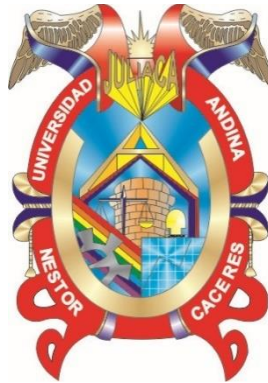




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO
PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ
2023



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO
PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO

ASESOR DE TESIS

: 
Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1448-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de diciembre de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 083-2023-D-FICP-UANCV-P** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°1431-2023 de fecha 22 de diciembre de 2023 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecánica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO**
- * **Asesor** : **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : 28 de diciembre de 2023
- * **HORA** : 11:00
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

DI. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

DI. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

C.c. Arch. 2023
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1431-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de diciembre de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 808-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecatrónica, **INFORME N° 0016-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1038-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de octubre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **02 de octubre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 457-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

.....
DR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

.....
DR. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc.
archivo 2023
interesado (a)



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

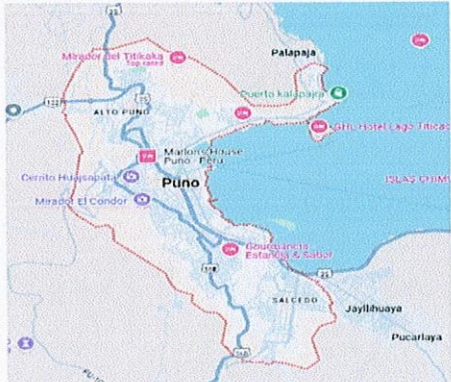
| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet | 7% |
| 2 | docplayer.es Fuente de Internet | 3% |
| 3 | silو.tips Fuente de Internet | 2% |
| 4 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 2% |
| 5 | edoc.pub Fuente de Internet | 1% |
| 6 | idoc.pub Fuente de Internet | 1% |
| 7 | lorca.umh.es Fuente de Internet | 1% |
| 8 | Submitted to ipn Trabajo del estudiante | 1% |



METADATOS COMPLEMENTARIOS

| TÍTULO DE LA TESIS | |
|--|---|
| IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE | |
| | |
| Nombres y apellidos | JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 44551428 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0001-8501-2462 |
| Datos de asesor | |
| Nombres y apellidos | ABELARDO LEON MIRANDA |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 40198643 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0001-8370-5660 |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Nombres y apellidos | SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02383061 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Nombres y apellidos | ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02064066 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Nombres y apellidos | GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO |
| Tipo de documento | DNI |



| | |
|--|---|
| Número de documento de identidad | 40713810 |
| Datos de investigación | |
| Línea de investigación | TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento. |
| Ubicación geográfica de la investigación | <p>Ubicación Geográfica</p> <p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno</p> <p>Coordenadas Latitud: 15° 27' 54.316" S Longitud: 70° 8' 8.719" W</p> <p>URL maps https://maps.app.goo.gl/5H8PN8dD2zjsU5fS9</p>  |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Agosto 2023 – Diciembre 2023 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html | <p>Ingeniería, Tecnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</p> <p>Robótica, Control automático https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.02</p> <p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> |



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JAIIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA, identificado con DNI Nro. 44551428 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECATRÓNICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

“ IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DEMONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE ”

Asesorado por: ING. ABELARDO LEÓN MIRANDA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia, a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 06 de JUNIO del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Agradezco a mis seres queridos que me respaldan diariamente con fuerza y una profunda confianza en nuestro Creador, quien siempre permanece a mi lado



AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todos aquellos que me respaldan en la consecución de mis metas y aspiraciones académicas para convertirme en un profesional.



ÍNDICE DE GENERAL

| | |
|--------------------------------|------------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| ÍNDICE DE GENERAL..... | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| INTRODUCCIÓN..... | xii |

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

| | |
|---|---|
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2.1. Problema Principal..... | 1 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.4.1. Objetivo General..... | 2 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos..... | 2 |
| 1.5. HIPÓTESIS..... | 3 |
| 1.5.1. Hipótesis General..... | 3 |
| 1.5.2. Hipótesis Especificas | 3 |
| 1.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.6.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 4 |



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.2. BASES TEÓRICAS9

2.2.1. Conceptos fundamentales.....9

2.2.2. HMI (Human Machine Interface) 10

2.2.3. El Autómata Programable 15

2.2.4. VARIACIÓN DE VELOCIDAD POR VARIADORES DE FRECUENCIA25

2.2.5. SENSOR DE PRESION DE AIRE.....30

2.2.6. MOTORES ELÉCTRICOS32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....38

3.1.1. Tipo de investigación38

3.1.2. Diseño De Investigación38

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA39

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES.....60

RECOMENDACIONES61

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS62

APÉNDICES64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS64

ANEXOS.....66



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: *Diagrama del sistema de control de presión de aire* 10

Figura 2: Metáfora del escritorio de Windows 95. 14

Figura 3: Representación gráfica 14

Figura 4: Distintas variantes de controladores lógicos programables (de la compañía SIEMENS AG)..... 16

Figura 5: Diagrama de bloques que ilustra la configuración de un PLC..... 17

Figura 6: Diferentes modelos de autómatas compacto 18

Figura 7; Relé programable LOGO! (SIEMENS AG)..... 19

Figura 8: Unidad Central de Procesamiento de un autómata. 20

Figura 9: Fuente de alimentación para los autómatas S7-300 de 21

Figura 10: formas de conectar sensores analógicos y valores de señales .. 23

Figura 11: Conexión de un módulo de entradas analógicas 22

Figura 12: . Exterior de una autómata programable S7-200 (SIEMENS AG).... 23

Figura 13: Operación básica de un autómata programable. 25

Figura 14: Configuración de frecuencia de baja potencia. 26

Figura 15: . Rampa de aceleración.y deceleración 28

Figura 16: conexión básico de un variador de frecuencias 29

Figura 17: Manómetro en U 30

Figura 18; Algunas opciones para la medición de presiones en el rango convencional. 31

Figura 19: Motor eléctrico con acoplamiento mecánico 32

Figura 20: Componentes de un motor..... 33

Figura 21: Partes externas de un motor eléctrico..... 34

Figura 22: Conexión triángulo y conexión estrella..... 35



| | |
|---|----|
| Figura 23: Partes que comoinen un sensir electronico | 36 |
| Figura 24: PLC S7 1200 con SM 1223..... | 41 |
| Figura 26: Configuración del variador | 43 |
| Figura 27: Configuración del circuito para la conexión de las entradas del PLC | 43 |
| Figura 28; Topología de todo el programa | 44 |
| Figura 29: Bloque del programa principal | 44 |
| Figura 30: Bloque de función DataLog..... | 45 |
| Figura 32: Aplicación del DataLogCreate..... | 46 |
| Figura 33: Estructura de red del proyecto | 46 |
| Figura 34: Configuración de la interfaz HMI. | 47 |
| Figura 35:Ducto empleado xomo planta para el sistema de alimentacion a presion constante..... | 49 |
| Figura 36: Conjunto Motor electrico tridasico y turbina centrifuga..... | 50 |
| Figura 37: Sensor de presiom imstalado..... | 51 |
| Figura 38: Inversion de frecuencia..... | 51 |
| Figura 39: Prueba del programa del KTP700..... | 52 |
| Figura 40: PLC del tablero de pruebas | 53 |
| Figura 41: Simulación del bloque FC1 "Control_Sensor_motor" | 54 |
| Figura 42: Simulación del bloque FC1 "Control_Sensor_motor" | 54 |
| Figura 43; Simulación cuando se tiene el sensor activo | 55 |
| Figura 44: Simulación de la creación del bloque de la base de datos..... | 56 |
| Figura 45: Contenido del archivo DataLog creado | 57 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de las variables | 4 |
| Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 39 |
| Tabla 3: Velocidades en relación con la cantidad de sensor activado | 42 |
| Tabla 4: Descripción del bloque DataLog. | 45 |
| Tabla 5: Variables que establecen la conexión entre el HMI y el programa principal. | 48 |



RESUMEN

Esta investigación contempla la finalidad principal de la implementación y operación de un sistema de monitoreo destinado al control efectivo de la presión de aire. Se busca implementar un sistema para el monitoreo y gestión de los niveles de presión de aire de manera constante. El sistema tiene la finalidad de disponer de un módulo para el desarrollo de pruebas de medición, monitoreo y control de presión.

El módulo tiene como elementos principales un controlador lógico programable, un motor eléctrico trifásico, un ventilador centrífugo, un transductor de presión, un inversor de frecuencia, como planta el sistema de ducto en el cual se realiza las pruebas de funcionamiento.

Para las pruebas de control de presión de aire, se emplea el módulo PID que está incorporado en el PLC el que también tiene la función de alojar el programa de control y de enviar los comandos de control que va a ser monitoreados a través del interfaz gráfico HMI. El trabajo describe la aplicación industrial que da origen al sistema propuesto.

En la investigación se centra en enfoca la evaluación de la presión de aire, su capacidad para mantener los niveles de presión dentro de los parámetros deseados, y su impacto en la mejora de la optimización en el funcionamiento del sistema.

Palabras Claves: Monitoreo, Control, Sistema, Presión



ABSTRACT

This research contemplates the main purpose of the implementation and operation of a monitoring system aimed at the effective control of air pressure. The aim is to implement a system for the monitoring and management of air pressure levels on a constant basis. The purpose of the system is to have a module for the development of pressure measurement, monitoring and control tests.

The main elements of the module are a programmable logic controller, a three-phase electric motor, a centrifugal fan, a pressure transducer, a frequency inverter, as well as the duct system in which the functional tests are carried out. For air pressure control tests, the PID module is used that is incorporated in the PLC which also has the function of housing the control program and sending the control commands to be monitored through the graphical HMI interface. The paper describes the industrial application that gives rise to the proposed system. The research focuses on the evaluation of air pressure, its ability to maintain pressure levels within the desired parameters, and its impact on improving optimization in system operation.

Keywords: monitoring, control, system, pressure



INTRODUCCIÓN

En el ámbito industrial y comercial, el control efectivo de la presión de aire es fundamental para asegurar el funcionamiento correcto de equipos y procesos. Las consecuencias de una presión de aire inapropiada pueden ser significativas, afectando tanto la calidad de los productos fabricados a protección del personal en el entorno laboral y la continuidad de las acciones industriales. En este contexto, la introducción de un sistema de monitoreo para el control de la presión de aire se presenta como una solución crucial para identificar y corregir desviaciones en tiempo real.

Este proyecto realizado se enfoca en la implementación de un sistema de vigilancia creado para supervisar y regular con precisión los niveles de presión de aire en entornos industriales y comerciales. La creación de esta herramienta encuentra su justificación en el requerimiento de mejorar la eficiencia operativa, asegurar la calidad del producto y garantizar entornos laborales seguros.

Mediante la implementación de este sistema, el objetivo es no solo prevenir variaciones indeseadas en la presión de aire, sino también establecer una plataforma proactiva que permita anticiparse a posibles problemas, reduciendo las interrupciones no planificadas y mejorando la productividad en general.

En las secciones subsiguientes de este proyecto, se explorarán en detalle la implementación del sistema de vigilancia, la metodología utilizada y la evaluación de su desempeño en términos de eficacia en el control de la presión de aire, así como su impacto en los procesos industriales.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En entornos industriales y comerciales, la presión de aire juega un papel esencial en el rendimiento óptimo y seguro de diversos equipos y procesos. La ausencia de un sistema de supervisión adecuado para controlar la presión de aire podría generar una serie de desafíos y complicaciones en la operación, afectando la productividad, la cualidad del producto y la protección de los empleados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema Principal

¿Cómo implementar un sistema de monitoreo para el control de presión de aire?

1.2.2. Problemas Específicos

PE₁ ¿De qué manera se puede seleccionar sensores de presión adecuados que sean compatibles con las características del aire y capaces de proporcionar mediciones precisas y confiables?

PE₂ ¿Cómo se realizará la programación necesaria para la adquisición de datos en tiempo real, el procesamiento y la



conversión de las señales de los sensores en valores de presión

PE₃ ¿Cómo se desarrollará una interfaz de usuario intuitiva y amigable que permita a los usuarios monitorear los niveles de presión de aire en tiempo real?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Mediante una monitorización continua de los niveles de presión de aire, se podrá identificar de manera más ágil cualquier desviación de los valores ideales. Esta práctica facilitará la aplicación proactiva de correcciones, previniendo interrupciones no planificadas en los procesos industriales.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo para el control de presión de aire.

1.4.2. Objetivos Específicos

OE₁ Seleccionar sensores de presión adecuados que sean compatibles con las características del aire y capaces de proporcionar mediciones precisas y confiables.

OE₁ Realizar la programación necesaria para la adquisición de datos en tiempo real, el procesamiento y la conversión de las señales de los sensores en valores de presión.

OE₁ Desarrollar una interfaz de usuario intuitiva y amigable que permita a los usuarios monitorear los niveles de presión de aire en tiempo real.



1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

La implementación de un sistema de monitoreo para el control de presión de aire en entornos industriales y comerciales mejorará la eficiencia operativa y la calidad de los procesos al proporcionar una supervisión constante de los niveles de presión, permitiendo una detección temprana de variaciones y la toma de medidas correctivas de manera oportunas.

1.5.2. Hipótesis Especificas

HE₁ Mediante la selección de sensores de presión adecuados que sean compatibles con las características del aire permitirán proporcionar mediciones precisas y confiables

HE₁ La programación del controlador lógico programable permitirá la adquisición de datos en tiempo real, el procesamiento y la conversión de las señales de los sensores en valores de presión.

HE₁ El desarrollo de una interfaz de usuario intuitiva y amigable permitirá a los usuarios monitorear los niveles de presión de aire en tiempo real.

1.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variable independiente

- Implementación de un Sistema de Monitoreo

Variable dependiente

- Niveles de Presión de Aire



1.6.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de las variables

| TIPO DE VARIABLE | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
|------------------------|---|------------------------------|----------------|
| Variable Independiente | Implementación de un Sistema de Monitoreo | Software | Confiability |
| Variable Dependiente | Niveles de Presión de Aire | Presión Velocidad de giro | M3/s de Rpm |



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La estrategia de control más frecuentemente empleada para el ventilador de los sistemas de volumen de aire variable consiste en ajustar la presión estática en un conducto de alimentación, ubicado aguas abajo del ventilador de alimentación y antes de las unidades terminales. Es relevante destacar que la evaluación de la presión es fundamental estática puede llevarse a cabo aguas abajo de uno o más de los conductos terminales.

Una práctica común implica situar el sensor de presión aproximadamente a dos tercios de la distancia desde el ventilador de alimentación hasta el extremo del conducto. La modulación del caudal de aire se realiza de manera que la presión estática se conserve en un punto de referencia, el cual puede permanecer constante o ajustarse según el caudal de aire. (TodoProductividad, 2023)

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Perdomo & Rojas (2020) Los estudiantes se encuentran impedidos de realizar las prácticas de laboratorio vinculadas a las curvas de flujo y presión en ventiladores, ya que carecen de un equipo de pruebas adecuado para llevar a cabo dichas actividades. En correspondencia con esta situación, La finalidad de la investigación



propuesta es implementar un banco de pruebas en forma de túnel de viento, específicamente diseñado para examinar la relación entre la curva de flujo y presión en ventiladores centrífugos, con el objetivo de solventar esta deficiencia.

La estrategia elaborada para alcanzar este propósito se compone de tres etapas. En primer lugar, se inicia con el análisis teórico para identificar los bases fundamentales usados en el módulo, tales como la potencia suministrada y los flujos. La segunda fase engloba el diseño preliminar del túnel y sus elementos, usando herramientas de CAD-CAM entre otros SolidWorks. La tercera etapa implica la manufactura del túnel, sus soportes y carcasas, junto con el ensamblaje de componentes como el motor y el ventilador.

Como conclusión, se desarrolla un banco de pruebas con características de túnel de viento destinado al análisis de la relación entre la curva de flujo y presión en ventiladores centrífugos.

(Marín, 2016) La razón y relevancia de este proyecto se centran en la eficiencia, un factor crucial al desarrollar cualquier elemento, esto implica las cantidades de energía que no se aprovecha al máximo, la meta principal es incrementar y mejorar la eficiencia total del dispositivo.

Con el propósito de avanzar en la implementación y ejecución de este proyecto, se adoptaron los enfoques metodológicos y las propuestas de diseño. Al seguir estas directrices, se persiguió



determinar el ángulo de salida óptimo y el número adecuado de álabes para la configuración del rodete, empleando el programa computacional Engineering Equation Solver (EES).

Así, se continuó con la modificación del diseño del rotor del dispositivo, determinando las dimensiones y eficiencias actualizadas para contrastarlas con el diseño original y verificar si realmente se logró optimizar el diseño. En la configuración de ventiladores centrífugos, hay varias metodologías disponibles, y en este proyecto se optó por seguir un método iterativo para llevar a cabo la revisión del diseño. Con las nuevas características definidas, se crearon los planos de fabricación correspondientes y se realizaron simulaciones utilizando el programa SolidWorks con el propósito mencionado.

Proporcionando de esta manera una fundamentación para la integración en la mejora de equipos, dirigida a aquellos interesados en potenciar la eficiencia de sus máquinas soplantes. También sirve como guía de referencia para aquellos que consideren realizar pruebas con una disposición diferente.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Ludeña (2019) El proyecto se enfoca en concebir y poner en práctica un túnel de viento de circuito abierto con el objetivo de mejorar la precisión en la calibración de anemómetros, un proceso llevado a cabo en el contexto comercial de Zamtsu Servicios S.A.C. Los requerimientos de realizar calibraciones precisas sin ser



dependientes de la realización de pruebas en laboratorios externos requieren un medio que garantice la consistencia del flujo, el manejo preciso de la velocidad del viento y la reducción al mínimo de la turbulencia. Para diseñar el túnel de viento, se examinaron diferentes tipos, clasificándolos según su estructura y capacidad de generar velocidad. La implementación se basa en recomendaciones de expertos y de institutos de metrología.

El control de la velocidad se realiza a través de un inversor de frecuencia, controles operativos y un sistema de medición mediante sensores altamente precisos.

Los hallazgos obtenidos al caracterizar el túnel no señalan una estabilidad menor a $\pm 0,21$ m/s y una turbulencia por debajo del 2%. Finalmente, Se realizó la validación de un anemómetro de hélice, obteniendo resultados satisfactorios que cumplen con los requisitos establecidos por la normativa metrológica.

Chong, Humberto (Chong, 2017) El objetivo de esta investigación es analizar y valorar las técnicas de medición del flujo en entornos industriales utilizando la intención de este estudio es explorar el principio de presión diferencial, con el propósito de sugerir mejoras tecnológicas tanto en la industria como en la educación de estudiantes universitarios en diversas ramas de ingeniería. La utilización de sistemas electrónicos de medición, conocidos como computadores de flujo, adquiere una relevancia considerable en este estudio. La implementación llevada a cabo en este proyecto se clasifica como "Investigación Aplicada", ya que introduce



innovaciones tecnológicas con el objetivo de hacer mejoras y efficientizar la medición de flujos fundamentada en el principio de presión diferencial. Este tipo de investigación persigue metas prácticas, orientadas a provocar modificaciones específicas en un ámbito particular.

La ubicación de este estudio se focaliza en los campos petroleros situados en la región Noroeste de Piura y Talara. Las conclusiones de la investigación se centran en mejorar la medición de la variable flujo y se comparten mediante los cursos de diversas especialidades de ingeniería, con el propósito de difundir conocimientos y contribuir al perfeccionamiento de la formación profesional de los estudiantes universitarios.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Conceptos fundamentales

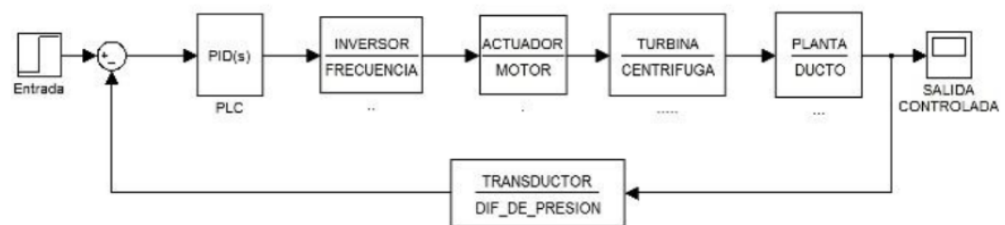
Palacios & Mendoza (2014) El diagrama muestra el sistema de control de presión de aire, el cual incluye un bloque PID que forma parte de un PLC S7-1200, como se puede apreciar en la imagen, Este se utiliza como el elemento de control del sistema; un variador de frecuencia, un motor, una turbina de tipo centrífuga y un conducto fabricado con lámina galvanizada.

El variador de frecuencia recibe la señal de control del módulo PID y suministra la potencia necesaria para que el motor alcance las velocidades requeridas para la inyección de aire a presión. El motor es el actuador encargado de mover a una turbina centrífuga. La turbina centrífuga de aire tiene la responsabilidad de proporcionar el

aire forzado para alcanzar la presión requerida en el sistema. El ducto de la planta tiene la turbina centrífuga en un extremo y está cerrado en el otro, Además, cuenta con un mecanismo que posibilita ajustar manualmente la presión, con el propósito de simular diversas pruebas, similar a lo que ocurre en un sistema de carga. Como sensor, se utiliza un transductor diferencial de presión. (pág. 3)

Figura 1

Diagrama del sistema de control de presión de aire



Fuente: (Palacios & Mendoza, 2014)

2.2.2. HMI (Human Machine Interface)

Cedillo (2008) La industria de Interfaces Hombre-Máquina (HMI) surgió principalmente para abordar la necesidad de establecer un estándar para realizar el control y supervisar varios sistemas a distancia como, por ejemplo, el controlador lógico programable y otros dispositivos de control.

HMI es una aplicación informática empleada para supervisar, controlar y evaluar el estado de un sistema de automatización y control. Para ello, se requiere establecer HMI (Interfaz Hombre-Máquina) sirve como el vínculo entre el sistema y el usuario. Es el punto de convergencia donde las personas y las máquinas pueden



interactuar, intercambiando no solo información, órdenes y datos, sino también intuiciones, sensaciones y nuevas perspectivas.

No obstante, la interfaz puede convertirse en una restricción en lo que respecta a la comunicación, ya que cualquier cosa que no pueda ser expresada a través de ella quedará excluida de nuestra interacción mutua. Esto se debe en gran medida a la posibilidad de contar con una planificación inadecuada y una falta de atención a los detalles en las tareas a realizarse.

Es esencial poseer el conocimiento adecuado del sistema para garantizar un funcionamiento óptimo, ya que es necesario suministrar las entradas correspondientes para interpretar de manera precisa las salidas.

Es importante señalar que las interfaces no se limitan exclusivamente a la interacción entre seres humanos y computadoras, sino que también pueden aplicarse a diferentes elementos mecánicos. Un ejemplo de ello sería el tacómetro de un vehículo, el cual posibilita la supervisión de las condiciones del vehículo. En caso de detectarse algún problema, esto permite que el conductor se percate a tiempo y pueda proporcionar una solución apropiada.

Este software se emplea mediante interfaces gráficas, texto y sonido, proporcionando opciones que facilitan la identificación del proceso necesario, es posible controlar ciertas variables de un sistema, dependiendo del tipo de programa utilizado. Por ejemplo,



se pueden ejecutar acciones como activar o desactivar un paro de emergencia, o activar una variable específica según las necesidades del usuario. (pág. 16)

CUÁL ES LA FUNCIÓN Y UTILIDAD DE HMI

Representa Interfaz Hombre-Máquina, se refiere a la interfaz o interfaces que facilitan la comunicación entre el ser humano y una máquina o proceso, tiene la utilidad de supervisar y dirigir un proceso. Cuando se menciona el término "controlar", se hace alusión a iniciar y detener máquinas, que pueden ser desde computadoras hasta robots y motores.

Hay distintos tipos de HMI que se realizaron en entornos de programación gráfica, conocidos como "Desarrollos a Medida", como Visual Basic, VC++, Delphi, entre otros. También hay un conjunto de software que incorporan la mayor parte de las funciones convencionales de sistemas SCADA, como FIX, Win CC, Wonderware, entre otros. Es relevante señalar que a los sistemas HMI también se les denomina "software HMI". (pág. 20)

FUNCIONES DE UN SOFTWARE HMI

Hay numerosas funciones o responsabilidades que desempeña el software HMI, pero se pueden categorizar en cuatro grupos principales que abarcan el monitoreo, la supervisión, las alarmas y el control. A continuación, se proporciona una definición de cada uno de estos aspectos.



- **Monitoreo:** Implica la obtención y visualización de datos en tiempo real.
- **Supervisión:** Esta característica permite ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas:** Puede identificar eventos no previamente definidos en el proceso y reportarlos; estas alarmas se generan según límites de control predefinidos.
- **Control:** Esta característica simplifica la implementación de algoritmos particulares para ajustar los valores del proceso y garantizar que permanezcan dentro de los límites predefinidos.

MODELOS PARA UN HMI

Cuando hablamos de modelos, nos referimos a las distintas formas de conceptualizar una Interfaz Hombre-Máquina, y entre estas destacan tres enfoques fundamentales: la visión del usuario, la del programador y la del diseñador. Es relevante destacar que, al crear algún modelo de los mencionados anteriormente, es necesario tener en cuenta los otros y, si es factible, desarrollarlos de manera conjunta.

A. Modelo del Usuario: Representa la perspectiva altamente individual del usuario sobre el sistema, es decir, cómo espera o desea que se comporte. La interfaz en sí debe simplificar el proceso de construir un modelo efectivo, siendo recomendable trabajar con percepciones metafóricas al crear el modelo, estableciendo conexiones con elementos familiares para el usuario.

Figura 2

Metáfora del escritorio de Windows 95.



Fuente: (Cedillo, 2008)

Figura 3

Representación grafica



Fuente: (Cedillo, 2008)

B. Modelo del Programador: las competencias del desarrollador comprenden la plataforma, las herramientas de desarrollo, las especificaciones y el sistema operativo. Sin embargo, esto no garantiza necesariamente que pueda ofrecer al usuario las metáforas y modelos más adecuados.



C. Modelo del Diseñador: El diseñador reúne y fusiona tanto la información del usuario, que incluye sus ideas, necesidades y deseos, como el material proporcionado por el programador. Esto le permite diseñar un software apropiado que satisfaga tanto las demandas del usuario como las del programador.

Este modelo actual detalla los objetos empleados por el usuario, su presentación y las diversas técnicas de interacción para manipularlos. Y se divide en las siguientes partes:

Presentación: Se define como aquello que atrae la atención del usuario. Es importante destacar que la presentación no tiene la máxima prioridad y un uso excesivo de la misma puede resultar en una distracción para el usuario. Por lo tanto, es crucial tener precaución al diseñarla.

Interacción: Se refiere a los diversos elementos que el usuario empleará para establecer comunicación con el software.

Relación entre los Objetos: El diseñador desarrolla la metáfora adecuada que se adaptará al modelo mental del usuario.

2.2.3. El Autómata Programable

Martín & García (2009) Es un dispositivo electrónico con la capacidad de gestionar los sistemas de automatización industrial mediante programación.

Figura 4

Distintas variantes de controladores lógicos programables



Fuente: (Martín & García, 2009)

En la actualidad, el empleo de los controladores lógicos programables está extendido en la industria y también tiene una notable presencia en otros campos como la domótica. Los PLC posibilitan el procesamiento inteligente de señales provenientes de diversas variables físicas presentes en los procesos industriales, permitiendo una actuación consecuente.

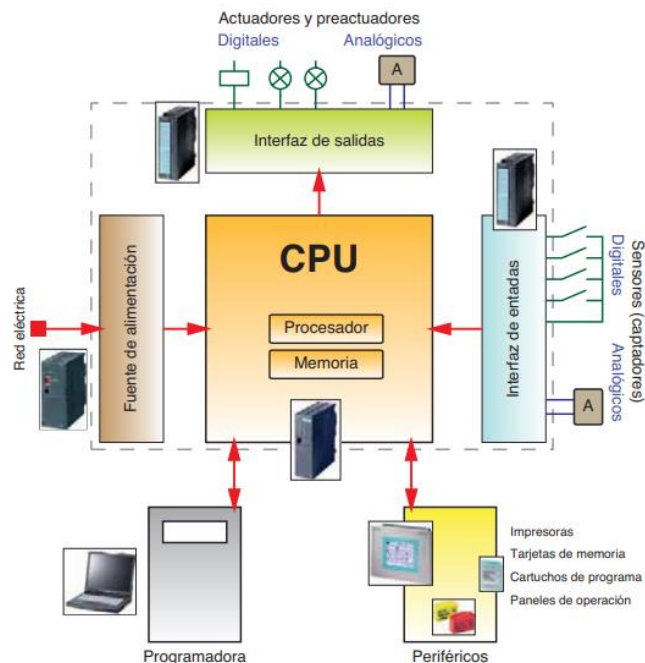
ESTRUCTURA DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE

El controlador lógico programable está controlado por un sistema electrónico que utiliza un microprocesador para procesamiento de la señal provenientes del entorno, tanto de lectura como de escritura, mediante los interfaces de entrada y salida. Para el correcto y continuo funcionamiento del sistema electrónico, es esencial contar con una fuente de alimentación.

Los programas son guardados en las distintas clases que el Controlador Lógico Programable posee y se gestionan a través de un dispositivo externo de programación.

Figura 5

Diagrama de bloques que ilustra la configuración de un PLC



Fuente: (Martín & García, 2009)

CATEGORIZACIÓN DE LOS PLCS.

Considerando su modularidad, los autómatas se pueden categorizar en tres tipos:

Compactos: Estos dispositivos integran todos sus componentes, como E/S, CPU, fuente de alimentación, etc., en una única carcasa. La mayoría de estos modelos son expansibles mediante diversos tipos de módulos, como entradas, salidas, comunicación, funciones especiales, entre otros.

Figura 6

Diferentes modelos de autómatas compacto

S7-200 de SIEMENS



Twido de TELEMECANIQUE

Fuente: (Martín & García, 2009)

Dentro de esta categoría, es notable la presencia de los llamados relés programables, los cuales algunos fabricantes han desarrollado con aceptación para aplicaciones domésticas y para la gestión de maquinaria de pequeño tamaño. Estos dispositivos, equipados con un teclado básico que consta de 6 u 8 teclas ubicadas en la parte de su panel frontal, lleva a cabo todas las actividades de programación y ajuste de parámetros de manera veloz y fácil. Además, ofrecen la opción de conectarse, mediante el interfaz adecuado, a un ordenador personal para editar, grabar e imprimir programas de usuario.

Actualidad pueden ser expandidos mediante módulos de ampliación de diversos tipos.

Figura 7

Relé programable LOGO (SIEMENS AG).



Fuente: (Martín & García, 2009)

Semicompactos: Estos autómatas presentan la particularidad de tener algunos de sus elementos fuera de la carcasa principal,

Modulares: Estos dispositivos se encuentra en una carcasa distinto que se instala sobre un rack común. Aunque ofrecen amplias posibilidades de expansión en comparación con los tipos compactos y semicompactos, su costo es significativamente más elevado.

UNIDAD CENTRAL DE PROCESOS (CPU)

Martín & García (2009) Constituye la parte central y esencial del controlador lógico programable. Está compuesta principalmente por el microprocesador y la memoria. Su función principal es procesar las señales provenientes del módulo de entradas y ejecutar acciones en el módulo de salidas según las instrucciones del programa. Además, tiene la tarea de detectar posibles

errores en el funcionamiento del equipo y notificarlos mediante una pantalla de información o indicadores LED.

Por lo general, cuenta con un interruptor (Run/Stop) que permite iniciar o detener la ejecución del programa. En la carcasa que alberga la CPU, suele ubicarse el interfaz de conexión utilizado para la comunicación con el dispositivo de programación

La (CPU) de los controladores lógicos programables generalmente está equipada con dos categorías de memoria:

RAM: Esta memoria es volátil, lo que implica que su contenido se borra cuando el equipo se queda sin alimentación eléctrica.

EPROM: A diferencia de la RAM, esta memoria es no volátil, lo que significa que mantiene su contenido incluso cuando se interrumpe la alimentación eléctrica.

Para preservar la información almacenada en la memoria RAM ante cortes en la alimentación, los fabricantes suelen utilizar baterías o condensadores de alta capacidad.

Figura 8

Unidad Central de Procesamiento de un autómata.



Fuente: (Martín & García, 2009)

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Su función principal consiste en transformar la C.A. que viene de la red eléctrica en corriente continua, necesaria para alimentar los circuitos integrados y los componentes electrónicos presentes en el interior del controlador lógico programable. Por lo general, la tensión de trabajo interna suele ser de 24 V en corriente continua, aunque existen modelos que operan a 48 V.

Cuando los sensores pasivos están ubicados en las cercanías del controlador, pueden conectarse directamente a la fuente de alimentación. Los sensores de tipo activo también pueden ser alimentados por el propio controlador, pero es crucial considerar la corriente que cada uno de ellos consume para evitar sobrecargar la fuente de alimentación. En casos donde se utilice un gran número de sensores de este tipo, podría ser necesario disponer de una fuente de alimentación adicional.

Figura 9

Fuente de alimentación para los autómatas S7-300



Fuente: (Martín & García, 2009)

Entradas y salidas digitales

Se compone de diversos módulos, estructuras de conexión y soportes, desempeñando funciones clave que incluyen:

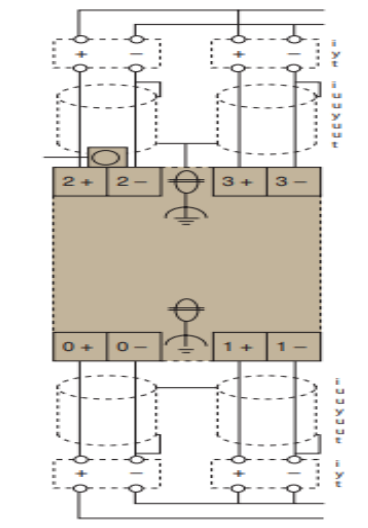
- Ajustar la tensión de funcionamiento de los actuadores y sensores a los dispositivos electrónicos del controlador lógico programable, los cuales operan a tensiones diversas.
- Proporcionar aislamiento eléctrico entre los circuitos de control y de potencia.

Entradas analógicas

Las entradas analógicas identifican valores de tensión o corriente y generan eventos mediante comparaciones cuando los valores predefinidos en el programa del usuario son alcanzados. Para utilizar las entradas analógicas, es necesario contar con sensores específicos, también analógicos, que se ajusten a los valores de señal necesarios para el controlador lógico programable. Estos sensores están normalizados y se detallan a continuación:

Figura 10

Conexión de un módulo de entradas analógicas



Fuente: (Martín & García, 2009)

Figura 11

Formas de conexionar sensores analógicos y valores de señales

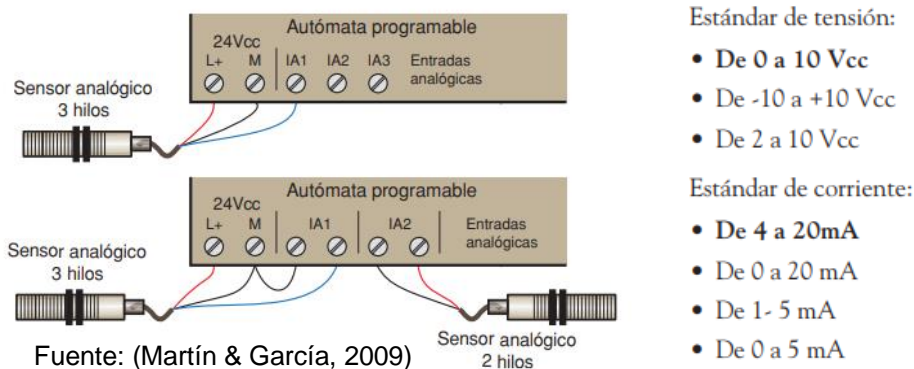
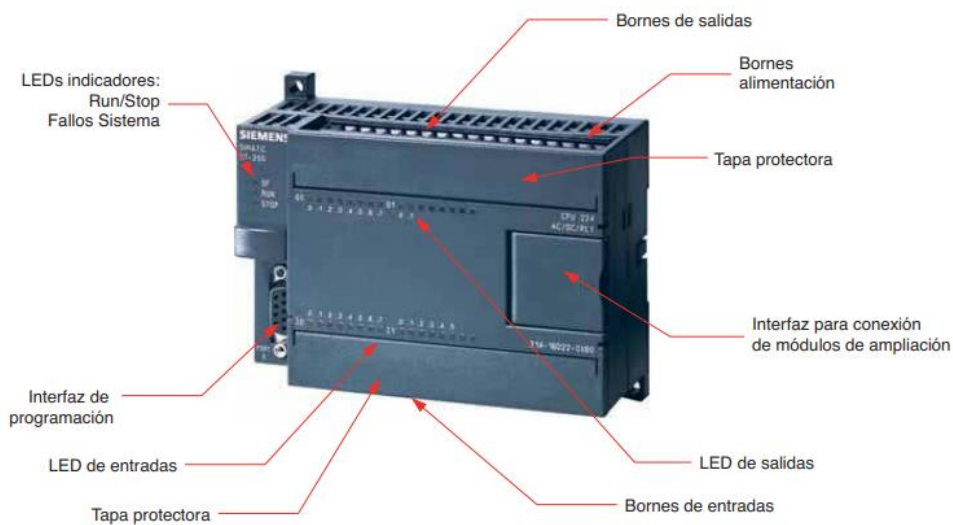


Figura 12

Exterior de un autómata programable S7-200.



Fuente: (Martín & García, 2009)

SECUENCIA DE OPERACIÓN DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE.

Barrientos & Gambao (2014) Creados con el propósito de reemplazar a los circuitos de relés que se empleaban en el control de sistemas secuenciales. Se distinguen por tener salidas que están vinculadas a los valores inmediatos de las entradas. Al emplear un autómata programable,



la evolución de las funciones lógicas requiere un tiempo específico de cálculo, es decir, la ejecución del programa.

Para garantizar que las entradas no se alteren inicialmente (mediante un procesamiento síncrono), la operación típica de la mayoría de los autómatas programables implica la consideración exclusiva de los valores de las entradas. En un momento específico, las salidas se actualizan en consecuencia.

Así, al revisar los valores de las variables de entrada y salida durante la ejecución del programa, no se accede directamente al estado de las señales externas. En cambio, se lee una región de la memoria RAM conocida como la imagen del proceso, la cual está formada por la representación del proceso de entradas y la representación del proceso de salidas.

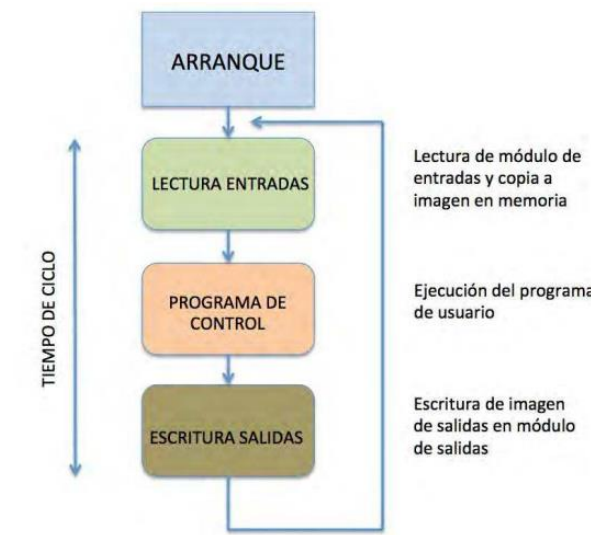
El proceso fundamental de operación de un PLC, conocido también como ciclo principal o ciclo de escaneo.

Este proceso de operación se repite de manera continua. La duración de cada ciclo se conoce como tiempo de ciclo (scan time). El tiempo de ciclo es un parámetro crucial que debe ser monitoreado constantemente para asegurar la seguridad operativa. Para este propósito, la arquitectura del PLC incluye un temporizador de supervisión (watch dog) que se examina al inicio de cada ciclo. Si el tiempo medido por el watch dog excede el límite de tiempo de ciclo predeterminado, se registra el evento y el PLC

entra en modo de ERROR. Existen diversas razones por las cuales el tiempo de ciclo puede excederse. (pág. 119)

Figura 13

Operación básica de un autómata programable.



Fuente: (Martín & García, 2009)

2.2.4. VARIACIÓN DE VELOCIDAD POR VARIADORES DE FRECUENCIA

Martín & García (2009) Modificar la velocidad de un motor de C, A. puede lograrse alterando la frecuencia de su suministro eléctrico mediante dispositivos conocidos como variadores de frecuencia o variadores de velocidad.

Un inversor de frecuencia es un componente de electrónica de potencia que, como su nombre indica, tiene la capacidad de ajustar la frecuencia en hercios de la alimentación de un motor.

Se emplean con máquinas estándar que no requieren bobinados especiales. Operan en un rango que abarca desde una frecuencia

mínima hasta una máxima, siendo fácilmente ajustables en cualquier punto dentro de ese intervalo.

Figura 14

Configuración de frecuencia de baja potencia.



Fuente: (Martín & García, 2009)

Los variadores están equipados con un modo de supervisión que permite monitorear diversos parámetros y magnitudes eléctricas mientras el motor está en funcionamiento. Estos parámetros incluyen la tensión en los terminales del motor, la velocidad estimada, el estado térmico del variador, la corriente consumida, la tensión de la red de alimentación, entre otros. Algunos modelos tienen la capacidad de superar la frecuencia de sincronización de la red eléctrica de alimentación. Esto resulta en que los motores operen a velocidades superiores a las sincrónicas, incluso más allá de las diseñadas según su número de polos.

Programación de los variadores de frecuencia

Los reguladores de velocidad cuentan con un conjunto de parámetros que varía en amplitud según el modelo en cuestión. La



programación de estos parámetros puede llevarse a cabo de varias maneras:

- Utilizando un pequeño panel de operación incorporado en el propio variador.
- A través de un terminal de programación externo, disponible para su compra por separado, que facilita la programación avanzada.
- O mediante un ordenador personal conectado mediante un cable específico y un software de parametrización.

Aquí se presentan algunos de los parámetros típicos que pueden ajustarse y programarse en un variador de frecuencia:

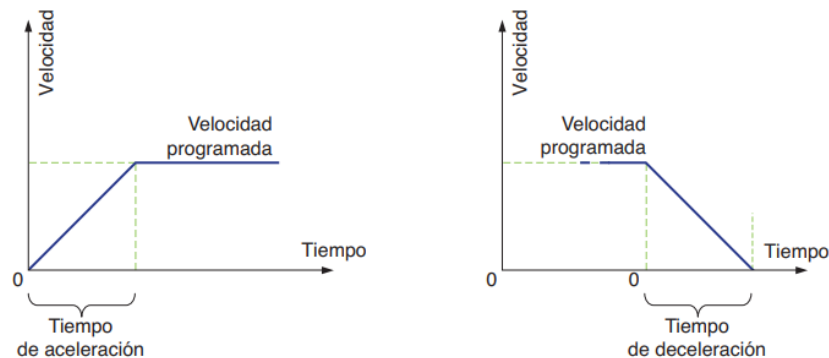
Ajustes de fábrica: Restablece todos los parámetros del variador a los valores predeterminados de fábrica.

Rampa de aceleración: Se refiere al tiempo en segundos que se utiliza para que el motor alcance la velocidad predefinida.

Rampa de deceleración: Indica el tiempo en segundos que se emplea para que un motor reduzca su velocidad hasta detenerse o alcanzar otra velocidad predefinida.

Figura 15

Rampa de aceleración y deceleración



Fuente: (Martín & García, 2009)

Conexión del variador de velocidad

Con respecto a la conexión, los variadores de velocidad están compuestos por tres módulos claramente distintos:

- Módulo de potencia.
- Módulo de control.
- Señal de velocidad deseada.

La sección de potencia se conecta desde la red eléctrica, pasa a través del variador y luego llega al motor. Existen variadores diseñados para conexiones tanto a redes eléctricas monofásicas como trifásicas. En ambos casos, el motor siempre es de tipo trifásico.

Se recomienda incorporar un contactor entre el dispositivo de protección y el variador de frecuencia. Este contactor se controla mediante un circuito de mando externo y posibilita la interrupción del suministro eléctrico de manera segura.

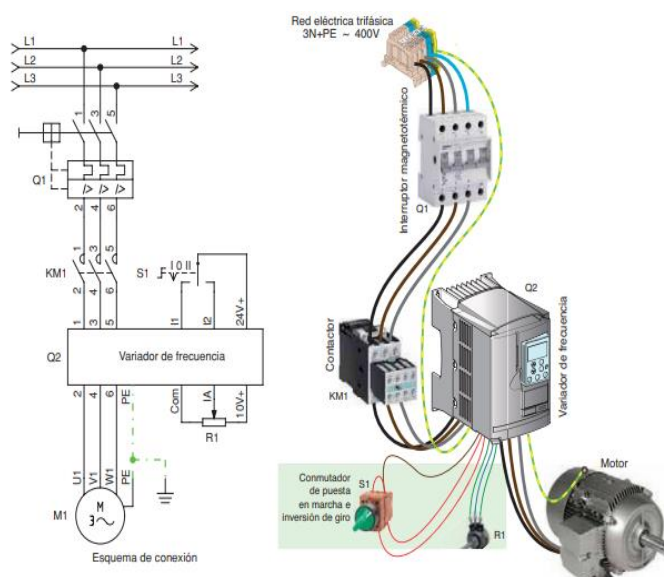
La sección de control cuenta con entradas lógicas destinadas a conectar sensores tipo interruptores y pulsadores. Estas entradas se utilizan para funciones como el encendido y apagado del motor, cambio en la dirección de rotación, modo JOG, entre otros. La señal de referencia para estas entradas proviene del borne de tensión positiva que proporciona el propio variador. Estas entradas son programables y su uso puede variar según la aplicación.

La consigna de velocidad se introduce a través de una entrada analógica de tres terminales, a la cual se conecta un potenciómetro rotativo. El valor en $k\Omega$ de este potenciómetro está determinado por el fabricante.

Por lo tanto, la configuración básica para iniciar un motor mediante un variador de velocidad es la siguiente.

Figura 16

Conexión básica de un variador de frecuencias



Fuente: (Barrientos & Gamba, 2014)

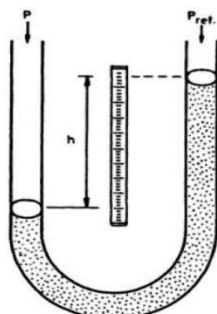
2.2.5. SENSOR DE PRESION DE AIRE

Pallas (2004) La medición de presiones en líquidos o gases es muy común, especialmente en el control de procesos. La presión Se define como una fuerza por unidad de superficie y, para su medición, se compara con otra fuerza conocida o se detecta su efecto sobre un elemento elástico midiendo la flexión. En los manómetros de columna de líquido, como el tubo en U, la comparación de la presión a medir con una presión de referencia, despreciando los efectos secundarios, resulta en una diferencia de nivel de líquido h .

Cuando se somete a presión a un componente elástico, experimenta deformaciones hasta que las tensiones internas se equiparan con la presión aplicada. La magnitud de los desplazamientos o deformaciones resultantes puede variar según el material y la geometría empleados. Luego, se pueden utilizar diversos sensores, ya sean derivados del tubo Bourdon o del diafragma, que puede estar empotrado o sujeto en sus bordes. (pág. 32)

Figura 17

Manómetro en U



Fuente: (Pallás, 2004)

Figura 18

Algunas opciones para la medición de presiones en el rango convencional.



Fuente: (Pallás, 2004)

(Pallás, 2004) El tubo Bourdon, ideado por Eugene Bourdon en 1849, consiste en un tubo metálico con una sección transversal no circular, obtenido mediante la aplicación de un tubo de sección circular. Este tiende a recobrar su forma original cuando se aplica una diferencia de presión entre el interior y el exterior. Al sellar un extremo del tubo y fijar rígidamente el otro, la propensión a recuperar la sección transversal provoca un desplazamiento del extremo libre.

Aunque la variación no sigue una relación lineal en todo su intervalo, sí lo hace en rangos reducidos. Las configuraciones que ofrecen mayores desplazamientos conllevan la desventaja de ser más voluminosas y largas, lo que resulta en una respuesta frecuencial más baja. Para transformar este desplazamiento en una señal eléctrica, se recurre a distintos sensores de desplazamiento.

Un diafragma es una estructura circular y flexible que consiste en una membrana tensa o una lámina empotrada. Experimenta deformaciones debido a la presión o diferencia de presiones que se pretende medir. La conversión se realiza al detectar el desplazamiento del punto central del diafragma, su deformación total o la deformación local. (pág. 33)

2.2.6. MOTORES ELÉCTRICOS

Martín & García (2009) La mayoría significativa de los movimientos ejecutados por las máquinas en el ámbito industrial, abarcando funciones diversas como el traslado de objetos, el empaquetado, el cierre de puertas, la elevación y descenso de materiales, así como la agitación de líquidos, se llevan a cabo a través de motores eléctricos.

“Un motor es un dispositivo que, al recibir energía eléctrica, genera un movimiento rotativo en su eje. Este movimiento, aprovechado mediante conexiones mecánicas adecuadas, se utiliza para realizar diversas tareas tanto en entornos industriales como domésticos”. (Martín & García, 2009, pág. 104)

Figura 19

Motor eléctrico con acoplamiento mecánico



Fuente: (Martín & García, 2009)

TIPOS DE MOTORES ELÉCTRICOS

Martín & García (2009) Considerando el sistema eléctrico empleado para alimentarlos, se pueden clasificar los motores en dos categorías: aquellos que funcionan con corriente alterna y los que lo hacen con corriente continua. Debido a su sencilla conexión, mantenimiento reducido y costos de fabricación más bajos, los motores de C.A. son los más prevalentes en la actualidad, reservándose los motores de C.C. para aplicaciones más especializadas. (pág. 104)

PARTES INTERNAS DE UN MOTOR ELÉCTRICO

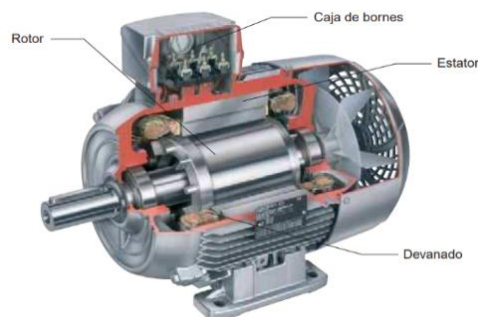
Se compone esencialmente de dos componentes claramente distinguibles: el rotor y el estator.

El rotor es la sección en movimiento de la máquina eléctrica y está situado en el interior del campo magnético creado por el estator. Desde el exterior, la única parte visible es su eje.

El estator es la componente inmóvil de la máquina y se compone de láminas magnéticas ranuradas, también conocidas como piezas polares, que albergan el devanado. La conexión eléctrica se establece mediante la caja de bornes.

Figura 20

Componentes de un motor.



Fuente: (Martín & García, 2009)

Partes externas de un motor eléctrico

Caja de bornes: Simplifica la conexión del motor eléctrico al sistema de alimentación.

Placa de especificaciones: se trata de una lámina de aluminio en la que están impresas las características más destacadas del motor.

Eje: constituye el medio a través del cual se transfiere el movimiento rotativo del motor, incluyendo una chaveta para su conexión con la maquinaria en la que se instalará.

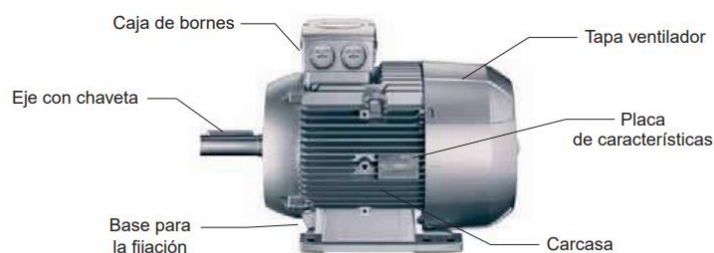
Carcasa: envuelve completamente el interior del motor, abarcando tanto el circuito eléctrico como el circuito magnético.

Tapa del ventilador: resguarda el mecanismo de ventilación del motor, incorporando una rejilla para favorecer la salida de aire.

Base de sujeción: constituye la porción de la carcasa que posibilita la fijación del motor a la base donde se instalará. Normalmente, cuenta con cuatro hendiduras destinadas para la fijación y ajuste mediante tornillos.

Figura 21

Partes externas de un motor eléctrico



Fuente: (Martín & García, 2009)

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

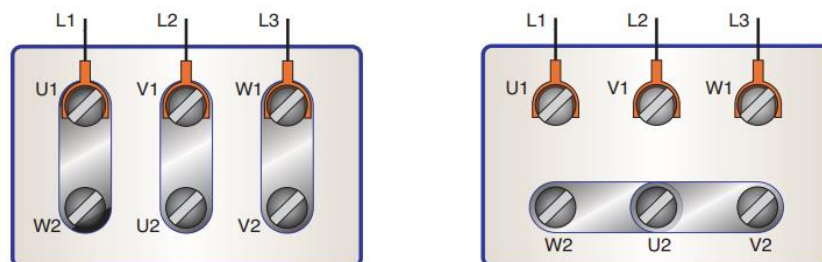
Dependiendo de la cantidad de fases en la alimentación, los motores de CA. se dividen en monofásicos y trifásicos. Los motores monofásicos se alimentan a través de una fase y neutro, y los trifásicos lo hacen mediante tres fases. Los motores monofásicos son mayormente empleados en contextos domésticos, mientras que los trifásicos son más comunes en entornos industriales.

MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICOS CON ROTOR TIPO JAULA DE ARDILLA

En los motores trifásicos, el estator presenta tres bobinados, uno para cada fase. Cada bobinado cuenta con dos conexiones: un inicio y un fin, que se extienden hasta la caja de bornes. Estas conexiones quedan internamente interconectadas de la siguiente manera:

Figura 22

Conexión triángulo y conexión estrella.



Fuente: (Martín & García, 2009)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Marcial (2000) menciona

Proceso: Se refiere al conjunto de fenómenos asociados a una secuencia de producción.

Medición: La conversión de una señal a otra mediante el uso de un sensor.

Detector de Error: Es necesario realizar la evaluación del error antes de llevar a cabo la acción de control.

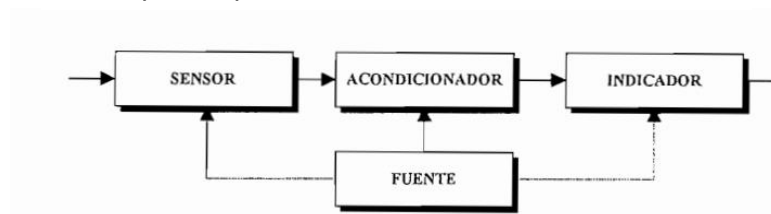
Controlador: Analiza el error y busca corregirlo en dirección a la referencia.

Elemento Final de Control: Es el dispositivo que tiene un impacto en el proceso.

La mayoría de los sistemas de medición, incluido el actual, suelen fundamentarse en el siguiente esquema funcional.

Figura 23

Partes que componen un sensor electrónico



Fuente: (Marcial, 2000)

Sensor: Es el componente que transforma la magnitud medida en una señal de salida eléctrica o neumática.

Acondicionador: Adapta la salida del transductor de acuerdo con los requisitos del visualizador.

Fuente: Suministra la energía al proceso de acondicionamiento.

Indicador: Presenta la información necesaria sobre la medición de manera comprensible para el usuario.



Variadores de velocidad

Los controladores de velocidad son dispositivos electrónicos que permiten ajustar la velocidad y el par de los motores asíncronos trifásicos, transformando las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de la red en magnitudes variables. Los controladores de velocidad están concebidos para funcionar con motores asíncronos trifásicos de rotor tipo jaula. La tensión proporcionada al motor no debe superar la tensión de la red eléctrica.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación que llevará a cabo en el proyecto es de naturaleza aplicada, ya que se enfoca en la solución de problemas prácticos y la implementación de los resultados en situaciones concreta.

3.1.2. Diseño De Investigación

El tipo de diseño de investigación del presente proyecto de investigación es experimental porque se diseñará el sistema de control y con ello se logrará implementar el monitoreo para verificar el funcionamiento.

3.1.3. Ámbito de investigación

Dimensión Espacial: La ejecución del proyecto tendrá lugar en un ambiente de laboratorio o centro educativo específico, que puede estar ubicado en una institución educativa o en un centro de investigación. El alcance geográfico se limita a esta ubicación física.

Dimensión Temporal: El período de tiempo para la implementación y evaluación del sistema de automatización se definirá en el plan del proyecto, dependiendo de los objetivos y recursos disponibles

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y la muestra abordadas en la investigación consisten en los parámetros de operación del sistema de monitoreo para el control de presión de aire, como se expone en la sección de teorías vinculadas al tema.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Tabla 2:

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| 1. TÉCNICAS | 2. INSTRUMENTO | 3. VALIDACIÓN |
|---|----------------------|-------------------------|
| Observación: Se usó las herramientas de sensor de presión y diagrama Hombre-Máquina para la toma de tiempos del monitoreo de control | Ficha de observación | Por asesor especialista |

Fuente: Elaboración Propia

3.4. RECOGIDA DE DATOS

Se han empleado ciertas funciones del software TIA PORTAL V16 para el análisis de datos adquiridos por el sensor de presión de aire. se recopilan datos a lo largo del tiempo, se puede realizar un análisis de series temporales para identificar patrones estacionales o cíclicos en la presión de aire.

TIA Portal: Es una aplicación de programación de PLC y HMI de la marca Siemens que incorpora numerosos elementos de las máquinas para gestionar un sistema industrial y se utiliza para la automatización de fábricas, así como en proyectos de domótica.



Las funciones que se van a usar del software son el procesamiento de mediciones adquiridos del sensor de presión y el control PID a través del PLC s7-1200 y el HMI KTP 700 que posibilitan la generación de gráficos para analizar la respuesta del sistema y presentaciones visuales para representar de manera efectiva los datos de presión de aire.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

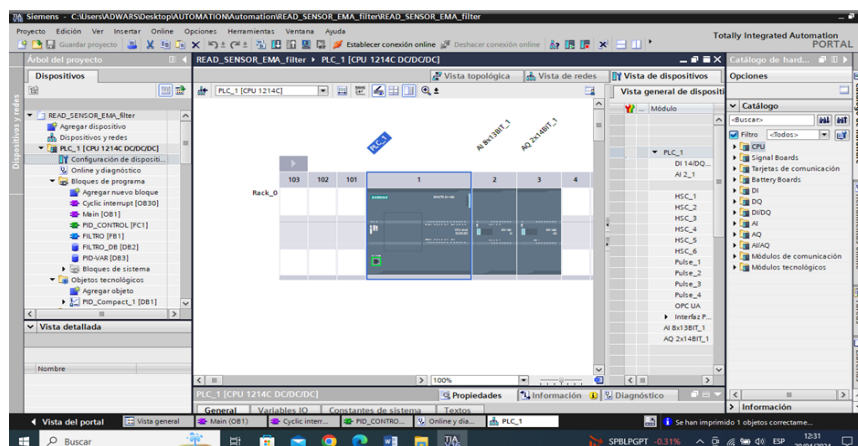
4.1. PRESENTACIÓN

PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para la automatización del proyecto, se utilizó el (PLC) S7-1200 de Siemens con la CPU 1214 AC/DC/RLY. Es relevante señalar que este PLC está equipado con 10 salidas de relé y 14 entradas en corriente continua (DC). Debido a que la cantidad de entradas necesarias para la ejecución del proyecto no satisface los requisitos se integró el módulo de expansión SM 1223 DC/RLY, el cual agrega 16 salidas y entradas adicionales.

Figura 24

PLC S7 1200



Fuente: Elaboración propia



DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El sistema cuenta con dos modos de operación: manual y automático. En el modo manual, el programa espera la señal del botón "START" (del variador 2) para iniciar su funcionamiento. Una vez presionado, el PLC envía la orden al VFD para que opere al 100% de su velocidad.

El variador cuenta con un botón "local-remoto". Al presionarlo, se habilita la perilla de variación de frecuencia situada en la puerta del tablero, lo que permite ajustar la frecuencia.

Cuando el interruptor está en la posición automática, el desempeño del motor y la variación de velocidad están determinados por los sensores que están en funcionamiento. Se presentan las velocidades que alcanza el motor en relación con la cantidad de sensores activos. Asimismo, el PLC genera una base de datos que muestra la cantidad de sensores activos a lo largo del tiempo.

Tabla 3

Velocidades en relación con la cantidad de sensor activado

| Sensores | Frecuencia del motor |
|----------|----------------------|
| Fuente: | 0 |
| | 31.0 Hz |
| | 36.4 Hz |
| | 42.8 Hz |
| | 46.2 Hz |
| | 54.6 Hz |
| | 60.00 H |

Elaboración propia

ESTABLECIMIENTO DE LOS TERMINALES DEL PLC

La programación incluyó la configuración de los terminales del PLC, la cual fue detallada en el esquema eléctrico. Al revisar dicho esquema, se aprecia que se están empleando 21 entradas y 8 salidas. Además, se han previsto 8 entradas y 4 salidas adicionales para una posible expansión futura (en el primer sótano), junto con los correspondientes terminales de reserva.

Figura 25

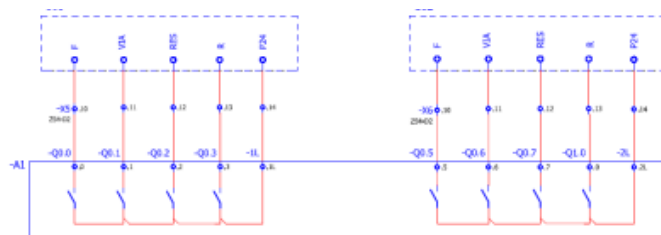
Configuración del variador

| | Salidas en: | | Dispositivo | Control de borne |
|---------|-------------|----------|-------------|------------------|
| | Bornera | Programa | | |
| S7-1200 | DQ a.0 | Q0.0 | Variador 1 | F |
| | DQ a.1 | Q0.1 | | VIA |
| | DQ a.2 | Q0.2 | | RES |
| | DQ a.3 | Q0.3 | | R |
| | DQ b.5 | Q0.5 | | F |
| | DQ b.6 | Q0.6 | | VIA |
| | DQ b.7 | Q0.7 | | RES |
| | DQ b.8 | Q1.0 | | R |

Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Configuración del circuito para la conexión de las entradas del PLC



Fuente: Elaboración propia

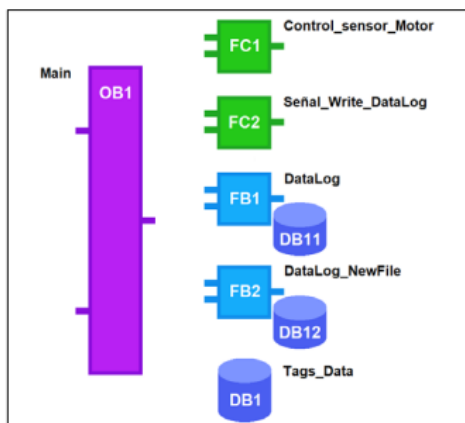
ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

La estructura del programa del autómatas sigue la siguiente topología. Este diseño se selecciona debido a que el software de programación incluye

bloques específicos que simplifican la creación de un programa con un enfoque sistemático y organizado.

Figura

Topología de todo el programa

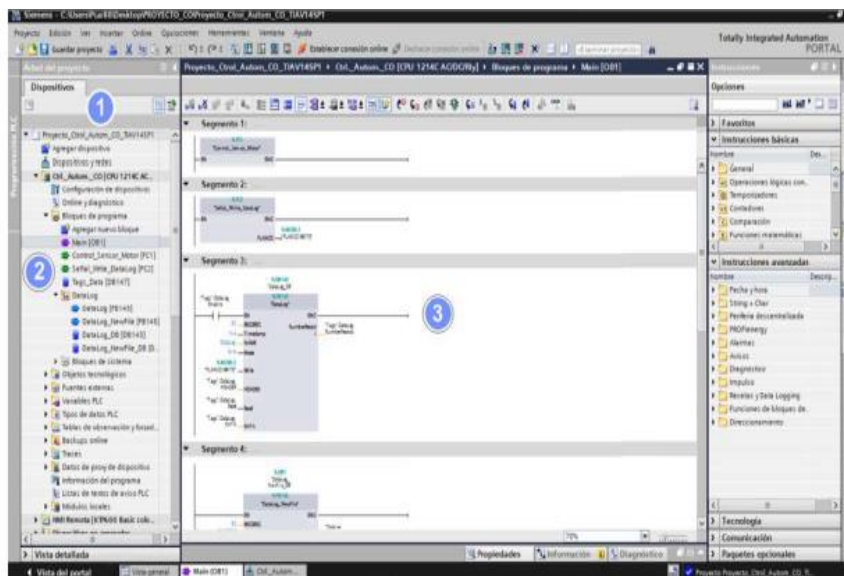


Fuente: Elaboración propia

Se exhibe el programa que integra varios bloques, todos ellos contenidos dentro del bloque de organización.

Figura 27

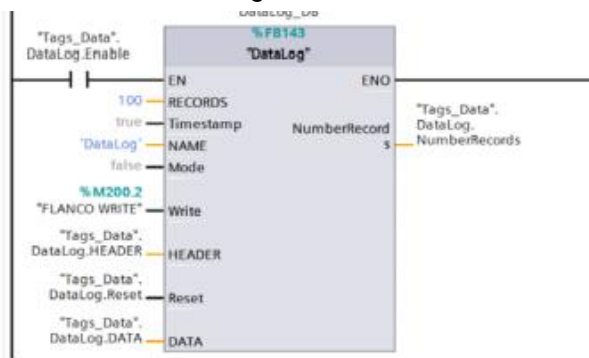
Bloque del programa principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Bloque de función DataLog.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Descripción del bloque DataLog.

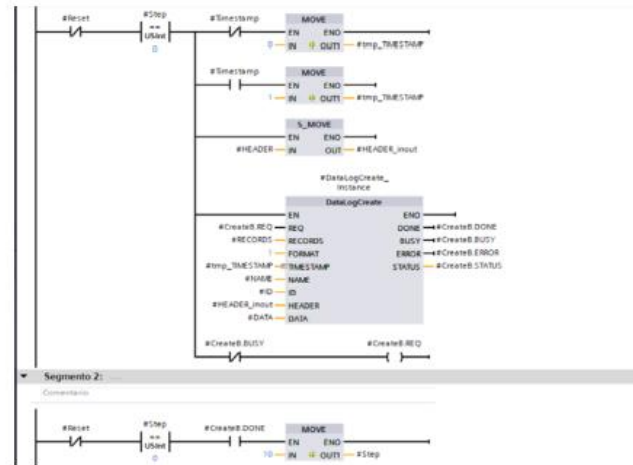
| DataLog | Descripción | Configuración |
|----------------|---|---------------|
| Records | Número de registros de datos en el archivo | 100 |
| Timestamp | Adjuntar hora y fecha a los datos. | True |
| Name | Nombre del archivo que se va a crear. | |
| "DataLog.CSV" | | |
| Header | Cabecera de los datos del archivo ".CSV" | |
| DataLog.Header | | |
| Data | Contiene la matriz de datos a escribir en el archivo. | DataLog.Data |

Fuente: Elaboración propia

La instrucción "DataLogCreate" es la primera que se ejecuta y se encarga de crear el archivo. Es crucial proporcionar los parámetros pertinentes.

Figura 29

Aplicación del DataLogCreate.



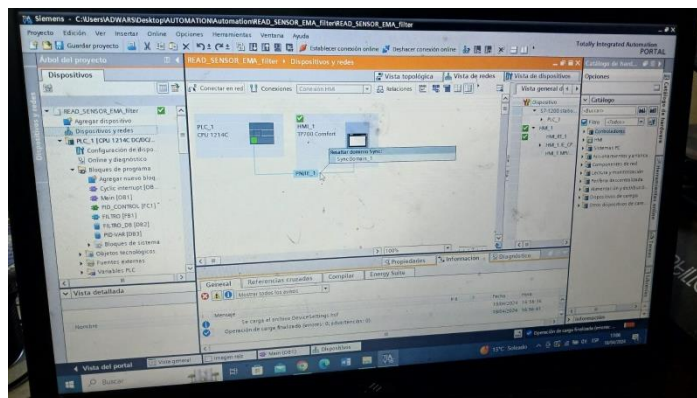
Fuente: Elaboración propia

PROGRAMACIÓN DEL HMI

Se consideró la introducción de una interfaz a distancia para la gestión y supervisión del ventilador. La interfaz programada fue el KTP 700 de Siemens, la cual cuenta con un puerto Ethernet que se conectará al PLC. La configuración de red establecida está ilustrada en la imagen 33.

Figura 30

Estructura de red del proyecto



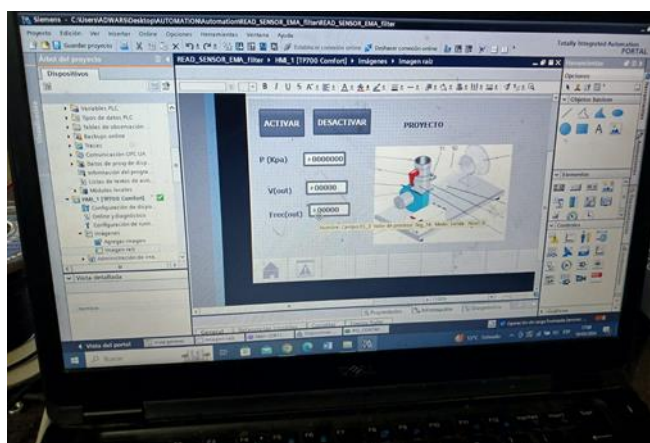
Fuente: Elaboración propia

La programación fue realizada utilizando el software TIA PORTAL, y las imágenes siguientes proporcionan información detallada sobre cómo agregar

la incorporación del dispositivo al proyecto general simplifica la programación gracias a la integración en el software. Esto se debe a que las variables generadas en el programa del PLC pueden ser fácilmente utilizadas en la programación del HMI.

Figura 31

Configuración de la interfaz HMI



Fuente: Elaboración propia

Las variables destinadas a la interconexión de los dispositivos se muestran en la tabla, especificando la acción que llevará a cabo cada elemento en respuesta a un evento.

Tabla 5

Variables que establecen la conexión entre el HMI y el programa principal.

| Elemento | Variable | Evento | Texto Visible |
|------------------------------|----------------|--------------|---------------|
| Interruptor_1 Desactivado | HMI_Selec_Man | Conmutar OFF | Modo Manual |
| | | Conmutar ON | Modo |
| Manual Activado | | | |
| Botón_2 | HMI_Start_Var1 | Soltar | Arranque |
| Motor 1 | | Pulsar | |
| | | | |
| Texto_1 | HMI_Var1_0 | Visible | 0% |
| Texto_2 | HMI_Var1_55 | Visible | 55% |
| Texto_3 | HMI_Var1_64 | Visible | 64% |
| Texto_4 | HMI_Var1_78 | Visible | 78% |
| Texto_5 | HMI_Var1_82 | Visible | 82% |
| Texto_6 | HMI_Var1_91 | Visible | 91% |
| Texto_7 | HMI_Var1_ | 100 Visible | 100% |

Fuente: Elaboración propia

ENTRADA A LOS INFORMES DEL SERVIDOR WEB

Para acceder a los archivos generados por el DataLog, es necesario realizar una configuración inicial en la opción de servidor web del PLC. Los pasos para llevar a cabo esta configuración incluyen la activación de la opción más crucial: "Habilitar el servidor web en todos los módulos de este dispositivo".

Una vez finalizada la configuración, se procede a conectar el PLC a una computadora a través de la red, y estos elementos deben ser identificados por

su dirección IP en dicha red. Con la conexión establecida, se procede a abrir un navegador web e ingresar la dirección IP del PLC.

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

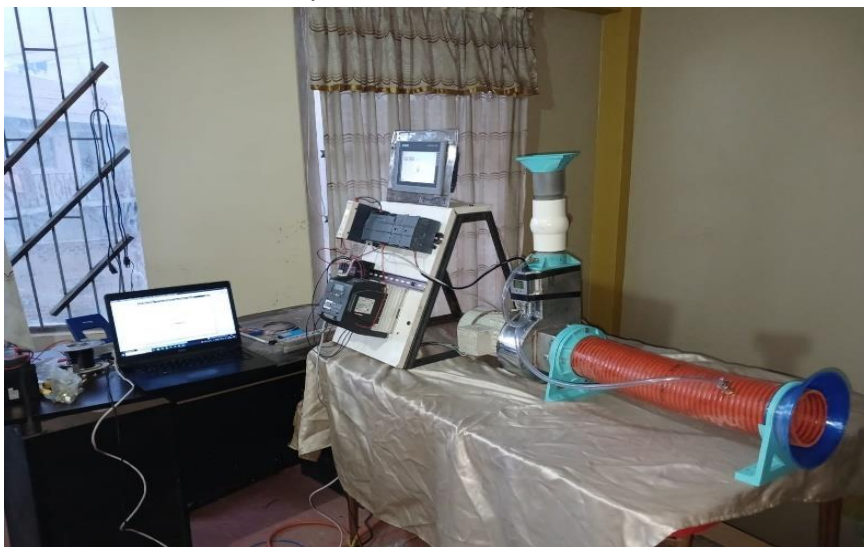
Se detallan específicamente las pruebas vinculadas al programa del controlador, los resultados alcanzados, la instalación de los equipos y las pruebas de rendimiento.

PLANTA:

Se utiliza un conducto fabricado en lámina galvanizada como componente central del sistema de control de presión de aire. Este conducto posibilita la inyección de aire en un extremo y la conexión de una turbina en el otro, generando así un sistema presurizado. El extremo opuesto está sellado y cuenta con una compuerta que permite la variación de los valores de presión. Esta variación es esencial para que el control PID identifique los cambios y ajuste la velocidad del motor, garantizando así que la presión se mantenga en el parámetro establecido durante el proceso de control.

Figura 32

Sistema de alimentación a presión constante



Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN MOTOR VENTILADOR CENTRIFUGO

Se instaló un motor con una capacidad de 1 hp y una alimentación trifásica de 380 V. Este conjunto se encarga de inyectar aire y generar la presión deseada en función de la velocidad del motor. Para el acoplamiento, se utiliza un sistema de poleas con banda, donde la relación de conversión es de 1:1, asegurando que la velocidad en el ventilador sea idéntica a la velocidad del motor.

Figura 33

Conjunto Motor eléctrico trifásico y Ventilador centrifugo



Fuente: Elaboración propia

SENSOR DE PRESIÓN

Los sensores son colocados conforme a las recomendaciones de especificaciones técnicas del fabricante., y se puede apreciar la instalación del sensor en la imagen adjunta.

Figura 34

Sensor de presión instalado



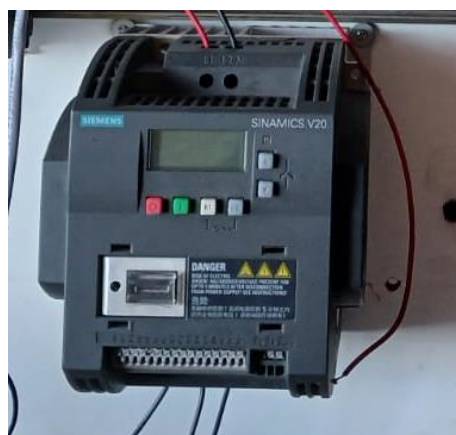
Fuente: Elaboración propia

INVERSOR DE FRECUENCIA

Se utilizó un inversor de frecuencia para controlar el movimiento del motor. Este inversor cuenta con una entrada monofásica de 220V y proporciona una salida trifásica de 220V. Además, tiene la capacidad de invertir el giro y controlar la frecuencia del motor.

Figura 35

Inversor de frecuencia



Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HMI

Fueron llevadas a cabo en conjunto con los demás componentes e. La programación de la interfaz se lleva a cabo de manera simultánea con la del PLC, ya que la lógica de programación es conjunta y el software utilizado tiene esta característica. En la imagen se presenta la prueba inicial realizada, donde, al realizar una simulación con el PLC, este respondió de manera apropiada.

Figura 36

Prueba del programa del KTP700



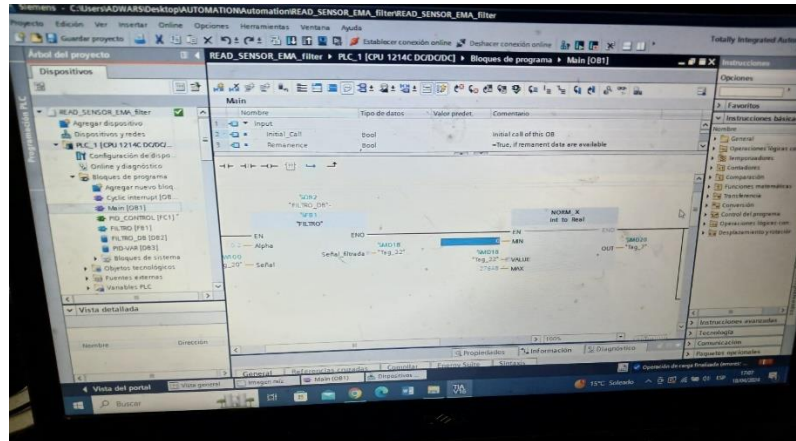
Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS DE LA PROGRAMACION PARA EL PLC S7-1200

Para llevar a cabo las pruebas, se transfirió el programa realizado a un PLC ubicado en el panel de pruebas de la empresa. En este controlador lógico programable (PLC), se llevaron a cabo todos los ajustes requeridos para el proceso de programación completo. En la imagen ilustra el PLC usado en esta fase.

Figura 37

PLC pruebas



Fuente: Elaboración propia

Después de desarrollar la lógica para el controlador, se procede a ejecutar el programa en modo de simulación. Esta fase permite verificar si el código del programa sigue la lógica prevista y efectuar las correcciones necesarias en caso de ser requeridas

La imagen siguiente se muestra la etapa inicial del programa, y para iniciar la simulación, se realiza un cambio de estado en la entrada vinculada al interruptor manual-automático, ubicado en el segmento 3 de la figura. Se modifica el estado del botón físico de parada de emergencia, que tiene un contacto normalmente cerrado, para dar comienzo a la simulación.

La simulación avanza se muestra una entrada de sensor, durante la simulación, se altera el estado de esta entrada, dando como resultado la generación de una unidad de valor entero.

Figura 38

Simulación del bloque FC1 "Control_Sensor_motor"

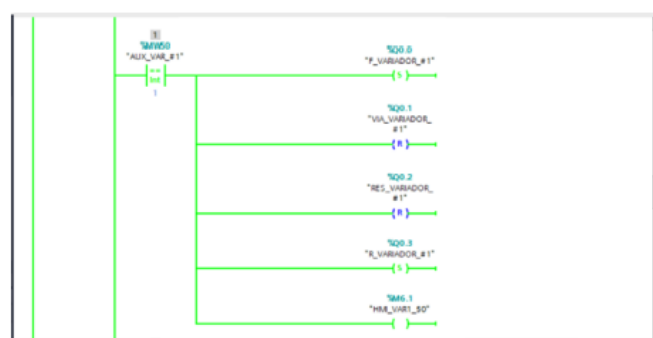


Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realiza la operación del selector, que implica elegir una sección específica del código para avanzar en la acción. En la figura 42, se opta por el código asociado a la activación de un solo sensor, lo que conduce a la generación de la combinación lógica de 1001 en las salidas del PLC. Estas salidas representan la frecuencia mínima, y al ser ingresadas automáticamente en el variador, este ajusta la frecuencia a 34Hz.

Figura 39

Simulación del bloque FC1 "Control_Sensor_motor"

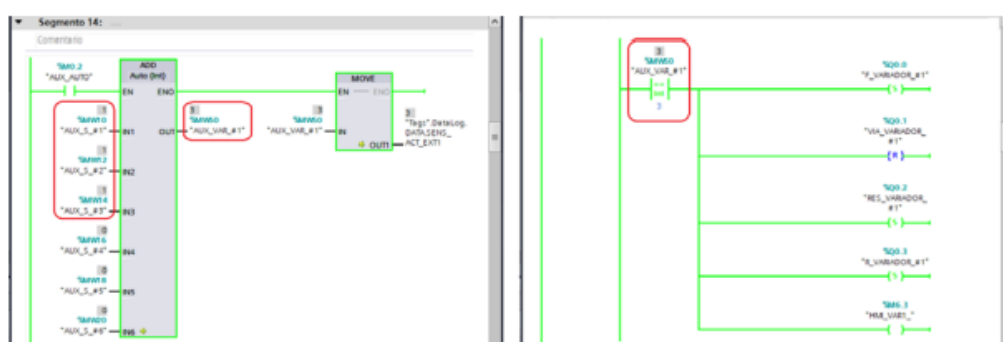


Fuente: Elaboración propia

En la imagen siguiente, se muestra la simulación del programa al activar al sensor, produciendo como resultado la combinación que establece una frecuencia de 43.8Hz. En cambio, la imagen siguiente, el sensor detecta el cambio de presión y representa la combinación lógica que permite al variador ajustar la frecuencia al valo máximo de 58Hz.

Figura 40

Simulación cuando se tiene el sensor activo

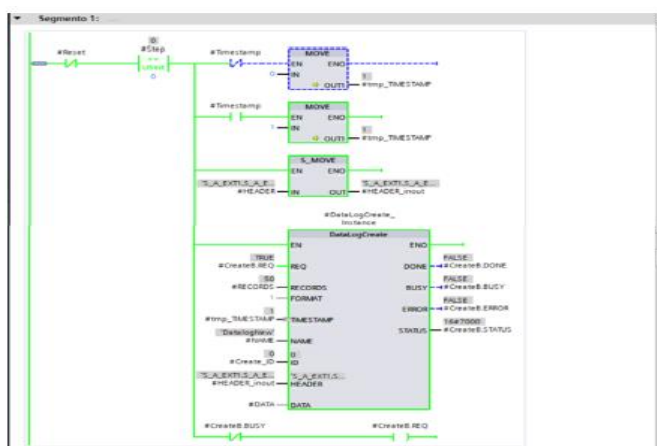


Fuente: Elaboración propia

PRUEBA DE OPERATIVIDAD DE LA CREACIÓN DE ARCHIVOS

Con el propósito de examinar la generación del archivo ".CSV", se realizaron simulaciones que involucraron la activación de las entradas en el controlador lógico programable. Estas señales se activan utilizando un módulo adicional diseñado especialmente para este modelo de PLC.

Figura 41



Fuente: Elaboración propia

Conforme a la descripción del programa, cada vez que se produce una alteración en el estado de la entrada de un terminal del PLC, se efectúa una recopilación de datos que se guarda en una sección de memoria dentro del archivo ".CSV".

De acuerdo con el programa, el archivo resultante tiene la capacidad de almacenar información correspondiente a 100 filas de datos en un instante dado. Además, cuando el archivo alcanza su capacidad máxima, el programa genera un nuevo archivo, con la capacidad para producir hasta 50 archivos en total. La imagen siguiente exhibe los documentos producidos durante las evaluaciones del programa.

El contenido del archivo "DataLogNew.csv", ofreciendo una perspectiva de los datos generados. La primera columna indica el número de activaciones y desactivaciones que experimentaron los sensores. Las columnas posteriores suministran detalles específicos acerca de la fecha y la hora en que se produjeron las modificaciones.

En la cuarta y quinta columna, se registra la frecuencia de activación del sensor para cada velocidad. Las últimas columnas indican el estado operativo del ventilador centrífugo, siendo representado por los números uno y cero para indicar su funcionamiento y detención, respectivamente.

Figura 42

Contenido del archivo DataLog creado

| Record | Date | UTC Time | S_A_EXT1 | S_A_EXT2 | EXT1 | EXT2 |
|--------|-----------|----------|----------|----------|------|------|
| 1 | 8/20/2018 | 02:22:11 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 8/20/2018 | 02:22:14 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 8/20/2018 | 02:22:16 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 8/20/2018 | 02:22:18 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 8/20/2018 | 02:22:21 | 5 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 8/20/2018 | 02:22:28 | 6 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 8/20/2018 | 02:22:51 | 5 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 8/20/2018 | 02:23:04 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | 8/20/2018 | 02:25:18 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 8/20/2018 | 02:25:20 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| 11 | 8/20/2018 | 02:25:25 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| 12 | 8/20/2018 | 02:25:28 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 13 | 8/20/2018 | 02:25:30 | 4 | 5 | 1 | 1 |
| 14 | 8/20/2018 | 02:25:33 | 4 | 6 | 1 | 1 |
| 15 | 8/20/2018 | 02:25:58 | 4 | 5 | 1 | 1 |
| 16 | 8/20/2018 | 02:26:03 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 17 | 8/20/2018 | 02:26:11 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| 18 | 8/20/2018 | 02:31:04 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 19 | 8/20/2018 | 02:31:09 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 20 | 8/20/2018 | 02:31:15 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 21 | 8/20/2018 | 02:31:19 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| 22 | 8/20/2018 | 02:31:22 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 23 | 8/20/2018 | 02:31:27 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 24 | 8/20/2018 | 02:31:29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 8/20/2018 | 02:31:29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 8/20/2018 | 02:55:29 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 27 | 8/20/2018 | 02:55:33 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| 28 | 8/20/2018 | 02:55:36 | 3 | 0 | 1 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el ámbito de la instrumentación industrial dedicada a la medición de presión, se examinó el rendimiento del sensor de presión diferencial, el



cual opera con una tensión de 24V. Estas señales sirven como entradas para el PLC y se conectan al terminal de entrada/salida del módulo de conectores XMA1 en la instalación. Para llevar a cabo la medición de presión, se utilizaron un ventilador centrífugo y un sensor de presión.

El ventilador centrífugo proporciona un flujo de aire por medio de del sistema de la planta y puede ser activado por medio de una señal binaria o una señal analógica que varía de 0 a 10 V.

Después de reconocer la instrumentación industrial requerida por el proceso, se procedió a examinar las estrategias de control correspondientes. Esto involucró la realización de un experimento de identificación para cada variable, en el cual se introdujo una entrada al sistema y se evaluó la reacción en la salida.

Se crearon varias funciones de transferencia para cada proceso, seleccionando una en particular con el fin de aplicar la técnica de Ziegler y Nichols. Esto permitió obtener los valores requeridos de K_p , K_i y T_d para implementar un control PID.

Es importante destacar que aumentar de manera significativa la acción derivativa en el sistema puede ocasionar inestabilidad, especialmente al trabajar con datos en formato analógico. Después de obtener las funciones de transferencia, se realizó un estudio mediante las curvas de operación y los límites de operación para verificar la la estabilidad del sistema en modo de bucle cerrado.. Una vez confirmada la estabilidad,



se procedió a seleccionar una de las funciones de transferencia identificadas previamente para ajustar un control PID.

la gestión de las variables de proceso con respecto a los valores establecidos. Sería difícil lograr la visualización y control en tiempo real de estas variables de proceso sin una interfaz gráfica adecuada. Para abordar esta tarea, se desarrolló una interfaz en una pantalla KTP 700, que, en líneas generales, se muestra como una herramienta eficiente para desarrollar aplicaciones de monitoreo y control.

La programación es clara y fácil de comprender al realizar las operaciones básicas para las que está diseñada. A lo largo de la realización del proyecto, se desarrolló una interfaz diseñada para supervisar el sistema, resultando en una interfaz gráfica para el control de la presión de aire.



CONCLUSIONES

Se concluye que la implementación del sistema de monitoreo para el control de presión de aire cumple con las metas propuestas, logrando los objetivos establecidos al inicio del proyecto demostrando el sistema de monitoreo ser confiable y robusto en diversas condiciones operativas, contribuyendo a la estabilidad de los procesos.

El sistema sugerido utiliza componentes que están disponibles en el mercado, seleccionados según catálogos y manuales.

En el sistema, se utilizó el controlador PID que está integrado en un módulo del PLC S7-1200. Este controlador posibilita la ejecución de acciones de control para regular la velocidad del motor eléctrico trifásico y, de esta manera, controlar la velocidad del aire en el conducto.

La confiabilidad del sistema de monitoreo para el control de la presión de aire mediante el HMI KTP700 ha demostrado ser robusto y confiable en diversas condiciones operativas de funcionamiento del sistema.



RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo una revisión periódica del sistema para identificar oportunidades de optimización continua y mantener su eficacia a lo largo del tiempo.

Establecer programas de formación y entrenamiento destinados al personal a cargo. encargado del monitoreo, asegurando un uso adecuado del sistema y una comprensión profunda de sus capacidades.

Mantener una documentación detallada sobre el sistema implementado, facilitando futuras expansiones o ajustes, y proporcionando información clave para el personal nuevo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos, A., & Gambao, E. (2014). *Sistemas de Producción Automatizados*. España: Dextra Editorial S.L.
https://www.academia.edu/42657532/Sistemas_de_Producci%C3%B3n_Automatizados
- Cedillo, A. (2008). Estudio para la aplicación de prácticas del Laboratorio de Procesos Automatizados e Integrados por Computadora (LPAIC). *Ingenierías*. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, Mexico.
<http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2045>
- Chong, H. (2017). Optimización de la medición de flujo bajo el principio de la presión diferencial y su importancia en la Ingeniería de Control y Automatización industria. *Ingenierías*. Universidad Ricardo Palma, Peru.
<https://hdl.handle.net/20.500.14138/1344>
- Ludeña, L. (2019). Diseño e implementación de un túnel de viento de circuito abierto para una mejor exactitud en la calibración de anemómetros. *Ingenierías*. Universidad Tecnológica del Perú, Peru.
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/2377>
- Marcial, H. (2000). Diseño y construcción de un control didáctico de flujo de aire. *Ingenierías*. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10697>
- Marín, N. (2016). Diseño óptimo y simulación de un ventilador centrífugo. *Ingenierías*. Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://hdl.handle.net/11059/7481>
- Martín, J., & García, M. (2009). *Automatismos industriales*. Editorial Editex, S. A. h. https://www.academia.edu/25701944/Automatismos_industriales



- Palacios, V., & Mendoza, J. (2014). Diseño y construcción de un sistema para el control de aire a presión. *Ingenierías*. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. <https://docplayer.es/19966536-Diseno-y-construccion-de-un-sistema-para-el-control-de-presion-de-aire.html>
- Pallás, R. (2004). *Sensores y acondicionadores de señal*. Mexico: Marcombo, S.A.
https://www.academia.edu/25807463/Sensores_y_acondicionadores_de_senal_ramon_pallas_aren
- Perdomo, J., & Rojas, E. (2020). Implementación Banco de prueba tipo túnel de viento para el estudio de la curva caudal vs presión en ventilador centrífugo en la Universidad Antonio Nariño sede Neiva. *Ingenierías*. Universidad Antonio Nariño, Colombia.
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/3129>
- Rodríguez, A. (2012). *Sistemas SCADA*. España: MARCOMBO, S.A.,.
https://www.academia.edu/42850457/Sistemas_SCADA
- TodoProductividad. (20 de noviembre de 2023). *Control de presión estática de conductos*. Recuperado de Control de presión estática de conductos:
<https://todoproductividad.blogspot.com/2012/07/control-de-presion-estatica-de-conductos.html>



APÉNDICES
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

| TÍTULO: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE PRESION DE AIRE. | | | | | |
|---|--|--|--|----------------------|--|
| AUTOR: JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA | | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOSTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | |
| <p>PROBLEMA GENERAL Cómo implementar un sistema de monitoreo para el control de presión de aire en entornos industriales y comerciales, con el fin de garantizar un funcionamiento eficiente de equipos y procesos que dependen de niveles de presión específicos.</p> <p>PROBLEMA ESPECIFICO ¿De qué manera se puede seleccionar sensores de presión adecuados que sean compatibles con las características del aire y</p> | <p>OBJETIVOS GENERAL Seleccionar sensores de presión adecuados que sean compatibles con las características del aire y capaces de proporcionar mediciones precisas y confiables.</p> | <p>HIPOSTESIS GENERAL La implementación de un sistema de monitoreo para el control de presión de aire en entornos industriales y comerciales mejorará la eficiencia operativa y la calidad de los procesos al proporcionar una supervisión constante de los niveles de presión, permitiendo una detección temprana de variaciones y la toma de medidas correctivas de manera oportunas.</p> | Variable Independiente | Dimensiones | Indicadores |
| | <p>OBJETIVOS ESPECIFICO Seleccionar sensores de presión adecuados que sean compatibles con las características del aire y capaces de proporcionar mediciones precisas y confiables.</p> | <p>HIPOSTESIS ESPECIFICO Mediante la selección de sensores de presión</p> | <p>Implementación de un Sistema de Monitoreo</p> | Variable Dependiente | Software Presión Velocidad de giro |



| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| <p>capaces de proporcionar mediciones precisas y confiables?</p> <p>¿Cómo se realizará la programación necesaria para la adquisición de datos en tiempo real, el procesamiento y la conversión de las señales de los sensores en valores de presión</p> <p>¿Cómo se desarrollará una interfaz de usuario intuitiva y amigable que permita a los usuarios monitorear los niveles de presión de aire en tiempo real?</p> | <p>Realizar la programación necesaria para la adquisición de datos en tiempo real, el procesamiento y la conversión de las señales de los sensores en valores de presión.</p> <p>Desarrollar una interfaz de usuario intuitiva y amigable que permita a los usuarios monitorear los niveles de presión de aire en tiempo real.</p> | <p>adecuados que sean compatibles con las características del aire permitirán proporcionar mediciones precisas y confiables</p> <p>La programación del controlador lógico programable permitirá la adquisición de datos en tiempo real, el procesamiento y la conversión de las señales de los sensores en valores de presión.</p> <p>El desarrollo de una interfaz de usuario intuitiva y amigable permitirá a los usuarios monitorear los niveles de presión de aire en tiempo real.</p> | | | |
|--|--|--|--|--|--|

ANEXOS

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

SIMATIC HMI, KTP700 BASIC DP, BASIC PANEL, KEY AND TOUCH OPERATION, 7" TFT DISPLAY, 65536 COLORS, PROFIBUS INTERFACE, CONFIGURATION FROM WINCC BASIC V13/ STEP7 BASIC V13, CONTAINS OPEN SOURCE SW WHICH IS PROVIDED FREE OF CHARGE FOR DETAILS SEE CD



| Product type designation | |
|--------------------------------|--|
| Display | |
| Design of display | TFT widescreen display, LED backlighting |
| Screen diagonal | 7 in |
| Display width | 154.1 mm |
| Display height | 85.9 mm |
| Number of colors | 65 536 |
| Resolution (pixels) | |
| • Horizontal image resolution | 800 |
| • Vertical image resolution | 480 |
| Backlighting | |
| • MTBF backlighting (at 25 °C) | 20 000 h |
| • Dimmable backlight | Yes |
| Control elements | |
| Keyboard | |
| • Function keys | |
| — Number of function keys | 8 |
| • Keys with LED | No |
| • System keys | No |
| • Numeric/alphabetical input | |
| — Numeric keyboard | Yes; Onscreen keyboard |
| — Alphanumeric keyboard | Yes; Onscreen keyboard |
| Touch operation | |
| • Design as touch screen | Yes |

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1215C, CPU compacta, AC/DC/relé, 2 puertos PROFINET, E/S integradas: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A, 2 AI 0-10 V DC, 2 AO 0-20 mA DC, alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, memoria de programas/datos 200 kB

| Información general | |
|---|---|
| Designación del tipo de producto | CPU 1215C AC/DC/Relais |
| Versión de firmware | V4.6 |
| Ingeniería con | <ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación |
| | STEP 7 V18 o superior |
| Tensión de alimentación | |
| Valor nominal (AC) | <ul style="list-style-type: none"> 120 V AC 230 V AC |
| | Si |
| | Si |
| Rango admisible, límite inferior (AC) | 85 V |
| Rango admisible, límite superior (AC) | 265 V |
| Frecuencia de red | |
| Rango admisible, límite inferior | 47 Hz |
| Rango admisible, límite superior | 63 Hz |
| Intensidad de entrada | |
| Consumo (valor nominal) | 100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC |
| Consumo, máx. | 300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC |
| Intensidad de cierre, máx. | 20 A; con 264 V |
| I^2t | 0,8 A ² ·s |
| Intensidad de salida | |
| Para bus de fondo (5 V DC), máx. | 1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM |
| Alimentación de sensores | |
| Alimentación de sensores 24 V | <ul style="list-style-type: none"> 24 V |
| | 20,4 a 28,8 V |
| Pérdidas | |
| Pérdidas, típ. | 14 W |
| Memoria | |
| Memoria de trabajo | <ul style="list-style-type: none"> integrada |
| | 200 kbyte |
| Memoria de carga | <ul style="list-style-type: none"> integrada enchufable (SIMATIC Memory Card), máx. |
| | 4 Mbyte |
| | con SIMATIC Memory Card |
| Respaldo | |
| <ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento sin pila | Si |
| | Si |
| | Si |
| Tiempos de ejecución de la CPU | |
| para operaciones de bits, típ. | 0,08 µs; /instrucción |
| para operaciones a palabras, típ. | 1,7 µs; /instrucción |
| para aritmética de coma flotante, típ. | 2,3 µs; /instrucción |

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7232-4HB32-0XB0



SIMATIC S7-1200, Salida analógica, SM 1232, 2 AO, +/-10V, Resolución de 14 bits, o 0-20 mA/4-20 mA, Resolución de 13 bits

Figura similar

| Información general | |
|---|--|
| Designación del tipo de producto | SM 1232, AQ 2x14 bit |
| Tensión de alimentación | |
| Valor nominal (DC) | 24 V |
| Intensidad de entrada | |
| Consumo, típ. | 45 mA |
| de bus de fondo 5 V DC, típ. | 80 mA |
| Pérdidas | |
| Pérdidas, típ. | 1,5 W |
| Salidas analógicas | |
| Nº de salidas analógicas | 2; Tipo corriente o tensión |
| Rangos de salida, tensión | |
| • -10 V a +10 V | Sí |
| Rangos de salida, intensidad | |
| • 0 a 20 mA | Sí |
| Resistencia de carga (en rango nominal de la salida) | |
| • con salidas de tensión, mín. | 1 000 Ω |
| • con salidas de intensidad, máx. | 600 Ω |
| Longitud del cable | |
| • apantallado, máx. | 100 m; apantallado, par trenzado |
| Formación de valor analógico para salidas | |
| Tiempo de integración y conversión/resolución por canal | |
| • Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx. | 14 bit; Tensión: 14 bits, Corriente: 13 bits |
| Error/precisiones | |
| Error de temperatura (referido al rango de salida), (+/-) | 25 °C ±0,3 %, a 55 °C ±0,6 % todo el rango de medida |
| Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C) | |
| • Tensión, referida al rango de salida, (+/-) | 0,3 % |
| • Intensidad, referida al rango de salida, (+/-) | 0,3 % |
| Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora | |
| • Tensión en modo común, máx. | 12 V |
| Alarmas/diagnósticos/información de estado | |
| Alarmas | Sí |
| Función de diagnóstico | Sí |
| Alarmas | |
| • Alarma de diagnóstico | Sí |
| Diagnósticos | |
| • Vigilancia de la tensión de alimentación | Sí |
| • Rotura de hilo | Sí |
| • Cortocircuito | Sí |

SINAMICS V20: datos técnicos

SIEMENS

0,12 a 15 kW



| SINAMICS V20 | |
|---------------------------------------|--|
| Tensión de red/frecuencia de red | 1AC 200 a 240 V (+/-10%); 3AC 380 a 480 V (-15% ...+10%) con 50/60 Hz |
| Potencia asignada/tamaños | 0,12 a 15 kW/4 tamaños |
| Tipo de configuración | Variador compacto que reúne en un equipo las unidades funcionales Control Unit (CU) y Power Module (PM) + accesorios opcionales |
| Grado de protección | IP20/IUL open type |
| Temperatura de servicio | Hasta 60 °C sin reducción de potencia/40 a 60 °C con reducción de potencia |
| Humedad ambiental, máx. | 95% (no condensada) |
| Capacidad de sobrecarga | Sobrecarga: 150% durante 60 s dentro de un ciclo de carga de 300 s |
| Interfaces de comunicación integradas | USS/Modbus RTU |
| Entradas/salidas de señal (I/Os) | 4 DI/2 DO/2 AI/1 AO |
| Tipos de control y regulación | U/f (lineal, cuadrático, FCC, ECO) |
| Safety Integrated | - |
| Frenado | Chopper de freno opcional para FSA, FSB, FSC (0,37 a 5,5 kW); chopper de freno integrado para FSD (7,5 a 15 kW) |
| Interfaces de herramienta | Tarjeta de memoria: Tarjeta SD SINAMICS, panel de mando: Parameter Loader con V20 BOP |
| Normas | CE, CULus, C-tick, KC |
| Compatibilidad electromagnética (CEM) | Para más detalles, véase el capítulo 4: Más información |
| Longitudes del cable de motor | Cable sin apantallar: 50 m; cable apantallado: 25 m, 10 m para FSA; son posibles cables de motor más largos con bobina de salida: 3AC 400 V: cable apantallado/sin apantallar 150 m 1AC 230 V: cable apantallado/sin apantallar 200 m |
| Funciones de energía | Modo ECO (reducción automática de flujo), modo de ahorro de energía en Standby, calculadora de consumo energético |
| Funciones | Consigna de velocidad fija, regulador PID |

! Encontrará la documentación técnica de SINAMICS V20 en:
siemens.com/sinamics-v20/documentation

2_09



Differential Pressure Transducers

BASIC PARAMETERS

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| ☆ Pressure range | -10KPa~10KPa |
| ☆ Output | 4~20mA;1~5V;0~10mA;0~20mA;0~5V |
| ☆ Power supply | 12VDC~36VDC(Standard24VDC) |
| ☆ Process Connection | M20X1.5 Male/1/8"NPT Male Customized |
| ☆ Accuracy | 0.25%F.S,0.5%F.S |
| ☆ Working temp | -30°C~+85°C |
| ☆ Certificate | CE,ExiaII CT6 Ga ,ATEX,RoHS |

Parámetros técnicos

| | |
|---------------------------------------|---|
| Medida mediana | Gas seco (baja corrosión) |
| Tipo de presión | Presión diferencial |
| Rango de medición | -10 ~ 0 ~ 10KPa |
| Suministro eléctrico | 12VDC ~ 36VDC (Estándar 24VDC) |
| Señal de salida | 4 ~ 20mA, 1 ~ 5V, 0 ~ 5V, 0 ~ 10V, RS485 |
| Precisión | 0.2% FS;0.5% FS |
| Temperatura media | -40°C~85°C |
| Temperatura de compensación | 0~50°C |
| Temperatura ambiente | -20°C~85°C |
| Efecto de temperatura en cero | ± 0.03% FS/°C |
| Deriva de temperatura de sensibilidad | ± 0.03% FS/°C |
| Presión de sobrecarga | 300% FS |
| Tiempo de respuesta | ≤ 10ms |
| Impermeable | IP65 |
| Material | Aleación de aluminio |
| Proceso de conexión | M10X1.5/1/8 "NPT (Personalizado) |
| Grado a prueba de explosiones | Exia II CT5 (tipo seguro a prueba de explosiones) |

Motores trifásicos de inducción

Generalidades

| Velocidad 1800 rpm, 4 polos, 60 Hz | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|------------------|----------|--------|------|--------|--------|----------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|
| Código | Tipo | Frame IEC Tamaño | Potencia | | F.S. | In | | Eficiencia h % | Factor de potencia Cos f | Velocidad nominal rpm | Torque nominal Nm | Torque de arranque Tarr / Tn | Cte. de inercia larr / ln | Momento de inercia kg m2 | Peso kg |
| | | | HP | kW | | 220V A | 440V A | | | | | | | | |
| 25000001108 | 1LA7 070-4YC60 | 71M | 0,4 | 0,30 | 1,05 | 1,60 | 0,80 | 66 | 0,77 | 1640 | 1,74 | 1,8 | 2,8 | 0,0006 | 4,7 |
| 25000001109 | 1LA7 070-4YA60 | 71M | 0,5 | 0,37 | 1,15 | 1,90 | 0,95 | 66 | 0,81 | 1590 | 2,24 | 1,3 | 2,7 | 0,0006 | 5,5 |
| 25000001110 | 1LA7 071-4YA60 | 71M | 0,6 | 0,45 | 1,05 | 2,20 | 1,10 | 69 | 0,76 | 1680 | 2,54 | 1,8 | 3,4 | 0,0008 | 6 |
| 25000001111 | 1LA7 073-4YA60 | 71M | 0,75 | 0,56 | 1,15 | 2,90 | 1,45 | 65 | 0,79 | 1650 | 3,24 | 1,9 | 3,7 | 0,0008 | 6 |
| 25000001113 | 1LA7 080-4YA60 | 80M | 1 | 0,75 | 1,15 | 3,50 | 1,75 | 69,2 | 0,87 | 1660 | 4,29 | 1,9 | 3,7 | 0,0015 | 8,1 |
| 25000001114 | 1LA7 081-4YA60 | 80M | 1,2 | 0,90 | 1,05 | 4,00 | 2,00 | 70 | 0,85 | 1675 | 5,10 | 2,2 | 3,7 | 0,0018 | 9,3 |
| 25000001115 | 1LA7 083-4YA60 | 80M | 1,5 | 1,12 | 1,15 | 5,00 | 2,50 | 72 | 0,89 | 1650 | 6,48 | 1,8 | 3 | 0,0018 | 9,3 |
| 25000001117 | 1LA7 090-4YA60 | 90SIL | 2 | 1,49 | 1,15 | 7,00 | 3,50 | 77 | 0,80 | 1700 | 8,38 | 2,2 | 4,4 | 0,0028 | 12,1 |
| 25000001118 | 1LA7 094-4YA60 | 90SIL | 2,4 | 1,79 | 1,05 | 7,40 | 3,70 | 77 | 0,86 | 1690 | 10,12 | 2 | 4,5 | 0,0035 | 14,9 |
| 25000001119 | 1LA7 096-4YA60 | 90SIL | 3 | 2,24 | 1,15 | 9,60 | 4,80 | 79 | 0,83 | 1708 | 12,51 | 1,8 | 3,6 | 0,0035 | 14,9 |
| 25000001120 | 1LA7 111-4YA60 | 112M | 4 | 2,98 | 1,15 | 13,00 | 6,50 | 76,3 | 0,79 | 1750 | 16,28 | 2,2 | 5,6 | 0,0048 | 27,1 |
| 25000001121 | 1LA7 112-4YA60 | 112M | 5 | 3,73 | 1,15 | 15,80 | 7,90 | 80,5 | 0,78 | 1740 | 20,47 | 2,3 | 6,5 | 0,0058 | 28,7 |
| 25000001122 | 1LA7 113-4YA60 | 112M | 6,6 | 4,92 | 1,05 | 19,60 | 9,80 | 78 | 0,83 | 1740 | 27,02 | 2 | 6 | 0,011 | 31 |
| 25000001123 | 1LA7 114-4YA60 | 112M | 7,5 | 5,60 | 1,15 | 23,20 | 11,60 | 80 | 0,79 | 1740 | 30,71 | 2,2 | 5,6 | 0,011 | 32,7 |
| 25000001124 | 1LA7 131-4YA70 | 132SM | 10 | 7,46 | 1,15 | 28,80 | 14,40 | 81 | 0,84 | 1750 | 40,71 | 2,3 | 6 | 0,018 | 46,5 |
| 25000001125 | 1LA7 133-4YA70 | 132SM | 12 | 8,95 | 1,05 | 34 | 17,00 | 81,2 | 0,83 | 1750 | 48,85 | 2,5 | 6,6 | 0,024 | 49 |
| 25000001126 | 1LA7 134-4YA70 | 132SM | 15 | 11,19 | 1,15 | 43 | 21,50 | 82,5 | 0,84 | 1750 | 61,06 | 1,8 | 5 | 0,024 | 62 |
| 25000001127 | 1LA7 164-4YA70 | 160 MIL | 20 | 14,92 | 1,15 | 56,8 | 28,40 | 85 | 0,85 | 1760 | 80,95 | 1,8 | 6,3 | 0,04 | 77,5 |
| 25000001128 | 1LA7 167-4YA70 | 160 MIL | 25 | 18,65 | 1,15 | 66 | 33,00 | 89 | 0,87 | 1755 | 101,48 | 1,8 | 5,4 | 0,052 | 85,5 |
| 25000001129 | 1LA5 183-4YA80 | 180M/L | 30 | 22,38 | 1,05 | 78 | 39,00 | 90,7 | 0,86 | 1755 | 121,77 | 2 | 4,9 | 0,13 | 170 |
| 25000001130 | 1LA5 186-4YA80 | 180M/L | 36 | 26,86 | 1,05 | 94 | 47,00 | 91,3 | 0,88 | 1760 | 145,71 | 2,8 | 6,8 | 0,15 | 190 |
| 25000001131 | 1LA5 187-4YA80 | 180M/L | 40 | 29,84 | 1,05 | 104 | 52,00 | 91,3 | 0,84 | 1750 | 162,83 | 2 | 5,6 | 0,15 | 190 |
| 25000001132 | 1LA4 207-4YC80 | 200L | 50 | 37,30 | 1,15 | 126 | 63,00 | 91,3 | 0,84 | 1760 | 202,38 | 2,7 | 6,8 | 0,24 | 250 |
| 25000001133 | 1LA6 220-4YA80 | 225S | 60 | 44,76 | 1,15 | 148 | 74,00 | 96,2 | 0,86 | 1765 | 242,17 | 2,7 | 6,6 | 0,44 | 314 |
| 25000001134 | 1LA6 224-4YC80 | 225M | 75 | 55,95 | 1,15 | 188 | 94,00 | 92,7 | 0,86 | 1780 | 300,16 | 2 | 5,1 | 0,52 | 321 |
| 26697 | 1LG4 253-4AA60 | 250M | 100 | 75,00 | 1,00 | - | 120,00 | 93,3 | 0,85 | 1780 | 355 | 2,5 | 6,3 | 0,69 | 390 |
| 26698 | 1LG4 280-4AA60 | 280S | 125 | 93,00 | 1,00 | - | 145,00 | 94,2 | 0,85 | 1785 | 482 | 2,5 | 7,4 | 1,29 | 535 |
| 26699 | 1LG4 283-4AA60 | 280M | 150 | 111,90 | 1,00 | - | 177,50 | 94,6 | 0,86 | 1785 | 579 | 2,5 | 7,4 | 1,47 | 580 |
| 26700 | 1LG4 310-4AA60 | 315S | 200 | 150 | 1,00 | - | 240,00 | 94,5 | 0,84 | 1783 | 707 | 2,6 | 6,5 | 2 | 730 |
| 26701 | 1LG4 313-4AA60 | 315M | 225 | 168 | 1,00 | - | 265,20 | 94,8 | 0,85 | 1783 | 848 | 2,8 | 6,9 | 2,46 | 810 |
| 26702 | 1LG4 316-4AA90-Z | 315L | 275 | 205 | 1,10 | - | 323,10 | 95,4 | 0,86 | 1783 | 1,028 | 2,8 | 6,9 | 3,01 | 955 |
| 26703 | 1LG4 317-4AA90-Z | 315L | 350 | 261 | 1,10 | - | 409,50 | 95,7 | 0,88 | 1785 | 1,285 | 2,8 | 7 | 3,91 | 1060 |





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 06-06-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JAIME CHRISTIAN LUPACA GUEVARA

Dirección: AV. EJERCITO 743 INT. 04

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 44551428

Teléfono: 933366658 email: LUPACAG9@GMAIL.COM

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: ABELARDO LEÓN MIRANDA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO
PARA EL CONTROL DE PRESIÓN DEL AIRE

Palabras claves, (3 a 5 términos): MONITOREO, CONTROL, SISTEMA, PRESIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

Firma de Autor



huella digital

06-06-2025

Fecha