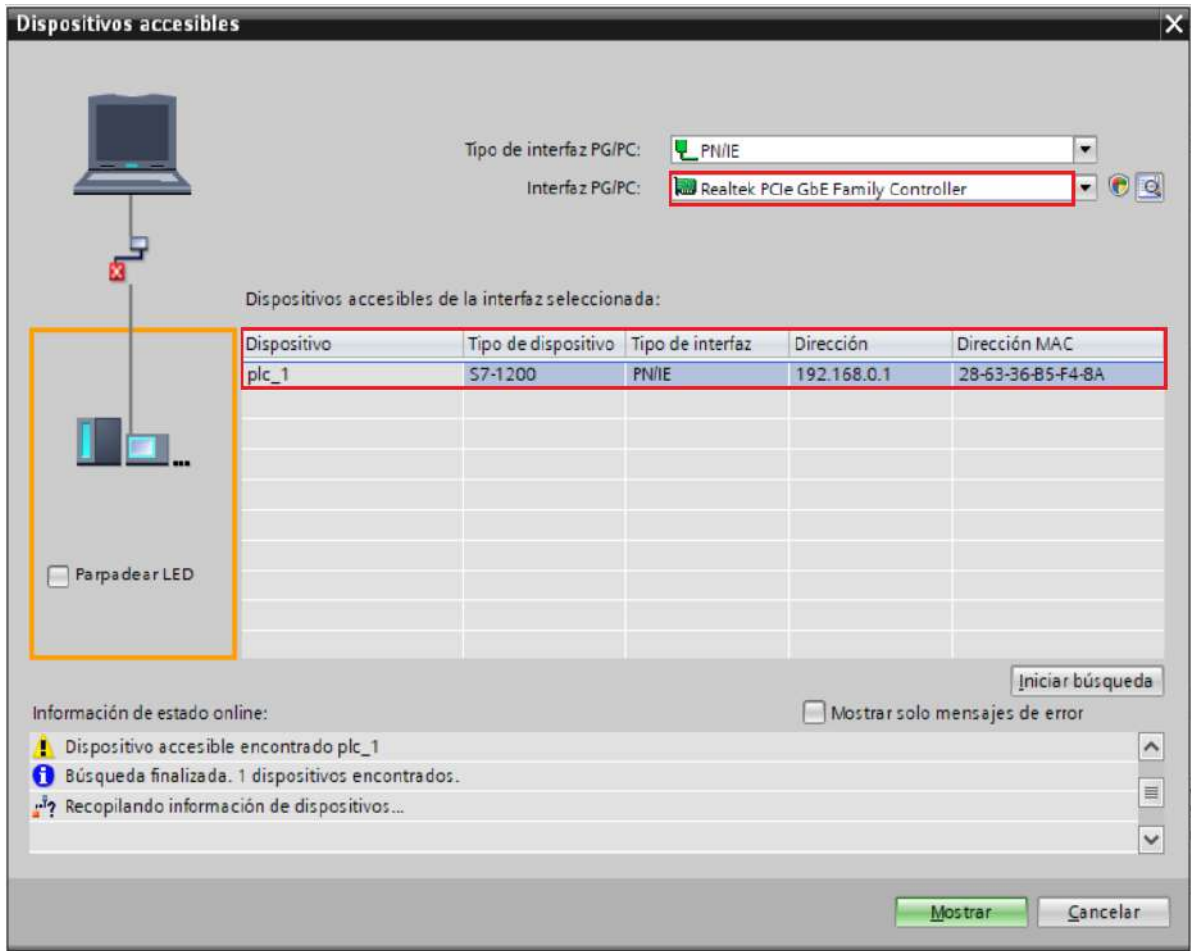


Ilustración 20-3: Comunicación entre PLC y PC

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.5.2.3. Configuración de Fecha y Hora.

Otro aspecto importante que configurar es la Fecha y Hora del dispositivo, debido a que en el registro de las variables debe estar especificada la fecha y hora en las que se realizó dicho registro. Se debe tener en cuenta el tipo de hora con la cual se va a configurar el dispositivo ya que este cuenta con dos tipos:

- Hora Local: depende de la zona horaria Ej. GMT-1
- Hora del Sistema: es la que configura el usuario.

La hora y fecha por usar para la adquisición de datos será la “Hora del sistema” la cual se configura de acuerdo con las necesidades del usuario, en este caso se debe establecer conexión online entre el PLC y el servidor web.

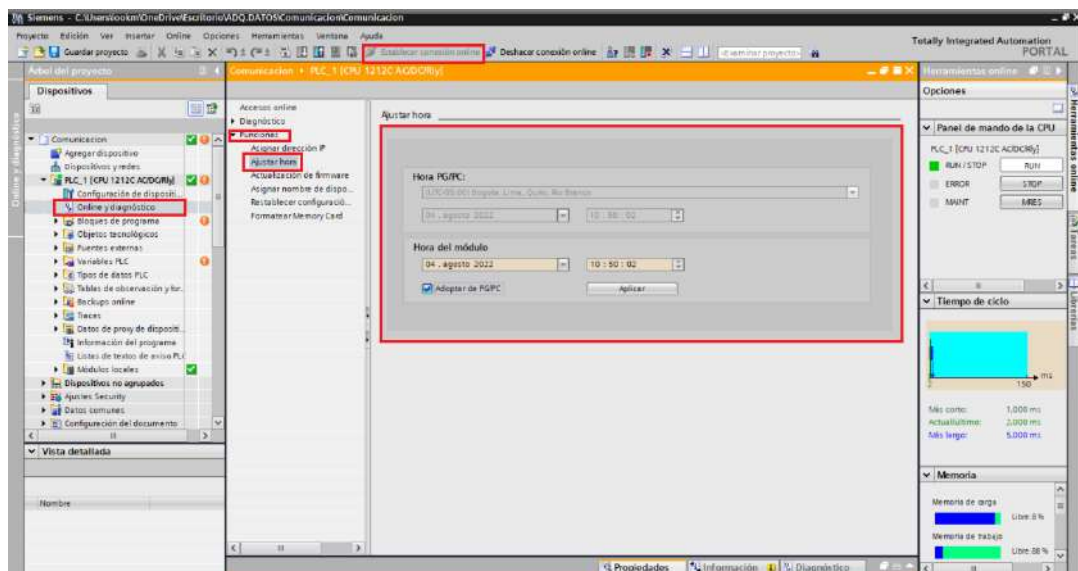


Ilustración 21-3: Ajuste de Fecha y Hora del PLC.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Una vez que se establece conexión online con el PLC, se ingresa a la pestaña “Online y diagnóstico”, la cual despliega el estado de funcionamiento actual del PLC, aquí se encuentra las opciones de “Diagnóstico” y “Funciones” como se muestra en la Ilustración 21-3 en donde se realiza el ajuste de la hora y fecha del PLC, ya que se usará la hora del sistema se debe ajustar de manera de manual. Para finalizar deshacemos la conexión online y continuamos con la programación.

3.5.2.4. Programación del sensor infrarrojo térmico.

Para la recepción del valor de temperatura se considera el rango de la variable de instrumentación que enviara el sensor que en este caso es de 0 a 3V. El PLC S7-1200 posee dos entradas analógicas integradas de voltaje de 0 a 10V, con una relación de 10bits y un rango total de 0 a 27684 unidades de procesamiento (Siemens, 2018:, p. 60), en la Ilustración 22-3 se muestra el acondicionamiento usado en el proyecto.

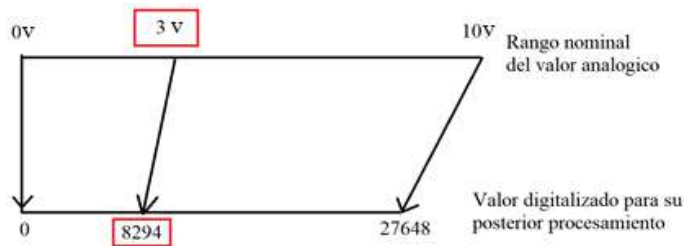


Ilustración 22-3: Acondicionamiento de las entradas digitales.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

El primer paso para programar el sensor de temperatura es declarar las variables que servirán para cada instrucción de programación a usar, en este caso se usaran 4 variables y una entrada analógica del PLC, en la siguiente tabla se describen las variables.

Tabla 6-3: Entradas analógicas del PLC.

Variables para el sensado de temperatura		
Nombre	Dirección	Descripción
Emisividad	MD%44	Valor de Emisividad de la superficie a sensar
Valor Real	MD%40	Valor calculado entre el valor sensado y la emisividad
Aux_Temp	MD%32	Valor normalizado entre las unidades de procesamiento del PLC
Temperatura	MD%36	Valor escalado/Temperatura de la superficie

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

En la Tabla 10-3 se puede observar las entradas analógicas que se usan para la adquisición de datos en este caso usaremos una de las dos entradas integradas en el PLC, la entrada “IW64” que servirá para la recepción del valor de temperatura requerido.

Tabla 7-3: Entradas analógicas del PLC.

Entradas analógicas	
IW64	Variable de temperatura
IW66	Entrada analógica disponible

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Un aspecto importante para realizar el sensado de la temperatura de diferentes superficies es su emisividad, debido a que cada superficie irradia el calor de una manera diferente es importante saber el valor de esta ya que permite que el valor sensado y mostrado en el bloque de datos sea el más cercano al valor real. El sensor adquirido cuenta con una emisividad estándar la cual tiene un valor de 0.95, en este caso el valor de temperatura adquirido será el correcto siempre y cuando la superficie censada tenga un valor de emisividad de 0.95. Para poder usar este dispositivo en superficies con un diferente valor de emisividad se debe operar el valor sensado mediante la siguiente instrucción.

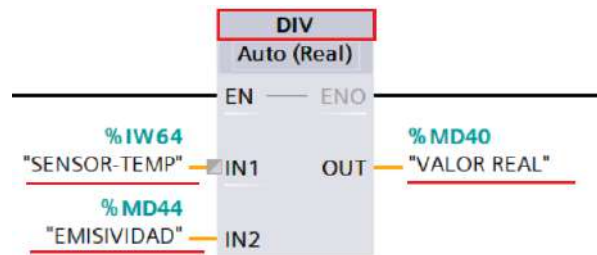


Ilustración 23-3: Instrucción básica “DIV”

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Mediante la instrucción matemática “DIV” se realizará la división entre el valor del voltaje adquirido por el sensor y la emisividad de la superficie sensada, el resultado de esta operación es valor de voltaje real con el cual se realizará la normalización y escalado para obtener el valor de temperatura de la superficie.

En la Ilustración 24-3 se muestra las instrucciones con los parámetros condicionados para el correcto funcionamiento del sensor, en la instrucción “NORM_X” se observa la parametrización del valor de unidades de procesamiento que en este caso está dado desde 0 hasta 8294 unidades ya que el rango de operación del sensor es de 0 a 3V, una vez normalizada la variable otorgada por el sensor debe escalar a los rangos de medición de temperatura dados por el fabricante del sensor, véase en el Anexo C, en la instrucción “SCALE_X” se observan los valores de -70°C a 380°C.



Ilustración 24-3: Instrucciones “NORM_X” y “SCALE_X”.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

3.5.2.5. Declaración de las variables eléctrica.

Es necesario declarar las variables eléctricas, estas ya vienen establecidas en un orden específico por el fabricante lo que facilita declarar el tipo de dato y la dirección de cada variable. Estas variables eléctricas las podemos encontrar en el manual de usuario del SENTRON PAC3200, en el Anexo B.

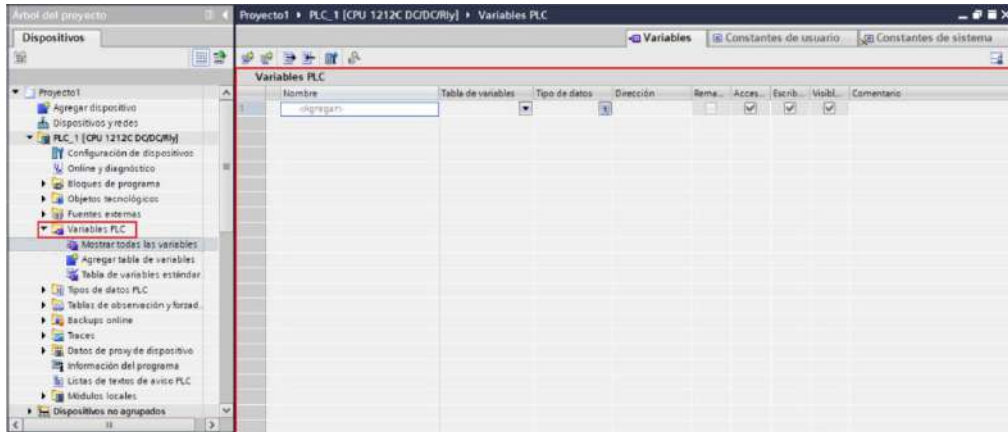


Ilustración 25-3: Agregar variables al Proyecto.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Para la declaración de las variables en el TIA Portal, se debe ingresar dentro del “Árbol del proyecto” en la carpeta “Variables PLC” en la pestaña “Mostrar todas las variables”, en la Ilustración 25-3 se observa la tabla en la cual se debe agregar de manera ordenada las variables eléctricas con su respectivo nombre, tipo de dato y dirección de salida.

Las variables eléctricas por declarar se toman del manual ya antes mencionado, estas variables vienen especificadas en un orden y con un número de salida analógica ya establecido, en el manual del SENTRON PAC3200 se aprecia que la cantidad de variables eléctricas a medir es de 130, la primera variable a declarar es la tensión entre la línea 1 y el neutro “Tensión U_{L1-N} ”, mientras que la última variable es la “Tarifa 2 de la energía aparente” dentro de esta tabla también se puede observar la abreviatura, el tipo de dato y la unidad de cada variable

	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
15	Voltios L1N	Tabla de variables e.	Real	%MD1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Voltios L2N	Tabla de variables e.	Real	%MD1004	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Voltios L3N	Tabla de variables e.	Real	%MD1008	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Voltios L1L2	Tabla de variables e.	Real	%MD1012	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Voltios L2L3	Tabla de variables e.	Real	%MD1016	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Voltios L3L1	Tabla de variables e.	Real	%MD1020	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Amperios L1	Tabla de variables e.	Real	%MD1024	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Amperios L2	Tabla de variables e.	Real	%MD1028	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Amperios L3	Tabla de variables e.	Real	%MD1032	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Pot.AparenteL1	Tabla de variables e.	Real	%MD1036	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Pot.AparenteL2	Tabla de variables e.	Real	%MD1040	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Pot.AparenteL3	Tabla de variables e.	Real	%MD1044	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Pot.ActivaL1	Tabla de variables e.	Real	%MD1048	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Pot.ActivaL2	Tabla de variables e.	Real	%MD1052	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Pot.ActivaL3	Tabla de variables e.	Real	%MD1056	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Pot.ReactivaL1	Tabla de variables e.	Real	%MD1060	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	Pot.ReactivaL2	Tabla de variables e.	Real	%MD1064	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	Pot.ReactivaL3	Tabla de variables e.	Real	%MD1068	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	FactorPot.L1	Tabla de variables e.	Real	%MD1072	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	FactorPot.L2	Tabla de variables e.	Real	%MD1076	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	FactorPot.L3	Tabla de variables e.	Real	%MD1080	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	THDvoltiosL1	Tabla de variables e.	Real	%MD1084	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	THDvoltiosL2	Tabla de variables e.	Real	%MD1088	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	THDvoltiosL3	Tabla de variables e.	Real	%MD1092	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	THDamperiosL1	Tabla de variables e.	Real	%MD1096	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	Frecuencia	Tabla de variables e.	Real	%MD1100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	TensionN	Tabla de variables e.	Real	%MD1104	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	TensionL	Tabla de variables e.	Real	%MD1108	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	Corriente	Tabla de variables e.	Real	%MD1112	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Ilustración 26-3: Variables eléctricas.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

En la Ilustración 26-3 se observa cómo estas variables se declaran en un orden específico de acuerdo con su salida analógica, la cantidad de variables declaradas dependerá del análisis que se desea realizar, en esta programación se procederá a declarar las primeras 30, según el manual de usuario del SENTRON PAC3200 las 30 primeras variables nos dan valores instantáneos de las variables eléctricas, en caso de ser necesario la visualización de valores de variables máximos y mínimos se debe declarar estas variables con sus respectivas salidas analógicas.

3.5.2.6. MB_CLIENT SENTRON PAC3200

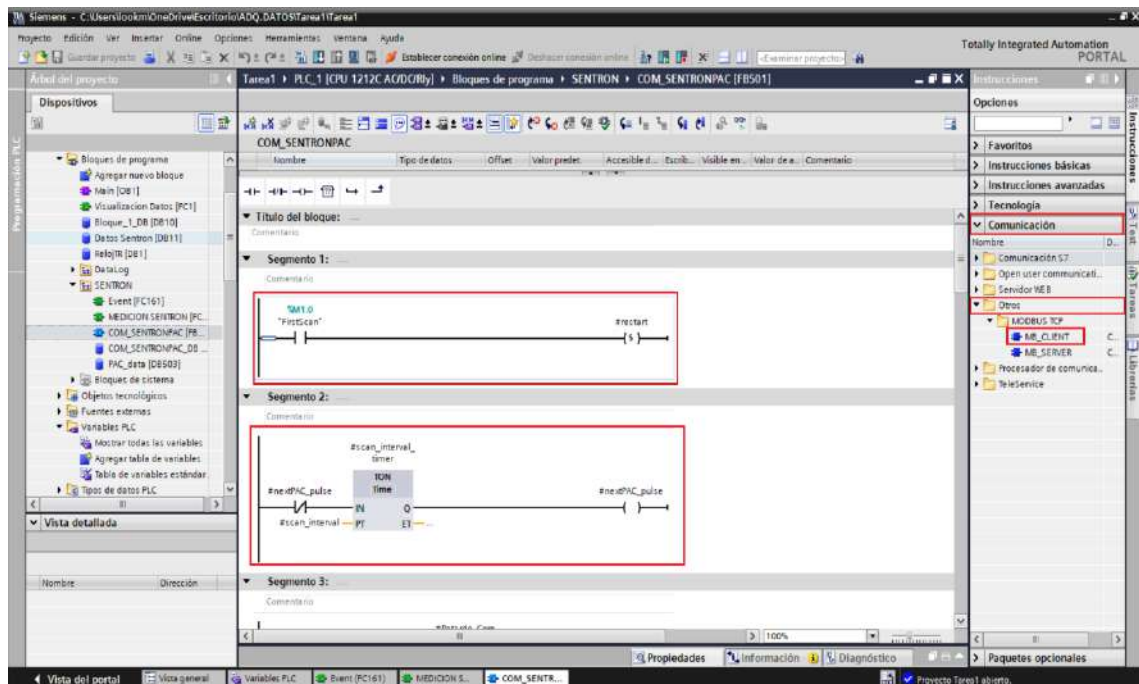


Ilustración 27-3: MB_CLIENT SENTRON PAC3200

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Una vez declarada las variables necesarias, se debe asociar estas variables con el funcionamiento del SENTRON PAC3200, esto se da mediante la instrucción MB_CLIENT, La cual permite la comunicación como cliente Modbus TCP a través de la conexión PROFINET de la CPU S7-1200. Para utilizar esta instrucción no se requiere ningún módulo de hardware adicional. La instrucción "MB_CLIENT" permite establecer una conexión entre el cliente y el servidor, enviar peticiones y recibir respuestas y controlar la desconexión del servidor Modbus TCP. Agregar cita sistema de ayuda del TIA portal.

La programación de la comunicación entre el SENTRON PAC3200 y el PLC a través de la instrucción MB_CLIENT se debe realizar estableciendo los tiempos de comunicación desde el primer escaneo de las variables medidas y enviadas al PLC. Este primer escaneo se da en el momento en el que el SENTRON PAC3200 se enciende y establece comunicación como se muestra en la Ilustración 27-3, se observa que la memoria interna %M1.0 toma un valor 1 cada vez que el equipo se enciende. A su vez el intervalo de comunicación se da mediante pulsos que son enviados del PLC al medidor de energía. Estos pulsos se envían mediante la instrucción básica TON que determina el tiempo de retardo en la cual la comunicación entre los dispositivos vuelve a conectarse. Agregar cita ayuda TIA portal.

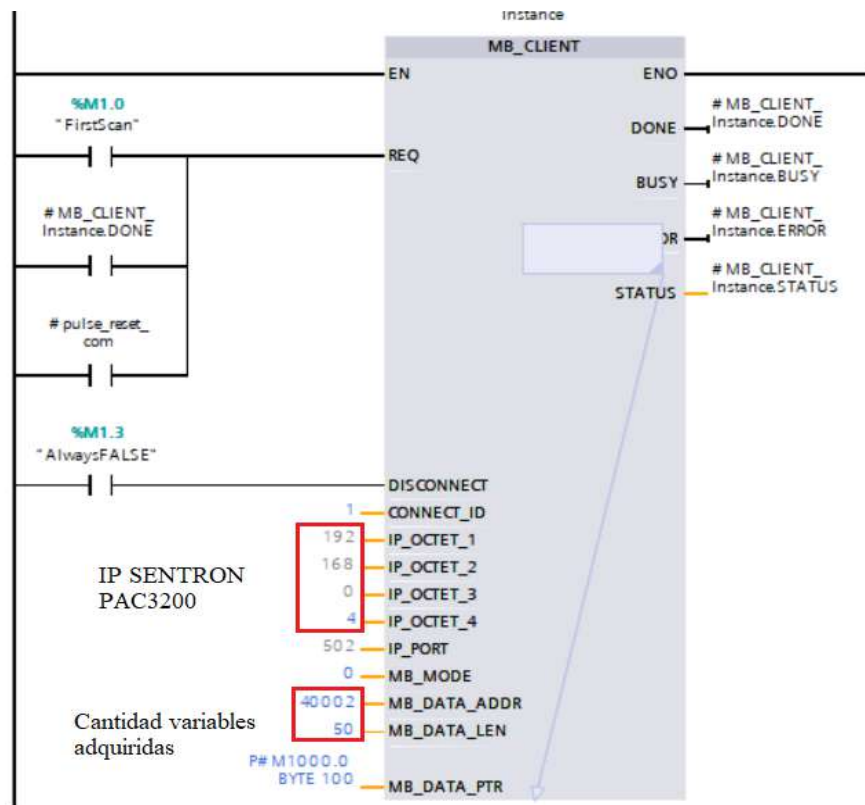


Ilustración 28-3: MB_CLIENT SENTRON PAC3200

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

La instrucción “MB_CLIENT” que se muestra en la Ilustración 28-3 se comunica con el PLC a través de la conexión PROFINET y mediante la dirección IP una vez establecida de manera manual en el SENTRON PAC3200 la cual debe llevar la misma ID de RED que el PLC (192.168.0) mientras que la ID de HOST debe de ser diferente a la del PLC (192.168.4), de la misma manera esta instrucción permite transferir los valores eléctricos medidos por las salidas analógicas del SENTRON PAC3200 a una base de datos dentro del programa TIA Portal. El código de función MB_DATA_ADDR contiene la información de estas variables y es la que se va a leer en el bloque de datos, mientras que el código MB_DATA_LEN se especifica el número de valores que se leerá dentro de la base de datos.

3.5.2.7. Transferencia de variables a la base de datos.

Para poder observar los valores de las variables dentro de un bloque de datos en el programa TIA Portal se debe realizar un bloque de función el cual transferirá cada variable al bloque de datos para la visualización de estas. Antes de realizar el bloque de función de transferencia de datos se debe crear un bloque para visualización de datos para ello, dentro del “Árbol de proyecto” se agrega un nuevo bloque con el nombre “Valores de variables” se selecciona el tipo de bloque en este caso se usa un “Bloque de datos” como se observa en la Ilustración 29-3.

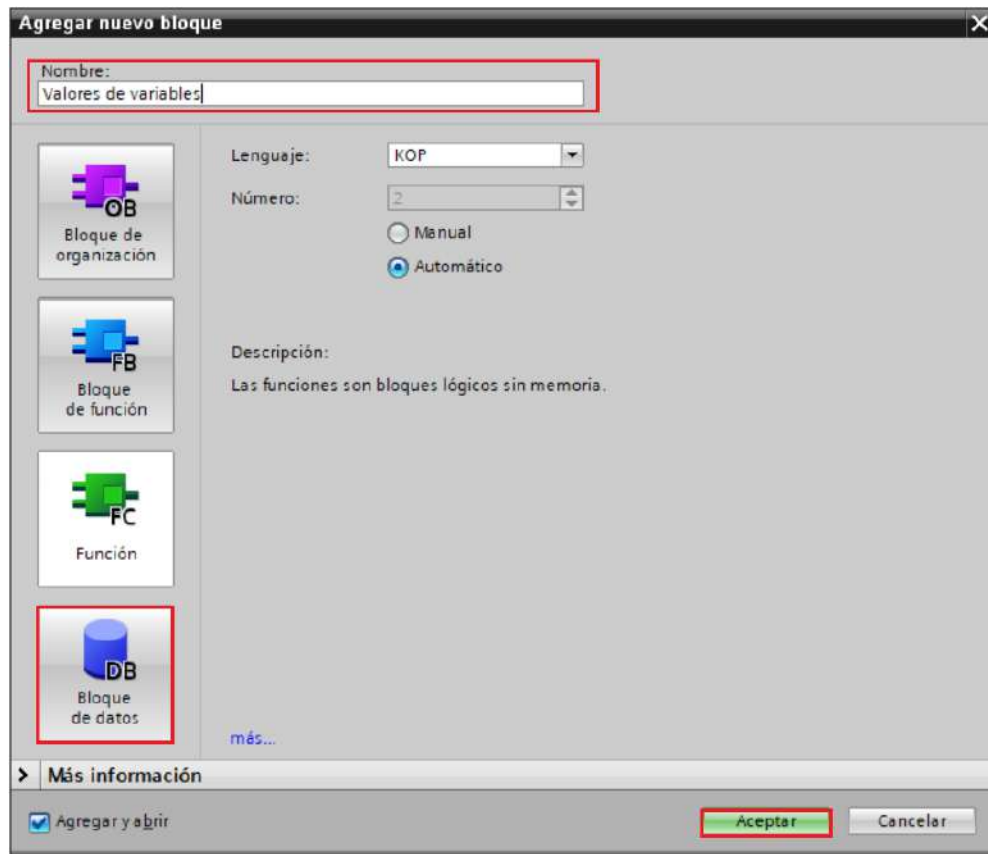


Ilustración 29-3: Base de datos de los Valores de las variables

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Los tipos de datos creados deben coincidir con el tipo de dato de las variables ya declaradas, así como la cantidad y el nombre de las variables. Esto debido a que una vez se realice el bloque de función de transferencia de valores de las variables, estos valores se deben apreciar con el nombre de la variable a la que corresponde dentro del bloque de datos.

El bloque de función de transferencia de datos se crea agregando un bloque nuevo dentro de los bloques de programa del “Árbol del proyecto”, se selecciona el bloque de función como se observa en la Ilustración 30-3. Seguido a la creación del bloque de función se edita un segmento con la función básica de transferencia “MOVE” la que se encarga de transferir un valor del operando de entrada “IN” al operando de salida “OUT” de tal manera que en el operando de entrada insertaremos el nombre de cada variable eléctrica ya declarada, mientras que en el operando de salida se coloca el nombre de la variable que se encuentra en el bloque de datos en el que se visualizara el valor de la variable. Este proceso se debe realizar con la instrucción básica “MOVE” para cada una de las variables declaradas. Como se observa en la Ilustración 30-3 la primera variable declarada es el Voltaje de la Línea 1 con el Neutro (Voltios L1N), seguida de la segunda variable declarada el voltaje de la Línea 2 con el Neutro (Voltios L2N).

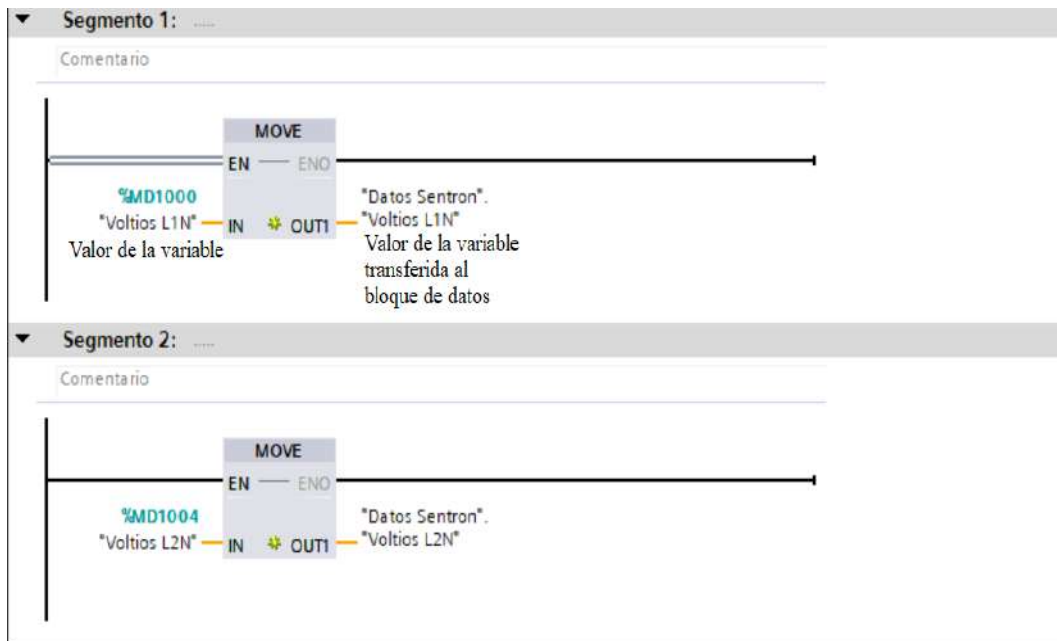


Ilustración 30-3: Transferencia de los valores de las variables al bloque de datos.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Valores de Variables									
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ...	Valor de a...	
1	Static								
2	Voltios L1N	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Voltios L2N	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Voltios L3N	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Voltios L1L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Voltios L2L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Voltios L3L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Amperios L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Amperios L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Amperios L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Pot Aparente L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Pot Aparente L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Pot Aparente L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Pot Activa L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Pot Activa L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Pot Activa L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Pot Reactiva L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Pot Reactiva L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Pot Reactiva L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	Fact Potencia L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Fact Potencia L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Fact Potencia L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	THD Voltios L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	THD Voltios L2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	THD Voltios L3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	THD Amperios L1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	Frecuencia	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	Tension LN	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
29	Tension LL	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Ilustración 31-3: Bloque de datos para visualización del valor de las variables.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Después de realizar cada una de estas operaciones de transferencia ese compila el programa en busca de posibles errores en la programación. En este punto de la programación es importante realizar la primera carga de la programación en el PLC, esto para evidenciar el funcionamiento correcto de los equipos. Se debe tener en cuenta que el montaje y conexión de los equipos debe estar hecho de manera correcta así en el momento de evidenciar que los valores de las variables

son transferidos hacia el bloque de datos no emita ningún error o a su vez estos datos no se puedan visualizar. Creación del archivo de descarga.

Para el proceso de creación del archivo con los valores de las variables se usarán las instrucciones “Data Loggin” las cuales se utilizan en el programa de usuario para guardar los valores del proceso en “Data Logs”, los mismos que pueden guardarse en la tarjeta de memoria o en la memoria interna de la CPU, el archivo se crea formato CSV (Valores separados por coma). (Siemens, 2018:, p. 70)

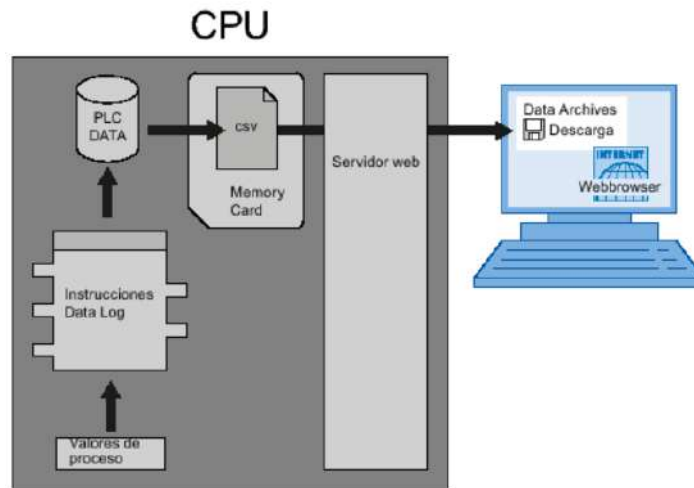


Ilustración 32-3: Diagrama del Proceso del Data Log.

Realizado por: (Siemens, 2018:)

El primer paso por realizar es establecer el orden en que se creara el archivo, así como el tiempo y el número de datos que se van a adquirir para ellos agregamos un bloque de datos denominado “Pulso Data Log” en el cual agregaremos 10 datos de tipo “Bool” los cuales servirán para seguir una secuencia establecida para la creación, escritura y borrado del archivo del “Data Log”. Para empezar la secuencia es importante establecer una memoria que permita activar el proceso la cual se visualizará y podrá ser modificada en el servidor web del PLC. La memoria “M%2.0” llamada “CICLO” posee dos estados “0” y “1”, cuando se encuentre en estado “0” el proceso creación de “Data Log” estará interrumpido, mientras se encuentre en esta “1” la adquisición de los valores de las variables se verá reflejada en el servidor web y tendrá una frecuencia de adquisición establecida por la instrucción básica “TON” que determina el tiempo de retardo en la cual la comunicación entre los dispositivos vuelve a conectarse como se muestra en la Ilustración.33-3, la frecuencia de adquisición de datos puede ser modificada dependiendo las condiciones de monitoreo de la máquina. (Siemens, 2018:, p. 70)

La cantidad de datos obtenidos se visualiza mediante la instrucción básica “CTU”, un contador ascendente que vuelve a el estado “0” y su contador se reinicia cuando la memoria de activación del proceso se encuentra en estado “0” y en su estado “1” registra la cantidad de datos que se están adquiriendo con relación a la frecuencia de adquisición. La cantidad de datos dependerá de la frecuencia de adquisición y de la cantidad de horas de trabajo de la máquina.



Ilustración 33-3: Frecuencia de adquisición de datos

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Al usar un “Data Log” para la adquisición de valores de variables se crea automáticamente un bloque de datos el cual contiene el estilo con el que se va a descargar el archivo, esto quiere decir que dentro de este bloque de datos se podrá editar el nombre del archivo a descargar el encabezado del archivo con los nombres y valores de las variables a adquirir. Como se puede observar en la Ilustración 35-3, el nombre que se le ha dado al archivo es “Datos”, mientras que el encabezado deber ir en el mismo orden con el nombre de las variables que se ingresan dentro del bloque de datos de la función “Data”.

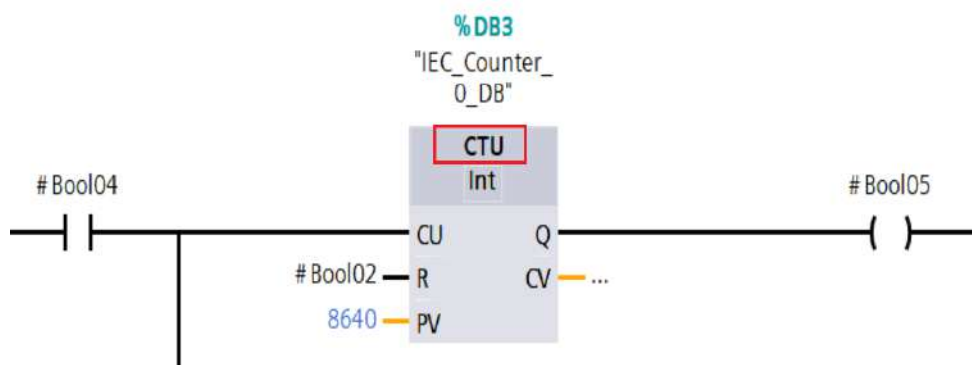


Ilustración 34-3: Contador de número de datos adquiridos

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Al usar un “Data Log” para la adquisición de valores de variables se crea automáticamente un bloque de datos el cual contiene el estilo con el que se va a descargar el archivo, esto quiere decir que dentro de este bloque de datos se podrá editar el nombre del archivo a descargar el encabezado del archivo con los nombres y valores de las variables a adquirir. Como se puede observar en la Ilustración 35-3, el nombre que se le ha dado al archivo es “Datos”, mientras que el encabezado deber ir en el mismo orden con el nombre de las variables que se ingresan dentro del bloque de datos de la función “Data”.

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ...	Valor de a...
1	Static							
2	Name	String	'Datos'		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	ID	Dint	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Header	String	'Energia,Tensio...'		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Data	Struct			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Energia	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Tension L_N	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Tension L_L	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Corriente L1	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Corriente L2	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Corriente L3	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Corriente M	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Potencia Aparente	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Potencia Activa	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Potencia Reactiva	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Fact Potecia	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Temperatura	Real	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Done	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Busy	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Error	Bool	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Status	Int	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Ilustración 35-3: Contador de número de datos adquiridos

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Para empezar el proceso de adquisición y almacenamiento de datos, dentro del “Data Log” se borran todos los archivos existentes lo que permite al programa no sobre escribir un archivo con otro, La instrucción "DataLogDelete" borra un archivo existente en la tarjeta de memoria. El “Data Log” y los registros que contiene se borran si este ha sido creado con las instrucciones "DataLogCreate" o "DataLogNewFile". (Siemens, 2018:)

3.5.2.8. Servidor Web en TIA Portal

El servidor web es una aplicación web que permite monitorear el estado del PLC, escribir el estado de variables, descargar los “Data Log” creados, entre otras funciones, está aplicación viene incluida a partir de la versión V2.1 de la CPU del PLC. Para activar está opciones es necesario dirigirse a las “Propiedades” del dispositivo en la pestaña “General” buscamos la opción “Servidor web”. En la Ilustración 36-3 se puede observar la opción para activar el servidor web,

así como la “Administración de usuarios” la cual es la opción que concede el nivel de acceso que se tendrá dentro del servidor web del PLC.

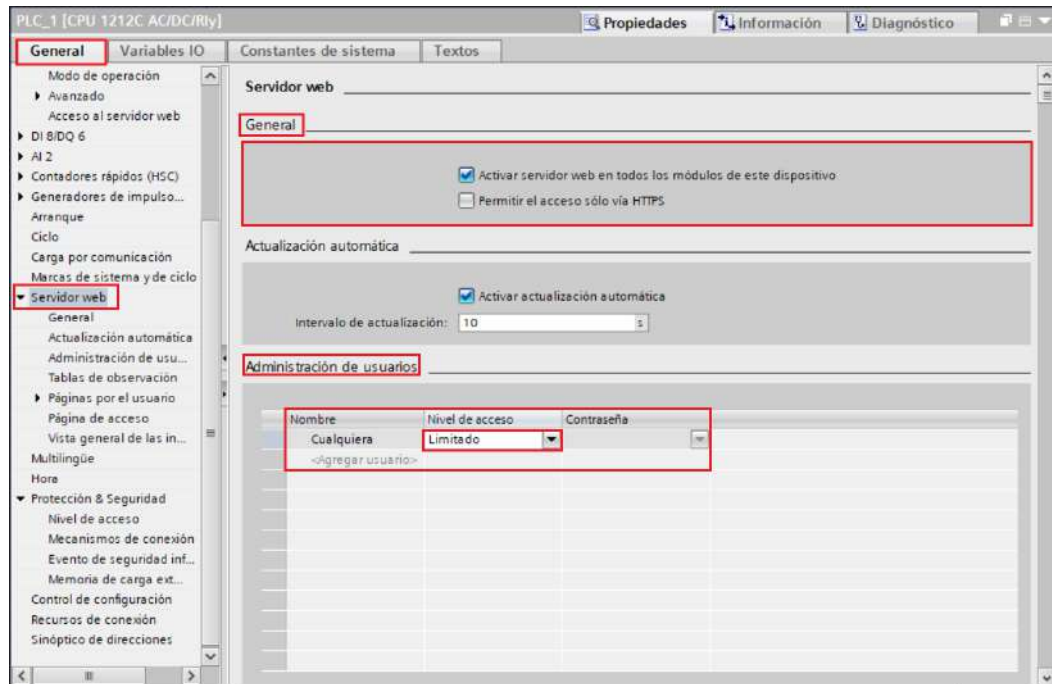


Ilustración 36-3: Activación del servidor web.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

En la Ilustración 37-3 se observa que estas acciones deben estar activadas para poder ingresar valores de variables y para que el proceso de creación y descarga del “Data Log”.

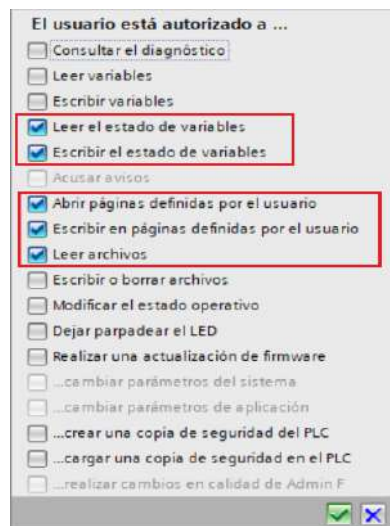


Ilustración 37-3: Nivel de acceso para el usuario.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

El nivel de acceso permitido en este proyecto será limitado, y no tendrá niveles de seguridad de ingreso, es decir no es necesario ingresar un usuario o contraseña dentro del servidor web, las acciones que se podrán realizar son:

- Leer el estado de variables
- Escribir el estado de las variables
- Leer archivos.

3.6. Análisis de costos

3.6.1. Costos de materiales

Tabla 8-3: Detalle de precios de materiales y equipos para la construcción del módulo.

N°	Nombre de producto	Costo (USD)
1	PLC S7 1200	420,00
2	SETRON PAC 3200	280,00
3	Tornillos	12,10
4	Caja metálica	40,35
5	Acrílico	37,50
6	Accesorios de automatización	70,00
7	Memory Card Siemens 4Mb	127,68
8	Sensor óptico infrarrojo	140,00
9	Asesoría PLC	120,00
10	Pegatanke y comprobador de fase	6,35
11	Lima cuadrada de 1cm y 0.5 l de thinner	6,50
12	10 m cable y conector a 110V	2,50
13	Broca 1/8, 12 pernos y tuercas, 1m de termoencogible	4,25
14	0.5m de termoencogible y pasta para soldar	1,88
15	1 breaker 3*6a y 3m cable termoflex 4*10AWG	36,06
16	Lima plana grueso 6 y lima redonda grueso 10	7,50
17	Broca 3/4	12,00
18	Conector de poder trifas, 3 cables de red	6,20
19	Rollo de estaño y amarras 2.5*10cm	4,50
20	Enchufe y toma de 32A	25,55
Total		1.360,92

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.6.2. Costos de mano de obra

Tabla 9-3: Detalle mano de obra para la construcción del módulo.

Cant.	Descripción	Costo (USD)
1	Perforación para elementos y adaptación de estructura	20,00
1	Instalación de equipos	40,00
1	Programación TIA Portal	120,00
	Total	180,00

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

3.6.3. Costo de desarrollo/

Tabla 10-3: Detalle de costo de desarrollo para la construcción del módulo.

Descripción	Costo (USD)
Costo total de materiales	1.360,92
Costo total de mano de obra	180,00
Total	1.540,92

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Prueba de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento del módulo de adquisición de datos se realizan en un horno de envejecimiento dentro del proceso de producción de calzado de la empresa “Carlos Salazar” ubicada en la ciudad de Ambato, el consumo eléctrico y el tiempo de operación determinaron que esta máquina es crítica para el proceso de producción por lo que se decide realizar el proceso de adquisición de datos en ella.



Ilustración 1-4: Página inicial de estado del PLC.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

En la Ilustración 1-4, se observa la instalación del módulo de adquisición de datos en la máquina, antes de realizar la instalación se debe verificar que las tomas trifásicas de alimentación y entrada de alimentación de la máquina tengan las mismas características que las tomas trifásicas del módulo de adquisición de datos. La toma trifásica con la alimentación de 220V proveniente del tablero de distribución de la empresa se conecta a la entrada de alimentación del módulo de adquisición de datos, mientras que la toma trifásica de entrada de alimentación de la máquina se conecta a la salida de alimentación de módulo de adquisición de datos, véase la Tabla 18-4. Consecutivamente se debe alimentar el módulo de adquisición de datos desde la toma de 110V

instalada en la parte posterior del módulo, se presiona el pulsado de arranque encendiéndose la luz indicativa verde lo que indica que el módulo está energizado.



Ilustración 2-4: Verificación del funcionamiento del módulo.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Con el objetivo de evidenciar el funcionamiento del módulo de adquisición de datos una vez que se haya realizado con éxito el montaje de los equipos, la conexión de los diferentes dispositivos y la programación de los equipos se conecta según el manual de operación del módulo a un activo que cuente con las respectivas condiciones consideradas al momento de adquirir los equipos, estas consideraciones se encuentran expuestas en el manual de operación del módulo.

Lo primero a realizar es ingresar al servidor web del PLC mediante el navegador de internet preferencia, en la barra de búsqueda ingresamos la dirección IP del PLC la cual visualizará la página principal del servidor web.

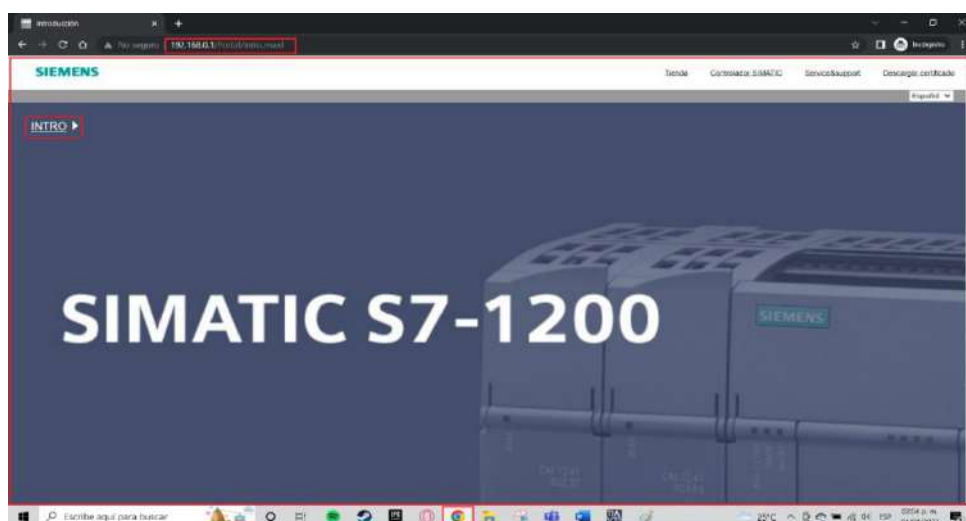


Ilustración 3-4: Página principal servidor web SIEMENS.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Como se observa en la Ilustración 3-4 una vez ingresado la IP con la que se programó el PLC y activado la opción del servidor web podemos visualizar la página principal. Accedemos a la página de estado del dispositivo mediante la opción “INTRO” observada en la Ilustración 1-4, aquí se despliega la información general en estado actual del dispositivo así como las pestañas Navegación de archivos y Estado de variables como se muestra en la Ilustración 4-4 en las cuales se visualizará el archivo generado por la instrucción “Data Log” y escribir el estado de la variable de arranque del ciclo de creación, escritura y borrado del archivo a descargar.

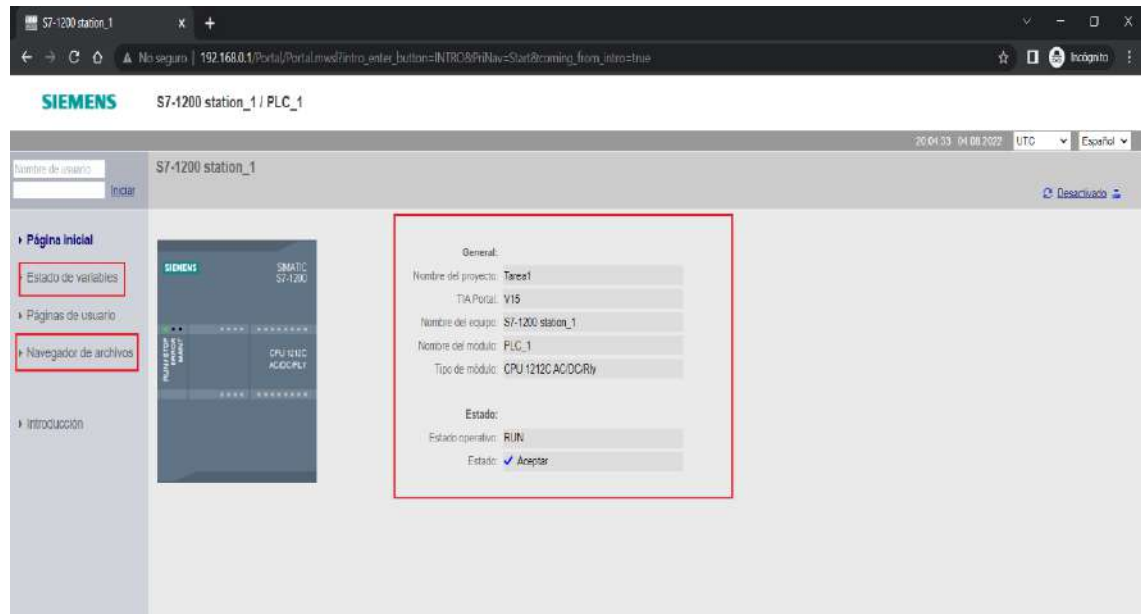


Ilustración 4-4: Página inicial de estado del PLC.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Cuando el módulo de adquisición de datos se encienda este no empezara a almacenar los valores de las variables de manera directa, esto debido a que es necesario realizar la activación de una variable de control dentro del servidor web la que ayuda a eliminar el archivo existente dentro de la memoria del PLC y crear un nuevo archivo con las variables que se medirán en ese momento. Para ello es necesario acceder a la pestaña “Estado de variables” la cual permite escribir el estado de la variable de control “CICLO” de 0 a 1 y así crear el archivo nuevo y dándole arranque al ciclo de adquisición de datos hasta que se cambie el valor de la variable o el módulo de adquisición de datos se apague. Dentro de la pestaña de “Estado de variables” se debe escribir el valor de emisividad del sensor térmico infrarrojo y el valor de emisividad del objeto a sensar, en la Tabla 14-4 se visualiza el valor de las variables a ingresar en el servidor web. Cabe recalcar que el valor de la variable “EMISIVIDAD” dependerá del material del objeto al que se le medirá la temperatura de su superficie.

Tabla 1-4: Ficha técnica del equipo de prueba.

Variables para ingresar en el servidor web		
Variable	Tipo de dato	Valor
EMISIVIDAD	Real	Ver en la Tabla 3-3
EMISIVIDAD DEL SENSOR	Real	0.95
CICLO	Bool	1

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Una vez ingresado el valor de las variables dentro del servidor web se puede observar que el ciclo de adquisición de datos ha empezado como se muestra en la Ilustración 5-4.

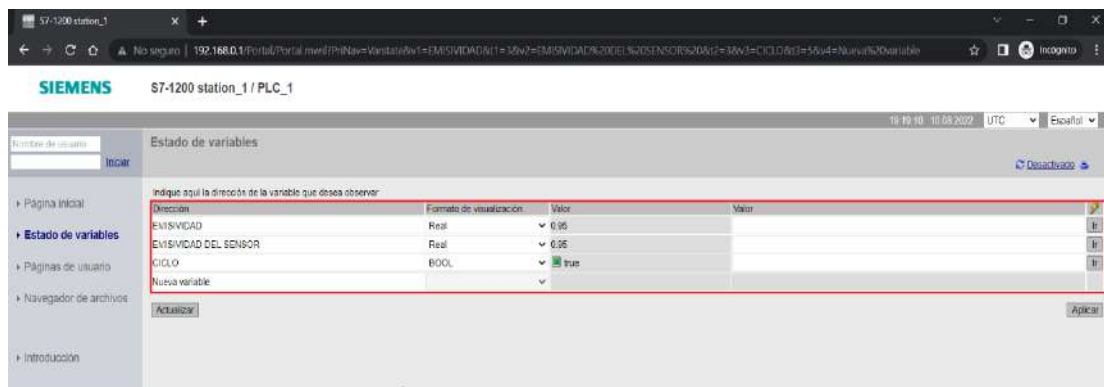


Ilustración 5-4: Estados de variables activación del ciclo de adquisición.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

Después de que se introduce el valor de las variables, el proceso de adquisición de datos da inicio eliminando el “Data log” existente y creando un nuevo archivo en el cual se van añadiendo los valores de censando en el lapso determinado. Para acceder al archivo creado se debe ingresar a la pestaña “Navegador de archivos” dentro de esta pestaña se visualiza la carpeta “DataLogs” al ingresar a esta carpeta se observa el archivo con el nombre “Datos”, este archivo es aquel en el que se añaden los datos de funcionamiento de la máquina y se descarga en formato .CSV y se puede abre con la aplicación Microsoft Excel.



Ilustración 6-4: Carpeta de Data Log con archivo Creado.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022

4.2. Análisis de los datos adquiridos del activo

Tabla 2-4: Ficha técnica del equipo de prueba.

Ficha técnica		N°:	1
			
Equipo	Horno de envejecimiento		
Marca	Sin Marca		
Modelo	291		
Serie	01/678/1		
Año	2001		
Procedencia	Italia		
Teléfono	0381-340111		
Datos técnicos			
Voltaje	208 V - 230 V		
Amperaje	47 A		
Numero de fases	3		
Frecuencia	60 Hz		
Factor de potencia			
Eff			
Potencia			
Peso	370		

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Los datos de funcionamiento que se recopilaban con la implementación del módulo de adquisición de datos al horno de envejecimiento se encuentran detallados en el ANEXO E

4.3. Solución a posibles fallos mediante los datos adquiridos del activo de prueba.

Boletín Troubleshooting para posibles fallas del activo de prueba “Horno de Envejecimiento”.

Tabla 3-4: Boletín Troubleshooting N° 001

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES		BOLETÍN N° 001
			Código:
	BOLETÍN TROUBLESHOOTING		Inventario:
Versión: 2022			Cuenta:
División/Área			Ubicación:
Equipo			
Subsistema			
Responsable			
Variable por analizar	Falla	Causa	Solución
Tensión	Tensiones diferentes entre líneas	Calidad de la energía eléctrica	Verificar los armónicos de tensión.
		Descargas eléctricas	Corregir la conexión a tierra.
	Pérdida de una fase.	Fusible quemado	Reemplazar fusible
		Apertura de conductor de bobinado	Rebobinado del motor
Corriente	Cargas desbalanceadas	Mala distribución de las fases dentro del circuito eléctrico	Corregir la distribución eléctrica.
		Consumidores de baja tensión de índole monofásico	Corregir la distribución eléctrica.
	Intensidad de corriente elevada	Calentamiento de conductores	Rectificar el dimensionamiento de los conductores.

Temperatura	Temperatura interna del horno elevada	Falla en el controlador de temperatura	Cambio del controlador de temperatura
		Sistema de ventiladores dañado	Cambio de sistema de ventiladores
	Temperatura elevada del motor	Sobrecarga en la corriente del motor	.
		Desalineación del motor respecto a la banda de transporte	Alineación del motor

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

4.4. Creación de manual de operación del módulo de adquisición de datos.

MANUAL DE OPERACIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Seguridad

Es conveniente leer detenidamente y conocer los principios que a continuación se exponen, ya que son de carácter universal, y aplicarlos desde un primer momento, puede prevenirse gran parte de los posibles problemas de seguridad que pudiesen generarse al llevar a cabo una actividad.

- No obstante, la información que presentamos no es un sustituto, sino un complemento para los procedimientos de trabajo que del activo que se usará conjuntamente con el módulo. No dude en dirigirse a los responsables del activo para realizar cualquier consulta al respecto.

Recomendaciones generales

Cerciórese, antes de su uso, de que las máquinas y equipos no tienen quitados los dispositivos de seguridad, enclavamiento y emergencia. Bajo ningún concepto, excepto en operaciones de reparación y mantenimiento con la máquina desconectada, no deben quitarse nunca estos dispositivos de seguridad y utilizar los adecuados a la operación del equipo.

- Respetar las zonas señalizadas como de acción de las máquinas que disponen de partes móviles. No penetrar en el interior de las áreas de riesgo o guardas mientras la máquina esté en funcionamiento o conectada.
- Atender a la señalización de seguridad (pictogramas) que marca los riesgos potenciales de los lugares de trabajo.

- Evitar acciones peligrosas durante el montaje y conexión del módulo de adquisición de datos y el activo a prueba.
- Conocer y aplicar los procedimientos de trabajo que disponga la máquina a prueba.
- Verificar la disponibilidad y el tipo de iluminación suficiente en la zona de trabajo para poder desarrollar las actividades con seguridad.
- Mantener limpio y ordenado el lugar y puesto de trabajo: máquinas, suelos y paredes libres de desechos, derrames, virutas o papeles. Si como resultado de las operaciones que Ud. lleva a cabo se genera algún residuo, favor de retirarlo cuidando de dejar el área de trabajo limpia.
- En ningún caso adopte actitudes peligrosas o temerarias a la hora de manipular equipos, herramientas o máquinas –herramienta.
- No utilice herramientas y máquinas para fines diferentes a aquellos para los que han sido diseñadas. No utilice dispositivos que no ha manejado nunca, que le resulten extrañas, o sobre las que no dispone de experiencia suficiente.
- Ante cualquier tipo de anomalía, problema o emergencia, accione los dispositivos de seguridad de la maquinaria o instalación para resguardar su seguridad.

Riesgos eléctricos recomendaciones generales


Nunca deberá manipularse ningún elemento eléctrico con las manos mojadas, en ambientes húmedos o mojados accidentalmente (ejemplo en caso de inundaciones) pero, cuando el local tenga características especiales (mojados, húmedos) deberá estar equipado con los medios de protección personal necesarios.


Para trabajar en instalaciones se deben tener en cuenta los siguientes principios:




- Abrir todas las fuentes de tensión.
- Enclavar o bloquear, si es posible, todos los dispositivos de corte.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar la zona de trabajo mediante señalización.
- No quitar nunca la puesta a tierra de los equipos e instalaciones.
- No realizar nunca operaciones en líneas eléctricas, centros de transformación o equipos eléctricos si no se posee la formación y equipo necesario para ello.
- No retirar nunca los recubrimientos o aislamientos de las partes activas de los sistemas.


- En el caso de que sea imprescindible realizar trabajos en tensión deberán utilizarse los medios de protección adecuados y los equipos de protección individual apropiados.
- Mantener el cableado en buen estado, evitando los empalmes con cinta aislante. En todo caso sustituir los cables deteriorados.
- No realizar tomas introduciendo cables desnudos directamente en el enchufe. Utilizar clavijas normalizadas o en caja de control.
- Confiar el mantenimiento al personal competente. Evitar los arreglos provisionales.
- Avisar al auxiliar o encargado de laboratorio de cualquier anomalía que se detecte en la instalación o equipos eléctricos.
- No utilizar una sola toma de corriente para varias clavijas, ya que se puede producir un calentamiento de los cables y como consecuencia un incendio de origen eléctrico.


Tabla 4-4: Partes principales y guía de procesos.

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES	Ficha:1-4
		Código:
		Inventario:
	DATOS TÉCNICOS COMPONENTES PRINCIPALES	Cuenta:
Versión: 2022		Ubicación:

#	Nombre	Características o Subelementos	Equipo
1	Sensor de temperatura infrarrojo	Marca: DFROBOT Modelo: SEN0256 Voltaje de alimentación: 5,0 ~ 24 V CC Corriente de funcionamiento: 20 mA Salida de señal V analógico 0 ~ 3 V T funcionamiento: -40.0 °F a 185.0 °F T medición: -94.0 °F ~ 716.0 °F Precisión: ± 32.9 °F ~ ± 39.2 °F Grado de defensa: IP65 Diámetro de la sonda: 0.606 in Longitud de la sonda: 3.071 in Longitud del cable: 4.9 ft	

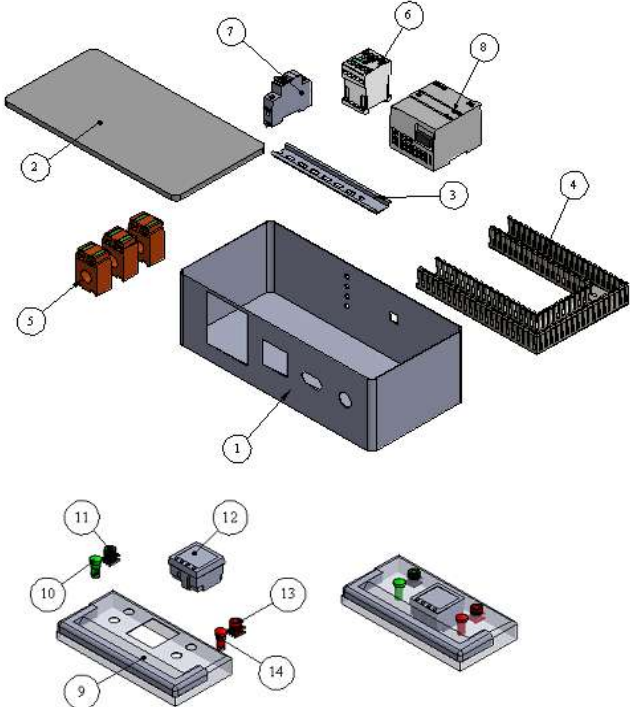
2	Transformador de corriente CFS-33	<p>Código: CFS-33 Rango: 100/5 A Tipo: Mediante conductor Clase: 1 Diámetro: 35mm</p>	
3	PLC	<p>Marca: Siemens Modelo: PLC S7-1200 Dimensiones físicas: 130x100x75 Memoria de usuario: Trabajo 100kB – Carga: 4MB – Remanente: 10kB 14 entradas / 10 Salidas – Analógicas 2 entradas / 2 salidas. Comunicación Ethernet: 2 puertos Profinet 1 ranura para SIMATIC Memory Card</p>	
4	SETRON PAC	<p>PAC3200-1/3: L-N: 3 ... 400 V AC (+ 20 %), máx. 347 para UL L-L: 3 ... 690 V AC (+ 20 %), máx. 600 para UL tensión mín. L-N: 3 ... 40 V AC PAC3200-2: L-N: 3... 289 V AC (+ 20 %) L-L: 3... 500 V AC (+ 20 %) categoría de sobretensión: CAT III</p> <p>Rango de medida 1 A AC (+ 20 %, máx. 300 V) ó 5 A AC (+ 20 %, máx. 300 V) (Sólo para conexión a transformadores de corriente externos)</p> <p>Precisión de medida Tensión: ± 0,3 % Corriente: ± 0,2 % Potencia: ± 0,5 % Frecuencia: ± 0,05 % Factor de potencia: ± 0,5 %</p>	


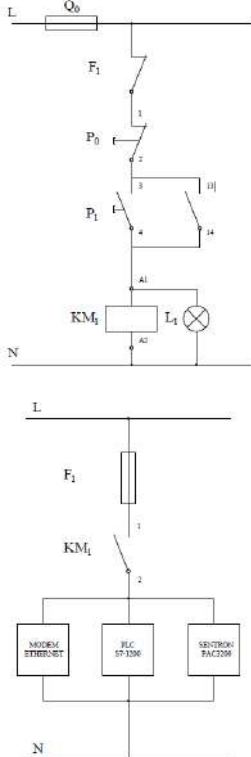
		<p>Energía activa: categoría 0,5S (IEC 62053-22)</p> <p>Energía reactiva: categoría 2 (IEC 62053-22)</p> <p>En caso de medición a través de transformadores de corriente o tensión externos, la precisión de medida depende de la calidad de dichos transformadores</p> <p>Tensión de alimentación PAC3200-1/3: 95 ... 240 V AC (50 / 60 Hz) ó 110 ... 340 V DC PAC3200-2: 22 ... 65 V DC categoría de sobretensión: CAT III Protección IP65</p>	
5	Módulo de comunicación Ethernet	<p>Humedad relativa Hasta el 93% sin condensación.</p> <p>Temperatura (en funcionamiento) 0° - +49°C (+32° - +120°F)</p> <p>Dimensiones de la placa 59.5 mm x 108 mm x 16 mm</p> <p>Requisitos de alimentación Corriente (máxima) 100 mA máx. Corriente (en reposo) 80 mA Tensión 12 VDC nominal</p> <p>Conectores LAN/WAN Puerto modular RJ-45 (Ethernet).</p> <p>Cable Ethernet Par trenzado sin blindaje de categoría 5 o superior.</p> <p>Longitud del cable Ethernet Longitud máxima 100 m (328 ft)</p> <p>Cableado Calibre del cable del bus de datos 18 AWG o 22 AWG</p>	
6	Enchufes trifásicos	<p>Corriente: 32A</p> <p>Número de polos 4 (3P+T)</p>	

	Posición perno tierra / color 4H 6H 9H 4H 6H 9H Tensión nominal 100-130 V 200-250 V 380-440 V 100-130 V 200-250 V 380-440 V Grado de protección: IP44 Sección transversal: 4 – 6 (mm ²)	
--	---	---

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.


Tabla 5-4: Componentes principales del módulo de adquisición de datos.

COMPONENTES PRINCIPALES		
		COMPONENTES PRINCIPALES 1. Base módulo 2. Base acrílico 3. Riel DIN 4. Canaleta ranurada 5. Transformador de corriente 100/5A 6. Contactor de 30A 7. Breaker de 32A 8. PLC S7-1200 9. Panel de control 10. Luz piloto arranque 11. Pulsador NA 12. SENTRON PAC 13. Pulsador NC 14. luz piloto de paro
TABLERO DE CONTROL	SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO DE CONTROL
		1. Botón ON del módulo 2. Botón OFF del módulo 3. Breaker o llave de seguridad.

		<p>SISTEMA ELÉCTRICO</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Q0 llaves de seguridad contra sobre intensidades. b. KM1 contactor. c. F1 Breaker 32A d. P0 e. P1
---	--	--

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Tabla 6-4: Guía de procesos.

	<p>MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES</p>	<p>Ficha:2-4</p>	
		<p>Código:</p>	
<p>DIAGRAMA DE PROCESOS</p>	<p>Inventario:</p>		
<p>Versión: 2022</p>		<p>Cuenta:</p> <p>Ubicación: Edificio Ing. Mecánica</p>	
<p>Función</p>	<p>Proceso</p>	<p>Descripción</p>	<p>Control</p>

<p>La aplicación de este módulo se centra en la adquisición de datos de funcionamiento de las principales variables eléctricas que genera una máquina trifásica, sin intervención externa, además, de sensar la temperatura de funcionamiento por medio de un sensor térmico infrarrojo.</p>	<pre> graph TD A[Conectar alimentación a 110V] --> B[Conectar en serie al activo.] B --> C[Activar llaves de seguridad] C --> D[Encender] D --> E[Control a 100%] E --> F[Recolectar datos] F --> G[Apagar] G --> H[Descargar datos] H --> I([FIN]) </pre> <p> ○ Fin ▽ Operación manual □ Operación ■ Control a 100% </p>	<p>Conectar la alimentación 110V, conectar el módulo en serie a la máquina trifásica de prueba mediante los conectores de 32 A, activar la llave de seguridad, presionar el botón ON del panel de control. Terminada la jornada de trabajo presionar Off del panel de control y retirar la tarjeta de memoria y generar la base de datos en Excel.</p>	<p>Verificar que los conectores de 32 A estén debidamente ajustados. Verificar que las conexiones del sensor estén debidamente ajustadas. Comprobar la posición del sensor para evitar problemas de lectura.</p>
--	--	--	--

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Tabla 7-4: Comunicación con la PC y descarga de archivo.

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES	Ficha:3-4
		Código:
		Inventario:
	COMUNICACIÓN CON PC Y DESCARGA DE ARCHIVOS	Cuenta:
Versión: 2022		Ubicación

Comunicación con la PC:

Es muy importante que la dirección IP de la PC en la que se vaya a realizar la descarga del archivo tenga la misma dirección de red del puerto ethernet que el PLC, en este caso el PLC está configurado con una dirección de red “192.168.0” por lo tanto la dirección de red de la PC debe ser la misma.

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 1	Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 241
Dirección IP del PLC	Dirección IP de la PC

Luego de verificar las direcciones IP de los dispositivos, se debe conectar mediante un cable ethernet el módulo de adquisición de datos y la PC.

Descarga de archivos:

Una vez establecida la comunicación entre los dispositivos debemos realizar el siguiente procedimiento. Ingresar al navegador de nuestra preferencia e ingresar en la barra de búsqueda la dirección IP del PLC en donde se visualizará la página principal del servidor web del PLC.


Ingresamos a la pestaña “INTRO” la cual permite visualizar el estado del dispositivo, ingresar a la pestaña “Estado de Variables”, aquí ingresaremos las variables que se detallan en la siguiente tabla.

Variables para ingresar en el servidor web		
Variable	Tipo de dato	Valor
EMISIVIDAD	Real	Ver en la Tabla 3-3
CICLO	Bool	1

Luego de ingresar las variables el proceso de medición y adquisición de datos empieza, lo que crea un archivo que se actualiza cada vez que se adquiere un dato nuevo, este archivo se puede visualizar dentro de la pestaña “Navegación de archivos”, ingresamos a la carpeta “Data_logs” y se visualizará el archivo creado con el nombre “Datos”.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Tabla 8-4: Guía para el mantenimiento del módulo

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES	Ficha:4-4
	MANTENIMIENTO	Código:
		Inventario:
Versión: 2022		Cuenta: Ubicación: Edificio Ing. Mecánica

Se realizará un mantenimiento preventivo al módulo de adquisición de datos con una semestral ya que al poseer elementos eléctricos es importante verificar que las conexiones, el ajuste de tornillos de conexión y el estado de los cables se encuentren en óptimas condiciones. La limpieza de los contactos de las tomas de alimentación tanto de entrada como de salida se debe hacer 2 veces en el semestre así se evita que las tomas de alimentación produzcan un mal contacto con la fuente de alimentación y la entrada de alimentación de la máquina a monitorear y así afectar el funcionamiento del módulo de adquisición de datos.

SEÑALIZACIÓN DE LAS PARTES PRINCIPALES PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO

PARTE EXTERIOR



PARTE INTERIOR



PARTE POSTERIOR



NOTA: Antes realizar cualquier actividad de mantenimiento se debe verificar que el cable de alimentación del módulo de adquisición de datos se encuentre desconectado de la fuente de alimentación de 110V.

El Primer paso para realizar para el mantenimiento preventivo es abrir cuidadosamente la tapa del módulo, dentro del módulo se encuentran los siguientes dispositivos eléctricos PLC, transformadores de corriente, modem, breaker monofásico, contactor, botonera S1 y S0, luces indicativas H0 y H1, analizador de energía.

Verificar el ajuste de los tornillos de conexión de cada uno de los equipos dispositivos eléctricos.

Dentro del PLC, en la ranura para la tarjeta de memoria, verificar el estado de la tarjeta de memoria.

Procedemos a realizar la limpieza de la parte interna del módulo, para limpiar la presencia de polvo y posibles contaminantes usaremos un compresor de aire, seguido a esto usaremos un paño para retirar excedentes sobre las superficies de los dispositivos.

Verificar el estado del programa instalado en el PLC, para lo cual es necesario ingresar al software TIA Portal y abrir el archivo “Adquisición de Datos”, establecer comunicación con el módulo a través del cable ethernet, seguido a esto se “Establece conexión online” lo que permite visualizar dentro del bloque de datos “Visualizar datos” si el programa está funcionando correctamente.

En caso de un funcionamiento incorrecto, se debe volver a cargar el programa dentro del PLC y la tarjeta de memoria.

Para la limpieza de contactos de las tomas de corriente de entrada y salida del módulo se debe usar un líquido limpiador de contacto de preferencia usar “WD-40 Limpiador de contactos”.

Finalmente se procede a cerrar la tapa del módulo de adquisición y se realiza pruebas de funcionamiento para verificar que el módulo se encuentra trabajando correctamente.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

CONCLUSIONES

Mediante la selección de dispositivos adecuados a las condiciones establecidas para la adquisición de variables eléctricas y de temperatura se construyó un módulo adaptable a cualquier tipo de máquina industrial que permita adquirir los datos de funcionamiento más relevantes en tiempo real y visualizarlos en un archivo descargable en formato CSV.

La correcta selección de dispositivos y accesorios permitieron diseñar y construir un módulo de operación sencilla, fácil de transportar, ligero en peso y sobre todo con una proyección a incluir nueva instrumentación para el análisis de nuevas variables de funcionamiento como presión, nivel o caudal.

Durante el proceso de construcción del módulo de adquisición de datos, se encontraron eventos que limitan la conectividad del módulo en equipos de gran capacidad eléctrica, se optó por acoplar una entrada de alimentación de 32 A y otra de 16 A con sus respectivas salidas de alimentación.

El software TIA Portal facilitó la programación del PLC gracias a su interfaz de fácil manejo y compatibilidad con los dispositivos adquiridos, esto permitió crear un programa en el cual el usuario a través del servidor web puede condicionar el estado de las variables de temperatura y creación del archivo, para descargar teniendo el control sobre el proceso de adquisición de datos, así como la accesibilidad a este archivo desde cualquier tipo de ordenador aun sin tener el software de programación.

Mediante el análisis de los datos adquiridos de la máquina a prueba se estableció un boletín de Troubleshooting en el cual se pudo identificar las causas a posibles fallas en el funcionamiento del equipo y presentar las posibles soluciones para evitar que estas fallas sucedan.

Se elaboraron fichas dentro las cuales se estableció el manual de operación, la lista de los componentes, la guía de procesos a realizar para una correcta instalación y funcionamiento, el manual de mantenimiento, haciendo que se conozcan las ventajas y las posibles limitaciones a las cuales se ve sujeto el módulo de adquisición de datos.

RECOMENDACIONES

Verificar que las tomas trifásicas de alimentación del módulo y el activo a analizar coincida en estructura como en capacidad de corriente, esto para evitar posibles averías tanto en el módulo de adquisición de datos como en el activo a analizar.

Implementar nueva instrumentación con el fin de aumentar las variables a adquirir como, por ejemplo: sensores de presión, caudal o nivel, para realizar diferentes tipos de análisis del funcionamiento de los activos requeridos.

No formatear a la tarjeta de memoria ya que esto eliminaría el software integrado para el funcionamiento autónomo de la misma haciendo que esta pierda por completo su funcionalidad y que el módulo de adquisición de datos se encuentre en un estado inoperable.

BIBLIOGRAFÍA

ARRÓSPIDE, César; & Víctor ESPINOZA;, «*Desarrollo de un Sistema de Troubleshooting como Apoyo al Análisis de Fallas - PDF Free Download. [en línea]*», 2012: vol. 7, pp. 1-10. [Consulta: 9 agosto 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/145267180-Desarrollo-de-un-sistema-de-troubleshooting-como-apoyo-al-analisis-de-fallas.html>.

BECERRO, Felioe de Jesús;, Araceli GÁRATE;, Tania RAMÍREZ; & Ervin ALVAREZ;, «*Sistema De Adquisición De Datos De Bajo Costo Para Un Invernadero Basado En Tecnología De Acceso Libre. Pistas Educativas [en línea]*», 2018: vol. 39, no. 128, pp. 207-218. ISSN 2448-847X. Disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1141>.

CAMSCO;, [sin fecha]. CFS Multi-Mount Current Transformer - Camsco Electric Co., Ltd. *Current Coils* [en línea]. [Consulta: 21 enero 2022]. Disponible en: <https://www.camsco.com.tw/spa/current-coil/cfs-multi-mount-current-transformer.html>.

CENTENO, Pedro;, *Proyecto Fin De Carrera Introducción a Tia Portal Con S7-1500*. S.l.: Universidad Politécnica de Madrid. 2017:

FLUKE;, 2022: 4 claves del mantenimiento basado en la condición - GMAO eMaint. [en línea]. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.emaint.com/es/blog-4-keys-to-condition-based-maintenance/>.

FLUKE, Corporation;, 2022: Cómo afecta la emisividad a las cámaras termográficas | Fluke. [en línea]. [Consulta: 9 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.fluke.com/es-ar/informacion/blog/captura-de-imagenes-termograficas/como-afecta-la-emisividad-a-las-cameras-termograficas>.

FLUKE PROCESS INSTRUMENTS.;, 2022: Medición Correcta de Temperatura IR Sin Contacto | Fluke Process Instruments. .

GUACANEME, Gerardo; & Didier PARDO;, *GuacanemeValbuenaGerardo2016* [en línea]. S.l.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2016: Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4315/GuacanemeValbuenaGerardo20>

16.pdf;jsessionid=4578FA3D802C660017462C733F987BDA?sequence=1.

GUTIÉRREZ HINESTROZA, Marllelis; & Sadi Armando ITURRALDE KURE;, *Fundamentos Básicos de instrumentacion y control*. Primera Ed. S.l.: s.n. 2017: ISBN 9789942860378.

GUZMÁN CABALLERO, Elvia; & José SÁNCHEZ DÍAZ;, *Diseño de módulos para la adquisición de datos y caracterización de sensores de proximidad con PLC y HMI*. [en línea]. S.l.: Universidad Antonio Nariño. 2020: Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article>.

MOLINA CRUZ, Dolores Anticlia; Julio Alberto CEDEÑO FERRIN; Kleber MARCILLO PARRALES; Armando MARCILLO PARRALES; Maria ORTIZ HERNANDEZ; Edwin MERO LINO; & Franklin MERCHÁN GARCÍA;, «*Módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica. Módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica*», 2019: DOI 10.17993/ingytec.2019.50.

MUNDO TELECO;, 2014: ¿Como ponchar un cable UTP con un conector RJ45? ~ Mundo teleco. [en línea]. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://mundotelecomunicaciones1.blogspot.com/2014/10/como-ponchar-un-cable-utp-con-un.html>.

PCE-IBERICA;, 2014: Medidor energía Siemens Sentron PAC3200. [en línea]. [Consulta: 26 enero 2022]. Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/sistemas/medidor-multifuncion-pac3200.htm>.

SIEMENS;, «*SINAMICS Startdrive V17. SINAMICS Startdrive v17 [en línea]*», 2021: pp. 1-9. Disponible en: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/180/109761180/att_1070816/v1/109761180_SINAMICS_Startdrive_V17_Supported_Drives_and_Functions_en.pdf.

SIEMENS, AG;, «*Manual SENTRON PAC3200.* », 2007: pp. 1-172.

SIEMENS AG;, 2017: Guía de programación para S7-1200 / S7-1500. *Soporte en línea de la industria siemens* [en línea]. [Consulta: 5 enero 2022]. Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programming-guideline-for-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=en-WW>.

SIEMENS, AG;, «*Manual del sistema controlador programable S2-1200 SIMATIC.* [en línea]», 2018: pp. 1-1658. Disponible en: <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

SZKLANNY, Sergio V;, «*AADECA Asociación Argentina de Control Automático.* [en línea]», 2018: vol. 8, pp. 1-64. Disponible en: https://www.editores.com.ar/sites/default/files/AADECA_Revista_8-Abril-Junio_2018-BAJA.pdf.

TESTO ARGENTINA SA;, 2018: Tablas de emisividad | Academia Testo. [en línea]. [Consulta: 8 agosto 2022]. Disponible en: <http://www.academiatesto.com.ar/cms/tablas-de-emisividad>.

UMATAMBO, Diego;, «*IMPLEMENTACIÓN DE UN DATACENTER PARA EL DEPARTAMENTO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS DE LA “UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL”.* [en línea]», 2020: Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1172/1/UISRAEL-EC-SIS-378.242-13.pdf>.

1 ANEXOS

ANEXO A: MANUAL PLC S7-1200

SIEMENS

SIMATIC

S7 Controlador programable S7-1200

Manual de sistema

Prólogo	
Síntesis del producto	1
Nuevas funciones	2
Software de programación STEP 7	3
Montaje	4
Principios básicos del PLC	5
Configuración de dispositivos	6
Principios básicos de programación	7
Instrucciones básicas	8
Instrucciones avanzadas	9
Instrucciones tecnológicas	10
Comunicación	11
Servidor web	12
Procesador de comunicaciones y Modbus TCP	13
Comunicación TeleService (correo electrónico SMTP)	14
Herramientas online y diagnóstico	15
Datos técnicos	A
Calcular la corriente necesaria	B
Información de pedido	C
Cambio de dispositivo y compatibilidad de los repuestos	D

4.1 Directrices para montar dispositivos S7-1200

Los equipos S7-1200 son fáciles de montar. El S7-1200 puede montarse en un panel o en un raíl DIN, bien sea horizontal o verticalmente. El tamaño pequeño del S7-1200 permite ahorrar espacio.

Los estándares de equipos eléctricos clasifican el sistema SIMATIC S7-1200 como Equipo abierto. El S7-1200 debe montarse en una carcasa, un armario eléctrico o una sala de control. El acceso a la carcasa, el armario eléctrico o la sala de control debe limitarse a personal autorizado.

El S7-1200 debe instalarse en un entorno seco. Los circuitos SELV/PELV están diseñados para proporcionar protección contra choque eléctrico en entornos secos.

La instalación debe proporcionar la resistencia mecánica, la protección contra las llamas y la estabilidad homologada adecuadas para equipos abiertos en la categoría específica del lugar de instalación conforme a los reglamentos eléctricos y de edificaciones vigentes.

La contaminación conductora debida a polvo, humedad y polución aérea puede causar fallos funcionales y eléctricos en el PLC.

Si el PLC se ubica en una zona en la que puede haber contaminación conductora, habrá que proteger el PLC con una envolvente con grado de protección adecuado. IP54 es un grado utilizado generalmente para envolventes de equipos eléctricos en entornos sucios, y puede ser adecuado en su caso.

ADVERTENCIA

El montaje incorrecto del S7-1200 puede provocar fallos eléctricos o un funcionamiento inesperado de las máquinas.

Los fallos eléctricos y el funcionamiento inesperado pueden derivar en muerte, lesiones corporales graves y/o daños materiales.

Para garantizar que el equipo funciona de forma segura hay que seguir todas las instrucciones de montaje, así como del mantenimiento de un entorno de funcionamiento correcto.

Tabla 4- 2 Instalar la CPU en un perfil DIN



Tarea	Procedimiento
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monte el perfil DIN. Atomille el perfil al panel de montaje dejando un espacio de 75 mm entre tornillo y tornillo. 2. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 3. Enganche la CPU por el lado superior del perfil. 4. Extraiga el clip de fijación en el lado inferior de la CPU de manera que asome por encima del perfil.
	<ol style="list-style-type: none"> 5. Gire la CPU hacia abajo para posicionarla correctamente en el perfil. 6. Oprima los clips hasta que la CPU encaje en el perfil.

Tabla 4- 3 Retirar la CPU de un perfil DIN




Tarea	Procedimiento
 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Desconecte los conectores de E/S, el cableado y los cables restantes de la CPU (Página 69). 3. Desmante la CPU y los módulos de comunicación conectados en forma de conjunto. Todos los módulos de señales deben permanecer montados. 4. Si hay un SM conectado a la CPU, retire el conector de bus: <ul style="list-style-type: none"> - Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del módulo de señales. - Oprima hacia abajo para desenclavar el conector de la CPU. - Desplace la lengüeta por completo hacia la derecha. 5. Desmante la CPU: <ul style="list-style-type: none"> - Extraiga el clip de fijación para desenclavar la CPU del perfil DIN. - Gire la CPU hacia arriba, extráigala del perfil y retírela del sistema.
	

Tabla 4- 2 Instalar la CPU en un perfil DIN



Tarea	Procedimiento
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monte el perfil DIN. Atornille el perfil al panel de montaje dejando un espacio de 75 mm entre tornillo y tornillo. 2. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 3. Enganche la CPU por el lado superior del perfil. 4. Extraiga el clip de fijación en el lado inferior de la CPU de manera que asome por encima del perfil.
	<ol style="list-style-type: none"> 5. Gire la CPU hacia abajo para posicionarla correctamente en el perfil. 6. Oprima los clips hasta que la CPU encaje en el perfil.

Tabla 4- 3 Retirar la CPU de un perfil DIN





Tarea	Procedimiento
 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Desconecte los conectores de E/S, el cableado y los cables restantes de la CPU (Página 69). 3. Desmonte la CPU y los módulos de comunicación conectados en forma de conjunto. Todos los módulos de señales deben permanecer montados. 4. Si hay un SM conectado a la CPU, retire el conector de bus: <ul style="list-style-type: none"> - Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del módulo de señales. - Oprima hacia abajo para desenclavar el conector de la CPU. - Desplace la lengüeta por completo hacia la derecha. 5. Desmonte la CPU: <ul style="list-style-type: none"> - Extraiga el clip de fijación para desenclavar la CPU del perfil DIN. - Gire la CPU hacia arriba, extraígalas del perfil y retírela del sistema.
	

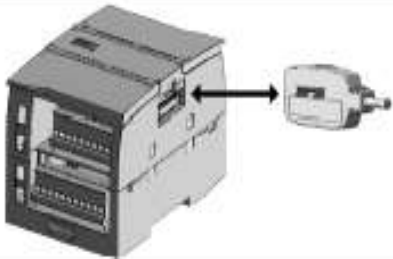
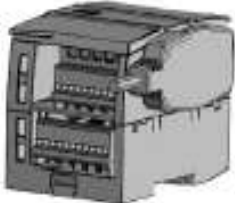
Tabla 4- 11 Instalación del conector

Tarea	Procedimiento
	<p>Prepare los componentes para el montaje del bloque de terminales desconectando la alimentación de la CPU y abriendo la tapa para el conector.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Alinee el conector a los pines del dispositivo. 3. Alinee el lado de cableado del conector en el zócalo. 4. Con un movimiento giratorio, empuje firmemente el conector hacia abajo hasta que encaje.
	<p>Compruebe si el conector está bien alineado y encajado correctamente.</p>

4.3.7 Instalación y desmontaje de un cable de ampliación

El cable de ampliación S7-1200 proporciona una flexibilidad adicional a la hora de configurar la estructura del sistema S7-1200. Solo se permite un cable de ampliación por sistema de CPU. El cable de ampliación se instala o bien entre la CPU y el primer SM, o bien entre dos SMs.

Tabla 4- 12 Instalación y desmontaje del conector macho del cable de ampliación

Tarea	Procedimiento
	<p>Para montar el conector macho:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Presione el conector en el conector de bus del lado derecho del módulo de señales o la CPU. <p>Para retirar el conector macho:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica. 2. Tire del conector hembra para soltarlo del módulo de señales o la CPU.
	

S7-1200 ofrece varios tipos de comunicación entre CPU, y programadoras, HMI y otras CPU.

**ADVERTENCIA**

Si un atacante puede acceder físicamente a las redes, posiblemente podrá leer y escribir datos.

El TIA Portal, la CPU y los HMIs (excepto los que utilizan GET/PUT) utilizan comunicación segura con protección contra reproducción y ataques "man-in-the-middle". Una vez que la comunicación está habilitada, el intercambio de los mensajes firmados se desarrolla en texto claro, lo que permite a cualquier atacante leer los datos, pero protege contra la escritura no autorizada de datos. El TIA Portal, no el proceso de comunicación, encripta los datos de los bloques con protección de know-how.

Todas las formas de comunicación restantes (intercambio E/S a través de PROFIBUS, PROFINET, AS-i u otro bus E/S, GET/PUT, bloque T y módulos de comunicación (CM)) carecen de funciones de seguridad. Este tipo de comunicaciones deben protegerse limitando el acceso físico. Si un atacante puede acceder físicamente a las redes con estos tipos de comunicación, posiblemente pueda leer y escribir datos.

Para más información sobre seguridad y recomendaciones, consulte nuestras "Guías operacionales sobre seguridad industrial"

(http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/industrial-security/Documents/operational_guidelines_industrial_security_en.pdf) en la página de atención al cliente de Siemens.

PROFINET

PROFINET se usa para intercambiar datos a través del programa de usuario con otros interlocutores vía Ethernet:

- En el S7-1200, PROFINET soporta 16 dispositivos E/S con un máximo de 256 submódulos, y PROFIBUS admite 3 maestros PROFIBUS DP independientes, con 32 esclavos por maestro DP y un máximo de 512 módulos por maestro DP.
- Comunicación S7
- Protocolo User Datagram Protocol (UDP)
- ISO on TCP (RFC 1006)
- Transport Control Protocol (TCP)

Controlador PROFINET IO

En calidad de controlador IO que utiliza PROFINET IO, la CPU se comunica con un máximo de 16 dispositivos PN en la red PN local o a través de un acoplador PN/PN (link). Véase PROFIBUS and PROFINET International, PI www.profinet.com para más información.

PROFIBUS

PROFIBUS se usa para intercambiar datos a través del programa de usuario con otros interlocutores a través de la red PROFIBUS:

- Con CM 1242-5 la CPU funciona como esclavo PROFIBUS DP.
- Con CM 1243-5 la CPU funciona como maestro PROFIBUS DP de clase 1.
- Los esclavos PROFIBUS DP, los maestros PROFIBUS DP, así como AS-i (los tres módulos de comunicación del lado izquierdo) y PROFINET son redes de comunicación separadas que no se limitan unas a otras.

AS-i

el CM 1243-2 maestro AS-i del S7-1200 permite conectar una red AS-i a una CPU S7-1200.

Comunicación S7 de CPU a CPU

Se puede crear una conexión con un interlocutor y utilizar las instrucciones GET y PUT para la comunicación con CPUs S7.

Comunicación TeleService

En TeleService vía GPRS, una estación de ingeniería en la que está instalado STEP 7 se comunica mediante la red GSM e Internet con una estación SIMATIC S7-1200 con un CP 1242-7. La conexión se ejecuta mediante un servidor de telecontrol que actúa de intermediario y que está conectado a Internet.

IO-Link

El maestro S7-1200 SM 1278 4xIO-Link permite a los dispositivos IO-Link conectarse con un S7-1200 CPU.

A.5 CPU 1212C

A.5.1 Especificaciones generales y propiedades

Tabla A- 28 General

Datos técnicos	CPU 1212C AC/DC/relé	CPU 1212C DC/DC/relé	CPU 1212C DC/DC/DC
Referencia	6ES7212-1BE40-0XB0	6ES7212-1HE40-0XB0	6ES7212-1AE40-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	90 x 100 x 75		
Peso de envío	425 gramos	385 gramos	370 gramos
Disipación de potencia	11 W	9 W	
Intensidad disponible (SM ≠ bus CM)	1000 mA máx. (5 V DC)		
Intensidad disponible (24 V DC)	300 mA máx. (alimentación de sensores)		
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada		

Tabla A- 29 Propiedades de la CPU

Datos técnicos	Descripción	
Memoria de usuario (Consulte "Datos técnicos generales (Página 139)", "Remanencia de la memoria interna de la CPU".)	Trabajo	75 KB
	Carga	2 MB, interna, ampliable hasta tamaño de tarjeta SD
	Remanente	10 KB
E/S digitales integradas	8 entradas/6 salidas	
E/S analógicas integradas:	2 entradas	
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)	
Área de marcas (M)	4096 bytes	
Memoria temporal (local)	<ul style="list-style-type: none"> • 16 KB para arranque ≠ ciclo (incluyendo los FB ≠ FC asociados) • 6 KB para cada uno de los niveles de prioridad de alarma (incluidos los FB ≠ FC asociados) 	
Ampliación con módulos de señales	2 SM máx.	
Ampliación con SB, CB o BB	1 máx.	
Ampliación con módulos de comunicación	3 CM máx.	

Datos técnicos	Descripción
Contadores rápidos	Se han configurado un máximo de 6 para usar cualquier entrada integrada o de SB. Consulte "[Asignación de los pines de entrada de hardware]" (Página 691) para la CPU 1212C: Asignaciones de direcciones predeterminadas del HSC. <ul style="list-style-type: none"> • 100/180 kHz (de Ia.0 a Ia.5) • 30 /120 kHz (de Ia.6 a Ia.7)
Salidas pulsadas ²	Se han configurado un máximo de 4 para usar cualquier salida integrada o de SB <ul style="list-style-type: none"> • 100 kHz (de Qa.0 a Qa.3) • 20 kHz (de Qa.4 a Qa.5)
Entradas de captura de impulsos	8
Alarmas de retardo	4 en total con resolución de 1 ms
Alarmas cíclicas	4 en total con resolución de 1 ms
Alarmas de flanco	8 ascendentes / 8 descendentes (12 / 12 con Signal Board opcional)
Memor ^y Card	SIMATIC Memor ^y Card (opcional)
Precisión del reloj en tiempo real	+/- 60 segundos/mes
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	20 días típ./12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)

- ¹ La velocidad más lenta se aplica cuando el HSC está configurado para el modo de operación en cuadratura.
- ² Para modelos de CPU con salidas de relé, se debe instalar una Signal Board (SB) digital para emplear las salidas de impulsos.

Tabla A-30 Rendimiento

Tipo de instrucción		Velocidad de ejecución	
		Direccionamiento directo (I, Q / M)	Accesos a DB
Boole		0,08 µs/instrucción	
Desplazamiento	Move_Bool	0,3 µs/instrucción	1,17 µs/instrucción
	Move_Word	0,137 µs/instrucción	1,0 µs/instrucción
	Move_Real	0,72 µs/instrucción	1,0 µs/instrucción
Funciones matemáticas	Sumar números reales	1,48 µs/instrucción	1,78 µs/instrucción

Nota

Muchas variables afectan a los tiempos medidos. Los tiempos de ejecución son válidos para las instrucciones más rápidas de esta categoría y para programas que no contienen errores.

Para ampliar la información revisar documento en línea.

https://media.automation24.com/manual/es/91696622_s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

ANEXO B: MANUAL SENTRON PAC 3200

SIEMENS

SETRON

**Multímetro
SETRON PAC3200**

Manual de producto

<u>Introducción</u>	1
<u>Consignas de seguridad</u>	2
<u>Descripción</u>	3
<u>Planificación de la aplicación</u>	4
<u>Montaje</u>	5
<u>Conexión</u>	6
<u>Puesta en servicio</u>	7
<u>Manejo</u>	8
<u>Parametrización</u>	9
<u>Reparaciones y mantenimiento</u>	10
<u>Datos técnicos</u>	11
<u>Croquis acotados</u>	12
<u>Apéndice</u>	A
<u>Directivas ESD</u>	B
<u>Lista de abreviaturas</u>	C

Descripción

3.1 Características

El SENTRON PAC3200 es un multímetro tipo central de medida para la visualización de todos los parámetros de red relevantes en la distribución de energía eléctrica en baja tensión. Puede realizar mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas, y puede utilizarse en redes (sistemas) en esquema TN, TT e IT de dos, tres o cuatro conductores.

Gracias a su diseño compacto en formato 96 x 96 mm representa un sustituto ideal para los instrumentos analógicos convencionales.

Gracias a su amplio rango de tensión medida, el SENTRON PAC3200 con fuente de alimentación multirango puede conectarse directamente a cualquier red de baja tensión con una tensión nominal de hasta 690 V (máx. 600 V para UL).

Para la variante con fuente de alimentación de muy baja tensión está permitida la conexión directa a redes de hasta 500 V.

Pueden medirse tensiones superiores si se usan transformadores de tensión. Para la medida de corrientes se pueden utilizar transformadores de corriente x/1 A o x/5 A.

La gran pantalla gráfica de cristal líquido permite la lectura incluso a grandes distancias. El SENTRON PAC3200 dispone de una retroiluminación regulable para garantizar una lectura óptima incluso en condiciones lumínicas desfavorables.

Ofrece un manejo intuitivo para el usuario gracias a cuatro teclas de función, e información multilingüe en texto claro. Adicionalmente, el usuario experimentado dispone de una navegación directa, la cual permite realizar una selección rápida del menú deseado.

El SENTRON PAC3200 dispone de una serie de útiles funciones de monitoreo, diagnóstico y servicio técnico, un contador de tarifa doble de energía activa y reactiva, un contador universal y un contador de horas de funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio de consumidores conectados.

Para la comunicación se puede utilizar la interfaz Ethernet integrada o un módulo de interfaz opcional.

Además, el SENTRON PAC3200 dispone de una entrada y una salida digitales multifuncionales. La parametrización puede realizarse directamente en el dispositivo o a través de una interfaz de comunicación.

Para evitar accesos no autorizados se ha integrado un sistema de protección por clave en la parte frontal del dispositivo.

Variantes de dispositivo

El dispositivo está disponible en las siguientes variantes:

Tabla 3-1 Variantes de dispositivo

Multímetro SENTRON PAC3200	
Referencia	Nombre
7KM2112-0BA00-2AA0	SETRON PAC3200 con fuente de alimentación multirango \neq conexiones para terminales de ojal
7KM2112-0BA00-3AA0	SETRON PAC3200 con fuente de alimentación multirango \neq bornes de tornillo
7KM2111-1BA00-3AA0	SETRON PAC3200 con fuente de alimentación de muy baja tensión \neq bornes de tornillo

Medición

- Obtención de más de 50 magnitudes medidas a partir de las magnitudes básicas con valores máximos y mínimos (función de indicador de arrastre), así como valores medios para tensiones simples y compuestas y corrientes. Además de los valores medios se muestran también sus correspondientes mínimos y máximos.
- Dotado de fuente de alimentación multirango, el SENTRON PAC3200 puede conectarse directamente a redes industriales de 690 V (máx. 600 V para UL) (categoría de medición III, grado de ensuciamiento 2). Mayores tensiones si se usan transformadores de tensión.
- Equipado con fuente de alimentación de muy baja tensión, el SENTRON PAC3200 puede conectarse directamente a redes de hasta 500 V.
- Para transformadores de corriente x/1 A y x/5 A. Relación del transformador y sentido de corriente programables.
- Para redes de 2, 3 y 4 conductores. Apto para redes TN, TT e IT.
- Alta precisión de medida 0,5% del valor medido para energía.

Contadores y valores medios (demanda) de potencia

- Un total de 10 contadores de energía totalizan la energía activa, reactiva y aparente para tarifas bajas y altas, energía importada y exportada.
- Determinación y memorización del último valor medio del periodo de demanda de la potencia activa y reactiva, para la generación sencilla de perfiles de carga mediante software. Periodo de demanda programable de 1 a 60 minutos.
- Contador universal configurable para contar violaciones de límites, modificaciones de estado en la entrada o salida digital, o para visualizar la energía activa o reactiva entregada vía generador de impulsos, p. ej. interfaz S0.
- Contador de horas de funcionamiento para el monitoreo del tiempo de servicio de un consumidor conectado.

Funciones de monitoreo

- Monitoreo de 6 valores límite. Se pueden vincular lógicamente los valores límite mediante operadores lógicos Y / O. Un operador O permite generar un aviso agrupado que indicará la violación de al menos un límite.
- Monitoreo del sentido de giro.
- Monitoreo del estado de la entrada digital.
- Monitoreo del estado de servicio del SENTRON PAC3200.

Visualización y manejo

- Gran pantalla gráfica retroiluminada de cristal líquido para una lectura óptima incluso a grandes distancias.
- Parametrización y manejo a través de menús en pantalla en texto claro.
- Selección de idioma para la visualización de menús y textos en pantalla.
- Identificadores de fases seleccionables (L1, L2, L3 <=> a, b, c).

Alimentación

- Fuente de alimentación multirango AC/DC:
Alimentación con 95 a 240 V AC $\pm 10\%$ / 50 / 60 Hz ó
110 a 340 V DC $\pm 10\%$.
- Fuente de alimentación DC de muy baja tensión:
Alimentación con 24 V, 48 V y 60 V DC $\pm 10\%$ ó
22 a 65 V DC $\pm 10\%$.

Formato de instalación

- Formato de instalación en cuadro/tablero 96 x 96 mm.
- Tan sólo 51 mm de profundidad sin módulo de ampliación; 73 mm de profundidad con módulo de alimentación. El conector de interfaz se enchufa lateralmente en el módulo de ampliación, por lo que no incrementa la profundidad de montaje.

Interfaz

- Interfaz Ethernet integrada.
- Ampliable con módulo opcional (p. ej. módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP).
- Ampliable con módulo opcional (p. ej. módulo de ampliación PAC RS485).

Planificación de la aplicación

4.1 Planificación de la aplicación

Lugar de montaje

El SENTRON PAC3200 ha sido diseñado para ser instalado en paneles de tableros/cuadros fijos ubicados en salas cerradas.

Los paneles y puertas conductores de tableros/cuadros deben estar puestos a tierra. Las puertas del tablero/cuadro deben estar conectadas a éste mediante un cable de tierra.

Posición de montaje

El dispositivo se debe montar verticalmente.

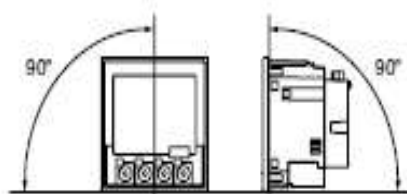


Figura 4-1 Posición de montaje


El sentido preferente de visión sobre la pantalla es el oblicuo desde abajo.

Espacio de montaje y ventilación

Al objeto de garantizar la temperatura de empleo permitida se debe mantener una distancia lo suficientemente grande con respecto a otros componentes. Información sobre medidas en el capítulo "Croquis acotados".

Reserve espacio suficiente para:

- Ventilación
- Cableado
- Conector RJ45 y llegada de cable en la parte superior del dispositivo
- Módulo de ampliación opcional conectable en la parte posterior del dispositivo, incluido conector y llegada de cable

 PRECAUCIÓN
Garantizar una ventilación suficiente Asegúrese de que los orificios de ventilación de la caja no se encuentren obstruidos. El cableado, los cables de conexión y otros elementos no deben obstaculizar la ventilación.

Condiciones ambientales

Utilice el SENTRON PAC3200 únicamente en aquellos lugares en los que las condiciones ambientales permitan su correcto servicio:

Rango de temperatura	
• Rango de temperatura de empleo	- 10 °C a + 55 °C
• Rango de temperatura en almacenamiento	- 25 °C a + 70 °C
Humedad relativa del aire	95 % a 25 °C sin condensación (en condiciones normales)
Altitud de empleo sobre nivel del mar	hasta 2000 m
Grado de contaminación	2
Grado de protección según IEC 60629	
• Frente	IP65
• Lado posterior	IP20, NEMA 1A

Compensación de temperatura

Para evitar condensaciones, antes de conectar el dispositivo a tensión éste deberá permanecer al menos 2 horas en el lugar donde deberá funcionar.

Consulte también

Croquis acotados (Página 169)

Montaje

5.1 Desembalaje

Observe las directivas ESD. Abra el embalaje con cuidado. No emplee la fuerza.

Comprobación del embalaje

Una vez recibido el dispositivo, realice las siguientes comprobaciones antes de proceder al montaje:

- Compruebe si existen desperfectos en el embalaje.
- Compruebe la integridad del contenido del embalaje.
- Asegúrese de que el dispositivo no presenta desperfectos externos.

Póngase en contacto con el distribuidor local de Siemens en los casos siguientes:

- El embalaje está dañado.
- El contenido del embalaje es incompleto.
- El dispositivo está dañado.



⚠ ADVERTENCIA

Aparatos dañados

Los aparatos dañados pueden tener defectos que afecten la seguridad. Pueden producirse lesiones y daños materiales.

No instale aparatos dañados ni los ponga en marcha.

Almacenar

Almacene la unidad SENTRON PAC3200 en un lugar seco.

ATENCIÓN

Evite condensaciones

Las oscilaciones repentinas de temperatura pueden provocar condensaciones. La condensación puede influir en la capacidad de funcionamiento del dispositivo. Almacene el dispositivo durante al menos 2 horas en el lugar de servicio antes de proceder a su montaje.



Non-contact Infrared Temperature Sensor

[Type: SEN0256-TS01(0-3V)]

Product Specification

Version Number: V1.0

1. Introduction

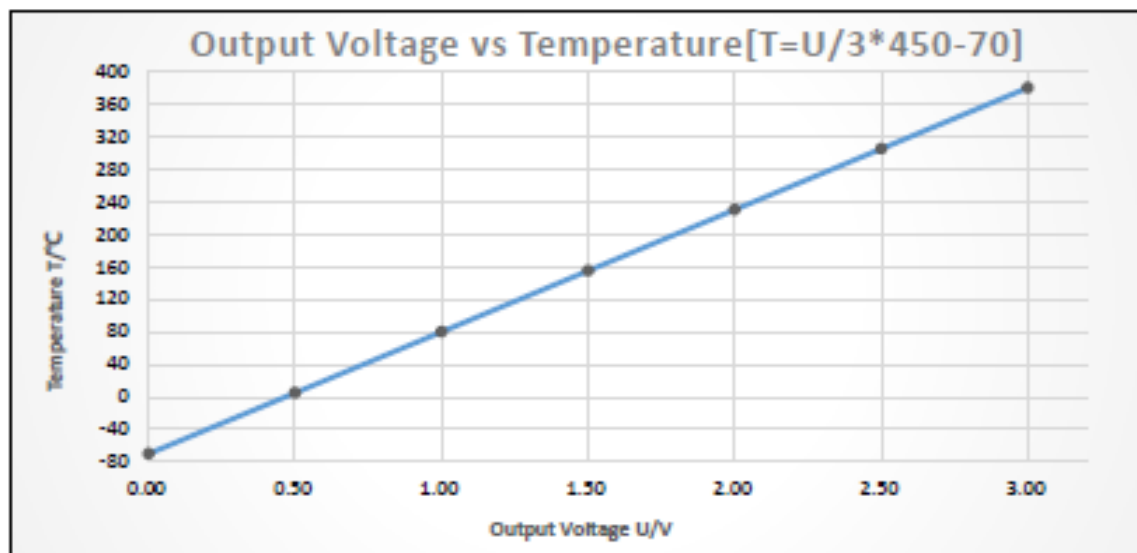
This product is a non-contact infrared temperature sensor. It can be used to detect the infrared intensity of an object so as to calculate its surface temperature without touching, and then convert the temperature value into voltage value and output it.

The sensor's case is made of metal which makes it able to protect against impact, water, dust and so on. Given stable output data, this temperature sensor can exhibit a much better measuring performance than most other similar products on the market.

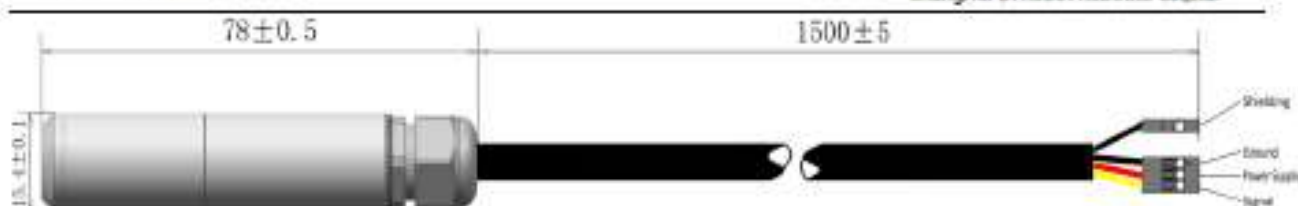
2. Specification

- Operating Voltage: DC 5.0~24.0V
- Operating Temperature Range: -40°C~85°C
- Measuring Range: -70°C~380°C
- Output Signal: 0~3V
- Temperature Resolution: 0.11°C
- Measuring Accuracy: $\pm 0.5^{\circ}\text{C} \sim \pm 4^{\circ}\text{C}$ [see remarks]
- Nominal Operating Current: 20mA
- Field of View(FOV): 5° [see remarks]
- Defense Grade: IP65
- User Interface: DuPont Pin

3. Output Voltage vs Temperature



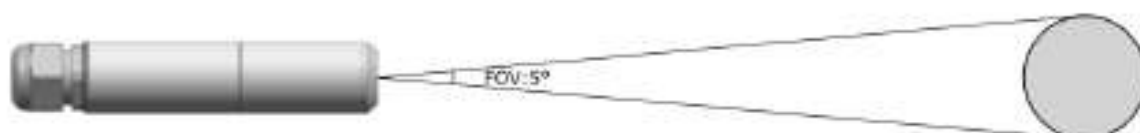
4. Dimension and Interface Description (mm)



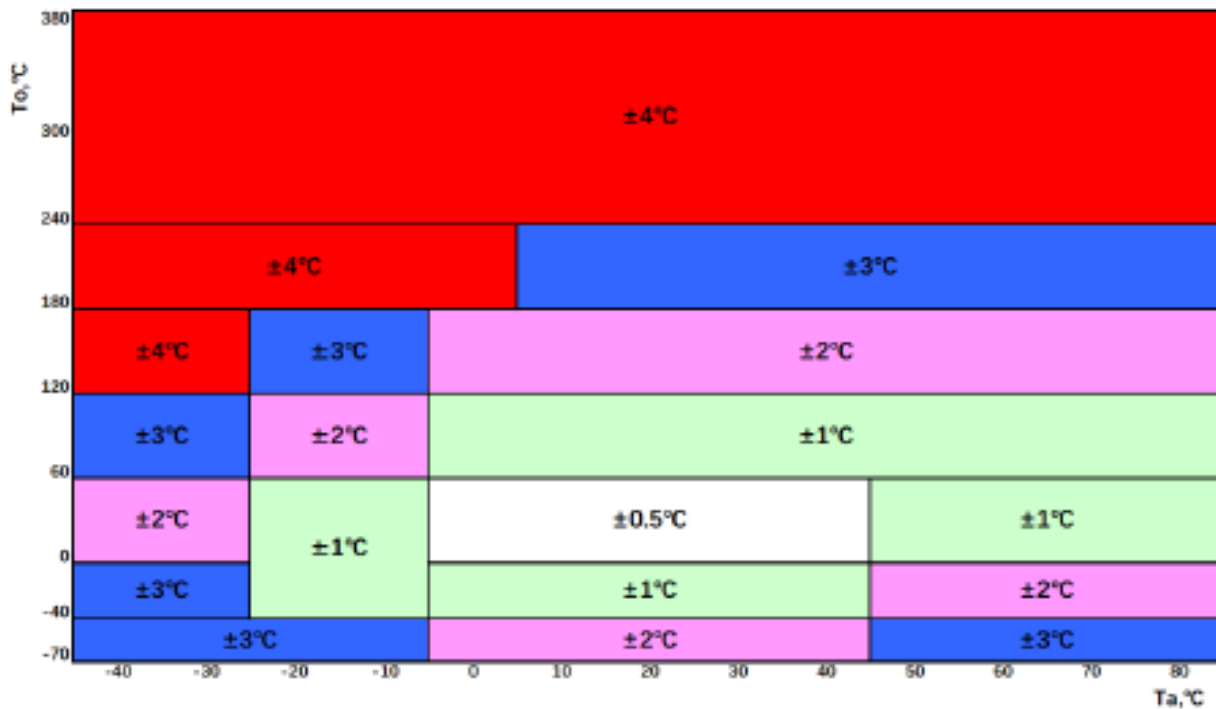
Interface Description	
Name	Description
Power Supply	Positive Pole (Vin)
Ground	Negative Pole(GND)
Signal	Analog Voltage Output (0-3V)
Shielding	Grounding the shielding can help to reduce noise

5. Remarks

- The field of view(FOV) of the sensor is 5° . The target dimension and the optical properties of the IR temperature sensor decided the maximum distance between the target and the probe. The field of view of the sensor is shown below.



- The gradient diagram of measuring accuracy of the sensor is shown below (T_0 is the measured temperature; T_a is the temperature of the environment the sensor locates in). Please note that the temperature error only applies to a certain isothermal condition, and it's only valid when the detected object is fully filling in the FOV of the sensor.



- The measured temperature is an average temperature value that belongs to the detected heat source in the FOV of the sensor. If there is a need for accurate measurement, users have to correct the data for the practical using scene.
- Using low-noise power input is helpful to improve the accuracy.
- Do not use the sensor in the condition out of the rated technical parameters in order to avoid device damage.
- The product is equipped with an all-metal case and shielding wires, which can effectively reduce electromagnetic interference. However, for a more stable performance, please try to keep the sensor away from electromagnetic source (such as motor, high-power cable) when installing the device.

6. Shipping List

TS01 Infrared Temperature Sensor (with an 1.5 cable), Certificate, Warranty Card.

ANEXO D: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO A PRUEBA “HORNO DE ENVEJECIMIENTO”

Ficha técnica		N°:	1
			
Equipo	Horno de envejecimiento		
Marca	S/N		
Modelo	291		
Serie	01/678/1		
Año	2001		
Procedencia	Italia		
Teléfono	0381-340111		
Datos de ubicación			
Ordinal			
Código institucional			
Ubicación			
Datos técnicos			
Voltaje	208 V - 230 V		
Amperaje	47 A		
Numero de fases	3		
Frecuencia	60 Hz		
Factor de potencia			
Eff			
Potencia			
Peso	370		

ANEXO E: DATOS OBTENIDOS DEL EQUIPO A PRUBA

Datos adquiridos por el módulo de la máquina puesto a prueba (parte 1)

Record	Date	UTC Time	Voltaje L_L	Voltaje L_N	Corriente Uno	Corriente Dos	Corriente Tres	Corriente M
		hh:mm:ss	V	V	A	A	A	A
1	7/25/2022	07:55:26	201.87	116.74	13.34	12.23	16.11	13.89
2	7/25/2022	08:00:26	208.51	120.58	5.90	5.66	6.59	6.16
3	7/25/2022	08:05:26	203.94	117.72	13.50	12.23	16.17	13.96
4	7/25/2022	08:10:26	212.54	122.91	2.77	2.83	2.78	2.85
5	7/25/2022	08:15:26	202.86	117.09	13.36	12.21	16.12	13.90
6	7/25/2022	08:20:26	211.97	122.39	2.31	2.52	2.37	2.40
7	7/25/2022	08:25:26	202.97	117.16	13.47	12.33	16.13	13.98
8	7/25/2022	08:30:26	202.92	117.13	13.45	12.28	16.19	13.97
9	7/25/2022	08:35:26	203.55	117.49	13.50	12.28	16.19	13.99
10	7/25/2022	08:40:26	202.97	117.16	13.43	12.29	16.11	13.94
11	7/25/2022	08:45:26	204.28	118.13	11.81	10.89	14.16	12.29
12	7/25/2022	08:50:26	201.87	117.13	13.34	12.23	16.11	13.89
13	7/25/2022	08:55:26	208.51	120.58	5.90	5.66	6.59	6.16
14	7/25/2022	09:00:26	203.94	117.72	13.50	12.23	16.17	13.96
15	7/25/2022	09:05:26	212.54	122.91	2.77	2.83	2.78	2.85
16	7/25/2022	09:10:26	202.86	117.09	13.36	12.21	16.12	13.90
17	7/25/2022	09:15:26	211.97	122.39	2.31	2.52	2.37	2.40
18	7/25/2022	09:20:26	202.82	117.07	13.33	12.24	16.03	13.87
19	7/25/2022	09:25:26	211.89	122.34	2.25	2.52	2.31	2.36
20	7/25/2022	09:30:26	203.00	117.17	13.31	12.29	16.00	13.87
21	7/25/2022	09:35:26	202.97	117.16	13.43	12.29	16.11	13.94
22	7/25/2022	09:40:26	204.28	118.13	11.81	10.89	14.16	12.29
23	7/25/2022	09:45:26	201.87	116.74	13.34	12.23	16.11	13.89
24	7/25/2022	09:50:26	208.51	120.58	5.90	5.66	6.59	6.16
25	7/25/2022	09:55:26	203.94	117.72	13.50	12.23	16.17	13.96
26	7/25/2022	10:00:26	212.54	122.91	2.77	2.83	2.78	2.85
27	7/25/2022	10:05:26	202.86	117.09	13.36	12.21	16.12	13.90

28	7/25/2022	10:10:26	211.97	122.39	2.31	2.52	2.37	2.40
29	7/25/2022	10:15:26	202.82	117.07	13.33	12.24	16.03	13.87
30	7/25/2022	10:20:26	203.00	117.17	13.31	12.29	16.00	13.87
31	7/25/2022	10:25:26	202.97	117.16	13.43	12.29	16.11	13.94
32	7/25/2022	10:30:26	204.28	118.13	11.81	10.89	14.16	12.29
33	7/25/2022	10:35:26	201.87	116.74	13.34	12.23	16.11	13.89
34	7/25/2022	10:40:26	208.51	120.58	5.90	5.66	6.59	6.16
35	7/25/2022	10:45:26	203.94	117.72	13.50	12.23	16.17	13.96
36	7/25/2022	10:50:26	212.54	122.91	2.77	2.83	2.78	2.85
37	7/25/2022	10:55:26	202.86	117.09	13.36	12.21	16.12	13.90
38	7/25/2022	11:00:26	202.97	117.16	13.47	12.33	16.13	13.98
39	7/25/2022	11:05:26	202.92	117.13	13.45	12.28	16.19	13.97
40	7/25/2022	11:10:26	203.55	117.49	13.50	12.28	16.19	13.99

Datos adquiridos por el módulo de la máquina puesto a prueba (parte 2)

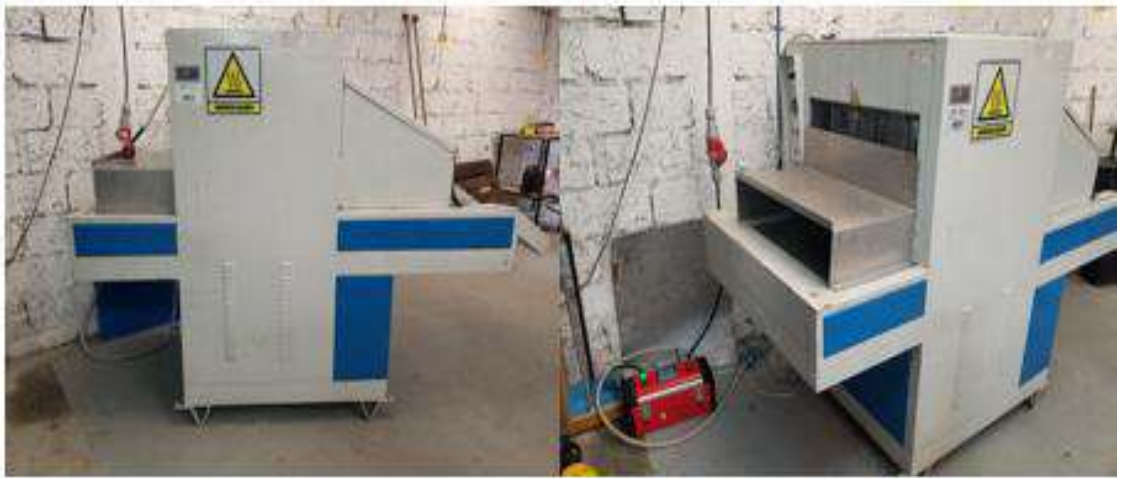
Record	Date	UTC Time	Corriente M	Potencia Aparente	Potencia Activa	Potencia Reactiva	Temp.	Factor Potencia
		hh:mm:ss	A	kW	kVA	kVAr	°C	%
1	7/25/2022	07:55:26	13.89	4869.83	-4810.72	-360.94	18	0.99
2	7/25/2022	08:00:26	6.16	2436.07	-2275.37	-440.00	30	0.99
3	7/25/2022	08:05:26	13.96	4933.94	-4872.09	-366.11	32	0.99
4	7/25/2022	08:10:26	2.85	1210.58	-1091.41	-480.26	34	0.99
5	7/25/2022	08:15:26	13.90	4885.95	-4831.04	-361.34	32	0.99
6	7/25/2022	08:20:26	2.40	888.29	-729.13	-479.44	33	0.99
7	7/25/2022	08:25:26	13.98	4913.80	-4853.05	-370.32	36	0.99
8	7/25/2022	08:30:26	13.97	4911.07	-4853.72	-368.35	35	0.99
9	7/25/2022	08:35:26	13.99	4933.25	-4873.97	-369.02	34	0.99
10	7/25/2022	08:40:26	13.94	4902.08	-4841.48	-367.15	32	0.99
11	7/25/2022	08:45:26	12.29	4451.96	-3909.13	-403.96	34	0.88

12	7/25/2022	08:50:26	13.89	4869.83	-4810.72	-360.94	32	0.99
13	7/25/2022	08:55:26	6.16	2436.07	-2275.37	-440.00	33	0.93
14	7/25/2022	09:00:26	13.96	4933.94	-4872.09	-366.11	36	0.99
15	7/25/2022	09:05:26	2.85	1210.58	-1091.41	-480.26	35	0.90
16	7/25/2022	09:10:26	13.90	4885.95	-4831.04	-361.34	34	0.99
17	7/25/2022	09:15:26	2.40	888.29	-729.13	-479.44	32	0.82
18	7/25/2022	09:20:26	13.87	4871.75	-4812.20	-357.94	34	0.99
19	7/25/2022	09:25:26	2.36	866.50	-723.74	-473.75	32	0.84
20	7/25/2022	09:30:26	13.87	4877.46	-4819.54	-358.20	33	0.99
21	7/25/2022	09:35:26	13.94	4902.08	-4841.48	-367.15	36	0.99
22	7/25/2022	09:40:26	12.29	4451.96	-3909.13	-403.96	35	0.88
23	7/25/2022	09:45:26	13.89	4869.83	-4810.72	-360.94	34	0.99
24	7/25/2022	09:50:26	6.16	2436.07	-2275.37	-440.00	32	0.93
25	7/25/2022	09:55:26	13.96	4933.94	-4872.09	-366.11	34	0.99
26	7/25/2022	10:00:26	2.85	1210.58	-1091.41	-480.26	32	0.90
27	7/25/2022	10:05:26	13.90	4885.95	-4831.04	-361.34	33	0.99
28	7/25/2022	10:10:26	2.40	888.29	-729.13	-479.44	36	0.82
29	7/25/2022	10:15:26	13.87	4871.75	-4812.20	-357.94	35	0.99
30	7/25/2022	10:20:26	13.87	4877.46	-4819.54	-358.20	34	0.84
31	7/25/2022	10:25:26	13.94	4902.08	-4841.48	-367.15	32	0.99
32	7/25/2022	10:30:26	12.29	4451.96	-3909.13	-403.96	34	0.99
33	7/25/2022	10:35:26	13.89	4869.83	-4810.72	-360.94	32	0.99
34	7/25/2022	10:40:26	6.16	2436.07	-2275.37	-440.00	33	0.99
35	7/25/2022	10:45:26	13.96	4933.94	-4872.09	-366.11	36	0.99
36	7/25/2022	10:50:26	2.85	1210.58	-1091.41	-480.26	35	0.99
37	7/25/2022	10:55:26	13.90	4885.95	-4831.04	-361.34	34	0.99
38	7/25/2022	11:00:26	13.98	4913.80	-4853.05	-370.32	32	0.99
39	7/25/2022	11:05:26	13.97	4911.07	-4853.72	-368.35	34	0.99
40	7/25/2022	11:10:26	13.99	4933.25	-4873.97	-369.02	32	0.99

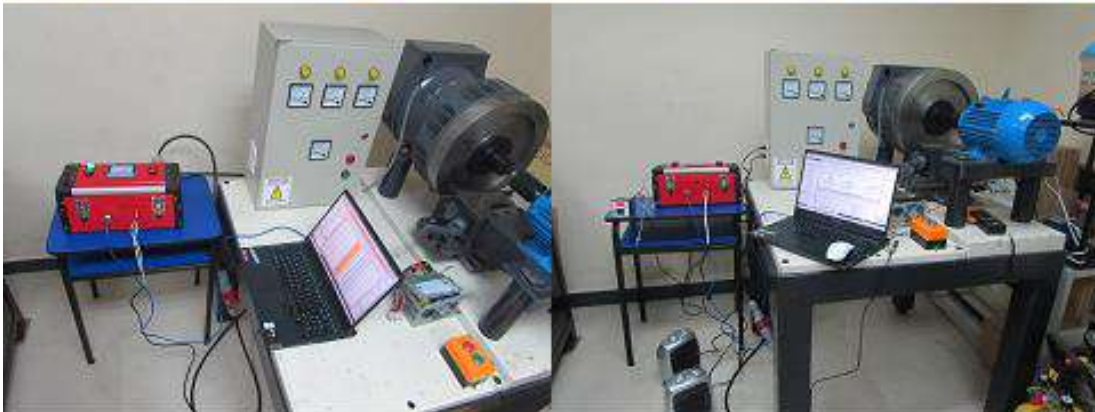
ANEXO F: ADAPTACIÓN DE TOMAS DE CORRIENTE DE 32A – 16A.



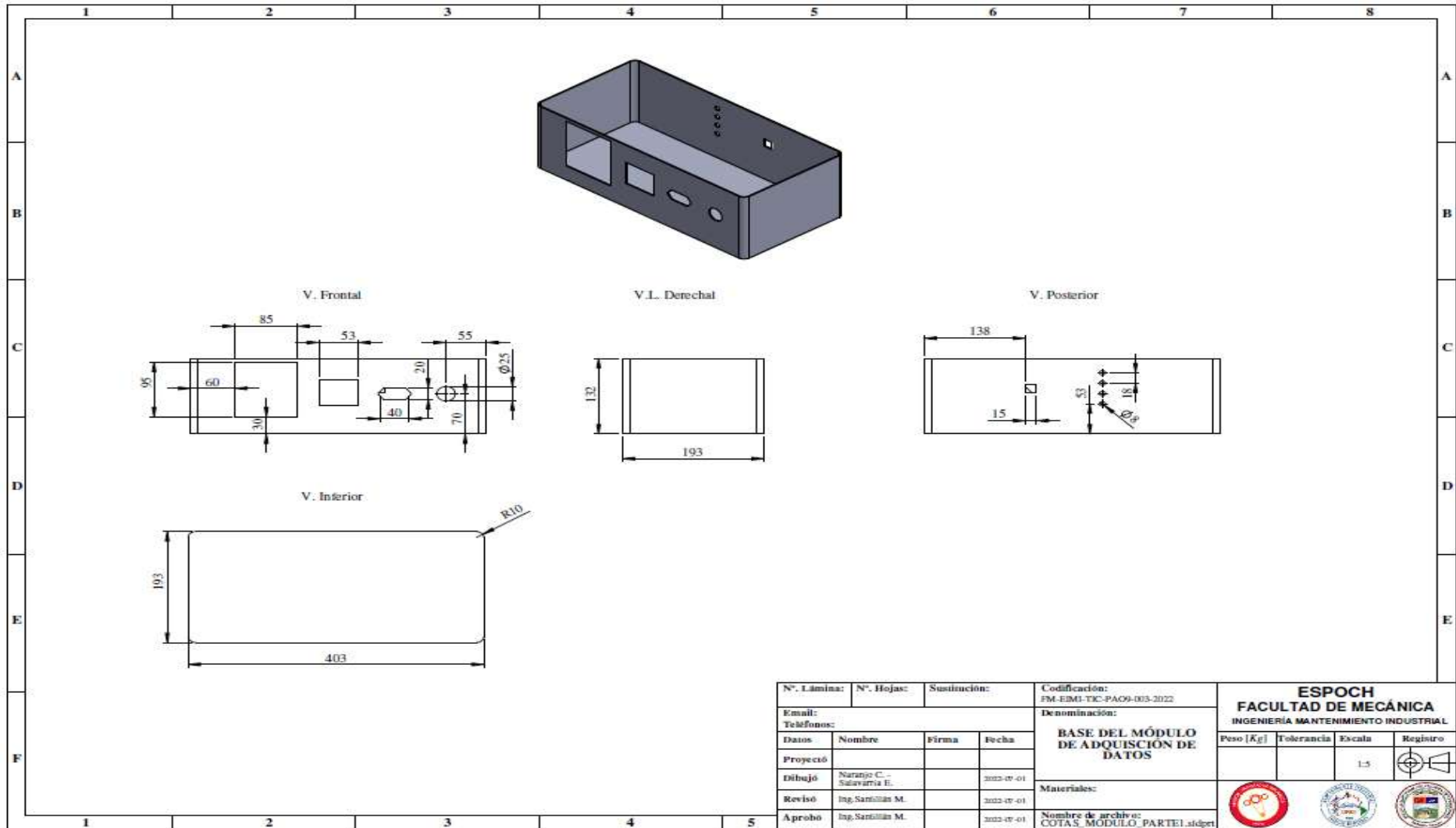
ANEXO G: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO EN UN HORNO DE ENVEJECIMIENTO.

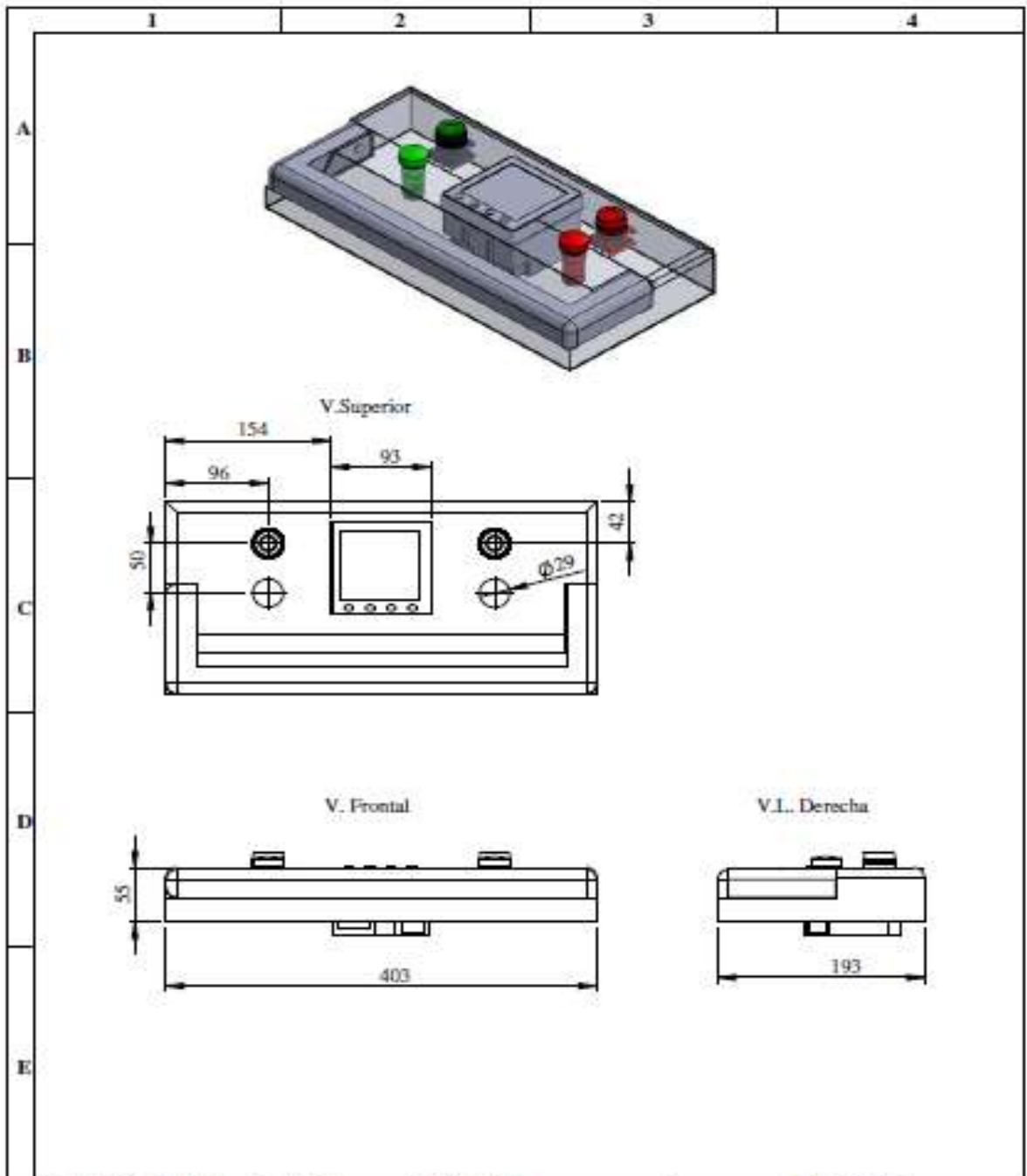


ANEXO H: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO EN EL LABORATORIO DE DIAGNOSTICO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA.



ANEXO I: PLANOS DE ESTRUCTURA





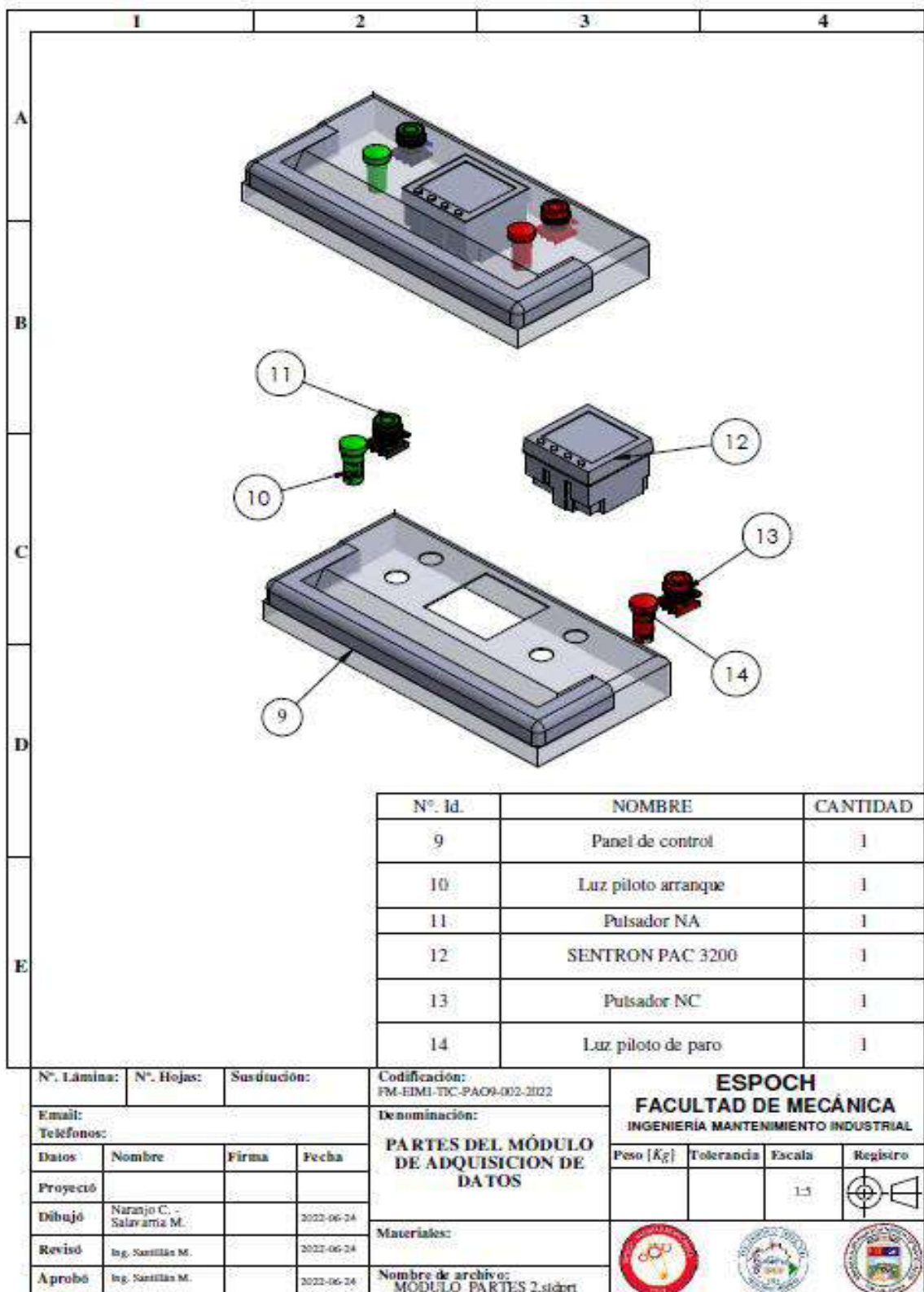
N°. Lámina:		N°. Hojas:		Sustitución:		Codificación: FM-EIMI-TIC-PA-09-004-2022		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email:		Teléfono:		Denominación: PANEL DE CONTROL DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS		Materiales:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha			Peso (Kg)	Tolerancia	Escala	Registro		
Proyecto											
Dibujó	Narajo C. - Salazar M.		2022-07-20								
Revisó	Ing. Saucedo M.		2022-07-20								
Aprobó	Ing. Saucedo M.		2022-07-20								



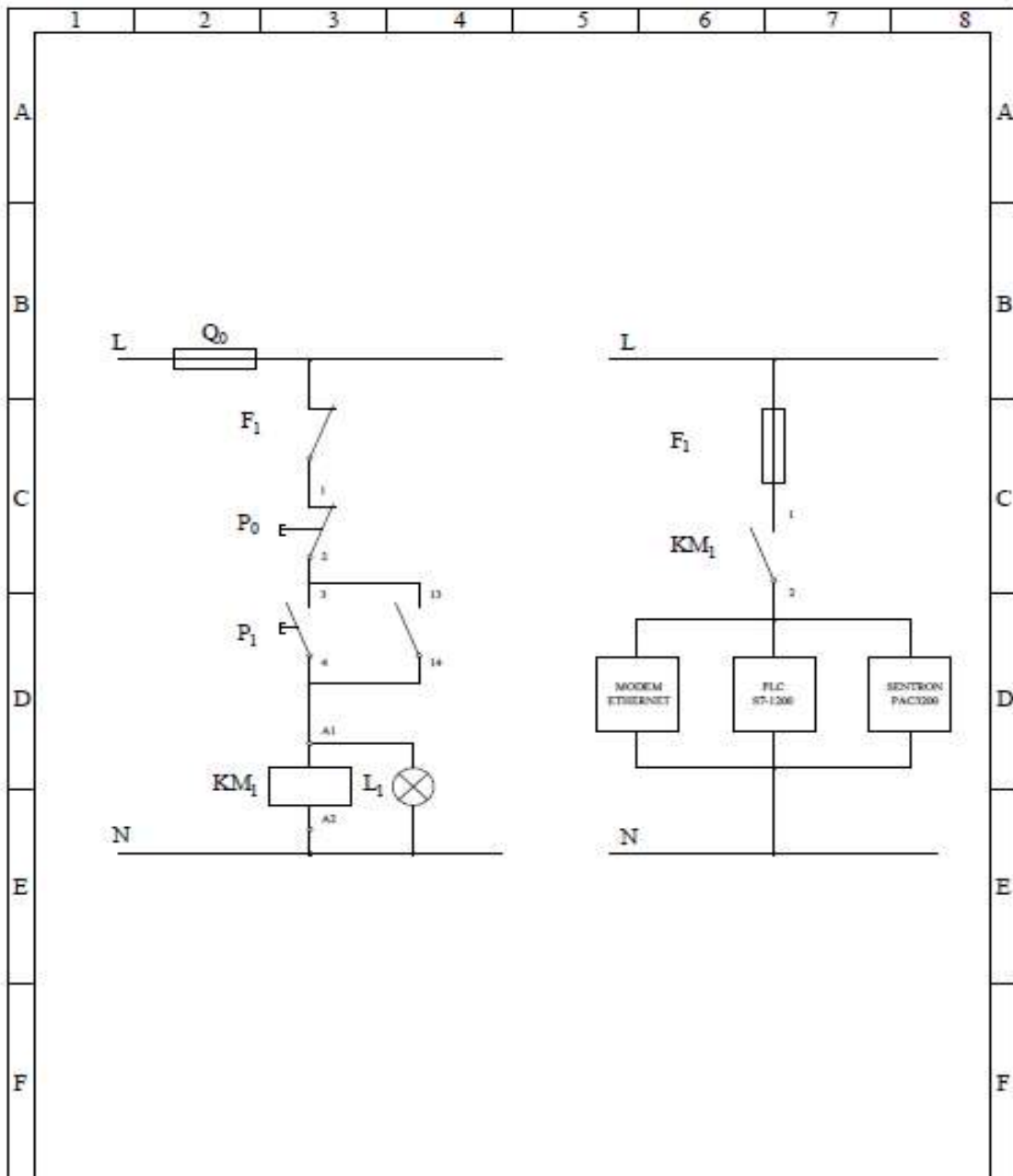
ANEXO J: PLANO DESPIECE

N°. Id.	NOMBRE	CANTIDAD
1	Base módulo 40x20x15 cm	1
2	Acrílico 36x19x1 cm	1
3	Riel DIN metálica 35mm	1
4	Canaleta ranurada 25x25 mm	3
5	Transformador de corriente 100/5A	3
6	Contactora 32A - Bobina 120V	1
7	Breaker 32A	1
8	PLC S7-1200	1

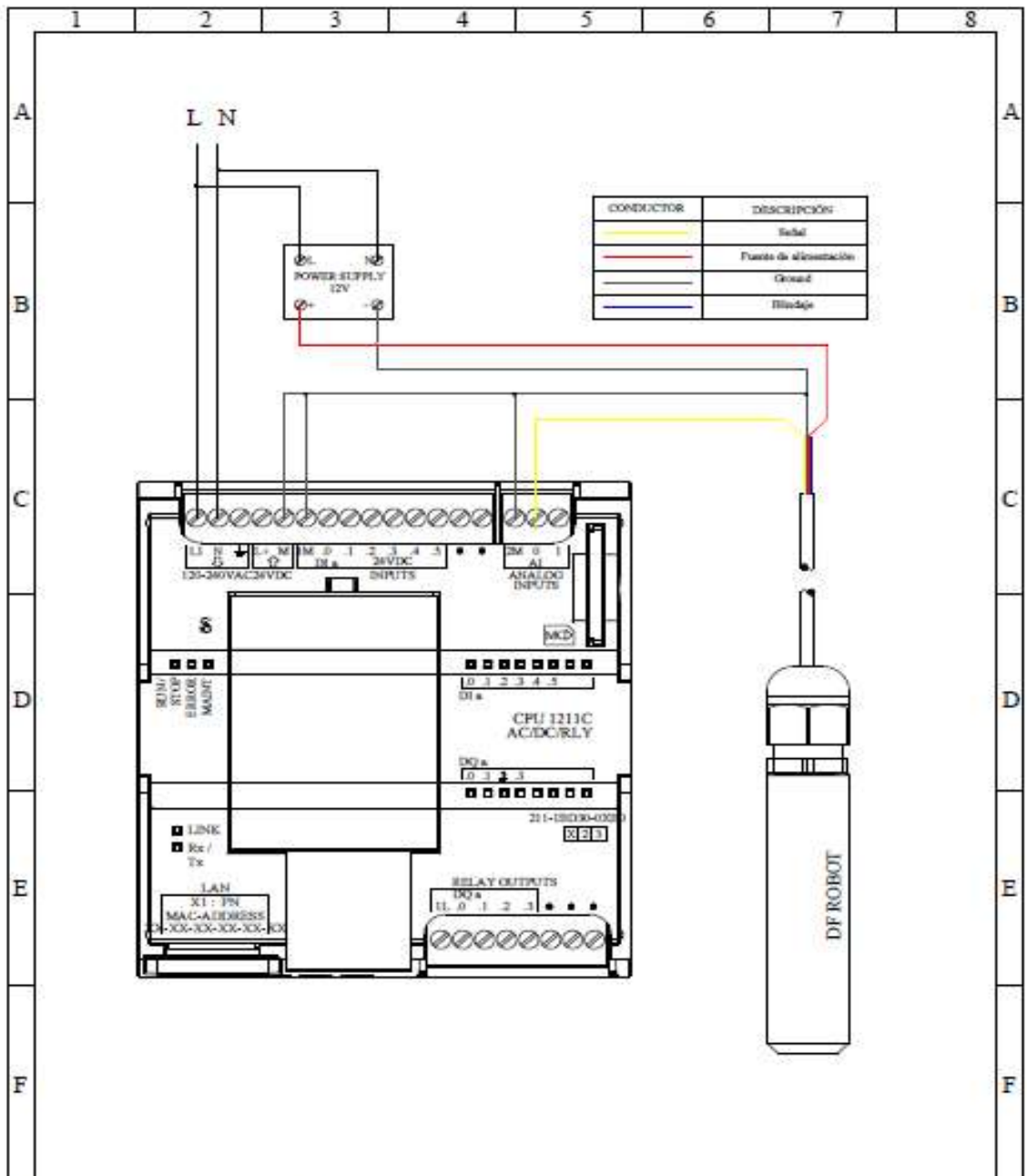
N°. Lámina: 1 de 5	N°. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-ERMI-TIC-PA09-001-2022	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: Teléfonos:			Denominación: PARTES DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:			
Proyecto							
Dibujo	Naranjo C. - Salazar H. E.		2020-02-04				
Revisó	Ing. Sarcillo M.		2020-02-04				
Aprobó	Ing. Santillán M.		2020-02-04	Nombre de archivo: MÓDULO_PARTES.sldprt			



ANEXO K: PLANO CONEXIONES

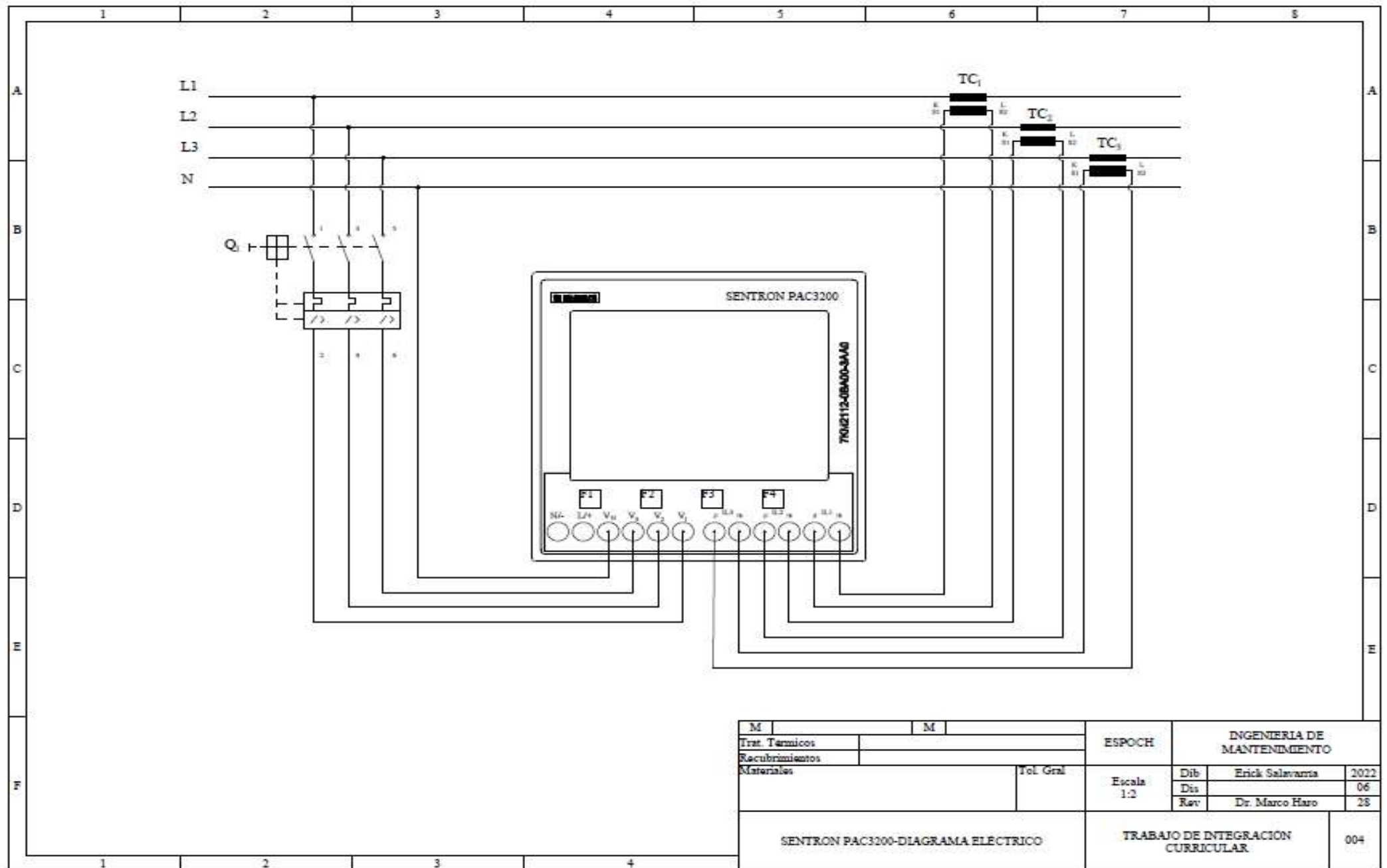


M		M		ESPOCH	INGENIERIA DE MANTENIMIENTO		
Trat. Termicos				Escala 1:1	Dib	Erick Salavarría	2022
Recubrimientos					Dis		06
Materiales	Tol. Graf				Rev	Dr. Marco Haro	28
DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PLC				TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR			006



CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN
Yellow	Sensor
Red	Fuente de alimentación
Black	Ground
Blue	Blindaje

M	M	ESPOCH	INGENIERIA DE MANTENIMIENTO		
Trat. Térmicos		Escala 1:1	Dib	Erick Salavarría	2022
Recubrimientos			Dis		06
Materiales			Rev	Dr. Marco Haro	28
CONEXIÓN DEL SENSOR TÉRMICO AL PLC		TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR			005



M	M	ESPOCH	INGENIERIA DE MANTENIMIENTO		
Trat. Térmicos			Escala 1:2	Dib	Erick Salazarra
Recubrimientos		Dis			06
Materiales	Tel. Gral	Rev		Dr. Marco Haro	28
SENTRON PAC3200-DIAGRAMA ELECTRICO			TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR		004

ANEXO F: MANUAL DE OPERACIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

MANUAL DE OPERACIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Seguridad

Es conveniente leer detenidamente y conocer los principios que a continuación se exponen, ya que son de carácter universal, y aplicarlos desde un primer momento, puede prevenirse gran parte de los posibles problemas de seguridad que pudiesen generarse al llevar a cabo una actividad.

- No obstante, la información que presentamos no es un sustituto, sino un complemento para los procedimientos de trabajo que del activo que se usará conjuntamente con el módulo. No dude en dirigirse a los responsables del activo para realizar cualquier consulta al respecto.

Recomendaciones generales

Cerciórese, antes de su uso, de que las máquinas y equipos no tienen quitados los dispositivos de seguridad, enclavamiento y emergencia. Bajo ningún concepto, excepto en operaciones de reparación y mantenimiento con la máquina desconectada, no deben quitarse nunca estos dispositivos de seguridad y utilizar los adecuados a la operación del equipo.

- Respetar las zonas señalizadas como de acción de las máquinas que disponen de partes móviles. No penetrar en el interior de las áreas de riesgo o guardas mientras la máquina esté en funcionamiento o conectada.
- Atender a la señalización de seguridad (pictogramas) que marca los riesgos potenciales de los lugares de trabajo.
- Evitar acciones peligrosas durante el montaje y conexión del módulo de adquisición de datos y el activo a prueba.
- Conocer y aplicar los procedimientos de trabajo que disponga la máquina a prueba.
- Verificar la disponibilidad y el tipo de iluminación suficiente en la zona de trabajo para poder desarrollar las actividades con seguridad.
- Mantener limpio y ordenado el lugar y puesto de trabajo: máquinas, suelos y paredes libres de desechos, derrames, virutas o papeles. Si como resultado de las operaciones que Ud. lleva a cabo se genera algún residuo, favor de retirarlo cuidando de dejar el área de trabajo limpia.
- En ningún caso adopte actitudes peligrosas o temerarias a la hora de manipular equipos, herramientas o máquinas –herramienta.
- No utilice herramientas y máquinas para fines diferentes a aquellos para los que han sido diseñadas. No utilice dispositivos que no ha manejado nunca, que le resulten extrañas, o sobre las que no dispone de experiencia suficiente.

- Ante cualquier tipo de anomalía, problema o emergencia, accione los dispositivos de seguridad de la maquinaria o instalación para resguardar su seguridad.


Riesgos eléctricos recomendaciones generales

Nunca deberá manipularse ningún elemento eléctrico con las manos mojadas, en ambientes húmedos o mojados accidentalmente (ejemplo en caso de inundaciones) pero, cuando el local tenga características especiales (mojados, húmedos) deberá estar equipado con los medios de protección personal necesarios.

Para trabajar en instalaciones se deben tener en cuenta los siguientes principios:

- Abrir todas las fuentes de tensión.
- Enclavar o bloquear, si es posible, todos los dispositivos de corte.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar la zona de trabajo mediante señalización.
- No quitar nunca la puesta a tierra de los equipos e instalaciones.
- No realizar nunca operaciones en líneas eléctricas, centros de transformación o equipos eléctricos si no se posee la formación y equipo necesario para ello.
- No retirar nunca los recubrimientos o aislamientos de las partes activas de los sistemas.
- En el caso de que sea imprescindible realizar trabajos en tensión deberán utilizarse los medios de protección adecuados y los equipos de protección individual apropiados.
- Mantener el cableado en buen estado, evitando los empalmes con cinta aislante. En todo caso sustituir los cables deteriorados.
- No realizar tomas introduciendo cables desnudos directamente en el enchufe. Utilizar clavijas normalizadas o en caja de control.
- Confiar el mantenimiento al personal competente. Evitar los arreglos provisionales.
- Avisar al auxiliar o encargado de laboratorio de cualquier anomalía que se detecte en la instalación o equipos eléctricos.
- No utilizar una sola toma de corriente para varias clavijas, ya que se puede producir un calentamiento de los cables y como consecuencia un incendio de origen eléctrico.

Tabla 1-4: Partes principales y guía de procesos.

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES	Ficha: 1-4
		Código:
		Inventario:
	DATOS TÉCNICOS - COMPONENTES PRINCIPALES	Cuenta:
Versión: 2022		Ubicación: Edificio Ing. Mecánica

#	Nombre	Características o Subelementos	Equipo
1	Sensor de temperatura infrarrojo	Marca: DFROBOT Modelo: SEN0256 Voltaje de alimentación: 5,0 ~ 24 V CC Corriente de funcionamiento: 20 mA Salida de señal V analógico 0 ~ 3 V T funcionamiento: -40.0 °F a 185.0 °F T medición: -94.0 °F ~ 716.0 °F Precisión: ± 32.9 °F ~ ± 39.2 °F Grado de defensa: IP65 Diámetro de la sonda: 0.606 in Longitud de la sonda: 3.071 in Longitud del cable: 4.9 ft	
2	Transformador de corriente CFS-33	Código: CFS-33 Rango: 100/5 A Tipo: Mediante conductor Clase: 1 Diámetro: 35mm	
3	PLC	Marca: Siemens Modelo: PLC S7-1200 Dimensiones físicas: 130x100x75 Memoria de usuario: Trabajo 100kB – Carga: 4MB – Remanente: 10kB 14 entradas / 10 Salidas – Analógicas 2 entradas / 2 salidas. Comunicación Ethernet: 2 puertos Profinet 1 ranura para SIMATIC Memory Card	
4	SETRON PAC	PAC3200-1/3: L-N: 3 ... 400 V AC (+ 20 %), máx. 347 para UL L-L: 3 ... 690 V AC (+ 20 %), máx. 600 para UL tensión mín. L-N: 3 ... 40 V AC PAC3200-2: L-N: 3... 289 V AC (+ 20 %) L-L: 3... 500 V AC (+ 20 %) categoría de sobretensión: CAT III Rango de medida 1 A AC (+ 20 %, máx. 300 V) ó 5 A AC (+ 20 %, máx. 300 V)	



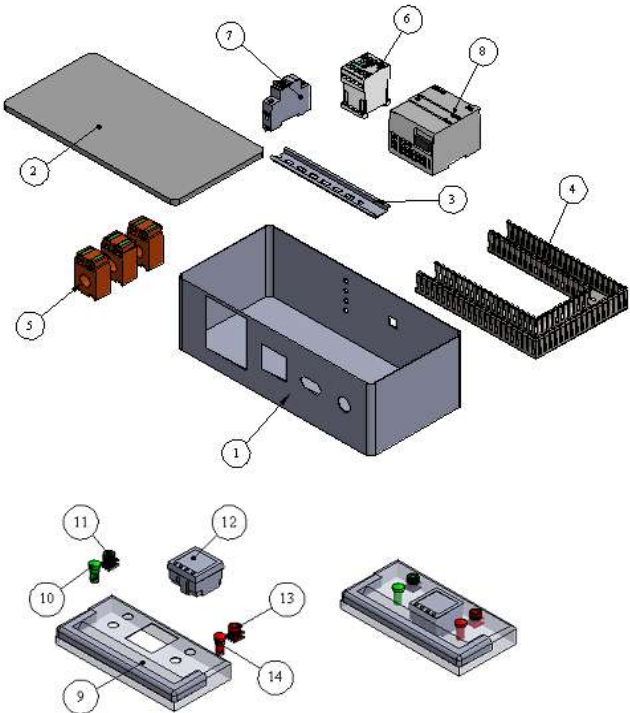

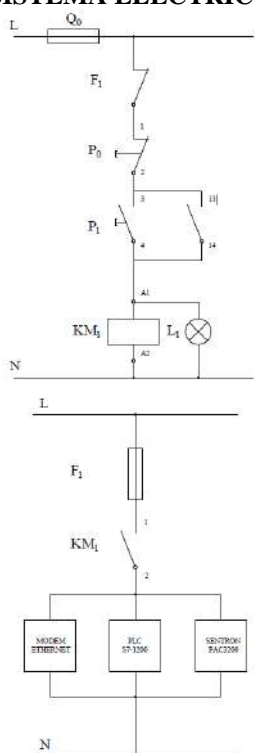

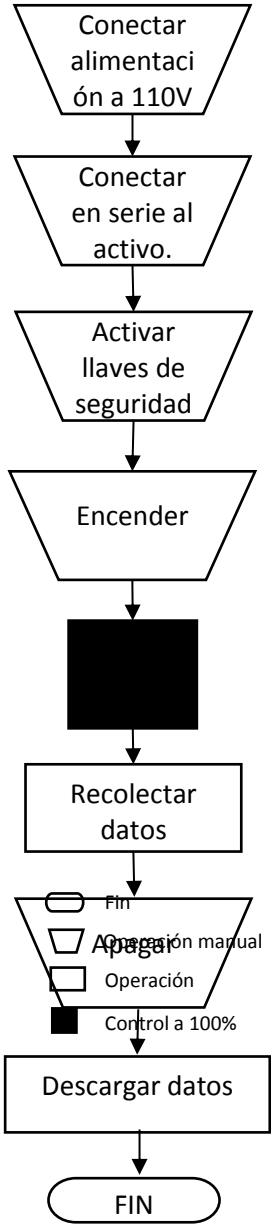
		<p>(Sólo para conexión a transformadores de corriente externos)</p> <p>Precisión de medida Tensión: $\pm 0,3$ % Corriente: $\pm 0,2$ % Potencia: $\pm 0,5$ % Frecuencia: $\pm 0,05$ % Factor de potencia: $\pm 0,5$ % Energía activa: categoría 0,5S (IEC 62053-22) Energía reactiva: categoría 2 (IEC 62053-22)</p> <p>En caso de medición a través de transformadores de corriente o tensión externos, la precisión de medida depende de la calidad de dichos transformadores</p> <p>Tensión de alimentación PAC3200-1/3: 95 ... 240 V AC (50 / 60 Hz) ó 110 ... 340 V DC PAC3200-2: 22 ... 65 V DC categoría de sobretensión: CAT III Protección IP65</p>	
5	Módulo de comunicación Ethernet	<p>Humedad relativa Hasta el 93% sin condensación. Temperatura (en funcionamiento) 0° - +49°C (+32° - +120°F) Dimensiones de la placa 59.5 mm x 108 mm x 16 mm Requisitos de alimentación Corriente (máxima) 100 mA máx. Corriente (en reposo) 80 mA Tensión 12 VDC nominal Conectores LAN/WAN Puerto modular RJ-45 (Ethernet). Cable Ethernet Par trenzado sin blindaje de categoría 5 o superior. Longitud del cable Ethernet Longitud máxima 100 m (328 ft) Cableado Calibre del cable del bus de datos 18 AWG o 22 AWG</p>	
6	Enchufes trifásicos	<p>Corriente: 32A Número de polos 4 (3P+T) Posición perno tierra / color 4H 6H 9H 4H 6H 9H Tensión nominal 100-130 V 200-250 V 380-440 V 100-130 V 200-250 V 380-440 V Grado de protección: IP44 Sección transversal: 4 – 6 (mm²)</p>	

Tabla 2-4: Componentes principales del módulo de adquisición de datos.

COMPONENTES PRINCIPALES		
	<p style="text-align: center;">COMPONENTES PRINCIPALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Base módulo 2. Base acrílico 3. Riel DIN 4. Canaleta ranurada 5. Transformador de corriente 100/5A 6. Contactor de 30A 7. Breaker de 32A 8. PLC S7-1200 9. Panel de control 10. Luz piloto arranque 11. Pulsador NA 12. SENTRON PAC 13. Pulsador NC 14. luz piloto de paro 	
<p>TABLERO DE CONTROL</p> 	<p style="text-align: center;">SISTEMA ELÉCTRICO</p> 	<p style="text-align: center;">TABLERO DE CONTROL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Botón ON del módulo 2. Botón OFF del módulo 3. Breaker o llave de seguridad. <p style="text-align: center;">SISTEMA ELÉCTRICO</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Q0 llaves de seguridad contra sobre intensidades. b. KM1 contactor. c. F1 Breaker 32A d. P0 e. P1

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Tabla 3-4: Guía de procesos.

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES		Ficha:2-4
	DIAGRAMA DE PROCESOS		Código: Inventario:
Versión: 2022			Cuenta: Ubicación: Edificio Ing. Mecánica
Función	Proceso	Descripción	Control
<p>La aplicación de este módulo se centra en la adquisición de datos de funcionamiento de las principales variables eléctricas que genera una máquina trifásica, sin intervención externa, además, de sensar la temperatura de funcionamiento por medio de un sensor térmico infrarrojo.</p>	 <pre> graph TD A[Conectar alimentación a 110V] --> B[Conectar en serie al activo.] B --> C[Activar llaves de seguridad] C --> D[Encender] D --> E[Control a 100%] E --> F[Recolectar datos] F --> G[Apagado] G --> H[Descargar datos] H --> I([FIN]) </pre>	<p>Conectar la alimentación 110V, conectar el módulo en serie a la máquina trifásica de prueba mediante los conectores de 32 A, activar la llave de seguridad, presionar el botón ON del panel de control. Terminada la jornada de trabajo presionar Off del panel de control y retirar la tarjeta de memoria y generar la base de datos en Excel.</p>	<p>Verificar que los conectores de 32 A estén debidamente ajustados. Verificar que las conexiones del sensor estén debidamente ajustadas. Comprobar la posición del sensor para evitar problemas de lectura.</p>


Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Tabla 4-4: Comunicación con la PC y descarga de archivo.

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES	Ficha:3-4															
	COMUNICACIÓN CON PC Y DESCARGA DE ARCHIVOS	Código: Inventario:															
Versión: 2022		Cuenta: Ubicación: Edificio Ing. Mecánica															
<p>Comunicación con la PC: Es muy importante que la dirección IP de la PC en la que se vaya a realizar la descarga del archivo tenga la misma dirección de red del puerto ethernet que el PLC, en este caso el PLC está configurado con una dirección de red “192.168.0” por lo tanto la dirección de red de la PC debe ser la misma.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> Dirección IP: <input style="width: 150px;" type="text" value="192 . 168 . 0 . 1"/> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> Dirección IP: <input style="width: 150px;" type="text" value="192 , 168 , 0 , 241"/> </div> </div> <p style="margin-left: 100px;"> Dirección IP del PLC Dirección IP de la PC </p> <p>Luego de verificar las direcciones IP de los dispositivos, se debe conectar mediante un cable ethernet el módulo de adquisición de datos y la PC.</p> <p>Descarga de archivos: Una vez establecida la comunicación entre los dispositivos debemos realizar el siguiente procedimiento. Ingresar al navegador de nuestra preferencia e ingresar en la barra de búsqueda la dirección IP del PLC en donde se visualizará la página principal del servidor web del PLC. Ingresamos a la pestaña “INTRO” la cual permite visualizar el estado del dispositivo, ingresar a la pestaña “Estado de Variables”, aquí ingresaremos las variables que se detallan en la siguiente tabla.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Variables para ingresar en el servidor web</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;">Variable</th> <th style="width: 20%;">Tipo de dato</th> <th style="width: 40%;">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EMISIVIDAD</td> <td>Real</td> <td>Ver en la Tabla 3-3</td> </tr> <tr> <td>EMISIVIDAD DEL SENSOR</td> <td>Real</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>CICLO</td> <td>Bool</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Luego de ingresar las variables el proceso de medición y adquisición de datos empieza, lo que crea un archivo que se actualiza cada vez que se adquiere un dato nuevo, este archivo se puede visualizar dentro de la pestaña “Navegación de archivos”, ingresamos a la carpeta “Data logs” y se visualizará el archivo creado con el nombre “Datos”.</p>			Variables para ingresar en el servidor web			Variable	Tipo de dato	Valor	EMISIVIDAD	Real	Ver en la Tabla 3-3	EMISIVIDAD DEL SENSOR	Real	0.95	CICLO	Bool	1
Variables para ingresar en el servidor web																	
Variable	Tipo de dato	Valor															
EMISIVIDAD	Real	Ver en la Tabla 3-3															
EMISIVIDAD DEL SENSOR	Real	0.95															
CICLO	Bool	1															

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.

Tabla 5-4: Guía para el mantenimiento del módulo

	MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MÁQUINAS INDUSTRIALES	Ficha:4-4
	MANTENIMIENTO	Código: Inventario:
Versión: 2022		Cuenta: Ubicación: Edificio Ing. Mecánica
<p>Se realizará un mantenimiento preventivo al módulo de adquisición de datos con una semestral ya que al poseer elementos eléctricos es importante verificar que las conexiones, el ajuste de tornillos de conexión y el estado de los cables se encuentren en óptimas condiciones. La limpieza de los contactos de las tomas de alimentación tanto de entrada como de salida se debe hacer 2 veces en el semestre así se evita que las tomas de alimentación produzcan un mal contacto con la fuente de alimentación y la entrada de alimentación de la máquina a monitorear y así afectar el funcionamiento del módulo de adquisición de datos.</p>		

SEÑALIZACIÓN DE LAS PARTES PRINCIPALES PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO

PARTE EXTERIOR



PARTE INTERIOR



PARTE POSTERIOR



NOTA: Antes realizar cualquier actividad de mantenimiento se debe verificar que el cable de alimentación del módulo de adquisición de datos se encuentre desconectado de la fuente de alimentación de 110V.

El Primer paso para realizar para el mantenimiento preventivo es abrir ´cuidadosamente la tapa del módulo, dentro del módulo se encuentran los siguiente dispositivos eléctricos PLC, transformadores de corriente, modem, breaker monofásico, contactor, botonera S1 y S0, luces indicativas H0 y H1, analizador de energía.

Verificar el ajuste de los tornillos de conexión de cada uno de los equipos dispositivos eléctricos.

Dentro del PLC, en la ranura para la tarjeta de memoria, verificar el estado de la tarjeta de memoria.

Procedemos a realizar la limpieza de la parte interna del módulo, para limpiar la presencia de polvo y posibles contaminantes usaremos un compresor de aire, seguido a esto usaremos un paño para retirar excedentes sobre las superficies de los dispositivos.

Verificar el estado del programa instalado en el PLC, para lo cual es necesario ingresar al software TIA Portal y abrir el archivo “Adquisición de Datos”, establecer comunicación con el módulo a través del cable ethernet, seguido a esto se “Establece conexión online” lo que permite visualizar dentro del bloque de datos “Visualizar datos” si el programa está funcionando correctamente.

En caso de un funcionamiento incorrecto, se debe volver a cargar el programa dentro del PLC y la tarjeta de memoria.

Para la limpieza de contactos de las tomas de corriente de entrada y salida del módulo se debe usar un líquido limpiador de contacto de preferencia usar “WD-40 Limpiador de contactos”.

Finalmente se procede a cerrar la tapa del módulo de adquisición y se realiza pruebas de funcionamiento para verificar que el módulo se encuentra trabajando correctamente.

Realizado por: Naranjo C.; Salavarría M. 2022.