

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

TEMA:

**Diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel
de bombeo de agua controlado por autómatas programables**

AUTOR:

Pincay Alvarado, Johnny Rolando

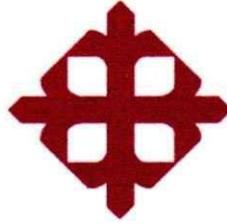
Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR:

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

16 de febrero del 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Pincay Alvarado, Johnny Rolando**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**.

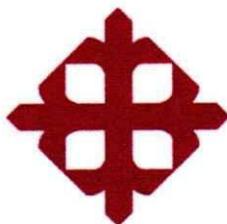
TUTOR

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, M. Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, M. Sc.

Guayaquil, al 16 día del mes de febrero del año 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pincay Alvarado, Johnny Rolando,

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación **Diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel de bombeo de agua controlado por autómatas programables** previo a la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico-Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías.

Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

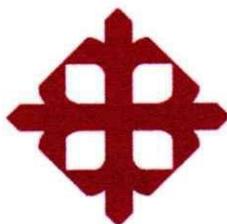
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, al 16 día del mes de febrero del año 2023

EL AUTOR



Pincay Alvarado, Johnny Rolando



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Pincay Alvarado, Johnny Rolando,**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel de bombeo de agua controlado por autómatas programables** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, al 16 día del mes de febrero del año 2023

EL AUTOR

Pincay Alvarado, Johnny Rolando

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento: [TESIS_JHONNY_PINCAY_V02.pdf](#) (D155296137)

Presentado: 2023-02-09 20:10 (-05:00)

Presentado por: efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec

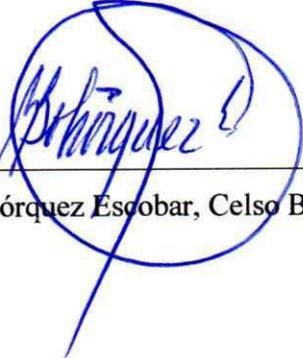
Recibido: efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: Pincay2 [Mostrar el mensaje completo](#)

0% de estas 39 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Reporte Urkund del trabajo de titulación de Carrera de Ingeniería en Eléctrico – Mecánica denominado: Diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel de bombeo de agua controlado por autómatas programables, del estudiante Pincay Alvarado, Johnny Rolando se encuentra al 1% de coincidencias.

TUTOR



Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, M. Sc.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por permitirme terminar esta etapa de mi vida, a la gracia que me da día a día vivir a mí y a mis seres queridos, con el corazón siempre lleno de gratitud a nuestro padre celestial

A mis padres, por ser pilares fundamentales en mi vida y que a lo largo de mi existencia me han sabido guiar por el camino correcto de ahí que, sin el apoyo de ellos en todos los sentidos, no hubiese culminado mi carrera la cual me siento muy orgulloso y agradecido de ellos.

A mi esposa e hijos, que son el motivo de que cada mañana me levante asimismo con una ilusión siempre en mi mente en sacarlos adelante a tener ese horizonte que necesitamos como seres humanos para ir en la dirección correcta

A mis profesores, por impartir sus enseñanzas con esfuerzo y compromiso para formar una generación de conocimiento.

EL AUTOR

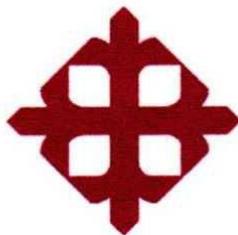
Pincay Alvarado, Johnny Rolando

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado en especial a mis padres, por darme siempre todo su apoyo incondicional que son ejemplo de lucha y superación, de igual manera a mi esposa e hijos que en transcurso del tiempo de estudio nos hemos privado de muchas cosas, pero sé que al final de todo tiene su recompensa, al mismo tiempo he comprendido que para alcanzar una meta se la hace de esfuerzo y sacrificio.

EL AUTOR

Pincay Alvarado, Johnny Rolando



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

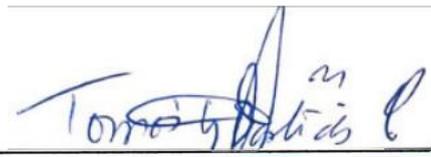
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

M. Sc. John Eloy, Franco Rodríguez
DECANO

f. 

M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo
COORDINADOR DEL ÁREA

f. 

M. Sc. Tomas Gaspar, Bastidas Cabrera
OPONENTE

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

CAPÍTULO 1.....	2
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	2
1.1. Introducción	2
1.2. Justificación y Antecedentes	2
1.3. Definición del Problema	3
1.4. Objetivos del problema de investigación.....	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.	4
1.5. Tipo de Investigación	5
1.6. Metodología de Investigación.....	5
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1 Estado del Arte o Proyectos Relacionados.....	6
2.2 Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	7
2.3. Conceptos básicos de Electricidad.....	11
2.3.1. Ley de Ohm.....	11
2.3.1.1. Corriente Eléctrica.....	11
2.3.1.2. Diferencial de potencia o Voltaje	12
2.3.1.3. Resistencia.....	12
2.3.2. Potencia Eléctrica.....	12
2.3.2.1. Triángulo de potencia:.....	12
2.3.2.2. Potencia Activa:.....	13
2.3.2.3. Potencia Reactiva:.....	13
2.3.2.4. Potencia Aparente:.....	14
2.4. Concepto básico de motor a diésel.....	14
2.4.1. Inyectores	15
2.4.2. Bombas de Inyección	16
2.4.3. Solenoides.....	18
2.4.4. Alternador.....	20
2.4.5. Sistemas de lubricación de motores de combustión interna.....	22
2.4.5.1. Tipos de sistemas de Lubricación	22

2.4.6.	Sistemas de enfriamiento de motores de combustión interna	22
2.5.	Automatización para sistemas eléctricos.....	22
2.5.1.	PLC S7-1200.....	24
2.5.2.	Interfaz Hombre Máquinas (HMI).....	25
2.5.3.	Sensores de presión	26
2.5.4.	Sensores de Temperatura	28
2.5.5.	Termocuplas	28
2.5.6.	PID.....	29
2.6.	Tipos de Bombas	30
2.6.1.	Bombas Centrífugas.....	30
2.6.2.	Bombas Periféricas	31
2.7.	Tipos de Mantenimientos	32
2.7.1.	Mantenimiento Correctivo	32
2.7.2.	Mantenimiento Predictivo.....	33
2.7.3.	Mantenimiento Preventivo	33
2.7.4.	Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	34
2.7.5.	Mantenimiento Paliativo	34
2.7.6.	Mantenimiento Curativo	34
2.8.	Software de Programación.....	35
2.8.1.	LABVIEW ®	35
2.8.2.	MATLAB ®	35
2.8.3.	TIA PORTAL ®.....	36
2.9.	Tipos de Transformadas.....	37
2.9.1.	Transformada de Laplace	37
2.9.2.	Transformada de Fourier.....	37
2.9.3.	Transformada Z	38
CAPÍTULO 3.....		39
3.1.	Levantamiento de Información.....	39
3.2.	Planteamiento para el Diseño.....	44
3.3.	Materiales Utilizados	45
3.3.1.	Tablero de Control.....	45
3.3.2.	Cambio de Equipos	46
3.3.2.1.	Sensor de Presión de Aceite.....	46
Parámetros Técnicos:.....		47
3.3.2.2.	Instalación del sistema de medición de presión de aceite	49

3.3.2.3.	Instalación del sistema de medición de presión y temperatura del agua	50
Retrato:	.....	52
3.3.2.4.	Sistema de encendido y apagado del motor	53
3.3.2.5.	Solenoide de la parada del motor	53
3.4.	Equipos Implementados en el Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	55
3.4.1.	PLC	55
3.4.2.	Programación de los segmentos de los bloques del árbol del proyecto.	56
3.4.2.1.	Marcha del motor de arranque	56
3.4.2.2.	Paro del motor temporizado	57
3.4.2.3.	Lectura del sensor de presión de aceite	58
3.4.2.4.	Lectura del sensor de presión de agua	58
3.4.2.5.	Control de válvula solenoide	59
3.4.2.6.	Alarma presión de agua y temperatura de agua	59
3.4.2.7.	Alarma presión de aceite y temperatura de aceite	60
3.4.2.8.	Luz principal de alarma	61
CAPÍTULO 4	.....	62
4.1.	Resultados obtenidos a partir de la programación de la implementación TIA PORTAL	62
4.1.1.	Descripción de cada pestaña de pantalla HMI	63
4.1.1.1.	Marcha	63
4.1.1.2.	Paro	63
4.1.1.3.	Reset	63
4.1.1.4.	Icono de falla del motor	64
4.1.1.5.	Tiempo de apagado del motor	64
4.1.1.6.	Horómetro	64
4.1.1.7.	Icono de presión de aceite	65
4.1.1.8.	Icono de temperatura de aceite	65
4.1.1.9.	Icono de presión de agua	65
4.1.1.10.	Icono temperatura de agua	66
4.1.1.11.	Icono RPM	66
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	67
5.1.	Conclusiones	67
5.2.	Recomendaciones	68
REFERENCIAS	.....	69
ANEXOS	.....	76

Anexo A: Casa de Máquinas	76
Anexo B: Diseño en AUTOCAD del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	78
Anexo C: Proceso de Elaboración Del Proyecto.....	80
GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	83
GLOSARIO DE SIMBOLOGÍA	85
GLOSARIO DE UNIDADES	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2. 1. Fórmula de la corriente eléctrica	28
Ecuación 2. 2. Fórmula para la diferencial de potencia o voltaje:	29
Ecuación 2. 3. Fórmula para la resistencia:	29
Ecuación 2. 4. Fórmula para la potencia activa	30
Ecuación 2. 5. Fórmula de potencia reactiva.....	31
Ecuación 2. 6. Fórmula de potencia aparente:.....	31
Ecuación 2. 7. Fórmula aplicando TZ en un filtro:.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Ubicación de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	20
Figura 1. 2. Ubicación del sector de Armenia de la provincia del Guayas cantón Daule:	21
Figura 2. 1. Triángulo de potencias	30
Figura 2. 2. Motores a diésel:	32
Figura 2. 3. Inyector usado en motor a diésel:.....	32
Figura 2. 4. Tipos de inyectores empleados en motores a diésel:	33
Figura 2. 5. Ejemplo de una bomba de inyección en el motor a diésel:	34
Figura 2. 6. Bomba inyectora usada en motores a diésel:.....	35
Figura 2. 7. Ejemplos de solenoides	36
Figura 2. 8. Ejemplo de un solenoide	37
Figura 2. 9. Ejemplo de un alternador	38
Figura 2. 10. Ejemplos de automatización industrial en sistemas eléctricos	40
Figura 2. 11. Ejemplo de un proceso con automatización industrial:	41
Figura 2. 12. Ejemplo de un PLC S7-1200:	42
Figura 2. 13. Ejemplo de una Interfaz Hombre Máquina (HMI).....	43
Figura 2. 14. Ejemplo de un sensor de presión:.....	44
Figura 2. 15. Ejemplo de un sensor de temperatura	45
Figura 2. 16. Ejemplo de una termocupla.....	46
Figura 2. 17. Diagrama de bloques de un controlador PID:	47
Figura 2. 18. Ejemplo de una bomba centrífuga.....	48
Figura 2. 19. Ejemplo de una bomba periférica	49
Figura 2. 20. Ventana principal de un ejemplo de programación con el software de LABVIEW ® 2018:	52
Figura 2. 21. Entorno de MATLAB ®:	53
Figura 2. 22. Ejemplo de una ventana en el software TIA PORTAL ®:	54
Figura 3. 1. Símbolos del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	25
Figura 3. 2. Símbolos del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	25
Figura 3. 3. Vista de la sección transversal y longitudinal del motor diésel y la vista de la sección longitudinal de D226B-4 motor diésel:	27
Figura 3. 4. Equipos internos en el panel de control	63
Figura 3. 5. Sensor de presión alpha de aceite, antes del cambio de equipo:	63
Figura 3. 6. Sensor Danfoss y manómetro winters, después del cambio de equipo:	63
Figura 3. 7. Manómetro winters implementado en nuestro Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	65
Figura 3. 8. Sensor Danfoss.....	66
Figura 3. 9. Instalación del sistema de medición de presión de aceite	67
Figura 3. 10. Instalación del sistema de medición de presión y temperatura del agua	68

Figura 3. 11. Termocupla tipo J.....	69
Figura 3. 12. Sistema de encendido y apagado del motor	70
Figura 3. 13. Solenoide de la parada del motor	71
Figura 3. 14. Segmento de la programación de la marcha del motor de arranque.....	73
Figura 3. 15. Segmento de la programación del paro del motor temporizado:.....	74
Figura 3. 16. Segmento de la programación de la lectura del sensor de presión de aceite	75
Figura 3. 17. Segmento de la programación de la lectura del sensor de presión de agua.....	75
Figura 3. 18. Segmento de la programación del control de válvula solenoide	76
Figura 3. 19. Segmento de la programación de la alarma presión de agua y temperatura de agua.....	76
Figura 3. 20. Segmento de la programación de la alarma presión de aceite y temperatura de aceite	77
Figura 3. 21. Segmento de la programación de la luz principal de alarma:.....	78
Figura 4. 1. Pantalla de los resultados del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.....	79
Figura 4. 2. Pulsador de la Marcha del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	80
Figura 4. 3. Pulsador de Paro del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	80
Figura 4. 4. Pulsador de Reset del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.....	80
Figura 4. 5. Pulsador de Falla del motor bomba del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:	81
Figura 4. 6. Tiempo de apagado del motor del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B	81
Figura 4. 7. Horómetro del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.....	81
Figura 4. 8. Icono de presión de aceite del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.....	82
Figura 4. 9. Icono de temperatura de aceite del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B: .	82
Figura 4. 10. Icono de presión de agua del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.....	82
Figura 4. 11. Icono de temperatura de agua del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B: .	83
Figura 4. 12. Icono RPM del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.....	83
Figura A. 1. Instalación de bombeo del cuarto de máquinas vista frontal:.....	93
Figura A. 2. Instalación de bombeo del cuarto de máquinas vista lateral:	93
Figura A. 3. Cuarto de máquinas.....	94
Figura A. 4. Canal de riego:	94
Figura B 1. Diseño en AUTOCAD del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B Parte 1: .	95
Figura B 2. Diseño en AUTOCAD del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B Parte 2: .	96
Figura C. 1. Sistema anterior de la lubricación del aceite del motor	97
Figura C. 2. Sistema actualizado de la lubricación del aceite del motor	97
Figura C. 3. Sistema anterior del enfriamiento del motor.....	98
Figura C. 4. Sistema actualizado del enfriamiento del motor.....	98
Figura C. 5. Sistema de control anterior.....	99
Figura C. 6. Sistema de control actualizado:	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1. Resultados de las encuestas de la primera pregunta:	56
Tabla 3. 2. Resultados de las encuestas de la segunda pregunta:	56
Tabla 3. 3. Resultados de las encuestas de la tercera pregunta:	57
Tabla 3. 4. Resultados de las encuestas de la cuarta pregunta:.....	57
Tabla 3. 5. Resultados de las encuestas de la quinta pregunta:.....	57
Tabla 3. 6. Resultados de las encuestas de la sexta pregunta:	58
Tabla 3. 7. Características físicas del panel de control:.....	62
Tabla 3. 8. Entradas y Salidas del PLC	72
Tabla 3. 9. Descripción de las Entradas del PLC	73

RESUMEN

El presente trabajo de primera instancia se realizó un estudio en un cuarto de máquina el cual se lo denominó “Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B” que tuvo como objetivo el bombeo y riego de fluido de agua y estuvo ubicado en el sector de Armenia, cantón Daule, provincia del Guayas, donde se plasmaron las diversas causas de los inconvenientes que presentaba el sistema antiguo, varios de estos fueron; consumo excesivo de combustible diésel, sistema de control basado en elementos electromecánicos, un mal manejo y lectura de datos y entre otros, de segunda instancia se realizó una metodología de investigación basada en el método sistemático mediante encuestas, las cuales fueron realizadas a los agricultores que tenían hectáreas de diferentes cultivos en la zona, posterior a los resultados de las encuestas de tercera instancia se implementó diversas mejoras en el sistema entre ellas; cambio de sensores como fueron; presión y temperatura, instalación de un PLC S7-1200 junto con una pantalla de interfaz hombre máquina HMI, una vez implementados estos cambios y mejoras, se logró determinar con una lectura confiable diferentes variables como fueron; temperatura y presión de aceite, temperatura y presión del agua, voltaje en la batería, horas de trabajo, temporizado del encendido y apagado, con estas variables a controlar se garantiza el correcto funcionamiento de estos motores, así como también el control y protección de los mismos.

Palabras claves: Cuarto de máquinas, Motor con Serie Deutz 226B, sistema de control, elementos electromecánicos, método sistemático, PLC S7-1200, HMI, confiable.

ABSTRACT

The present work of first instance a study was carried out in a machine room which is called "Main System of the Engine with Deutz 226B Series" that has as objective the pumping and irrigation of water fluid and is located in the sector of Armenia ,canton Daule, province Guayas where the various causes of the inconveniences presented by the old system were reflected, several of these were; excessive consumption of diesel fuel, control system based on electromechanical elements, mismanagement and reading of data and among others, secondly, a research methodology based on the systematic method was carried out through surveys, which were carried out on farmers who It has hectares in the area, after the results of the third-party surveys, various improvements were implemented in the system, among them; change of sensors as they are; pressure and temperature, installation of a PLC S7-1200 together with an HMI human machine interface screen, once these changes and improvements have been implemented, it is possible to determine with a reliable reading different variables such as; oil temperature and pressure, water temperature and pressure, battery voltage, working hours, ignition and shutdown timing, with these variables to be controlled, the correct operation of these motors is guaranteed, as well as the control and protection of the themselves.

Keywords: Machine room, Engine with Deutz 226B Series, control system, electromechanical elements, systematic method, PLC S7-1200, HMI, reliable.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

1.1. Introducción

En el presente trabajo de titulación se realizó un estudio de un cuarto de máquinas la cual consto de un par de motores que funcionaron a diésel, con el fin de diseñar e implementar un sistema de control y monitoreos con el objetivo de garantizar el suministro de agua a los moradores del sector y a los sembríos de arroz del sector de Armenia, cantón Daule, provincia del Guayas para este nuevo sistema de control se logra obtener el correcto funcionamiento, así como también la protección de los motores, gracias a la implementación de los autómatas programables, el propósito es potenciar y obtener información en tiempo real de las diferentes variables dependientes e independientes del sistema que conforma el cuarto de máquinas, está variables pueden ser; temperatura y presión de aceite, temperatura y presión del agua, voltaje en la batería, horas de trabajo, temporizado del encendido y apagado, con estas variables a controlar garantiza el correcto funcionamiento de estos motores, así como también el control y protección de los motores.

Este diseño contemplo una reingeniería ya que se actualizaron y/o se cambiaron los elementos y equipos que conforman el sistema del cuarto de máquinas, estos elementos son; sensores y medidores analógicos.

Dentro del sistema de control se implementará el procesamiento de señales eléctricas analógicas y digitales con el equipo controlador lógico programable que en sus siglas en inglés (PLC) de la marca Siemens S71200, y para la visualización digital de dichas señales se usaron la interfaz hombre máquina que en sus siglas en inglés es HMI, así también de la marca Siemens KTP600.

1.2. Justificación y Antecedentes

Con la implementación del sistema de control con los autómatas programables se logró determinar todas las variables dependientes e independientes del cuarto de máquinas que consta con los dos motores, este sistema es la mejor opción para reducir los daños que son ocasionados por las fallas internas o externas, también se logró mejorar y facilitar el arranque de los dos motores que funcionan a diésel en el caso que exista alguna anomalía o falla en uno de los motores, también otra ventaja es que con el sistema de control se envió información al autómata programable para que detuviera

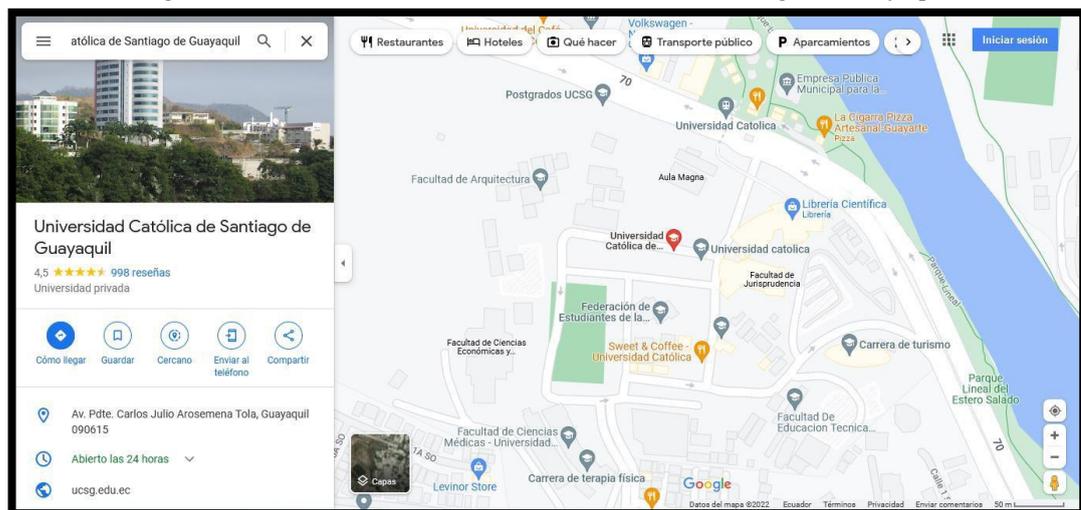
el equipo o todo el sistema con el fin de proteger los diferentes equipos y materiales que está conformado el cuarto de máquinas.

Para la carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, es primordial realizar estos tipos de proyectos técnicos, ya que incentiva a las nuevas generaciones a implementar propuestas con el fin de resolver algún problema en específico de alguna comunidad o parroquia en la cual haya la necesidad de resolver algún problema técnico y solucionarlos.

En la Figura 1. 1., se presenta la ubicación de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil con las siguientes coordenadas;

- Grados, minutos y segundos (DMS): $2^{\circ}10'53.8''S$ $79^{\circ}54'19.2''W$
- Grados decimales (DD): -2.1816154, -79.9053202

Figura 1. 1. Ubicación de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil:



Fuente: Google Maps.

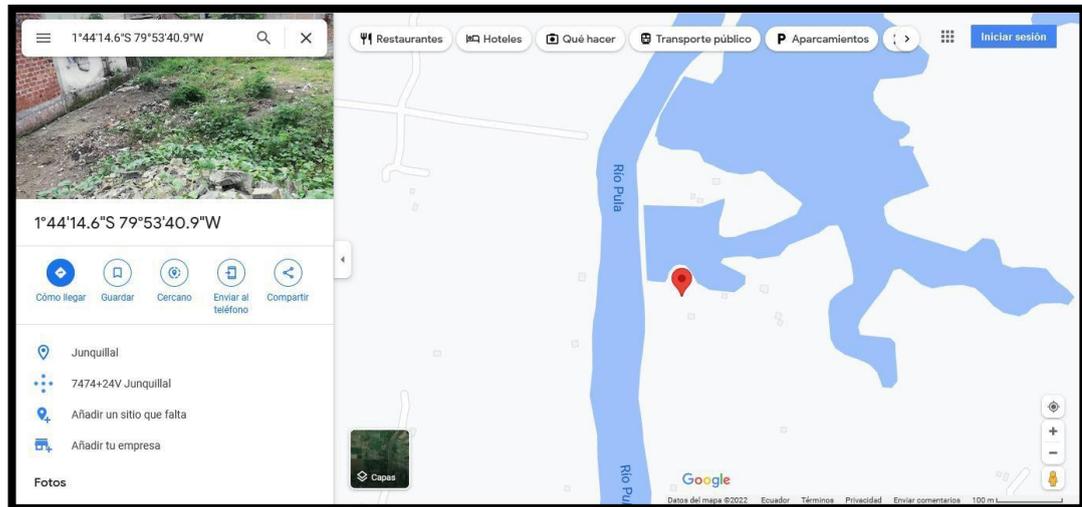
1.3. Definición del Problema

En el sector de Armenia, cantón Daule, provincia del Guayas, se encuentra un cuarto de máquinas en el cual consto de dos bombas que fueron accionadas por motores que trabajaron a diésel con una potencia de 175 HP, la problemática consistió en que varias ocasiones se ha interrumpido el bombeo de agua a los moradores del sector, ya sea porque existió alguna falla interna o avería en el motor, o también por la falta de protecciones y mantenimiento que se debe tener en el cuarto de máquina en específico, los motores.

En la Figura 1. 2., se presenta la ubicación del sector de Armenia con las siguientes coordenadas;

- Grados, minutos y segundos (DMS): $1^{\circ}44'14.6''S$ $79^{\circ}53'40.9''W$.
- Grados decimales (DD): -1.737399, -79.894705

Figura 1. 2. Ubicación del sector de Armenia de la provincia del Guayas cantón Daule:



Fuente: Google Maps.

1.4. Objetivos del problema de investigación

1.4.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar un sistema de control y monitoreo de un motor estacionario a diésel usado para bombeo de agua que permita el arranque adecuado con las protecciones requeridas para una posible falla en el motor.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio para determinar los diferentes componentes que activarán o desactivarán al motor de combustión interna e incluyendo el costo de elaboración.
- Reemplazar el antiguo sistema de control basado en elementos electromecánicos por un sistema de autómatas programables.
- Instalar el nuevo sistema de control de sensores e implementar la interfaz hombre máquina (HMI) para visualizar, monitorear y operar el encendido y apagado del motor.

- Diseñar un sistema para proteger contra sobretensiones inducidas a las líneas de alimentación en el cuarto de equipos de arquitectura.

1.5. Tipo de Investigación

Para la resolución de este proyecto técnico de titulación se realizó una investigación explorativa y sistemática, para lograr diseñar e implementar el sistema de control y monitoreo de un motor estacionario a diésel usado para bombeo de agua que permitió el arranque adecuado con las protecciones requeridas para una posible falla en el motor, en el sector de Armenia, cantón Daule, provincia del Guayas con la resolución de este proyecto se lograron solventar el pequeño problema que tuvieron los moradores del sector, así como también, a los sembríos de arroz.

1.6. Metodología de Investigación

Se empleó un método sistemático el cual se basó en encuestas que conllevaron a determinar las variables y datos que fueron analizados con el fin de mitigar el problema que tuvieron los motores del cuarto de máquinas.

La cual se formularon 6 preguntas a los diferentes agricultores del sector donde se detalla en el capítulo 3, que se basó en la problemática que existió en el sector por el abastecimiento del agua.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Estado del Arte o Proyectos Relacionados

En el 2017 el autor Domínguez,(2017) realizó su trabajo de titulación acerca de un control predictivo en el cual se basó del modelo aplicado al control de posicionamiento y velocidad de un motor de corriente continua mediante la simulación y para ello se basó de los programas; MATLAB y LABVIEW, en varias de las simulaciones utilizó la interfaz HMI con el fin de lograr observar el comportamiento del sistema de control con cada una de sus entradas y salidas del comportamiento de la planta sometida al control predictivo, y llegó a la conclusión de obtener una mejor eficiencia del sistema y un menor tiempo de respuestas a las variaciones de perturbaciones o ruidos causados cotidianamente en un sistema de control.

En el 2018 el autor Mendoza,(2019) realizó su proyecto técnico analizando las vibraciones causadas por los motores eléctricos en una planta industrial de empacadora de camarón, con datos estadísticos indica que en un 90% de las fallas son causadas por dichas vibraciones que se presentan en diversas maquinaria, para este análisis se empleó la metodología de inspeccionar fundamentos de vibraciones de motores y máquinas eléctricas rotativas y evaluó los resultados obteniendo datos experimentales medidos como son; voltajes, corrientes, presiones, temperaturas, etc., con todos estos datos obtuvo el problema y la causa.

A inicios del 2020 el autor Navarrete,(2020) propuso un sistema de control automatizado con una supervisión remota que permita evaluar los diversos estados así como también los procesos de manera eficiente de un sistema de refrigeración para la conservación de los medicamentos, puesto que estos muchas de las veces se deterioran por las variaciones de temperatura que puedan tener en los equipos de enfriamiento, para lograr el sistema de control sea óptimo realizó simulaciones en software y con equipos reales y demostró la funcionalidad a las diversas pruebas de un cuarto refrigerado.

En ese mismo año del 2020 el autor Torres, (2020) realizó su trabajo de titulación que trata de un sistema de control eléctrico confiable para diversos procesos de estampados con una maquinaria en específico y determino los parámetros técnicos que se relacionan con el proceso de estampado, por consiguiente, realizó una

programación a un controlador PID de temperatura para lograr obtener de forma óptima un estampado a calor.

López,(2021) realizó la evaluación de diversos métodos de identificación paramétrica que son aplicados a sistemas de control, para ellos, se basó de diversas metodologías, las cuales fueron la TF, TL y TZ, también aplico espacio de estados y diagramas de bloques para representa el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia, y el modelo físico que empleó fue con los principios fundamentales.

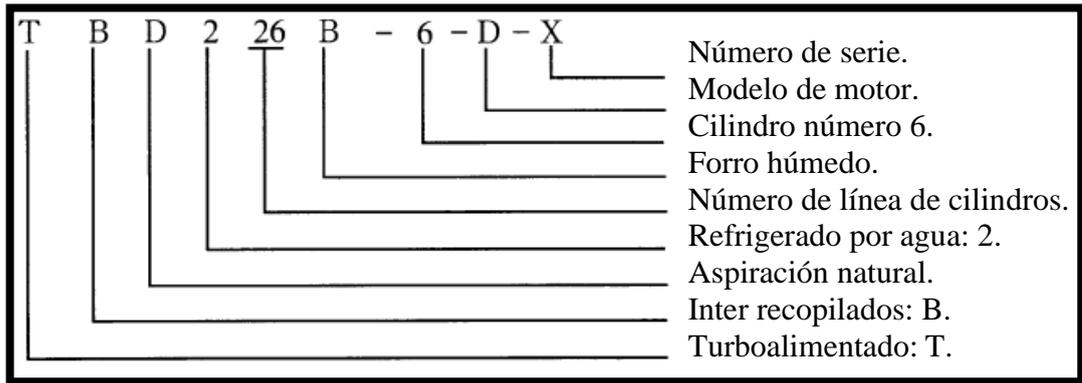
Desiderio,(2022) desarrolló un aplicativo a la web propia de la empresa Avícola San Isidro con el fin de cumplir con funciones netamente específicas del área de mantenimiento en el cual muestra los próximos mantenimientos que deben de realizarse a las diversas máquinas o equipos dentro de la empresa, con esos no solo ayudará con los debidos mantenimientos sino que dará un mejor control a la conservación de los equipos y con el plus de que el sistema se encuentra vinculado con otro sistema de microcontroladores para la debida lectura de parámetros que tiene un motor trifásico y así recauda información con datos relevante y así realizar una proyección correcta a los próximos mantenimientos.

2.2 Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B

De acuerdo con lo indicado en Grupos electrógenos,(2018) es un sistema con un motor a diésel de la serie 226B que es fabricado por la compañía Limitada (Ltd) “Weifang Weichai Deutz Engine Company Ltd”, tiene divisiones las cuales son; aspiración natural, turbocargador e inter enfriador, cuenta con 3, 4 y 6 cilindros de alta velocidad con 4 tiempos, su refrigeración es por agua (H₂O), contiene baja emisión, contador de temperatura, operaciones simples y mantenimiento conveniente, el rango de la velocidad está entre 1500 a 1800 rpm y su potencia está dentro del rango de 30 a 135 KW, este tipo de sistema son muy empleado en riego y distribución de fluidos ya que el sistema cuenta con un motor de alta gama que logra realizar el flujo de fluidos de una manera eficaz e instantánea, dando así una ventaja en la operación que se desea realizar en algún campo o lugar en específico.

En la Figura 2.1. se representan los símbolos de cada tipo de motor:

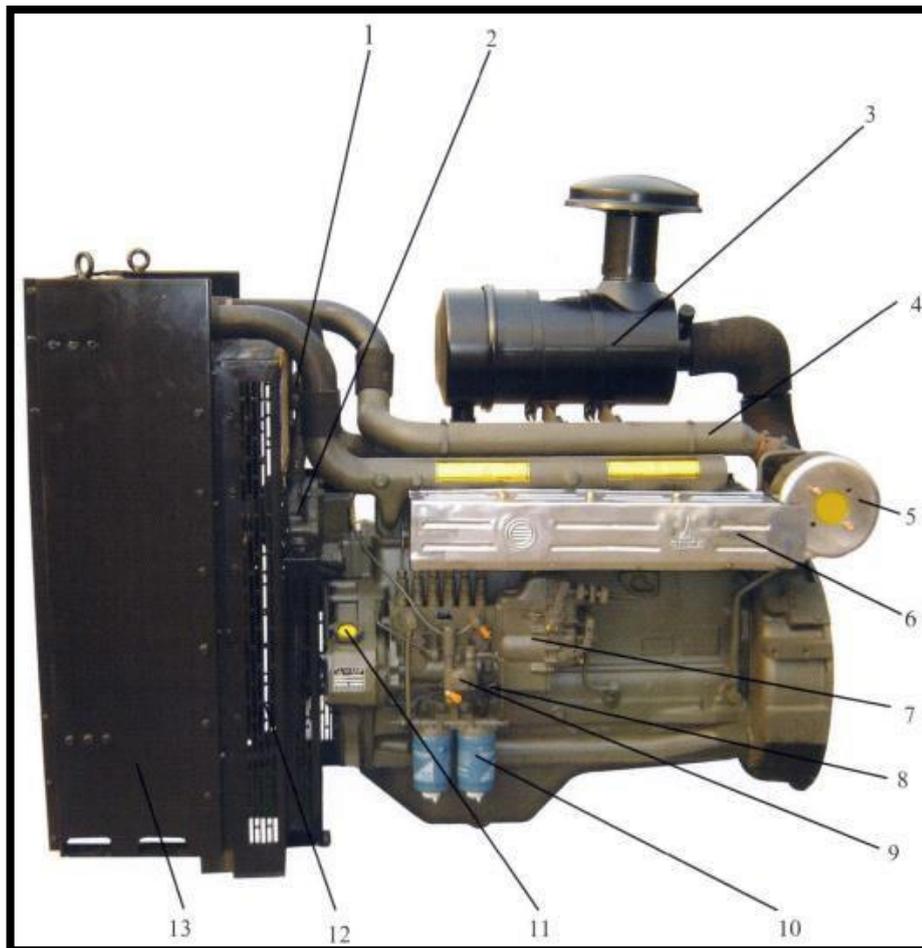
Figura 2. 1. Símbolos del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: Grupos electrógenos,(2018).

En la Figura 2. 2. Se muestra el equipo Principal del Motor con Serie Deutz 226B cuenta con las siguientes partes:

Figura 2. 2. Símbolos del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: Grupos electrógenos,(2018)

- 1 → Termostato.
- 2 → Bomba de agua motor diésel de 6 cilindros.
- 3 → Limpiador de aire.
- 4 → Múltiple de admisión (solo para motor intercalado).
- 5 → Escudo térmico para turbocompresor.
- 6 → Vestido de tubo de escape.
- 7 → Bomba de inyección y gobernador.
- 8 → Varilla de nivel de aceite.
- 9 → Bomba de suministro de combustible.
- 10 → Filtro de combustible.
- 11 → Llenado de aceite.
- 12 → Escudo de guardia.
- 13 → Depósito de Agua.

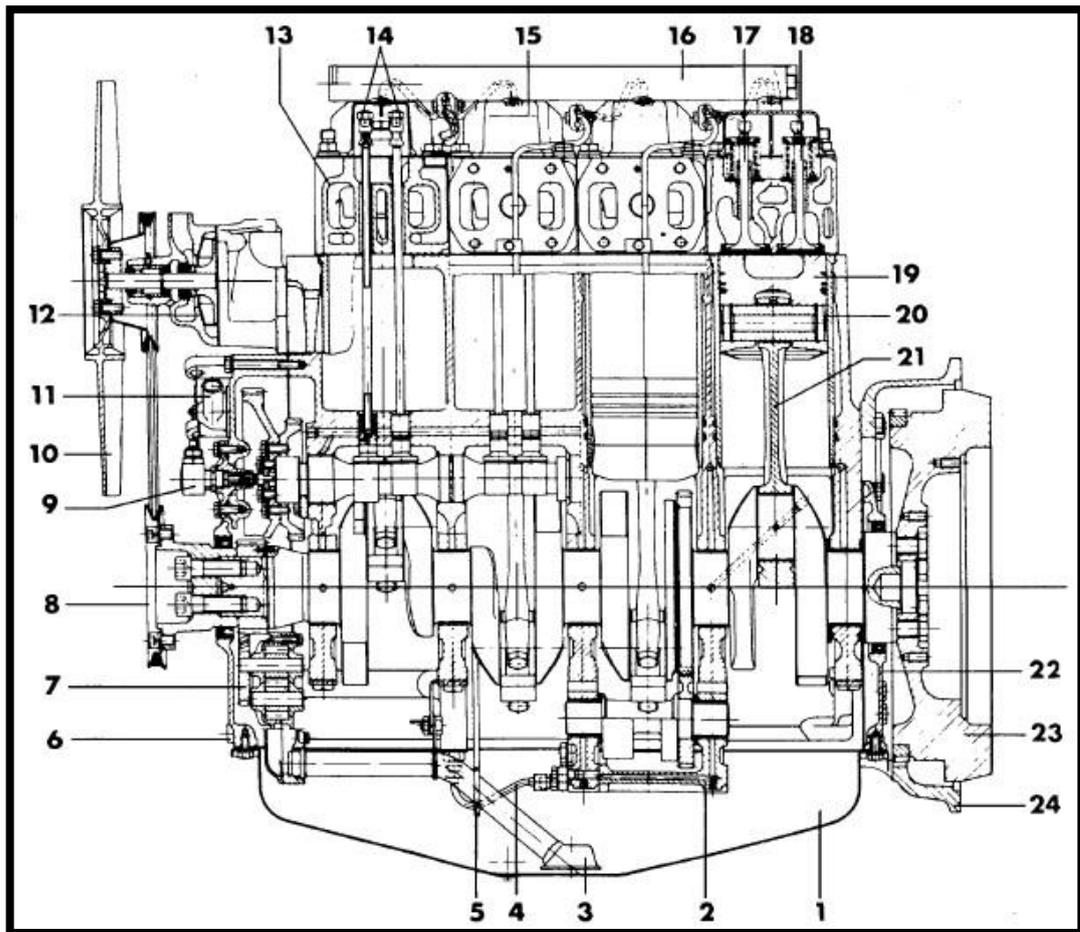
Observación: Las contrapartes del número 5, 6, 12 no están equipadas en motores de generación general. Sin embargo, son composiciones de modelos con certificación CE.

Para la construcción del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B, se compone de la siguiente manera, en la Figura 3. 3. se muestra la vista de la sección transversal y longitudinal del motor diésel y la vista de la sección longitudinal de D226B-4 motor diésel.

Las características presentadas en el Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B, son las siguientes:

1. El motor y alternador estarán montados en un mismo fotograma de acero.
2. Amortiguador integrado para la antivibración.
3. Pequeño tamaño, peso ligero, fácil de operar, instalación y mantenimiento.
4. Presenta subconjuntos de bloques de cilindros.
5. La marca AC alternador: Stamford, Maratón, LEROY SOMER.
6. El módulo de control avanzado y fiable: Llave de arranque, el inicio automático.
7. Tiene dos formas de estructura; fundición y acero perforado.
8. Rango completo de alarma y función de proteger la función de apagado.
9. Según el estándar profesional

Figura 2. 3. Vista de la sección transversal y longitudinal del motor diésel y la vista de la sección longitudinal de D226B-4 motor diésel:



Fuente: Grupos electrógenos,(2018).

- 1 → Depósito de aceite.
- 2 → Mecanismo de equilibrio de dos etapas.
- 3 → Pre - filtro.
- 4 → Tubo de aceite.
- 5 → Varilla de nivel de aceite.
- 6 → Tapa de la caja de cambios.
- 7 → Bomba de aceite.
- 8 → Polea de correa del cigüeñal.
- 9 → Sensor de velocidad (en la caja del volante).
- 10 → Ventilador.
- 11 → Inspirador.
- 12 → Bomba de agua.
- 13 → Culata.

- 14 → Balancín y soporte de balancín.
- 15 → Tapa de culata de cilindros.
- 16 → Tubo de salida de agua.
- 17 → Válvula de admisión.
- 18 → Válvula de escape.
- 19 → Pistón.
- 20 → Camisa de cilindro.
- 21 → Biela.
- 22 → Tapa del sello de aceite trasero.
- 23 → Volante.
- 24 → Caja del volante.

2.3. Conceptos básicos de Electricidad

2.3.1. Ley de Ohm

Para el estudio y desarrollo de cualquier proyecto técnico es indispensable saber uno de los conceptos más principales en el área técnica, y es la Ley de Ohm, García ,(2013) estudia los conceptos de la Ley de Ohm la cual involucra áreas eléctricas y electrónicas, y establece las relaciones que existen entre el diferencial de potencia más conocido como voltaje y su acrónimo es la (V) y su unidad de medida es el voltio (V), corriente eléctrica y su acrónimo es la (A), y la unidad de medida es el amperio (A), y la resistencia que su acrónimo es la (R) y su unidad de medida es el ohmios (Ω), esta ley expresa tres tipos de relaciones; las cuales son:

2.3.1.1. Corriente Eléctrica

La corriente eléctrica que circula a través de un cable o conductor es igual al diferencial de potencia entre la resistencia, tal como se muestra en la Ecuación 2. 1.

Ecuación 2. 1. Fórmula de la corriente eléctrica:

$$I = \frac{V}{R}$$

Fuente: García, (2013).

2.3.1.2. Diferencial de potencia o Voltaje

El diferencial de potencia es igual al producto de la intensidad de corriente eléctrica por la resistencia, tal como se muestra en la Ecuación 2. 2.

Ecuación 2. 2. Fórmula para la diferencial de potencia o voltaje:

$$V = I \cdot R$$

Fuente: (Planas, 2021).

2.3.1.3. Resistencia

La resistencia es igual a la diferencia de potencia entre la corriente eléctrica, tal como se muestra en la Ecuación 2. 3.

Ecuación 2. 3. Fórmula para la resistencia:

$$R = \frac{V}{I}$$

Fuente: (Planas, 2021).

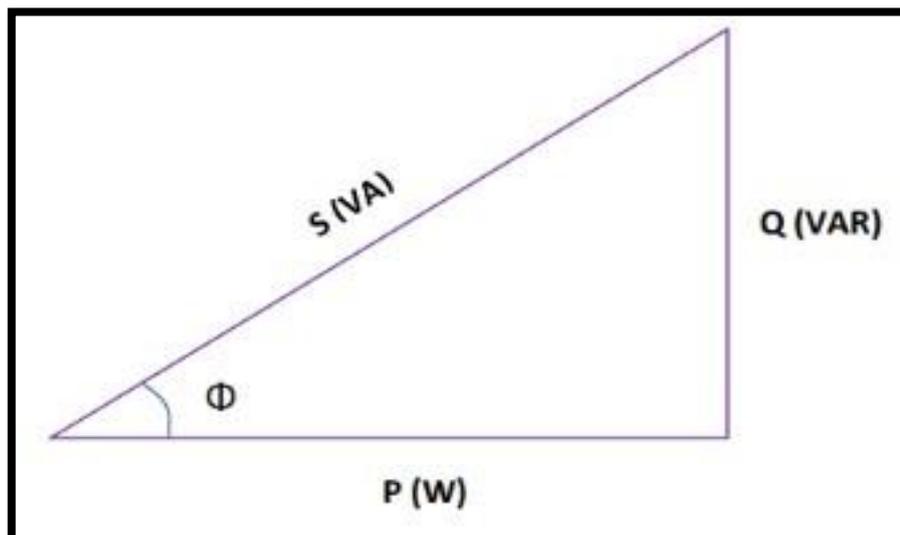
2.3.2. Potencia Eléctrica

García,(2022) define a la potencia eléctrica como un valor numérico de energía eléctrica que se consume por un circuito eléctrico o sistema eléctrico en un determinado periodo de tiempo, y la energía eléctrica es aquella que define como la posibilidad de efectuar algún trabajo en específico, la potencia eléctrica es común en sistemas de; corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), y su clasificación se la puede conocer con el triángulo de potencia en la cual, se divide en tres potencias diferentes que se detallan a continuación:

2.3.2.1. Triángulo de potencia:

El triángulo de potencia relaciona los tres tipos de potencia, tal como se muestra en la Figura 2. 1., para el lado del cateto horizontal se la denomina potencia (P), la cual es la activa o también conocida como real, el lado del cateto vertical se la denomina potencia (Q), la cual es la reactiva o también conocida como imaginaria y el lado de la hipotenusa es la potencia (S), la cual es la total o aparente, el ángulo que se forma entre la potencia real y la aparente se lo conoce como phi (Φ).

Figura 2. 4. Triángulo de potencias:



Fuente: García,(2022).

2.3.2.2. Potencia Activa:

La potencia activa igualmente es recordada como la potencia real o absorbida por algún elemento que conforma un circuito eléctrico como, por ejemplo, la resistencia, y hace énfasis a toda la potencia que se produce en el transcurso de la conversión de energía eléctrica en un circuito de corriente alterna (CA), y su acrónimo es la letra (P) y su unidad de medida es el vatio o watts (W), tal como se muestra en la Ecuación 2. 4.

Ecuación 2. 4. Fórmula para la potencia activa:

$$P = S \cdot \cos(\varphi)$$

Fuente: García , (2022).

2.3.2.3. Potencia Reactiva:

La potencia reactiva igualmente es recordada como la potencia imaginaria o absorbida por algún elemento pasivo que conforma un circuito eléctrico como, por ejemplo, los componentes inductivos los cuales pueden ser; los inductores o los capacitores, ya que es indispensable para los campos eléctricos, esto es común en transformadores y motores de potencia, y su acrónimo es la letra (Q) y su unidad de medida son los voltamperios reactivos (VAR), tal como se muestra en la Ecuación 2. 5.

Ecuación 2. 5. Fórmula de potencia reactiva:

$$Q = S \cdot \text{sen}(\varphi)$$

Fuente: García,(2022).

2.3.2.4. Potencia Aparente:

La potencia aparente igualmente es recordada como la potencia total y es la suma de potencias; activa y reactiva de forma vectorial, y su acrónimo es la letra (S) y su unidad de medida son los voltios amperios (VA), tal como se muestra en la Ecuación 2. 6.

Ecuación 2. 6. Fórmula de potencia aparente:

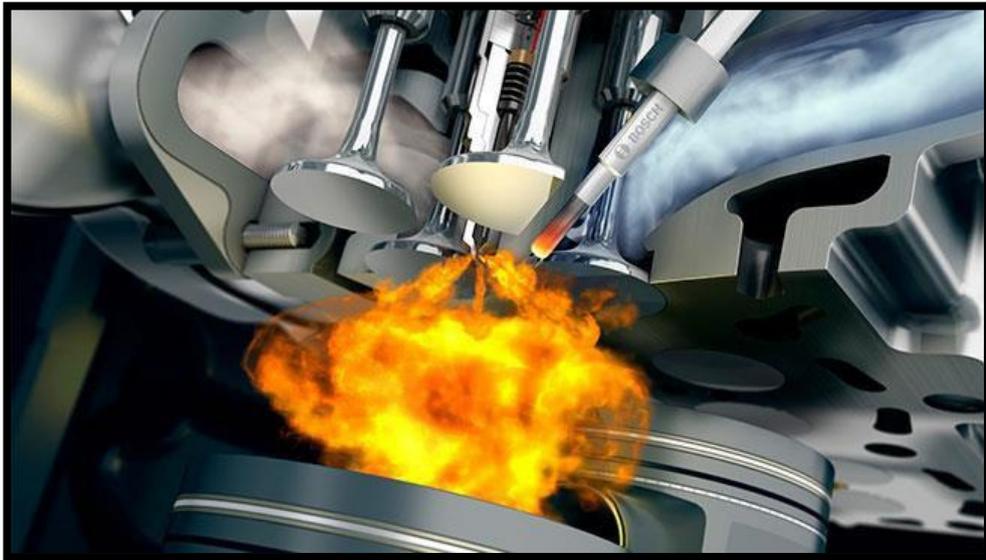
$$S = (P)^2 + (Q)^2$$

Fuente: García, (2022).

2.4. Concepto básico de motor a diésel

Espinós,(2018) indica que los motores que usan diésel emplean tecnologías innovadoras que llegan hacer muy eficaces, pero en el mismo instante crecen las emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno con respecto a otro ejemplo de mecánicas, los motores que usan diésel comúnmente son los de motor de combustión interna (MCI) que emplean el aumento de temperatura con el fin de producir o comprimir un gas, con el fin de que el combustible se enciendan espontáneamente al inyectar dentro de la cámara de combustión, el vocablo diésel no hace referencia a la combustión en sí, sino al inventor “Rudolph Diesel”, en la Figura 2. 2. se muestra un ejemplo de un motor a diésel, otra de sus ventajas de los motores a diésel es que tiene un mayor torque y que son ideales para realizar trabajos pesados, tienen un gran rendimiento en el combustible el nivel de densidad energética es más alta que la gasolina lo que conlleva a tener consecuencia de un mejor consumo de combustible, la durabilidad de los motores es mayores ya que tienen un menor desgaste, no presenta muchas fallas y se podría indicar que son menos frecuentes, la vida útil de un motor a diésel es elocuentemente mayor, lo que conlleva hacer relativamente poco, por ende, la durabilidad de los motores a gasolina y diésel fabricados en la actualidad no es muy diferente, por eso se debe tener un buen asesoramiento al momento de adquirir algún equipo que conlleve en sus sistema motores a diésel.

Figura 2. 5. Motores a diésel:



Fuente: Espinós, (2018).

2.4.1. Inyectores

Plaza,(2020) da a conocer el concepto fundamental de los inyectores, ya que es fundamental en el proceso de ignición del combustible y llega a aguantar esfuerzos y temperaturas muy elevadas, por ende, deberá tener un cuidado minucioso y un mantenimiento preventivo para evitar avería y/o fallos, además llegan a tener precios muy elevados cuando son usados en motores a diésel, en la Figura 2. 6. se muestra un ejemplo de un inyector usado en un motor a diésel.

Figura 2.6. Inyector usado en motor a diésel:



Fuente: Plaza, (2020).

Otro concepto fundamental para los inyectores es el que indica; Ferrer,(2021), ya que es un sistema de inyección con el propósito de introducir carburante con un valor grande de presión dentro de la cámara de combustión, y se deberá inyectar en el momento que el motor está en compresión, el sistema deberá contar con una bomba de desplazamiento que es capaz de inyectar distintas cantidades de combustión y a varias presiones, las ventajas que proporcionan los inyectores puede ser; consumo eficiente, un mayor rendimiento, menor contaminación, mejora la eficacia del arranque y el calentamiento del motor, cuenta con inyección de forma directa e indirecta, no cuenta con tuberías, mayor presión y entre otros parámetros.

En la Figura 2. 7. se muestra diferentes tipos de inyectores que son usados a menudo en motores a diésel.

Figura 2.7. Tipos de inyectores empleados en motores a diésel:



Fuente: Ferrer,(2021).

2.4.2. Bombas de Inyección

La bomba de inyección es aquel equipo que tiene como objetivo el dosificar y suministrar el combustible hacía los inyectores, y la condición principal es generar la combustión interna para llegar a mover el motor de una maquinaria o un vehículo en específico AUTOLAB,(2022), las ventajas que posee las bombas de inyección es que pueden aguantar hasta 2050 BAR de alta presión durante la inyección, presenta inyección variables, tiene inyección previa antes de su funcionamiento, presenta una mejora en su combustión y por tanto un mejor rendimiento, los niveles de emisiones

que son producidos tiene contaminantes reducidos, el funcionamiento principal de este dispositivo es el de dosificar y dando suministro a los inyectores con el combustible, con la indicación de generar la combustión interna y logra poner en movimiento los motores y así realizar el procedimiento requerido por la máquina, este tipo de bombas se han empleado desde el siglo XX aproximadamente en los años de 1970 a 1980, la manera de presentar la gestión a la bomba de inyección puede ser de dos maneras, las cuales son; mecánica o electrónica.

En la Figura 2. 8. se muestra un ejemplo de una bomba de inyección en el motor a diésel.

Figura 2.8. Ejemplo de una bomba de inyección en el motor a diésel:



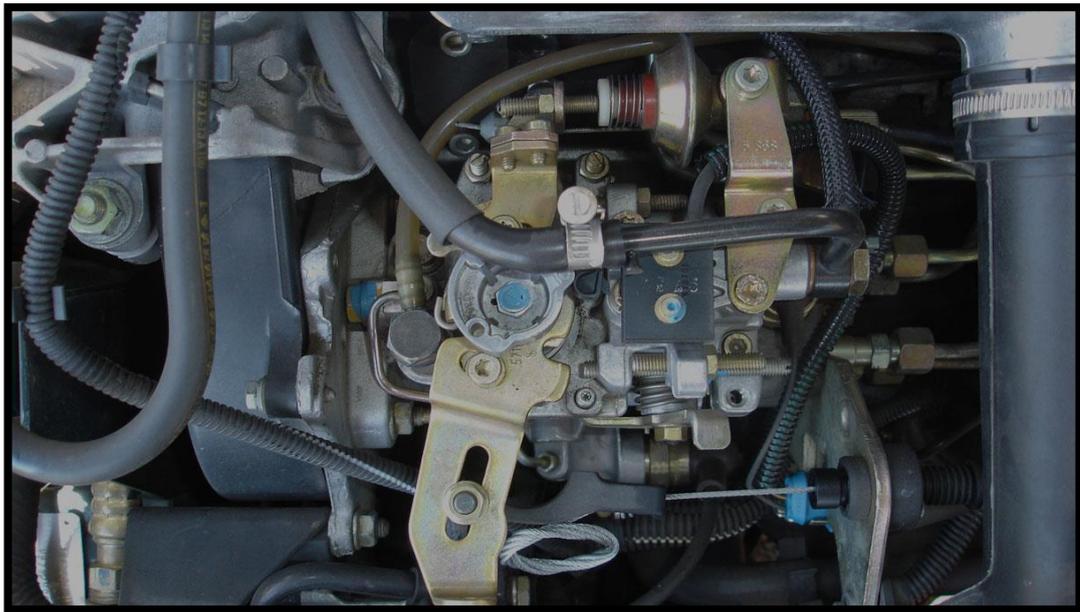
Fuente: AUTOLAB,(2022).

Otro concepto para las bombas de inyección es la que indica; CODIGOSDTC Librería de Códigos OBDII,(2022), y es que la bomba inyectora fue creada con la finalidad de lograr mover vehículos pesados y extrapesados, esta bomba inyectora es el dispositivo que forma parte de un sistema de inyección para vehículos encargados

de elevar la presión de un fluido, y es aquel que distribuye combustible de acuerdo a la velocidad con que rota el motor y las diferentes cargas, el objetivo es inyectar el combustible pulverizado o dosificado para que ocurra la inflamación, existen dos tipos de bombas las cuales son; lineales y rotativas, para ambos tipos de bombas cuentan con un solo elemento de bombeo que es dirigido para todos los cilindros del motor, el orden de los inyectores se determina a través de la posición de las cañerías.

En la Figura 2. 9. se muestra una bomba Inyectora usada en motores a diésel.

Figura 2.9. Bomba inyectora usada en motores a diésel:



Fuente: CODIGOSDTC Librería de Códigos OBDII,(2022).

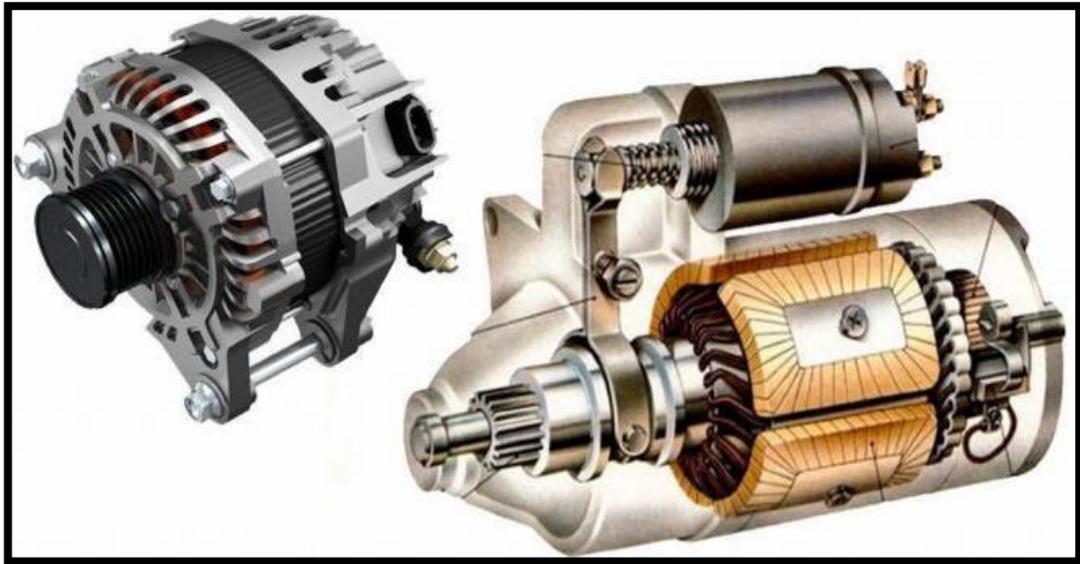
2.4.3. Solenoides

El investigador Blázquez,(2020), da a conocer el concepto del solenoide como la válvula electromecánica que es usada frecuentemente con el fin de controlar el flujo del líquido o gas, este equipo está presente en algunas piezas principales como pueden ser; los inyectores o el motor de arranque, también es conocido con otros nombres como son; contactor automático, relé de tracción, solenoide de tracción o relé de arranque, cuando se habla de vehículos por lo general se lo conoce como el motor de arranque. El solenoide es aquel dispositivo que tiene integrado una bobina con forma de sacacorchos, una carcasa y un émbolo móvil que es conocido como armadura, al inyectar corriente eléctrica se forma el campo magnético alrededor de la bobina con el fin de atraer el émbolo, las ventajas que los solenoides presentan es que tiene un alto

rendimiento de alto costo ya que por lo general las válvulas tienen una estructura simple, cuenta con un buen desempeño de seguridad que sirve especialmente en medios corrosivos, tóxicos, de alta y baja temperatura, además tiene un ahorro de energía ya que su diseño es para funcionar con bajo consumo lo que posibilita el ahorro de recursos y la presión de ajuste no es alta y se ve afectada por el medio del flujo

En la Figura 2. 10. se muestra diferentes ejemplos de solenoides.

Figura 2.10. Ejemplos de solenoides:



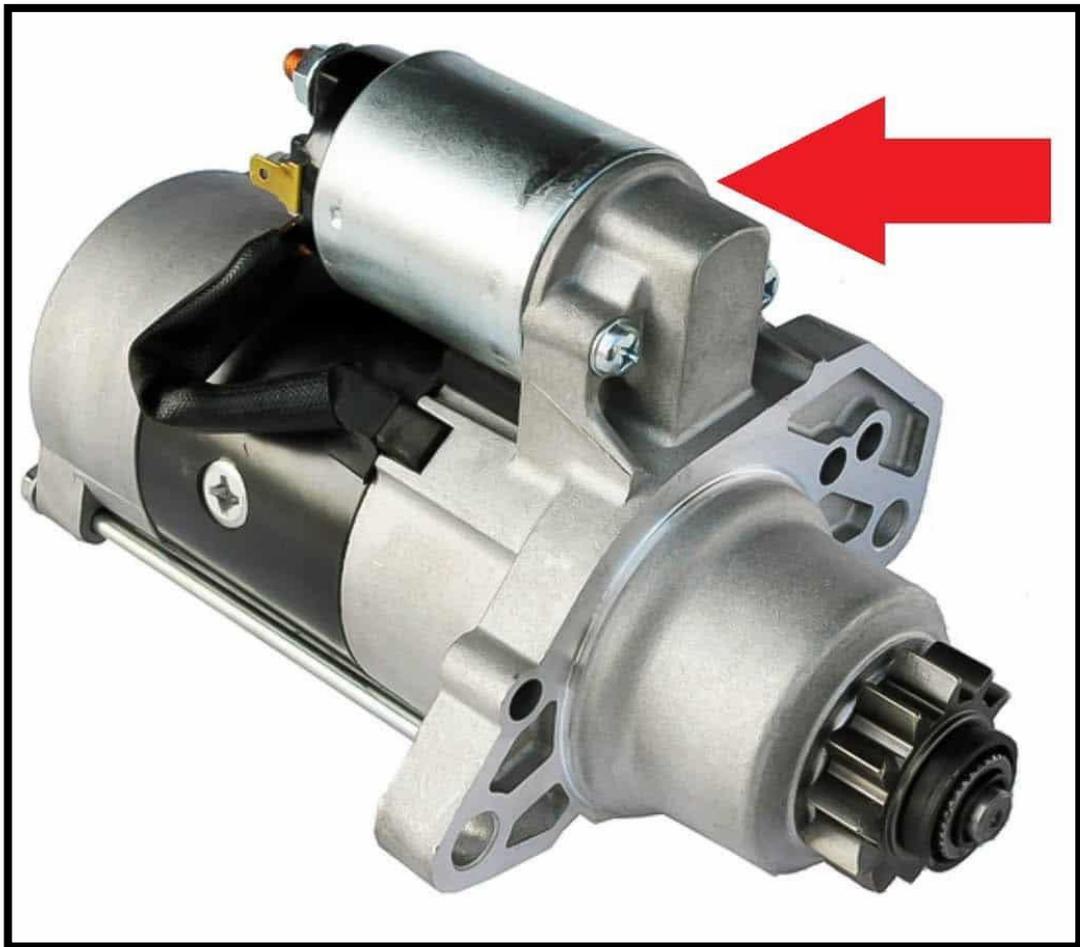
Fuente: Blázquez,(2020).

En el sitio web; canalMOTOR,(2019), dan a conocer que los solenoides son elementos indispensables para un vehículo, puesto que sin este, no arrancaría y no logra avanzar el vehículo, y define como un hilo metálico que se envuelve sobre una bobina de forma cilíndrica en el cual tiene un émbolo en su parte interna, y al transcurrir una corriente eléctrica por el hilo conductor, existe un campo electromagnético intenso que en área de la mecánica automotriz, logra brindar al vehículo una fuerza necesaria para moverse de un punto hacia otro, debido a la estructura interna los solenoides presentan una acción directa que tienen una abertura de aire que hace que la fuerza del arranque sea pequeña, al ser bien baja la fuerza de arranque llega hacer que sea insuficiente para posicionar válvulas de gran tamaño, si los solenoides están acoplado en los diferentes extremos opuestos de un mismo carrete, solo se puede sentir uno de ellos en un mismo instante de tiempo, por ende, la armadura de solenoide debe poder sentirse tan rápido como sea posible, la velocidad

que presenta el carrete no debe ser disminuida con el propósito de reducir el impacto del golpe, una de sus grandes ventajas es que la acción directa es más rápida para el posicionamiento del carrete y por ende, es muy preferida para los usuarios al emplear este tipo de válvula con solenoides.

En la Figura 2. 11. se muestra un ejemplo de un solenoide.

Figura 2.11. Ejemplo de un solenoide:



Fuente: López,(2021).

2.4.4. Alternador

El investigador Mateos,(2022), indica que el alternador es aquel equipo con el objetivo de suministrar electricidad a un vehículo, y su funcionamiento es cuando el circuito eléctrico de un automóvil tiene el propósito de convertir la energía mecánica a energía eléctrica, para poner en movimiento la maquinaria o un vehículo en

específico, es decir, el objetivo principal es generar en el interior una corriente alterna mediante inducción electromagnética con el fin de mover el vehículo, y la conexión es a través de correas de servicios entre el alternador y el motor. Las ventajas que proporcionan los alternadores con respecto al dinamo interno es que puede obtener mayor gama de velocidad de giro, el conjunto del rotor y estátor son muy compactos, ya que cuentan con un solo elemento para regular la tensión, es muy ligera y llega a trabar en ambos sentidos de giro sin necesidad de modificación, su vida útil es muy superior al dinamo.

En la Figura 2. 12. se muestra un ejemplo de un alternador.

Figura 2. 12. Ejemplo de un alternador:



Fuente: Mateos,(2022).

2.4.5. Sistemas de lubricación de motores de combustión interna

De acuerdo con lo indicado en MOTORES Y MAS,(2015), dan a conocer que los sistemas de lubricación para motores de combustión interna presentan un sin número de funciones, también lo fundamental que es la lubricación en los componentes de fricción y rotación, presenta diversas ventajas como son; facilita el enfriamiento y balance del motor, presentan sistemas abiertos, por consiguiente, no presentará la misma presión en varios componentes por lo que el aceite se dispersará a diferentes lados y retornará al cárter en la aceitera, es indefectible el uso de aceite en todos estos componentes, dado que es uno de los requerimientos a cumplir en diversas especificaciones técnicas de los diferentes fabricantes de vehículos, y al no seguir estos cumplimientos puede llegar afectar de alguna manera el vehículo e inclusive dañar o quemar algún dispositivo interno.

2.4.5.1. Tipos de sistemas de Lubricación

Existen dos tipos de lubricación; cárter húmedo en la cual se indica que la aceitera se encuentra llena y el cárter seco donde especifica que se ha vaciado el depósito adicional que conllevan estos sistemas de lubricación MOTORES Y MAS,(2015).

2.4.6. Sistemas de enfriamiento de motores de combustión interna

De acuerdo con lo indicado por Aguilar,(2020) los motores de combustión interna llegan a producir potencia quemando el combustible con el fin de crear una cantidad extrema de calor y presión para convertirla en energía mecánica y mover el vehículo u alguna máquina en especifica, llegan hacer 80% eficientes en convertir la energía del combustible en potencia útil, en las últimas décadas se ha implementado los sistemas de enfriamiento que son; aire y agua, con el fin de disipar a la atmósfera todo el calor en exceso producido por el motor o la máquina que se emplee, el enfriamiento mediante aire todavía es muy popular en diversos motores más pequeños como por ejemplo; equipos de podar césped en jardines y entre otros, el enfriamiento mediante agua se basa en fluir un refrigerante por medio de bloques y cabezas en los diferentes cilindros con el fin de absorber y eliminar el exceso de calor en los diversos equipos que conlleva el motor o la máquina empleada.

2.5. Automatización para sistemas eléctricos

Cadenza Electric,(2019), señala que la automatización en sistemas

eléctricos industriales es un gran avance para la evolución de las industrias, así como también la domótica para las viviendas, ya que ayuda a reducir costos y mejora la producción sin la intervención de una persona, la automatización industrial por lo general está en todas las empresas a nivel mundial, ya que facilita las actividades y reduce el tiempo de ejecución de estas, una de sus ventajas es que presentan una mayor fiabilidad y comodidad para todos los empleados que operen algún proceso industrial o eléctrico, facilita a los operadores con proceso de carga, descarga y desmontaje, ayuda mucho con el impacto ambiental ya que reduce notablemente las emisiones causadas por diversos procesos que empleen componentes químicos, hoy en día muchas empresas e industrias han adoptado el empleo de la automatización ya que es un gran ahorro a nivel monetario.

En la Figura 2. 13. se muestra varios ejemplos de automatización industrial para sistemas eléctricos.

Figura 2.13. Ejemplos de automatización industrial en sistemas eléctricos:



Fuente: Cadenza,(2019).

La Automatización Industrial Revista de Robots,(2021), la definen como el empleo e instalación de maquinarias electromecánicas involucrando la robótica industrial, o de igual manera manejadas por laptops, tables, computadora o algún equipo de cómputo con el fin de ejecutar de manera automática los diversos procesos que son realizados en una industria, fábrica o empresa con el fin de reducir los tiempos de ejecución, logran controlar y monitorear los procesos con máquinas y no con personal.

Es una realidad que los beneficios de la automatización industrial es diversos sistemas sea óptimo para las fábricas e industrias, surge la duda si es obligatorio emplear en todas las industrias, ya que implementar estos procesos conllevan a invertir una alta liquidez monetaria para emprender a sistemas automatizados, de igual modo, la tecnología de alta gama requiere una serie de adaptaciones e importaciones que son inherentes para cada empresa en particular, cualquier proceso que se deberá poner en marcha debe contar de la mano con los objetivos de la organización, además se deberá considerar elementos claves como son; la seguridad del personal de trabajo y la complejidad de implementación, varios de los beneficios es que se eliminan los errores humanos, producto terminado sin alteraciones ni fallas, nivel de precisión y calidad en el producto y entre otras ventajas.

En la Figura 2. 14. se muestra un ejemplo de un proceso con automatización industrial.

Figura 2.14. Ejemplo de un proceso con automatización industrial:



Fuente: Revista de Robots,(2021).

2.5.1. PLC S7-1200

Villajulca,(2009), define al controlador lógico programable (PLC) SIEMENS S7-1200, como una magistral interacción donde intervenga los; la ingeniería, los

paneles HMI y los microcontroladores, el S7-1200 es un micro-PLC que sobresale por ser muy flexible y versátil con un alto rendimiento y tamaño compacto, permite controlar los paneles HMI con el fin de garantizar diversas programaciones, así como también procesos industriales, otra de sus ventajas del PLC S7-1200 es que es muy automático y es adecuado para trabajar en la parte de la automatización industrial de una forma más sencilla, rápida y eficaz, llega a mejorar el servicio de los equipos ya instalados, tiene una programación de gran capacidad, fácil comunicación y además cuenta con un bajo costo, con la implementación de un PLC el personal encargado de diversas industrias tendrán la seguridad de apoyarse en los procesos tecnológicos que se establezcan en la operación de los sistemas automatizados.

En la Figura 2. 15. se muestra un ejemplo de un PLC S7-1200.

Figura 2.15. Ejemplo de un PLC S7-1200:



Fuente: Villajulca,(2009).

2.5.2. Interfaz Hombre Máquinas (HMI)

La interfaz hombre máquina (HMI) la define Sahagun,(2021), como paneles o pantallas que son manipulables, táctiles y a color, con esto el usuario o el operador logra interactuar con algún sistema en específico o con alguna máquina industrial,

prácticamente el HMI es aquel entorno por el cual el operador interactúa con diversas maquinarias o equipos de control desde un punto agrupado con diferentes equipos como son; teclados, botones, mouse, y entre otros.

Las ventajas de los HMI es que ofrecen un campo enorme de visibilidad para los operadores y no necesitan monitorear las áreas de cerca, otorgando un monitoreo remoto desde cualquier ubicación de la instalación en la que se pueda acceder y llega a responder las alertas, además proporciona acceso en tiempo real a los datos de un sistema y se pueden visualizar, los HMI ofrecen múltiples beneficios que llegan hacer un gran ahorro considerable en recursos para cualquier empresa, fabrica e industria.

En la Figura 2. 16. Se muestra un ejemplo de una Interfaz Hombre Máquina (HMI).

Figura 2.16. Ejemplo de una Interfaz Hombre Máquina (HMI):



Fuente: Sahagun,(2021).

2.5.3. Sensores de presión

Los sensores de presión son dispositivos que consiguen medir la presión que se encuentran en diferentes gases o líquidos, la presión es aquella expresión de fuerza que es útil para impedir el esparcimiento de un fluido, comúnmente se lo expresa en términos de fuerza por unidad de área, el funcionamiento de los sensores es como el de un transductor el cual emite una señal en función de la presión es usado comúnmente en maquinarias sofisticada por lo que miden los niveles de presión

ejercida en un elemento en específico, pero no cualquier sensor de presión sino uno que sea óptimo con el fin de evitar algún defecto o daño en el equipo o en alguna pieza en sí AUTYCOM,(2022).

Las ventajas de los sensores de presión es que son dispositivos que detectan una fuerza ejercida sobre una superficie y esto lo convierte en una señal electrónica cuya fuerza es relativa, y llegan a estar compuestos de varias partes, entre ellas un detector de presión, transmisores y otros elementos electrónicos, otra de sus ventajas es que tiene un tiempo de respuesta más rápido, reemplazo más fácil y económico y presentan una optimización del alcance de la señal, esto se logra escalando el rango de medición de cada transmisor a los valores relevante del proceso del sistema.

En la Figura 2. 17. se muestra un ejemplo de un Sensor de Presión.

Figura 2.17. Ejemplo de un sensor de presión:



Fuente: AUTYCOM,(2022).

Otra función que ejercen los sensores de presión es que indican cuando el equipo o maquinaria no está funcionando correctamente, existen algunos tipos de sensores que se detallan a continuación;

- Sensores digitales de aire.

- Sensores digitales de presión barométrica.
- Sensores de presión piezorresistivos de silicio.
- Sensores de presión absoluta.
- Sensores de presión manométrica.
- Sensores de presión de vacío.
- Sensores de presión diferencial
- Manómetros sellados.

GSL Industrias,(2021).

2.5.4. Sensores de Temperatura

Los sensores de temperatura son aquellos sensores más usados para el área industrial con el fin de medir la diferencia de energía calórica que está presente entre un punto de referencia y el campo que se está midiendo, con el fin de convertir esos datos en salidas eléctrica, miden el calor a través de resistencias aunque existe otras formas de medición, también es usado para medir el nivel de trabajo de un equipo, alguna detección de fallas o anomalía dentro de una red o circuito, así también controla ciclos de enfriamientos o entre otros sistemas que incluyan temperatura (GSL Industrias, 2021).

En la Figura 2. 18. se muestra un ejemplo de un Sensor de Temperatura.

Figura 2.18. Ejemplo de un sensor de temperatura:



Fuente: Twenergy,(2019).

2.5.5. Termocuplas

La termocupla es aquel equipo o herramienta capaz de medir la temperatura, es muy útil, puesto que es utilizado en un sin números de área como pueden ser; científica,

industrial y de ingeniería, es de poco tamaño y tiene una respuesta rápida por lo que puede trabajar eficientemente en entornos peligrosos o muy complicados, la gran ventaja es que llegan a medir de manera precisa y rápida, tiene un rango de medición de aproximadamente entre 270 °C a 2500 °C Suárez,(2019).

Las ventajas que presentan las termocuplas es que tienen un menor costo en comparación con la termo resistencia en el mismo rango, además cuenta con un rango de temperatura mayor a las termo resistencias, presenta una mejora en el tiempo de respuesta y es mecánicamente más robusto.

En la Figura 2. 19. se muestra un ejemplo de una Termocupla.

Figura 2.19. Ejemplo de una termocupla:



Fuente: Suárez,(2019).

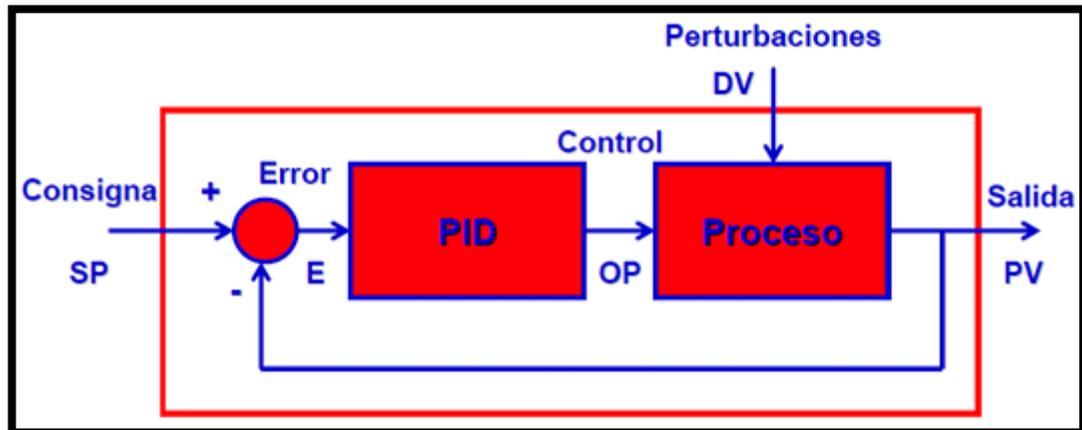
2.5.6. PID

García,(2020) define al PID como un controlador proporcional, integral y derivativo, siendo la forma más común de retroalimentación, estos controladores están presente en varias áreas de ingeniería donde se emplea algún control en específico, su forma de programación se basa en combinaciones lógicas, así como también el uso de

funciones que deberán ser secuenciales, también se usa en selectores y bloques de funciones con el fin de construir o diseñar los esquemas de automatización que son complejos y largos como son los que se encuentran en industrias para su producción transporte y entre otros.

En la Figura 2. 20. se muestra un ejemplo donde se aplica un controlador PID a un sistema de control industrial.

Figura 2.20. Diagrama de bloques de un controlador PID:



Fuente: García,(2020).

2.6. Tipos de Bombas

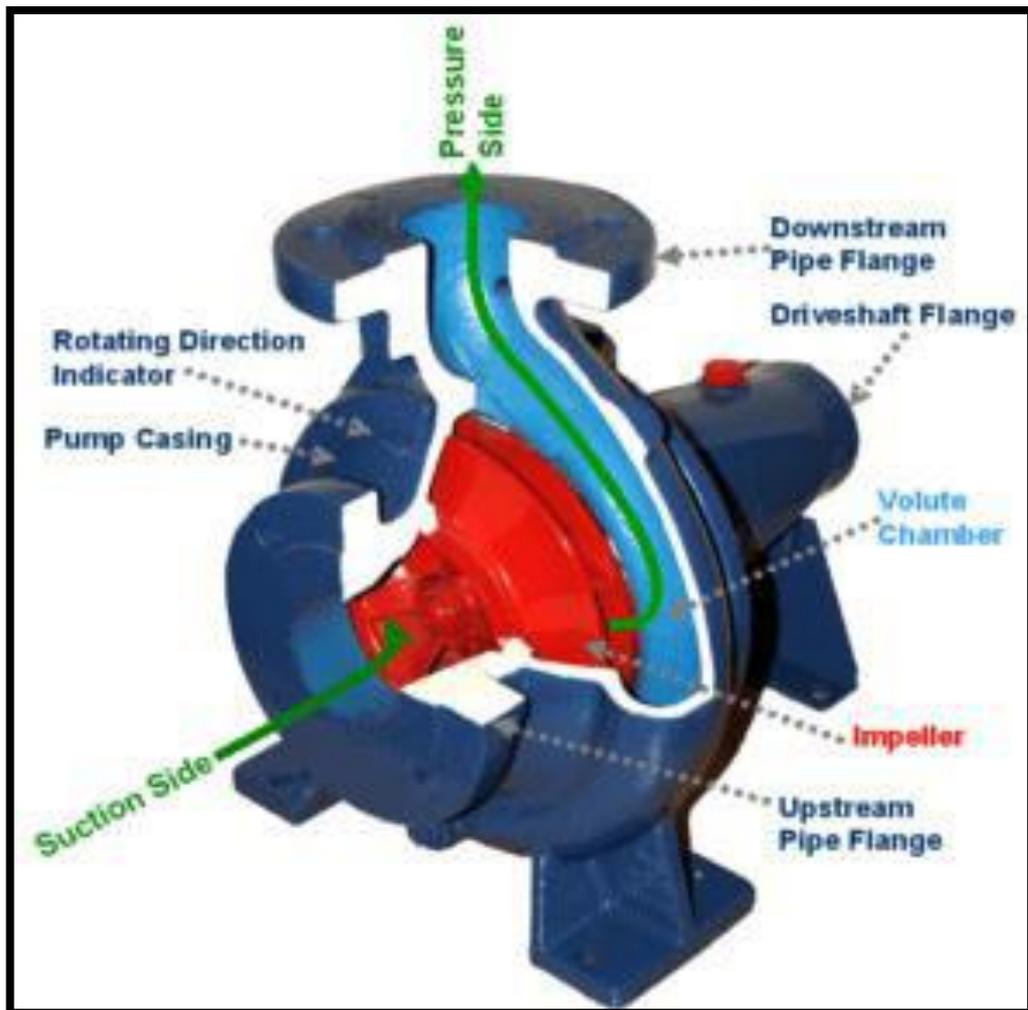
2.6.1. Bombas Centrífugas

Una bomba centrífuga es aquel equipo que es capaz de trasladar fluidos mediante la transformación de energía cinética en hidrodinámica, y esto se debe por la presencia de la rotación de los fluidos, la energía usualmente viene dada por un motor eléctrico o inclusive de una turbina que funciona a vapor, es comúnmente usadas en aplicaciones industriales, y la que más se usa es la bomba llamada voluta, dado que el fluido ingresa a la bomba axialmente por medio del ojo del impulsor que realiza giros a grandes velocidades, y al instante de girar el impulsor, y las palas realizan la transferencia al impulso del fluido entrante, y es en ese instante donde el fluido presenta aceleración hacia afuera desde el seguimiento de la bomba y crea un vacío justo en el ojo del impulsor que frecuentemente atrae los fluidos hacia la bomba, en estas bombas aparece el principio de Bernoulli, puesto que la energía cinética se convierte en presión de un fluido Connor,(2020).

Las ventajas que presentan las bombas centrífugas es que no tienen órganos articulados y los mecanismos de acoplamiento son más básicos y sencillo, para una operación establecida el gasto logra ser constante y no se requiere dispositivo de regulación, son capaces de adaptarse con facilidad a muchas circunstancias, el peso es muy bajo y logra tener dimensiones cortas y eso ayuda al diseño y montaje de algún sistema en específico.

En la Figura 2. 21. se muestra un ejemplo de una Bomba Centrífuga.

Figura 2.21. Ejemplo de una bomba centrífuga:



Fuente: Connor,(2020).

2.6.2. Bombas Periféricas

Las bombas periféricas son adecuadas para el ámbito doméstico inclusive industrial, su funcionamiento es por el consumo de potencia esto se debe en que algún momento logre actuar como turbina y entregar potencia, por eso es muy conocida

como bomba tipo turbina de vértice ya que produce molinos en el agua por medio de álabes muy altas y esto se debe a que generan impulsos de energía de forma rápida y con mucha intensidad Vieto,(2019).

Las ventajas que presentan las bombas periféricas es que logran bombear agua a una mayor altura y distancia porque poseen un motor de fuerza, el caudal llega a ser mucho menor en comparación a las centrífugas que oscila entre 90 L/m y un máximo de 156 L/m.

En la Figura 2. 22. se muestra un ejemplo de una Bomba Periférica.

Figura 2.22. Ejemplo de una bomba periférica:



Fuente: Vieto,(2019).

2.7. Tipos de Mantenimientos

2.7.1. Mantenimiento Correctivo

Pine,(2019) define el mantenimiento correctivo como la corrección de daños o fallas que existen esencialmente en los equipos y principalmente es necesario reparar aquel daño, este tipo de mantenimiento no cuenta con una planificación estructurada, tiene costos por reparación elevados y define que en un alto porcentaje de las horas-

hombre trabajadas son designadas para el debido mantenimiento correctivo de los equipos que han sufrido algún percance.

2.7.2. Mantenimiento Predictivo

Beltrán,(2019) define el mantenimiento predictivo como aquél que se debe de revisar antes de que se produzca algún fallo, avería o accidente, en la cual se desarrollan acciones de mantenimientos como son; diagnosticar el estado y establecer la condición del equipo, una vez determinado las variables del diagnóstico y en función de sus valores estándar se procede a dar un margen de aceptación a la falla, avería o accidente y con ello se predice el funcionamiento anormal del equipo con anterioridad de alguna falla del mismo.

En la investigación de Torres,(2021) para subestaciones eléctricas define el mantenimiento predictivo como aquel estudio detallado y complejo de los equipos primarios donde se emplean datos de mantenimientos anteriores para analizar detenidamente, y así proyectar una posible falla en algún equipo durante la operación, para este tipo de mantenimientos se emplean métodos sofisticado como son; tecnología termográfica, ultrasonidos, prueba de resistencia de aislamiento, prueba de resistencia de contacto, factor de potencia (FP), rigidez dieléctrica y entre otras pruebas.

2.7.3. Mantenimiento Preventivo

Medina,(2022) define el mantenimiento preventivo como aquel mantenimiento el cual es planificado en el cual intervienen diversas actividades como son; limpieza, reparaciones, ajustes de tornillos u holguras, cambios en materiales o equipos, análisis de fluidos y de enfriamiento, análisis de las diferentes vibraciones de las partes móviles que conforman el sistema o equipo en el cual se dará el respectivo mantenimiento preventivo, cabe destacar que estos tipos de mantenimientos deberán ser ajustados en un tiempo controlado con la excepción de no parar la producción de una industria en general.

Otro aspecto que se debe de considerar en áreas como redes eléctricas o subestaciones es que al equipo en el cual se dará el mantenimiento preventivo deberá estar fuera de servicio aislando los niveles de voltaje para que los operadores puedan y logren realizar las actividades pertinentes.

Vélez,(2019) menciona que en un circuito eléctrico con una carga básica para un hogar de un sector urbano de Guayaquil – Ecuador son pocos los usuarios que

conocen e identifican cómo se debe realizar un mantenimiento preventivo en sus debidas instalaciones eléctricas es por eso que sienten inconformidad y proceden a reclamar en alguna distribuidora de la Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública (CNEL EP).

2.7.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Sigüencia,(2020) define al mantenimiento productivo total como uno de los conceptos más reciente en esta última década y se basa en la implementación de todo el personal en el mantenimiento, donde los operadores de las diversas máquinas realizan las tareas preventivas como son; limpieza y reparaciones básicas, el personal de mantenimiento desarrollan actividades más complejas y específicas, el TPM tiene el fin de aumentar el compromiso de los operadores con las diversas máquinas y equipos que conforma el sistema donde se procederá a realizar el mantenimiento.

2.7.5. Mantenimiento Paliativo

Madrid,(2017) define al mantenimiento paliativo como aquella operación que no culmina y el principal objetivo es de reiniciar una producción dentro de una fábrica, empresa o industria en un periodo corto de tiempo, posterior se debe realizar un mantenimiento correctivo con el fin de; arreglar, reparar el fallo o daño temporal o definitivo que haya sufrido algún equipo dentro del sistema industrial, el mantenimiento paliativo es aquel que su finalidad es restablecer la producción de una fábrica, empresa o industria en un periodo corto de tiempo, dando una reparación leve al o a los equipos que han sufrido el percance sin para la producción de una fábrica.

2.7.6. Mantenimiento Curativo

Madrid,(2017) define al mantenimiento curativo como aquel proceso donde la producción se detiene por algún percance el cual puede ser; falla de un equipo, cortocircuito en algún sistema eléctrico, entre otros percances, es ahí donde el técnico especializado arregla el desperfecto de forma definitiva, con el objetivo de no tener que volver a intervenir el equipo o máquina del sistema que haya fallado luego de un periodo corto de tiempo, en pocas palabras el mantenimiento curativo es aquel mantenimiento en el cual pretende no volver a intervenir la máquina posterior a un determinado tiempo.

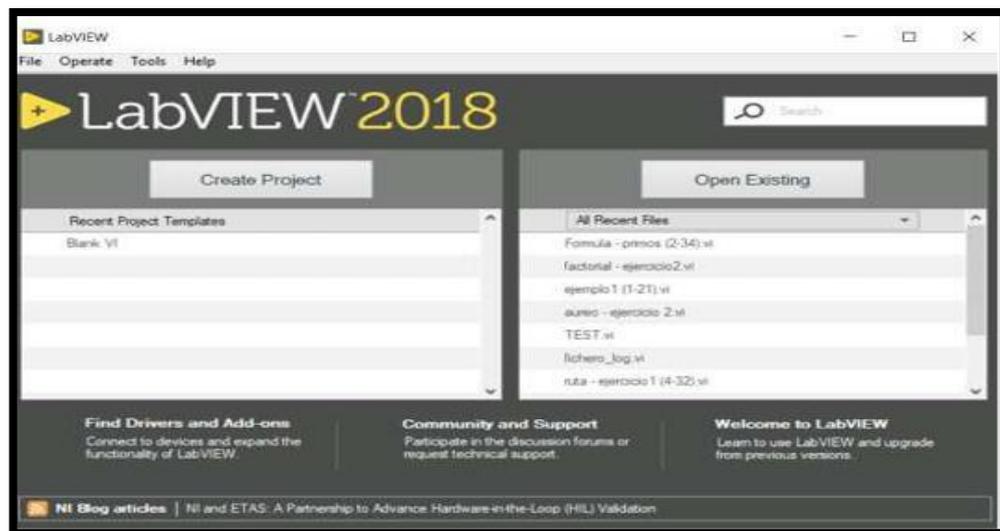
2.8. Software de Programación

2.8.1. LABVIEW ®

Plaza,(2020) define al software de LABVIEW ® como uno de los mayores programas que han sido desarrollado por la empresa “National Instruments” y es un lenguaje de programación que se basa de íconos, así como también instrumentos virtuales (VI), esto ayuda a que su programación no se base de códigos o estrictas, sino de diagramas de bloques que pueden conectarse uno con otro, esto ayuda mucho, puesto que da mejor visualización al momento de interconectar las compuertas lógicas, como son; AND, NOT, OR, XOR, XNOR, NOR y NAND, otra de las ventajas del software de LABVIEW ® es que permite realizar circuitos eléctricos utilizando diagrama de control, así como también la interfaz de usuario.

En la Figura 2. 23. se muestra un ejemplo de uso del software de LABVIEW ® 2018.

Figura 2.23. Ventana principal de un ejemplo de programación con el software de LABVIEW ® 2018:



Fuente: Plaza,(2020).

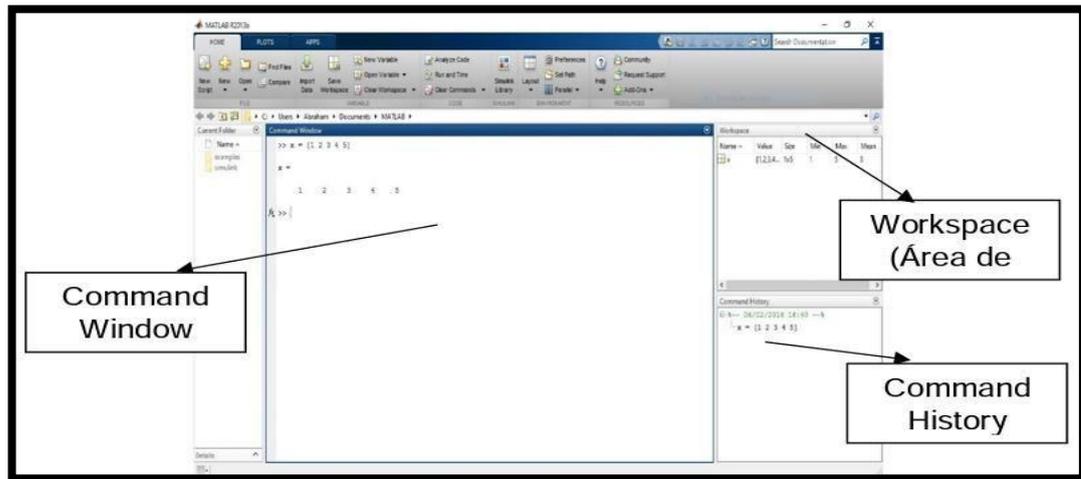
2.8.2. MATLAB ®

define al software de MATLAB ® como un programa que se basa de un lenguaje de alto desempeño con el fin de resolver cálculos complejos y técnicos, el programa tiene incorporado varias funciones como son; cálculos, visualización de resultados y programación de un área de trabajo, al introducir valores lo realiza de forma iterativa

por medio de instrucciones que pueden estar en el script del editor de códigos, también cuenta con el área de SIMULINK el cual es una plataforma donde se logra realizar sistemas con diagramas de bloques para simular el proceso y obtener sus resultados; numéricos o gráficos.

En la Figura 2. 24. se muestra un ejemplo con la pantalla principal del software de MATLAB ®.

Figura 2.24. Entorno de MATLAB ®:



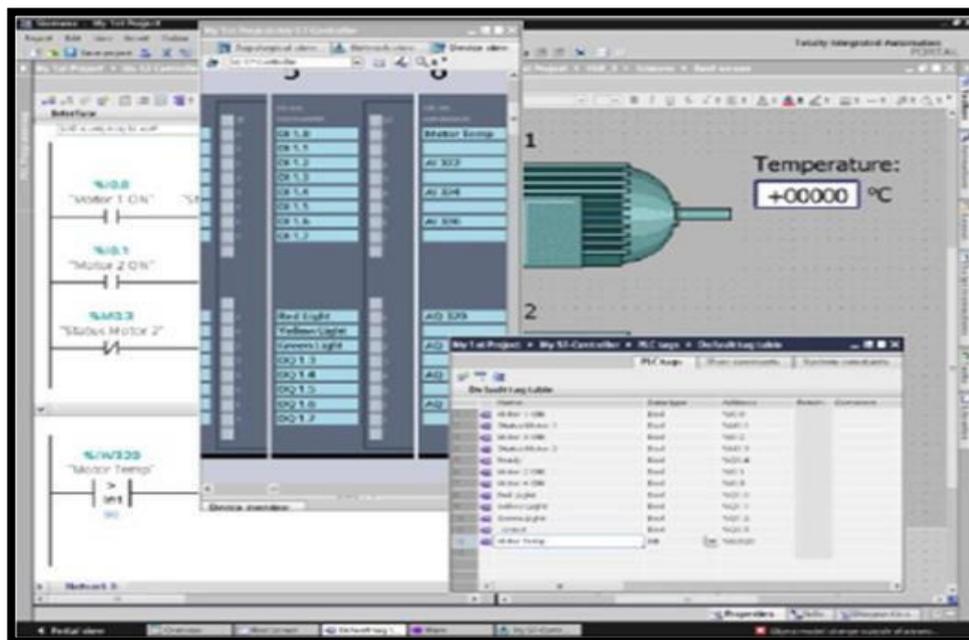
Fuente: Mendoza,(2018).

2.8.3. TIA PORTAL ®

Maldonado,(2017) realizó su trabajo de titulación aplicando el programa de TIA PORTAL, el cual lo define como un software de ingeniería que es usado mundialmente para procesos de automatización a nivel industrial, el cual logra; configurar, diagnosticar, probar e inclusive programar varios controladores, una de sus ventajas es que contiene un “framework” el cual permite reunir en un solo ambiente varios sistemas de ingeniería de automatización y es el primero en denominarse “One Engineering Environment”, el cual significa un solo proyecto de software para todas las tareas posibles de automatización, otra de sus ventajas es que es una plataforma innovadora con capacidad de operaciones múltiples en diversas áreas, incluye interfaz que ayuda a visualizar los procesos que se están simulando y poder maniobrar alguna actividad o maniobra en específica.

En la Figura 2. 25. se muestra un ejemplo con el uso del software de TIA PORTAL ®.

Figura 2.25. Ejemplo de una ventana en el software TIA PORTAL ®:



Fuente: Maldonado,(2017).

2.9. Tipos de Transformadas

2.9.1. Transformada de Laplace

La autora Escalante,(2017) define a la transformada de Laplace (TL) como una herramienta que reduce la complejidad de los sistemas lineales las cuales tienen dominio en el tiempo llevando así el análisis a el dominio de la frecuencia, una de las ventajas es que la transformada de Laplace logra manejar ecuaciones diferenciales como ecuaciones algebraicas, haciendo que el análisis sea menos complejo, es muy cotidiano ver que el uso de la transformada de Laplace es muy comúnmente usado en sistemas de control, sistemas de potencia, sistemas mecánicos entre otros sistemas.

La aplicación de la TL puede llegar a estar presente en circuitos básicos eléctricos hasta estar vinculados en sistemas industriales a gran escala e incluso en Inteligencia Artificial, ya que posee la ventaja de trabajar en función del tiempo y la frecuencia.

2.9.2. Transformada de Fourier

Villena,(2022) define a la transformada de Fourier (TF) como una parte del principio de las series de Fourier, planteándose como un teorema que logra analizar diversas funciones que no son periódicas, y permite representar estas señales en

términos de sus componentes sinusoidales, cada uno de estos componentes tiene una frecuencia en particular con sus respectivas; amplitudes y fases, es muy usada a nivel de ingenierías como una herramienta para resolver un sin número de problemas o sistemas complejos para determinar sus respuestas en función de la frecuencia y posterior a la transformada obtener la respuesta en función del tiempo.

La aplicación de la TF puede ser muy importante y se presente en caso donde se emplee el PDI ya que es una herramienta que nos permite la representación de información en el espacio de la frecuencia y aplicándolo en este dominio.

2.9.3. Transformada Z

(Ojeda Guadamud, 2014) define a la transformada Z (TZ) como un convertidor de señal real o compleja, y se basa en el principio de las series de Laurent, implementa un filtro digital el cual tiene una entrada con impulso y su salida será limitada en términos no nulos, e implementa una ecuación la cual permite visualizar la aplicación de la TZ en el sistema de filtros.

La aplicación de la TZ se puede emplear en estabilidad de un sistema de tiempo discreto, como por ejemplo un radar que funciona como resonador magnético, estos sistemas de control funcionan en lazo cerrado ya que deberá poseer realimentación y la señal de salida tendrá un efecto sobre la acción del control.

En la Ecuación 2. 7. se muestra una ecuación la cual maneja TZ aplicada a un filtro.

Ecuación 2. 7. Fórmula aplicando TZ en un filtro:

$$H(z) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k \cdot z^{-k} = h_0 + h_1 \cdot z^{-1} + \dots + h_{N-1} \cdot z^{-(N-1)}$$

Fuente: (Ojeda Guadamud, 2014).

CAPÍTULO 3

3.1. Levantamiento de Información

En el presente capítulo describe el diseño, así como también los elementos que conforman el nuevo tablero de control, por consiguiente, se procedió a tomar datos del sistema de control antiguo y también mediciones a los; sensores, actuadores, medidores donde se presenciaban muchos inconveniente por ser un control muy limitado, y por consecuencia surge la necesidad de implementar el desarrollo de una Interfaz Humano Máquina (HMI), que permita manipular, visualizar todas la variables que presenta el motor a diésel y a su vez proteger cuando está operativo.

Para ello, nos basamos de las siguientes preguntas:

En la Tabla 3. 1., se presentan los resultados de la primera pregunta de ocho personas encuestadas.

Tabla 3. 1. Resultados de las encuestas de la primera pregunta:

PRIMERA PREGUNTA		
¿Cuántas hectáreas posee usted?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
De 10 a 15 Hectáreas	2	25.0%
De 16 a 20 Hectáreas	3	37.5%
De 21 a 25 Hectáreas	1	12.5%
Más de 25 Hectáreas	2	25.0%
Total, Encuestados	8	100%

Fuente: El Autor.

En la Tabla 3. 2., se presentan los resultados de la segunda pregunta de ocho personas encuestadas.

Tabla 3. 2. Resultados de las encuestas de la segunda pregunta:

SEGUNDA PREGUNTA		
¿Cuántas hectáreas siembra usted de arroz en cada cosecha?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
De 8 a 10 Hectáreas	3	37.5%
De 11 a 20 Hectáreas	4	50.0%
Más de 20 Hectáreas	1	12.5%
Total, Encuestados	8	100%

Fuente: El Autor.

En la Tabla 3. 3., se presentan los resultados de la tercera pregunta de ocho personas encuestadas.

Tabla 3. 3. Resultados de las encuestas de la tercera pregunta:

TERCERA PREGUNTA		
¿Cuántos sacos de 100 libras de arroz produce por hectárea?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
50 Sacos	3	37.5%
60 Sacos	3	37.5%
70 Sacos	2	25.0%
Total, Encuestados	8	100%

Fuente: El Autor.

En la Tabla 3. 4., se presentan los resultados de la cuarta pregunta de ocho personas encuestadas.

Tabla 3. 4. Resultados de las encuestas de la cuarta pregunta:

CUARTA PREGUNTA		
¿Por qué motivos no produce el terreno total de su finca?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Por falta de agua	6	75%
Por falta de capital	2	25%
Total, Encuestados	8	100%

Fuente: El Autor.

En la Tabla 3. 5., se presentan los resultados de la quinta pregunta de ocho personas encuestadas.

Tabla 3. 5. Resultados de las encuestas de la quinta pregunta:

QUINTA PREGUNTA		
¿Estaría usted de acuerdo en mejorar y repotenciar el sistema de riego en el sector?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
SI	8	100%
NO	0	0%
Total, Encuestados	8	100%

Fuente: El Autor.

En la Tabla 3. 6., se presentan los resultados de la sexta pregunta de ocho personas encuestadas.

Tabla 3. 6. Resultados de las encuestas de la sexta pregunta:

SEXTA PREGUNTA		
¿Con un buen sistema de riego usted abarcaría todo su terreno para sembrar arroz?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
SI	6	75%
NO	2	25%
Total, Encuestados	8	100%

Fuente: El Autor.

Una vez que obtenido los datos de las seis preguntas se procede a realizar métricas mediante gráficos de pastel para visualizar de mejor manera como se encuentran los agricultores con respecto a la problemática del escaso abastecimiento de agua para sus sembríos.

En la Figura 3. 1., se presenta la métrica en diagrama de pastel de los resultados de la primera pregunta de las encuestas.

Figura 3. 1. Métrica en diagrama de pastel de los resultados de la primera pregunta de las encuestas:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 2., se presenta la métrica en diagrama de pastel de los resultados de la segunda pregunta de las encuestas.

Figura 3.2. Métrica en diagrama de pastel de los resultados de la segunda pregunta de las encuestas:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 3., se presenta la métrica en diagrama de pastel de los resultados de la tercera pregunta de las encuestas.

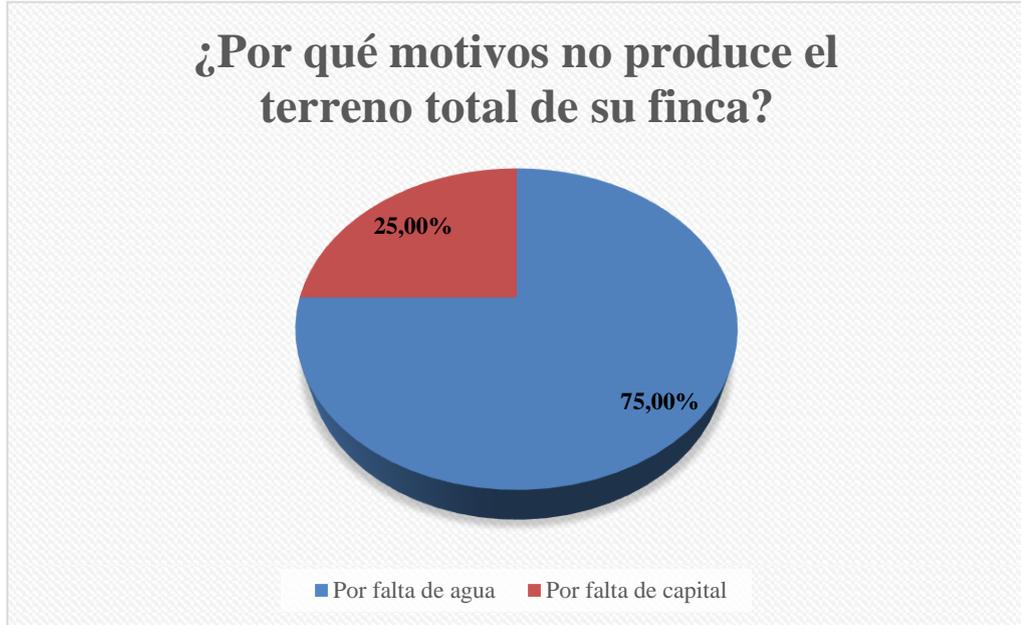
Figura 3.3. Métrica en diagrama de pastel de los resultados de la tercera pregunta de las encuestas:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 4., se presenta la métrica en diagrama de pastel de los resultados de la cuarta pregunta de las encuestas.

Figura 3. 4. Métrica en diagrama de pastel de los resultados de la cuarta pregunta de las encuestas:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 5., se presenta la métrica en diagrama de pastel de los resultados de la quinta pregunta de las encuestas.

Figura 3.5. Métrica en diagrama de pastel de los resultados de la quinta pregunta de las encuestas:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 6., se presenta la métrica en diagrama de pastel de los resultados de la sexta pregunta de las encuestas.

Figura 3.6. Métrica en diagrama de pastel de los resultados de la sexta pregunta de las encuestas:



Fuente: El Autor.

3.2. Planteamiento para el Diseño

En el sistema propuesto se implementó un panel de control con un (PLC) SIEMENS S7-1200 y para el monitoreo del sistema, se instaló un HMI de características siemens KTP600 que permita el arranque y parada del motor, permitiendo una sencilla operatividad y promoviendo la seguridad de este por medio de las diferentes variables que protegerá al motor.

Este control estuvo equipado con 4 luces indicadoras que conforman el sistemas de alarmas que se activarán en caso de que se presente una falla en el motor, cuando se detecte una falla por parte del sistema de control, la luz indicadora titila y después de 10 segundos el motor es detenido y no se restablece el arranque hasta que no se recete la alarma por parte del operario y a su vez verifique el estado del motor, por consiguiente enumeramos el grupo de alarmas que presenta el sistema de control en caso de falla:

- Presión baja de aceite.
- Temperatura alta de aceite.
- Presión baja de refrigerante.
- Temperatura alta de refrigerante.

Se agregó un stop de emergencia con contactos normalmente cerrados, con el propósito de proteger a personas asimismo el equipo, que, de encontrarse enclavado, el motor no arrancará, o se detendrá al ser presionado, esta señal va a la entrada del PLC.

3.3. Materiales Utilizados

3.3.1. Tablero de Control

El panel de control estuvo constituido de material liviano con una estructura en acero al carbono pintado en color beige real para uso en interior, IP 42 ik 09, el diseño estructural consta de las siguientes características, como se muestra en la Tabla 3. 1., las dimensiones, el peso y la capacidad del panel de control.

Tabla 3. 7. Características físicas del panel de control:

Características	Valor	Unidad
Largo del dimensionamiento	40	mm
Ancho del dimensionamiento	40	mm
Fondo del dimensionamiento	20	mm
Peso	1.5	Kg
Capacidad	1.3	Kg

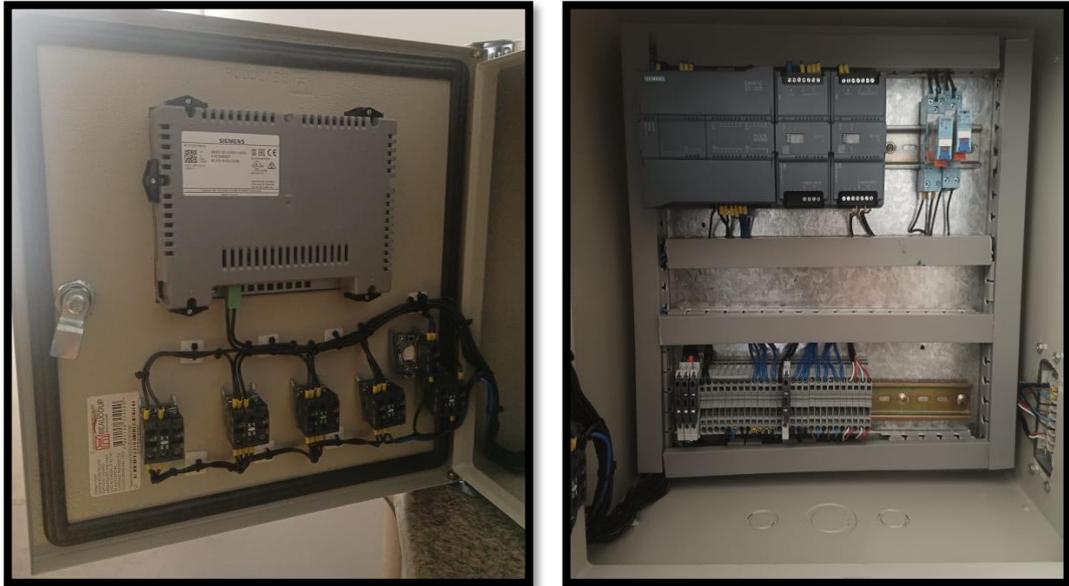
Fuente: El Autor.

El panel de control estos compuestos por los siguientes elementos:

- CPU1214C DC/DC/RLY.
- SM1231 A/4 x TC x 16 bit.
- Módulo de conexión CSM 1277 SIMATIC NET.
- SIMATIC HMI KTP600 Basic Color PN, Basic Panel, mando con teclado/táctil.
- RELÉ.
- RIEL DIN.
- PULSADORES LUMINOSOS.
- Pulsador de paro de emergencia.
- BORNERS.

En la Figura 3. 4. se muestran los equipos internos del panel de control.

Figura 3.7. Equipos internos en el panel de control:



Fuente: El Autor.

3.3.2. Cambio de Equipos

3.3.2.1. Sensor de Presión de Aceite

Figura 3.8. Sensor de presión alpha de aceite, antes del cambio de equipo:



Fuente: El Autor.

Figura 3.9. Sensor Danfoss y manómetro winters, después del cambio de equipo:



Fuente: El Autor.

En las Figuras 3. 8. y 3. 9. se muestra el sensor de presión Alpha de aceite, antes del cambio de equipo y el sensor Danfoss y manómetro winters, después del cambio de equipo, respectivamente.

Retrato: Sensor de Presión de aceite con la descripción de VDO de 1 terminal.

Número de referencia: VDO 360-004

Parámetros Técnicos:

- Número de pieza VDO: 360 004
- Voltaje: 6-24V
- Tierra: Estándar
- Conexión: tuerca
- máx. Rango de Presión: 150 PSI / 10 bar (10-180 Ohm)
- Rosca: 1/8-27 NPTF
- Número de referencia del componente: 30/15
- Punto de contacto de advertencia: 11,4 PSI
- Número de pieza a granel equivalente: 360-004B

En el sitio web (Novar Genset, N.F.) indican que el transmisor VDO 360 004 de presión, está diseñado con el fin de tener un funcionamiento con los manómetros VDO, o diferentes controles electrónicos que contengan una viable compatibilidad con otros tipos de sensores, siempre se tiene en cuenta que el remitente debe acoplarse a los indicadores de lectura máxima en la esfera del dial, y evita la implementación de teflones u otro tipo de sellador, ya que podría dar malas lecturas en los datos.

Descripción: Manómetro Winters

En la página web Winters,(2018) nos da a conocer que son manómetros secos provistos con sistemas de amortiguación seco StabiliZR™ y una de sus ventajas es que quita definitivamente la agitación que se presenta en el puntero que es provocado por diferentes vibraciones y además pulsaciones, y proporciona una facilidad a la lectura de presión y elimina las pérdidas por liquido en la amortiguación, otra de sus grandes ventajas es que tiene un diseño reforzado de peso ligero dando así una mejora en sus debidas instalaciones.

En la Figura 3. 10. se muestra el manómetro winters implementado en nuestro Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B.

Figura 3.10. Manómetro winters implementado en nuestro Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: Winters,(2018).

Descripción: Sensor Danfoss

De acuerdo con lo indicado en Danfoss,(2020), el sensor Danfoss presenta una ventaja en la medición fiable en la presión incluido las diversas condiciones ambientales exigentes, este sensor es un transmisor de presión compacto que tiene una serie MBS 3000 y ha sido fabricado con el fin de emplearse en diferentes aplicaciones industriales, inclusive proporciona mediciones confiables en condiciones ambientales más severas, el MBS 3000 contempla un diseño con el fin de solventar diversos requisitos en la mayoría de los incomparables entornos, además es flexible y muy usado en diversas aplicaciones, otra de sus ventajas es que puede o no agregarse un amortiguador y éste ofrece pulsos de elevado grado de protección para cavitaciones y diferentes golpes de ariete, el diseño deberá estar bien estructurado para tener una viable y confiable estabilidad frente a las diferentes vibraciones y una robustez excepcional, la flexibilidad del programa del transmisor de presión abarca distintas señales a la salida presenta rangos de medición de 0-1 a 0-600 BAR.

En la Figura 3. 11. se muestra el sensor Danfoss que fue empleado en las mejoras del sistema.

Figura 3. 11. Sensor Danfoss:



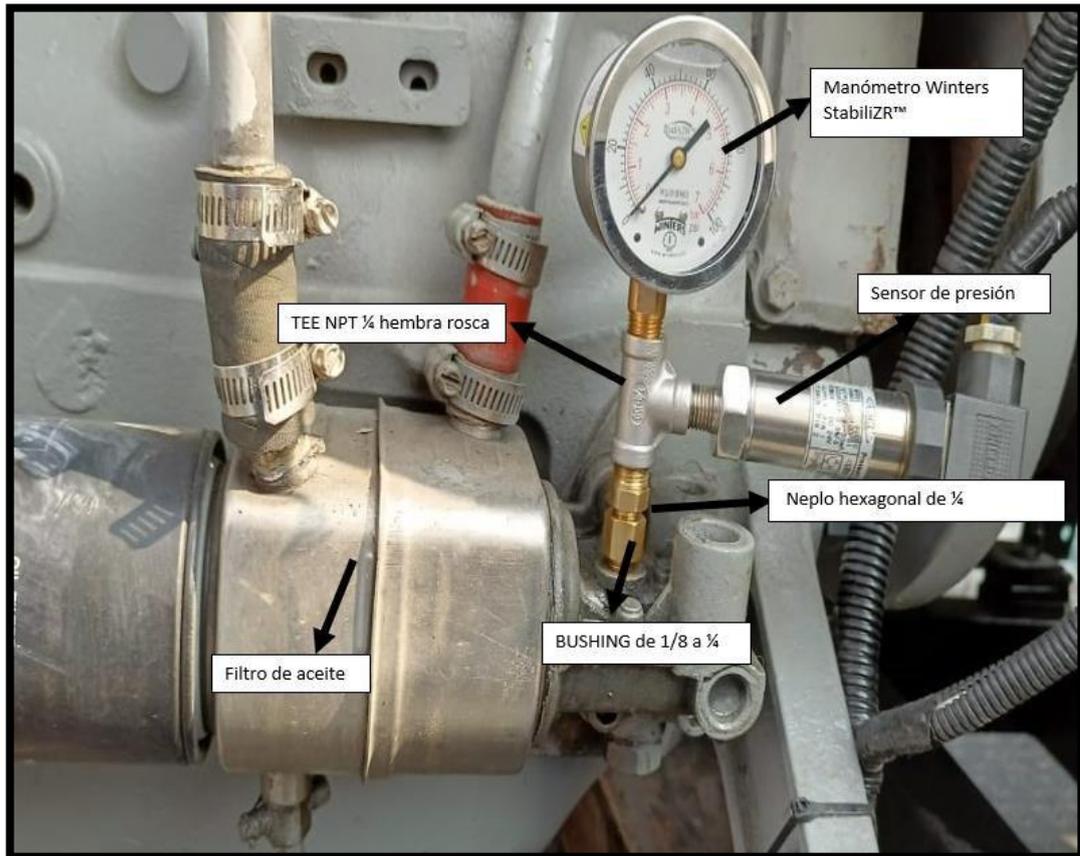
Fuente: Danfoss,(2020).

3.3.2.2. Instalación del sistema de medición de presión de aceite

El sistema de lubricación de aceite es el encargado de suministrar por consiguiente lubricar a las diferentes partes móviles del motor como son pistones y a los rodamientos del motor.

En la Figura 3. 12. se observa el filtro de lubricación de aceite, donde se instaló el nuevo sistema de medición de la variable como es la presión de aceite, que está conformado por un manómetro marca Winters StabiliZR™ asimismo un sensor de presión para esto se tuvo que hacer adaptaciones mecánicas por medio de conectores y acoples de materiales de acero NTP inoxidable se usó un BUSHING de 1/8 a 1/4 ya que donde estaba montado el anterior sensor era rosca de 1/8 por consiguiente se instala Neplo hexagonal de 1/4 y una TEE NPT 1/4 hembra rosca ,donde se instaló de un lado el manómetro WINTERS y del otro lado el sensor o transmisor de presión modelo S-11 con diafragma rasante, la idea de poner un manómetro y sensor de presión es tener 2 opciones para ver la presión ,una en el manómetro y la otra por medio sensor de presión visualizar en la pantalla HMI en tiempo real a qué presión está trabajando.

Figura 3. 12. Instalación del sistema de medición de presión de aceite:

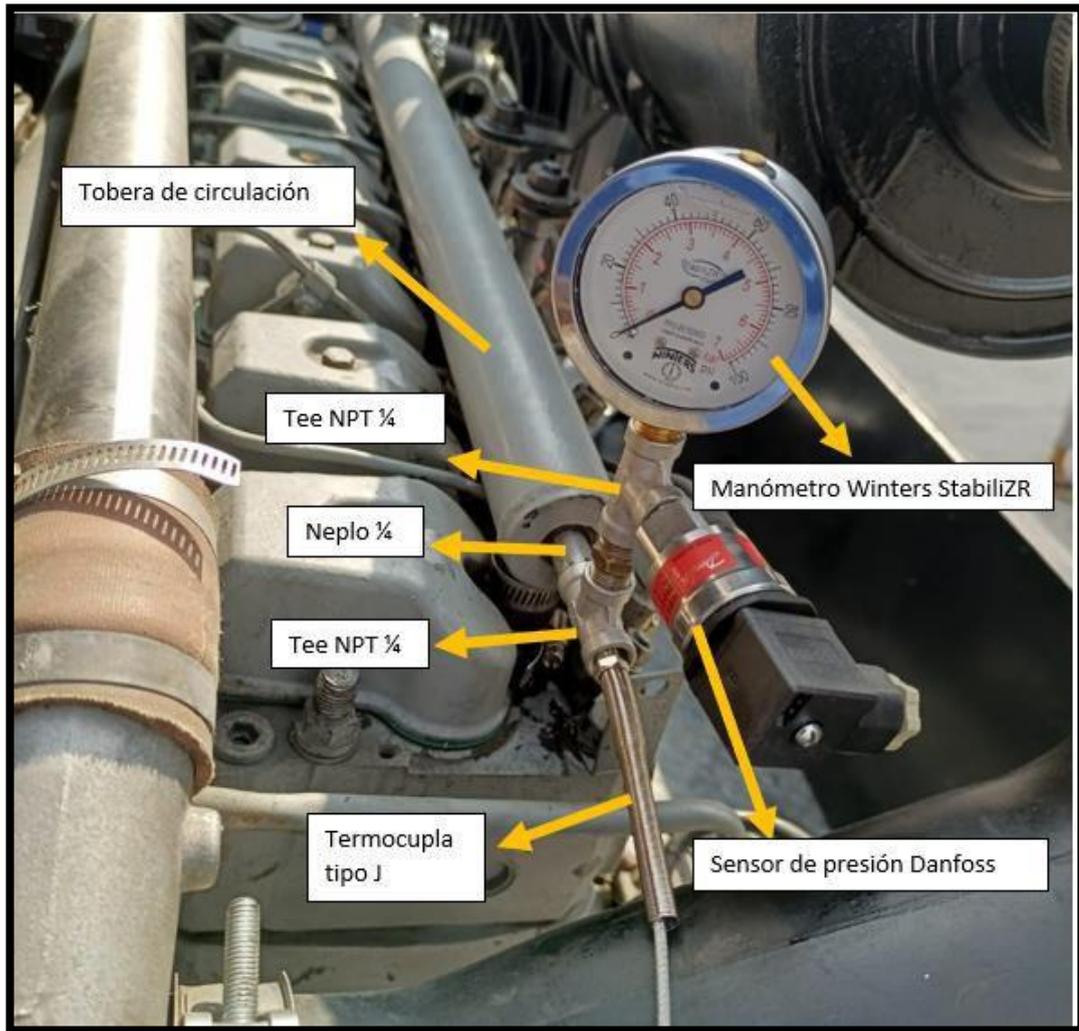


Fuente: El Autor.

3.3.2.3. Instalación del sistema de medición de presión y temperatura del agua

En la Figura 3. 13. se muestra una tobera de forma tubular donde circula el agua o refrigerante que circula al bloque por medio de conductos para enfriar el motor, cabe recalcar que el sistema de enfriamiento funciona cuando está encendido el motor, al costado de esta tobera se instala el sistema de medición de presión y temperatura que enviará la información de estas variables al PLC por consiguiente en la pantalla HMI se visualizará el estado en que está trabajando el motor, este conjunto de elementos de medición está conformado por los siguientes componentes; un manómetro Winters StabilizR , que permite visualizar al operador la presión de agua en que está trabajando el motor.

Figura 3.13. Instalación del sistema de medición de presión y temperatura del agua:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 13. se muestra una termocupla tipo J para detectar a qué temperatura está trabajando el motor, asimismo, un sensor de presión o transmisor de presión marca Danfoss que convierte la medida de presión en señal eléctrica y la acondiciona para tener un valor entre 4 y 20 mA, para el montaje de estos elementos fue necesario implementar acoples mecánicos ya que los elementos que se instaló eran de diferentes medidas y adicional se incorpora manómetro Winters StabilizR y termocupla.

Los acoples mecánicos que se usaron son los siguientes:

- 2 Neplo hexagonal de 1/4.
- 2 TEE NPT 1/4 hembra rosca, que nos servirá de unión entre el manómetro, termocupla tipo j por consiguiente el sensor de presión Danfoss.

Características de la Termocupla Tipo J

Tecnología: Termopar tipo J.

Otras características: 2 hilos.

Temperatura: Máx.: 600 °C (1.112 °F) y Mín.: -100 °C (-148 °F).

Retrato:

Los sensores de temperatura Tipo J presentan una constitución por circuitos electrónicos que tienen implementado en su interior una resistencia eléctrica que deberá cambiar con respecto a la temperatura del ambiente o también la superficie de contacto, y presenta una característica principal y es que es Termopar Fe-Const tipo J (Métrico 6/8), con un grado de medición de temperatura: -100 °C - +600 °C, y una longitud del cable de 1 m (Tense, 2023).

Figura 3.14. Termocupla tipo J:

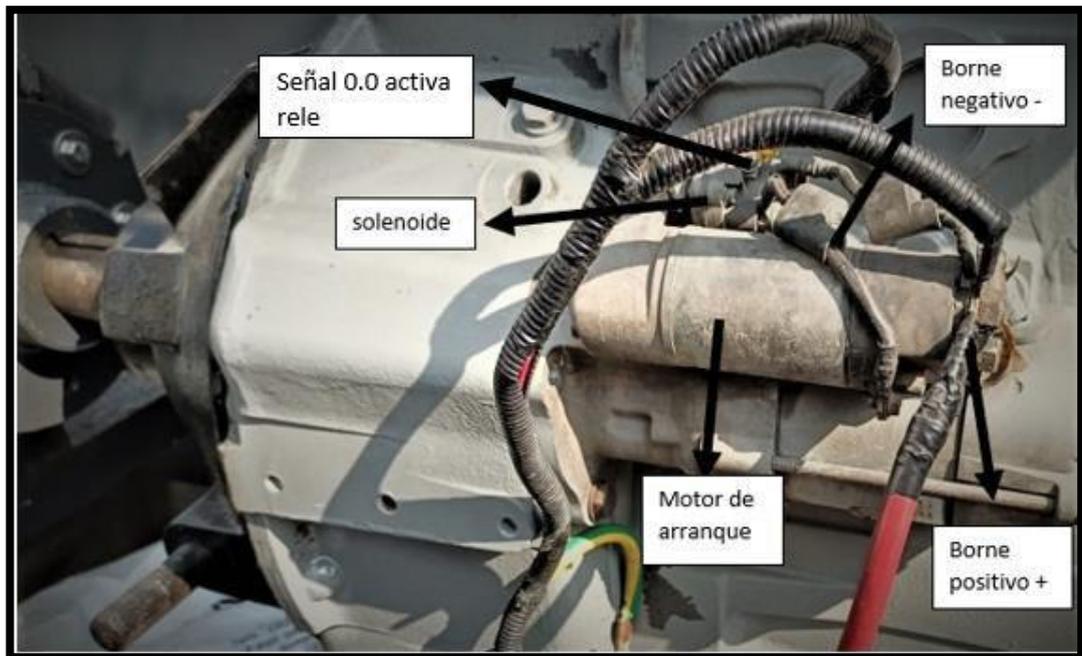


Fuente: (Tense, 2023).

3.3.2.4. Sistema de encendido y apagado del motor

El sistema de encendido estuvo compuesto por un motor de arranque de corriente continua que funciona a 24 V este motor eléctrico tiene la función de facilitar el encendido del motor que hace mover el cigüeñal del motor para empezar la combustión por sí solo.

Figura 3.15. Sistema de encendido y apagado del motor:



Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 15. se observa el motor de arranque con las diferentes conexiones con sus bornes de alimentación positivo (+) y negativo (-) por consiguiente la señal de control que activa el interruptor magnético (relé) que viene de la salida digital del PLC 0.0, esta señal de salida se activa cuando operador manda activar el encendido del motor mediante la pantalla HMI.

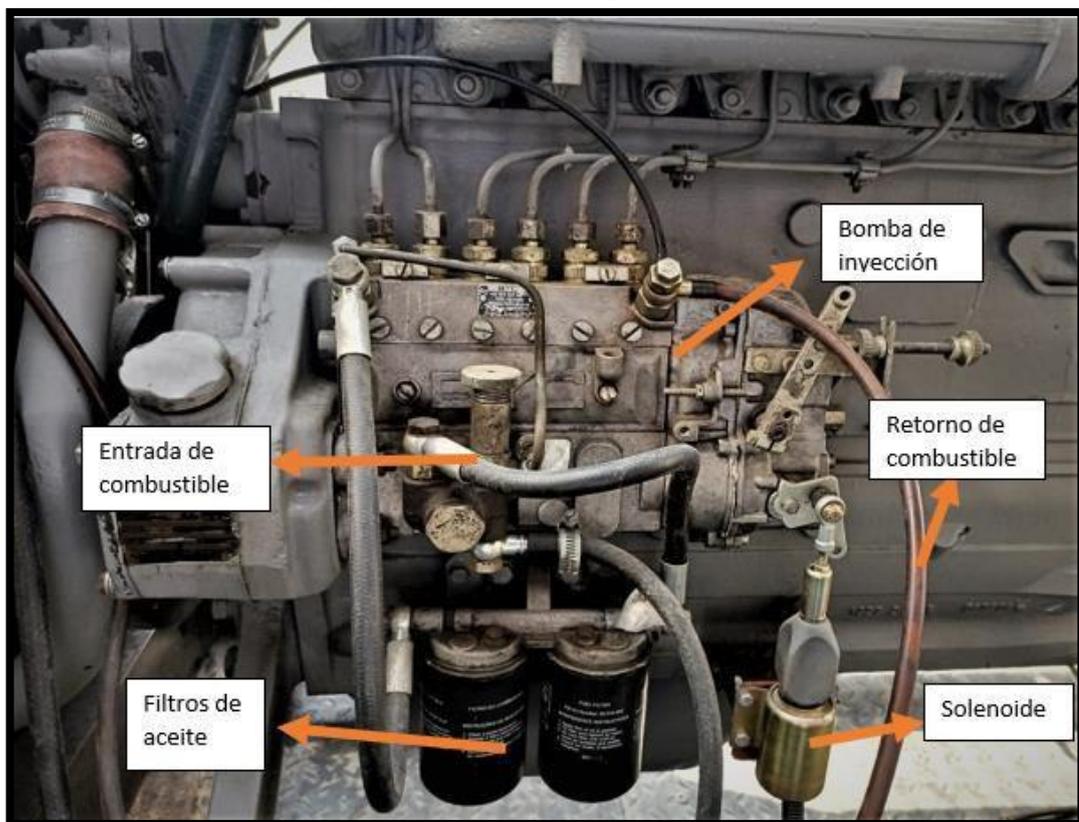
3.3.2.5. Solenoide de la parada del motor

Este solenoide es un elemento electromecánico que tuvo la función de cortar el paso de combustible en la bomba de inyección para que mande a parar el motor, el corte de combustible lo realizo por medio del émbolo de la solenoide que tiene un recorrido de 40 mm y acciona una palanca de la bomba de inyección, esta se activa en dos situaciones una cuando se manda a parar el motor de forma programada y la

segunda cuando se presente una de las fallas de las 4 variables como son: baja presión de aceite y agua por consiguiente temperatura alta de agua y aceite.

Como se muestra en la Figura 3. 16. se observa la bomba de inyección que es la encargada de inyectar y dosificar la cantidad de combustible que necesitan los cilindros asimismo se encuentran los filtros de combustible que están ubicados en la parte inferior de la bomba de inyección que cumplen una función muy importante de proteger y evitar que contamine el combustible en este caso el diésel de impurezas o partículas antes que llegue a la bomba de inyección por consiguiente al resto de sistema de inyección.

Figura 3.16. Solenoide de la parada del motor:



Fuente: El Autor.

Cuando se presentaron cualquiera de las 2 situaciones antes mencionadas para que pare el motor esta señal fue enviada por la salida digital de nuestro PLC Q0.2 que a su vez activa el relé M0.2 de ahí que el contacto abierto manda activar el solenoide de paro S02.

3.4. Equipos Implementados en el Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B

3.4.1. PLC

En la Tabla 3.8. se muestran las entradas y salidas usadas en el PLC.

Tabla 3. 8. Entradas y Salidas del PLC:

<i>CPU1214C DC/DC/RLY</i>	
ENTRADAS DIGITALES	
0	ARRANQUE DE MOTOR
0.1	PARO DE EMERGENCIA
0.2	RESET
0.3	RPM
0.4	LIBRE
0.5	LIBRE
0.6	LIBRE
0.7	LIBRE
1	LIBRE
1.1	LIBRE
1.2	LIBRE
1.3	LIBRE
1.4	LIBRE
1.5	LIBRE
INPUT ANALOG	
0	SENSOR DE PRESION DE ACEITE
1	SENSOR DE PRESIÓN DE AGUA
SALIDAS DIGITALES	
0	ARRANQUE
0.1	PARO
0.2	ALARMA PRESIÓN BAJA DE ACEITE
0.3	ALARMA ALTA TEMPERATURA DE ACEITE
0.4	ALARMA PRESIÓN BAJA DE AGUA
0.5	ALARMA TEMPERATURA ALTA DE AGUA

Fuente: El Autor.

En la Tabla 3. 9. se muestra la descripción de las entradas:

Tabla 3. 9. Descripción de las Entradas del PLC:

<i>SM1231 TC</i>	
ENTRADAS	DESCRIPCIÓN
0	TEMPERATURA DE ACEITE
1	TEMPERATURA DE AGUA

Fuente: El Autor.

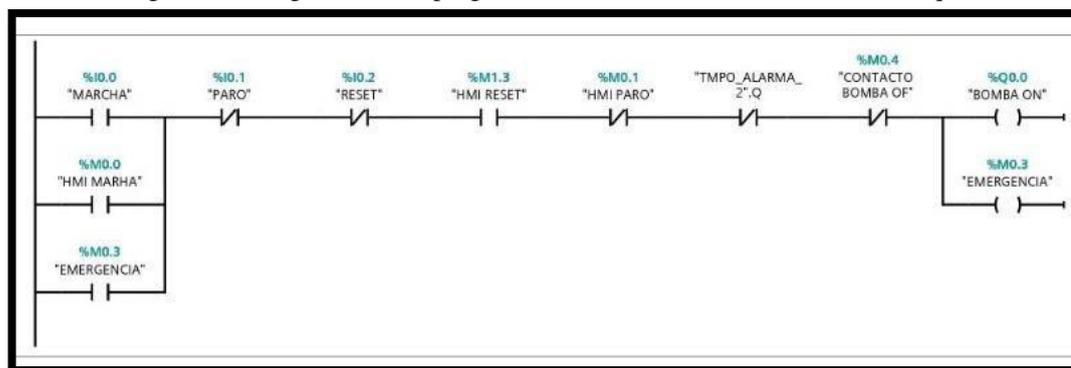
3.4.2. Programación de los segmentos de los bloques del árbol del proyecto

En esta sección se detalló el proceso de la programación de la implementación del nuevo proceso del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B en el software de Ingeniería TIA PORTAL®, la programación cuenta con el PLC S7-1200 y la pantalla HMI como mejoras al sistema principal.

3.4.2.1. Marcha del motor de arranque

En el segmento del motor de arranque de la Figura 3. 17. se observan 3 contactos en paralelo direccionados al contacto del encendido de la bobina Q0.0 que manda activar el motor de arranque del motor, por consiguiente, el contacto de memoria %M0.0 controla el mismo encendido desde la HMI de igual manera los contactos cerrados son los que controlan las fallas de las presiones, temperaturas y el sistema de paro.

Figura 3.17. Segmento de la programación de la marcha del motor de arranque:

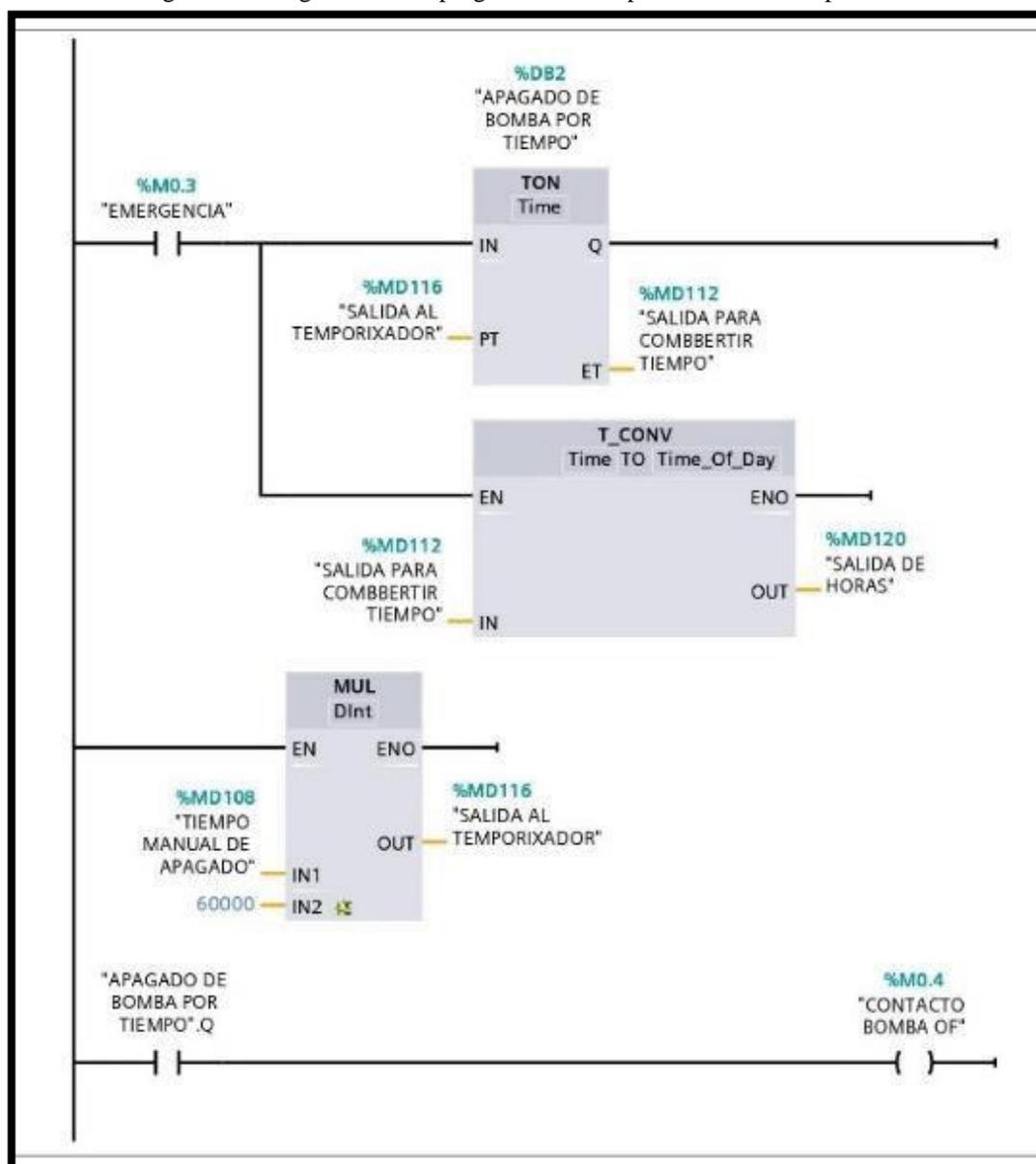


Fuente: El Autor.

3.4.2.2. Paro del motor temporizado

A continuación, en la Figura 3. 18. se muestra el bloque de control de apagado del motor por seteador por tiempo, donde se visualizó un bloque TON ON DELAY que necesita ser enviado a un bloque multiplicador MUL para transformar el tiempo de milisegundos a minutos, después de este punto la salida se envió a un convertidor T_CONV TIME OF DELAY para visualizar las horas en la HMI en la que se programó para que se apague el motor.

Figura 3.18. Segmento de la programación del paro del motor temporizado:

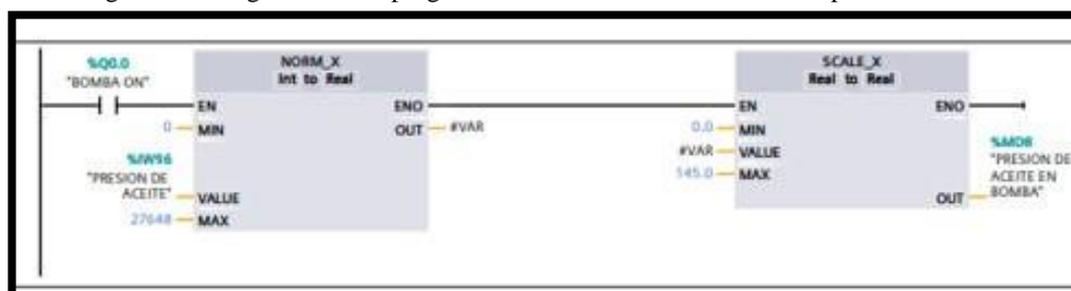


Fuente: El Autor.

3.4.2.3. Lectura del sensor de presión de aceite

A continuación, en la Figura 3. 19. se necesitó dos bloques; uno normalizado y uno escalado para monitorear la señal del sensor de presión de aceite, el normalizado tiene un mínimo de 0 y un máximo de 27648 bytes eso equivale a una señal analógica de 4 a 20 ma, en el escalado agregamos el mínimo del sensor 0 y el máximo 145 psi cabe recalcar que estos bloques se activan cuando el motor arranca por medio del contacto normalmente abierto “NO” Q0.0.

Figura 3.19. Segmento de la programación de la lectura del sensor de presión de aceite:

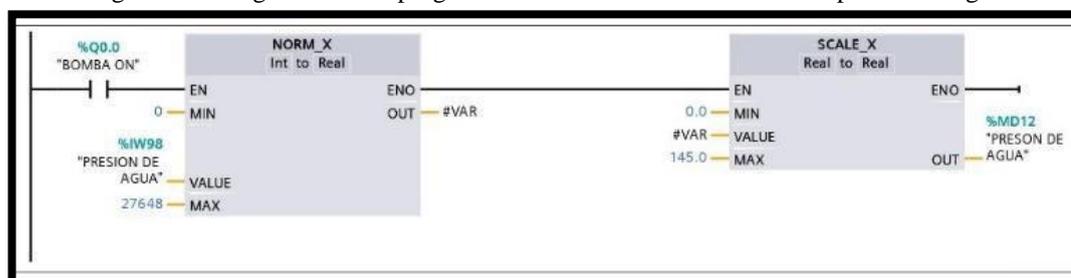


Fuente: El Autor.

3.4.2.4. Lectura del sensor de presión de agua

A continuación, en la Figura 3. 20. se muestran dos bloques uno normalizado y uno escalado para monitorear la señal del sensor de presión de agua, el normalizado tuvo un mínimo de 0 y un máximo de 27648 bytes eso equivale a una señal analógica de 4 a 20 ma, en el escalado se agregó el mínimo del sensor 0 y el máximo 145 psi cabe recalcar que estos bloques se activan cuando el motor arranca por medio del contacto normalmente abierto “NO” Q0.0.

Figura 3.20. Segmento de la programación de la lectura del sensor de presión de agua:

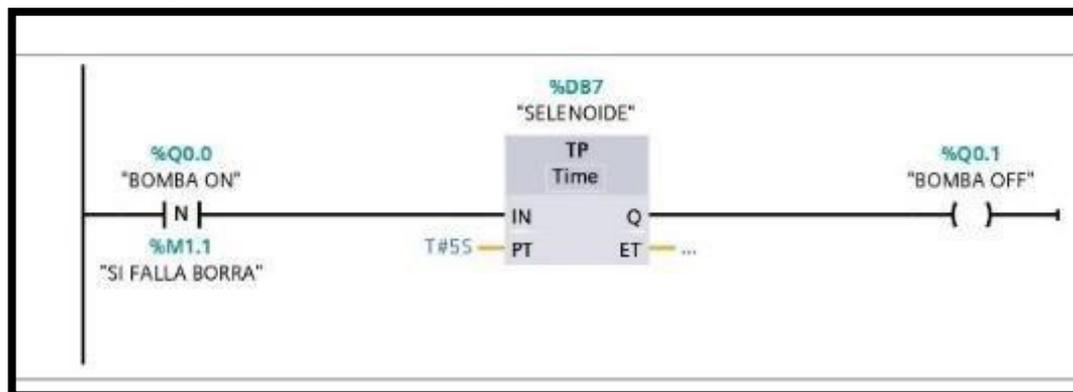


Fuente: El Autor.

3.4.2.5. Control de válvula solenoide

A continuación, en la Figura 3. 21. se observa la simulación del segmento del control de paro controlada por un bloque temporizador %DB7 donde se cual recibio un flanco negativo cuando el sistema se apaga y la señal pasa por un bloque temporizador de 5 segundos.

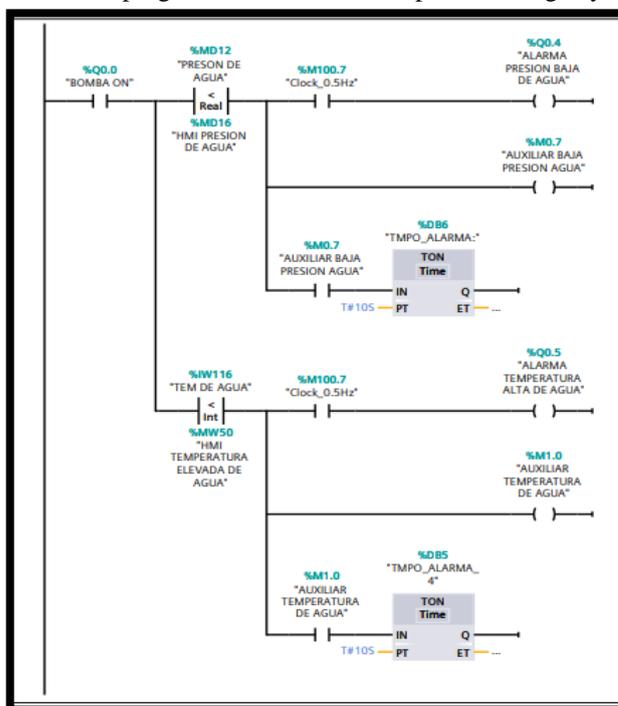
Figura 3.21. Segmento de la programación del control de válvula solenoide:



Fuente: El Autor.

3.4.2.6. Alarma presión de agua y temperatura de agua

Figura 3.22. Segmento de la programación de la alarma presión de agua y temperatura de agua:



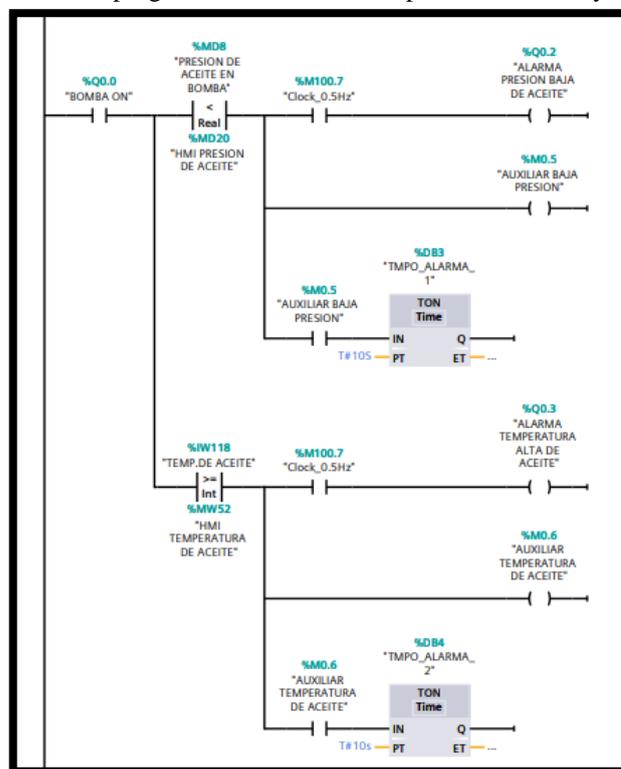
Fuente: El Autor.

En la Figura 3. 22. el sistema de alarma de baja presión de agua y temperatura de agua solo se enciende cuando el motor arranca, toma los datos del bloque de escalamiento y compara con la presión y temperatura seteada en la HMI, si cumple esta condición se active la salida Q0.4 de la presión baja de agua y si es por alta temperatura se activa la salida Q0.05 con una frecuencia 05 Hz adicional se active una bobina con una memoria M0.7 para utilizar un contacto normalmente abierto “NO” al entrada de un temporizador que va a controlar el tiempo que apagara el motor.

3.4.2.7. Alarma presión de aceite y temperatura de aceite

A continuación, en la Figura 3. 23. igualmente como el bloque anterior el sistema de alarma de baja presión de agua y temperatura de agua solo se enciende cuando el motor arranca, toma los datos del bloque de escalamiento y compara con la presión y temperatura seteada en la HMI, si cumple esta condición se active la salida Q0.2 de la presión baja de agua y si es por alta temperatura se activa la salida Q0.03 con una frecuencia 05 Hz adicional se active una bobina con una memoria M0.7 para utilizar un contacto normalmente abierto “NO” al entrada de un temporizador que va a controlar el tiempo que apagara el motor.

Figura 3.23. Segmento de la programación de la alarma presión de aceite y temperatura de aceite:

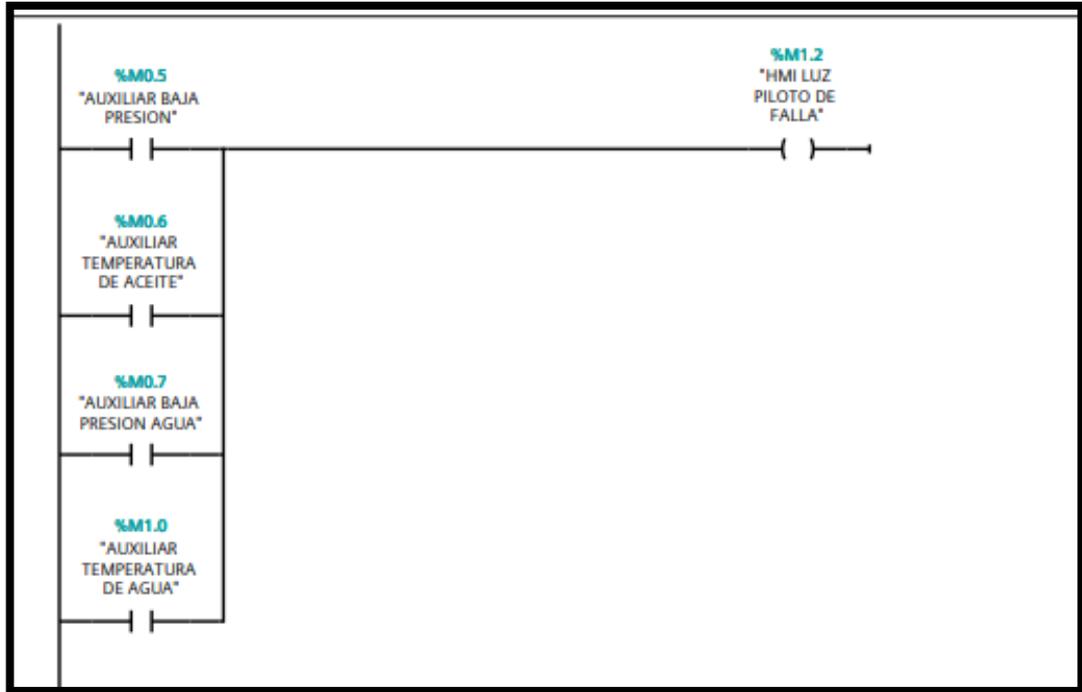


Fuente: El Autor.

3.4.2.8. Luz principal de alarma

A continuación, en la Figura 3. 24. esta luz piloto se activa y se visualizará en la HMI y se activa cuando se presente cualquiera de las 4 fallas.

Figura 3.24. Segmento de la programación de la luz principal de alarma:



Fuente: El Autor.

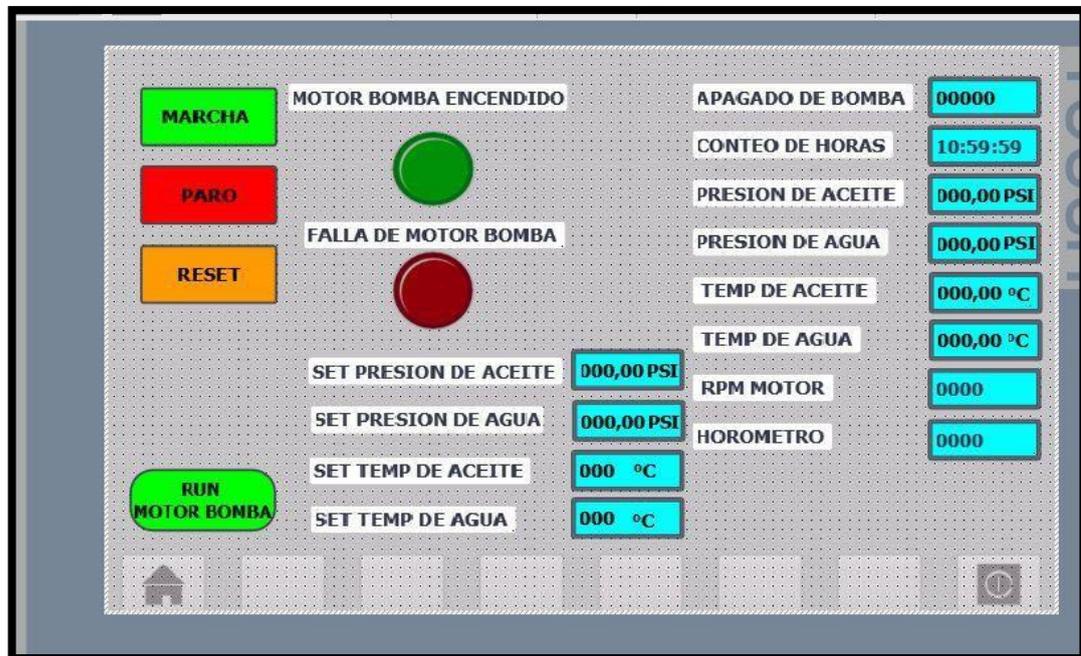
CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados obtenidos a partir de la programación de la implementación en TIA PORTAL

En esta sección se detalló el proceso de la programación de la implementación del nuevo proceso del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B en el software de Ingeniería TIA PORTAL®, la programación cuenta con el PLC S7-1200 y la pantalla HMI como mejoras al sistema principal.

Figura 4. 1. Pantalla de los resultados del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

En la Figura 4. 1. se muestra la pantalla donde se visualizará la presentación de 5 variables en tiempo real como son presión de aceite, temperatura de aceite, presión de agua, temperatura de agua, rpm del motor asimismo encendido y paro como también conto con 2 pestaña donde una nos indica las horas de trabajo del motor y la otra pestaña donde podemos ingresar un tiempo en que queremos que esté prendido el motor

4.1.1. Descripción de cada pestaña de pantalla HMI

4.1.1.1. Marcha

Al pulsar el botón de marcha permitió que encienda el motor la cual se envió una señal al motor de arranque que provoca el movimiento cigüeñal por medio de un embrague automático que se desacopla cuando el motor arranca, tal como se muestra en la Figura 4. 2.

Figura 4. 2. Pulsador de la Marcha del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

4.1.1.2. Paro

Al pulsar el botón de paro envió accionar la válvula solenoide que está ubicada a lado de la bomba de inyección, está válvula cierra el paso de combustible que permitió parar el motor de forma inmediata, tal como se muestra en la Figura 4. 3.

Figura 4. 3. Pulsador de Paro del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

4.1.1.3. Reset

Este icono sirvió al momento de presentarse una falla, se lo pulso para poder establecer cualquier falla que se haya presentado una vez verificado y corregido la falla, tal como se muestra en la Figura 4. 4.

Figura 4. 4. Pulsador de Reset del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

4.1.1.4. Icono de falla del motor

Este icono nos indicó que estuvo presente una alarma o falla en el motor por alguna de las variables que se programaron para proteger el motor, tal como se muestra en la Figura 4. 5.

Figura 4. 5. Pulsador de Falla del motor bomba del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

4.1.1.5. Tiempo de apagado del motor

Este icono permitió ingresar por cuanto tiempo queremos que este prendido el motor para posteriormente se apague automáticamente, tal como se muestra en la Figura 4. 6.

Figura 4. 6. Tiempo de apagado del motor del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:

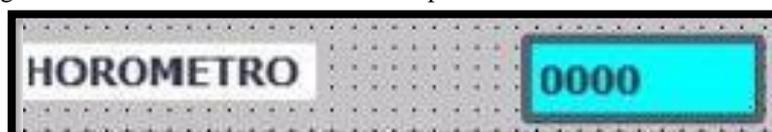


Fuente: El Autor.

4.1.1.6. Horómetro

Es un horómetro que facilito visualizar en este icono las horas de trabajo del motor, para llevar un registro y controlar el tiempo efectivo de operación del motor por consiguiente para su respectiva intervención en mantenimiento preventivo, tal como se muestra en la Figura 4. 7.

Figura 4. 7. Horómetro del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:

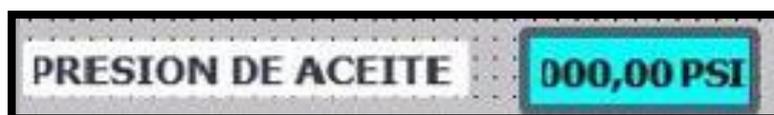


Fuente: El Autor.

4.1.1.7. Icono de presión de aceite

Este icono ayudo a visualizar a qué presión está trabajando la bomba de lubricación, que permite lubricar las partes móviles de motor, en caso de que esta presión baje a < 20 PSI manda una alarma y después de 10 segundos manda a parar el equipo, tal como se muestra en la Figura 4. 8.

Figura 4. 8. Icono de presión de aceite del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

4.1.1.8. Icono de temperatura de aceite

Este icono aporto la visualización a qué temperatura se encuentra el aceite, en caso de elevarse la temperatura a 95°C se emite una alarma y pasado 10 segundos se apaga el equipo automáticamente, tal como se muestra en la Figura 4. 9.

Figura 4. 9. Icono de temperatura de aceite del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:

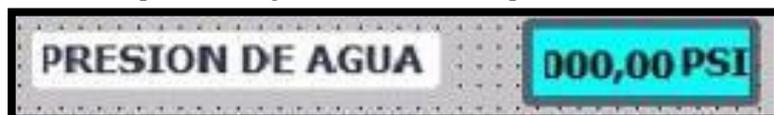


Fuente: El Autor.

4.1.1.9. Icono de presión de agua

Este icono ayudo a visualizar la presión del agua de la bomba de enfriamiento del motor, el cual permite circular agua por los bloques o conductos para mantenerlo en condiciones óptimos de trabajo, en caso de que se baje el rango de presión a 20 PSI, se emite una alarma y pasado 10 segundo se apaga el equipo automáticamente, tal como se muestra en la Figura 4. 10.

Figura 4. 10. Icono de presión de agua del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

4.1.1.10. Icono temperatura de agua

Este icono nos permite visualizar la temperatura en que se encuentra el motor, en caso de que se eleve la temperatura a 95°C se emite una alarma y pasado 10 segundo se apaga automáticamente el equipo, tal como se muestra en la Figura 4. 11.

Figura 4. 11. Icono de temperatura de agua del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:

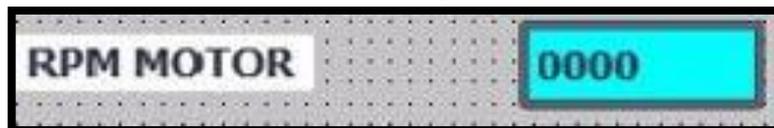


Fuente: El Autor.

4.1.1.11. Icono RPM

Este icono permitió visualizar a qué velocidad está trabajando el motor que tiene un rango de 0 a 1800 RPM, tal como se muestra en la Figura 4. 12.

Figura 4. 12. Icono RPM del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B:



Fuente: El Autor.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. En el presente trabajo de titulación se expresa el diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel de bombeo de agua controlado por autómatas programables para el riego a sembríos de arroz en el sector la Armenia, cantón Daule, provincia del Guayas con el cual con este nuevo sistema mejora de forma inmediata e eficiente el control y monitoreo de las variables que presenta el motor ya que con el anterior sistema de control tenía muchas limitantes, donde habían paradas y daños consecuentes por falta de protecciones del motor.
2. Mediante el diseño y programación en la interfaz hombre máquina el operador podrá visualizar en la pantalla una ventana donde nos indica cuantas horas de servicio tiene el equipo por consiguiente para su respectivo registro y planificación en el mantenimiento del equipo.
3. El ahorro de combustible es uno de los aciertos de este proyecto ya que con el anterior sistema de control no se contaba un con medidor de revoluciones por minuto (rpm) por consiguiente el operador desconocía de la velocidad haciendo que el motor esté acelerado y consuma más combustible.
4. Previo al desarrollo del proyecto técnico fue necesario una adaptación al medio laboral, estudiar y comprender el proceso para controlar la instrumentación y los diferentes equipos de control existentes e investigar diversas tecnologías para la automatización de procesos industriales.

5.2. Recomendaciones

1. Ejecutar los mantenimientos más comunes como son; preventivo, correctivo y predictivo a sistemas de generación para determinar cómo se han estado comportando las diversas variables que comandan dicho sistema y con eso planear un plan de mantenimiento de acuerdo con las características del sistema en el cual se empleó el mantenimiento.
2. Realizar un estudio de los diversos equipos y materiales que conforman sistemas eléctricos que son empleados en fábricas, industrias, molineras, entre otros para así tener un amplio conocimiento de cómo pueden comportarse las variables de dichos sistemas eléctricos.
3. Implementar y fomentar el uso de diferentes softwares de Ingeniería como son; TIA PORTAL ®, SIMULINK DE MATLAB ®, LABVIEW ® y entre otros, con el fin de simular diversos procesos que se presentan por lo general en los sistemas eléctricos de potencia y los sistemas industriales de diversas fábricas.

REFERENCIAS

- Aguilar, A. (13 de Febrero de 2020). *Elevadores de auto*. Obtenido de ¿Cómo funciona el sistema de enfriamiento del motor?: <https://elevadoresdeauto.com/2020/02/13/como-funciona-el-sistema-de-enfriamiento-del-motor-2/>
- AUTOLAB. (13 de Abril de 2022). *AUTOLAB*. Obtenido de Bomba de inyección rotativa: todo lo que te interesa saber: <https://autolab.com.co/blog/bomba-inyeccion-rotativa/>
- AUTYCOM. (28 de Octubre de 2022). *Innovación Inteligente*. Obtenido de Innovación Inteligente: <https://www.autycom.com/sensores-automatizar-lineas-produccion/>
- Beltrán, F. G. (13 de Marzo de 2019). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12494>
- Blázquez, L. (9 de Agosto de 2020). *Coches Com/Noticias*. Obtenido de Solenoide: qué es, cómo funciona y cuáles son sus síntomas de avería: <https://noticias.coches.com/consejos/solenoide-que-es-como-funciona-averias/397264>
- Cadenza Electric. (4 de Julio de 2019). *Cadenza Electric*. Obtenido de Ventajas de la automatización inteligente en electricidad industrial: <https://www.cadenzaelectric.com/blog/-automatizacion-inteligente-electricidad-industrial>
- canalMOTOR. (12 de Septiembre de 2019). *Motor Blogs MAPFRE*. Obtenido de Para qué sirve el solenoide del coche: <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-mantenimiento/solenoide-coche-usos-funciones/>

- CODIGOSDTC Librería de Códigos OBDII. (N.N. de Diciembre de 2022). *Bomba inyectora*. Obtenido de ¿Qué es una bomba inyectora?: <https://codigosdtc.com/blog/bomba-inyectora/>
- Connor, N. (20 de Enero de 2020). *Thermal Engineering*. Obtenido de ¿Qué es la bomba centrífuga? Definición: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-bomba-centrifuga-definicion/>
- Danfoss. (N.F. de N.F. de 2020). *Danfoss*. Obtenido de Serie MBS 3000 de transmisores de presión compactos: <https://www.danfoss.com/es-es/products/sen/sensors-and-transmitters/industrial-pressure-transmitters/mbs-3000-series/#tab-overview>
- Desiderio Vergara, V. E. (3 de Marzo de 2022). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Computación: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18435>
- Domínguez, A. F. (13 de Septiembre de 2017). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9245>
- Escalante, K. S. (13 de Marzo de 2017). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7689>
- Espinós, E. (2 de Agosto de 2018). *AUTOFÁCIL*. Obtenido de ¿Qué es un motor diésel y cuánto contamina?: <https://www.autofacil.es/diesel/motor-diesel-gasta-produce-nox/140683.html>
- Ferrer, Á. (28 de Julio de 2021). *AutoNoción.com*. Obtenido de Los inyectores: Cómo funcionan y cómo limpiarlos adecuadamente: <https://www.autonocion.com/mantenimiento-inyectores-funcionamiento/>

- García, A. (22 de Marzo de 2013). *PANAMAHITEK*. Obtenido de Conceptos básicos de electricidad: La ley de Ohm: <https://panamahitek.com/conceptos-basicos-de-electricidad-la-ley-de-ohm/>
- García, J. C. (5 de Mayo de 2022). *Potencia Cero*. Obtenido de POTENCIA ELÉCTRICA: TIPOS USOS Y APLICACIONES.: <https://potenciacer.com/potencia-electrica>
- García, M. F. (27 de Febrero de 2020). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14319>
- Grupos electrógenos. (6 de Febrero de 2018). *Weifang Weichai Deutz Diesel Engine Company Ltd*. Obtenido de Información básica del motor diesel de la serie Deutz 226B: <https://www.dieselgeneratortech.com/generator-sets/Deutz-226B-Series-Diesel-Engine-Basic-Information.html>
- GSL Industrias. (2021 de Septiembre de 2021). *Sensor de Presión*. Obtenido de Sensor de Presión: https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/sensor_de_presion
- GSL Industrias. (3 de Diciembre de 2021). *SENSOR DE TEMPERATURA*. Obtenido de SENSOR DE TEMPERATURA: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/sensor-de-temperatura>
- López, D. (1 de Octubre de 2021). *Actualidad Motor*. Obtenido de Tipos de Solenoides: <https://www.actualidadmotor.com/solenoides-funcionamiento-y-utilizaciones/>
- López, M. I. (16 de Septiembre de 2021). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17206>

- Madrid, D. A. (19 de Septiembre de 2017). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9086>
- Maldonado, C. J. (15 de Marzo de 2017). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7683>
- Mateos, J. P. (23 de Septiembre de 2022). *AUTOFÁCIL*. Obtenido de Para qué sirve el alternador del coche y cómo funciona: <https://www.autofacil.es/tecnica/alternador-coche-como-funciona/61097.html>
- Medina, C. R. (9 de Marzo de 2022). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18023>
- Mendoza, G. A. (22 de Agosto de 2019). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/13389>
- Mendoza, X. A. (7 de Marzo de 2018). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10227>
- MOTORES Y MAS. (9 de Abril de 2015). *SISTEMAS DE LUBRICACIÓN DE MOTORE*. Obtenido de Sistemas de Lubricación de Motores: <https://motosymas.com/cont-tecnico/sistemas-de-lubricacion-de-motores/>
- Navarrete, V. A. (28 de Febrero de 2020). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14715>

- Novar Genset. (N.F. de N.F. de N.F.). *Sensores de Aceite*. Obtenido de Sensor de Presión de aceite VDO: https://www.novargenset.com/MLM-1385722836-sensor-de-presion-de-aceite-vdo-18-npt-360-004-_JM
- Ojeda, J. L. (20 de Febrero de 2014). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1723>
- Pine, W. R. (19 de Marzo de 2019). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12742>
- Planas, O. (13 de Septiembre de 2021). *ENERGÍA SOLAR*. Obtenido de ¿Qué es la ley de Ohm? Definición, fórmula y ejemplo: <https://solar-energia.net/electricidad/leyes/ley-de-ohm>
- Plaza, M. F. (6 de Marzo de 2020). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14299>
- Plaza, D. (3 de Enero de 2020). *Motor.es*. Obtenido de Por qué los inyectores de tu diésel fallan y las posibles soluciones: <https://www.motor.es/noticias/fallo-inyectores-diesel-posibles-soluciones-201963647.html>
- Revista de Robots. (27 de Diciembre de 2021). *Revista de Robots*. Obtenido de Automatización industrial. ¿Qué es la automatización y cómo funciona?: <https://revistaderobots.com/industria/automatizacion-industrial/>
- Sahagun, S. (29 de Septiembre de 2021). *Logicbus*. Obtenido de ¿Qué es una HMI?, ¿Cuáles son sus aplicaciones y donde se pueden usar?: <https://www.logicbus.com.mx/blog/que-es-una-hmi-cuales-son-sus-aplicaciones-y-donde-se-pueden-usar/>

- Sigüencia, J. F. (4 de Marzo de 2020). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14281>
- Suárez, M. (20 de Diciembre de 2019). *Master SI*. Obtenido de ¿Qué es una termocupla y cómo funciona?: <https://www.mastersi.com.pe/blog/69-que-es-una-termocupla>
- Tense. (N.F. de N.F. de 2023). *Tense Electronic*. Obtenido de Termopar tipo J TK-1: <https://www.directindustry.es/prod/tense-electronic/product-124315-2331026.html>
- Torres Leones, R. R. (20 de Septiembre de 2021). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17181>
- Torres, M. A. (4 de Marzo de 2020). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14282>
- Twenergy. (9 de Febrero de 2019). *Twenergy*. Obtenido de ¿Qué es un sensor de temperatura?: <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/curiosidades/que-es-un-sensor-de-temperatura-2089/>
- Vélez, F. R. (18 de Marzo de 2019). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12748>
- Vieto, J. (15 de Noviembre de 2019). *Hidroteco*. Obtenido de Bomba centrífuga vs bomba periférica: <http://www.hidrotecocr.com/bomba-centrifuga-vs-bomba-periferica/>

Villajulca, J. C. (9 de Octubre de 2009). *Instrumentacion y Control.net*. Obtenido de

SIEMENS presenta SIMATIC S7-1200:

<https://instrumentacionycontrol.net/siemens-presenta-simatic-s7-1200/>

Villena, A. D. (23 de Septiembre de 2022). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de

Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Civil:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/19952>

Winters. (N.F. de Julio de 2018). *Manómetro Winters*. Obtenido de Manómetro

Winters: https://winters.com/PDF/winters_stabiliZR_spanish.pdf

ANEXOS

Anexo A: Casa de Máquinas

Figura A. 1. Instalación de bombeo del cuarto de máquinas vista frontal:



Fuente: El Autor.

Figura A. 2. Instalación de bombeo del cuarto de máquinas vista lateral:



Fuente: El Autor.

Figura A. 3. Cuarto de máquinas:



Fuente: El Autor.

Figura A. 4. Canal de riego:



Fuente: El Autor.

Anexo B: Diseño en AUTOCAD del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B

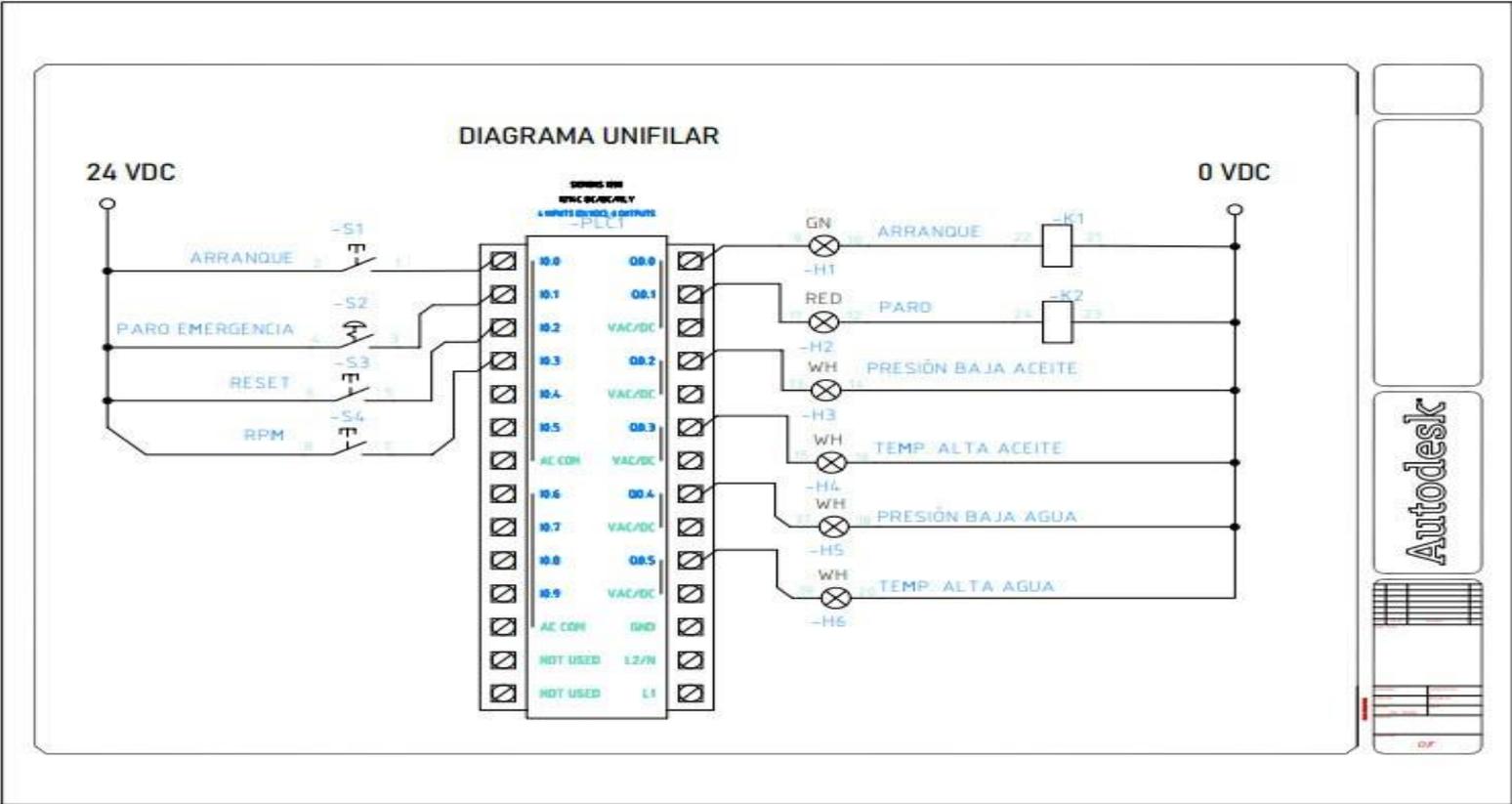


Figura B. 1. Diseño en AUTOCAD del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B Parte 1:

Fuente: El Autor.

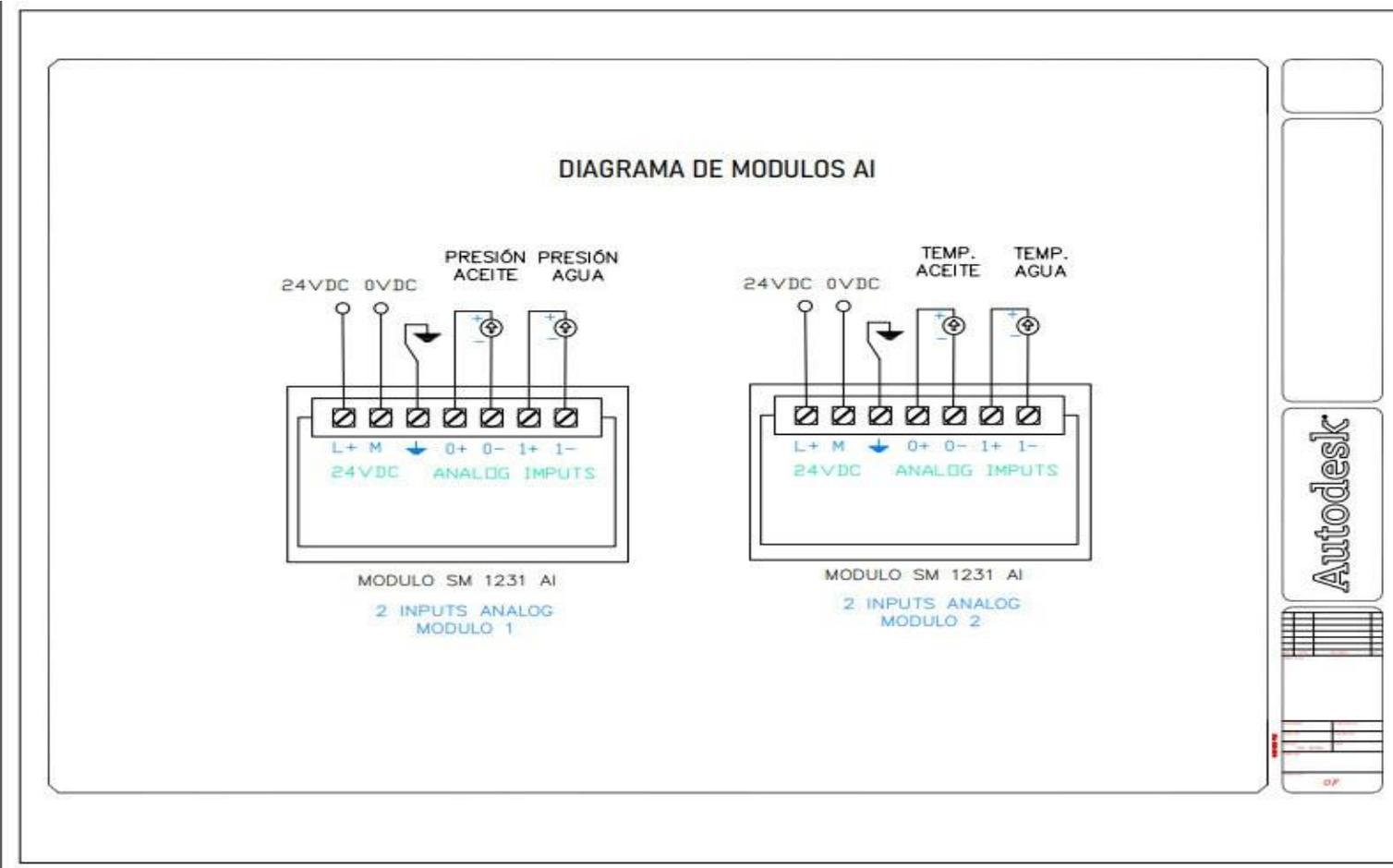


Figura B. 2. Diseño en AUTOCAD del Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B Parte 2:

Fuente: El Autor.

Anexo C: Proceso de Elaboración Del Proyecto

Figura C. 1. Sistema anterior de la lubricación del aceite del motor:



Fuente: El Autor.

Desmontaje del sensor de presión.

Figura C. 2. Sistema actualizado de la lubricación del aceite del motor:



Fuente: El Autor.

Instalación del sensor de presión Danfoss y manómetro.

Figura C. 3. Sistema anterior del enfriamiento del motor:



Fuente: El Autor.

Desmontaje del sensor de temperatura, puesto que no se encontraba operativo, ni contaba con sensor de presión.

Figura C. 4. Sistema actualizado del enfriamiento del motor:



Fuente: El Autor.

Instalación del sensor Danfoss, manómetro y termocupla.

Figura C. 5. Sistema de control anterior:



medidor de presión de aceite

Controlador

Voltaje de baterías

switch de encendido

Fuente: El Autor.

Desmontaje del tablero antiguo del sistema de control.

Figura C. 6. Sistema de control actualizado:



Fuente: El Autor.

Instalación del tablero actualizado del sistema de control.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

CA	→	Corriente Alterna.
CC	→	Corriente Continua.
C.C.	→	Código Civil.
CNEL EP	→	Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública.
DC	→	Corriente Directa.
DD	→	Grados Decimales.
DMS	→	Grados, Minutos y Segundos.
f.	→	Firma.
FP	→	Factor de Potencia.
H ₂ O	→	Agua.
HP	→	Caballos de fuerza.
HMI	→	Interfaz Hombre Máquina.
Ing.	→	Ingeniero(a).
IP	→	Protocolo de Internet.
LabVIEW	→	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench.
Ltd	→	Limitada.
MATLAB	→	Laboratorio de Matrices.
M. Sc.	→	Máster, magister o maestro en ciencias.
N°	→	Número(s).
NTP	→	Norma Técnica de Prevención.
P	→	Potencia Activa o Real.
PID	→	Controlador Proporcional, Integral y Derivativo.
PLC	→	Controlador Lógico Programable.
Q	→	Potencia Reactiva.
S	→	Potencia Aparente o Total.
SENESCYT	→	Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.
TF	→	Función de Transferencia o Transformada de Fourier.
TIA PORTAL	→	Portal de Automatización Totalmente Integrado.
TL	→	Transformada de Laplace.
TPM	→	Mantenimiento Productivo Total.
TZ	→	Transformada Z.

UCSG	→	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
URL	→	Localizador uniforme de recursos.
VI	→	Instrumentos Virtuales.
"S	→	Sur.
"W	→	Oeste del Meridiano de Greenwich

GLOSARIO DE SIMBOLOGÍA

Ω	→	Ohm(ios).
Φ	→	Phi.
®	→	Marca Registrada.
™	→	Trade Mark (Marca Comercial).
#	→	Número(s).
°	→	Grado(s).

GLOSARIO DE UNIDADES

A	→	Amperio(s).
BAR	→	Baro(s).
G	→	Giga.
Hz	→	Hertz.
Kg	→	Kilogramo(s).
Kw	→	Kilovatio(s) o Kilowatt(s).
L/m	→	Litro(s) por Metro(s).
M	→	Mega
m	→	Mili.
ma	→	Miliamperio(s).
mm	→	Milímetro(s).
n	→	Nano.
p	→	Pico.
PSI	→	Libra de fuerza por pulgada cuadrada.
Rpm	→	Revoluciones por minuto
T	→	Tera.
μ	→	Micro.
V	→	Voltio(s).
VA	→	Voltio(s) Amperio(s).
VAR	→	Voltio(s) Amperio(s) Reactivo(s).
W	→	Vatio(s) o Watt(s).
°C	→	Grado(s) Centígrado(s).

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Johnny Rolando Pincay Alvarado** con C.C: # 092485266-8 autor del Trabajo de Titulación: **Diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel de bombeo de agua controlado por autómatas programables** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico–Mecánica** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de febrero del 2023

f.  _____

Nombre: Pincay Alvarado, Johnny Rolando

C.C: 092485266-8

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño e implementación de un nuevo sistema de control para un motor diésel de bombeo de agua controlado por autómatas programables		
AUTOR(ES)	Pincay Alvarado, Johnny Rolando		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico-Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico-Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de febrero del 2023	No. DE PÁGINAS:	85
ÁREAS TEMÁTICAS:	Mantenimiento Predictivo, Maquinarias y Sistema de Control.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Cuarto de máquinas, Motor con Serie Deutz 226B, sistema de control, elementos electromecánicos, método sistemático, PLC S7-1200, HMI, confiable.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de primera instancia se realizó un estudio en un cuarto de máquina el cual se lo denominó "Sistema Principal del Motor con Serie Deutz 226B" que tiene como objetivo el bombeo y riego de fluido de agua y está ubicado en el sector de Armenia, cantón Daule, provincia del Guayas donde se plasmaron las diversas causas de los inconvenientes que presentaba el sistema antiguo, varios de estos eran; consumo excesivo de combustible diésel, sistema de control basado en elementos electromecánicos, un mal manejo y lectura de datos y entre otros, de segunda instancia se realizó una metodología de investigación basada en el método sistemático mediante encuestas, las cuales fueron realizadas a los agricultores que tiene hectáreas en la zona, posterior a los resultados de las encuestas de tercera instancia se implementó diversas mejoras en el sistema entre ellas; cambio de sensores como son; presión y temperatura, instalación de un PLC S7- 1200 junto con una pantalla de interfaz hombre máquina HMI, una vez implementados estos cambios y mejoras, se logra determinar con una lectura confiable diferentes variables como son; temperatura y presión de aceite, temperatura y presión del agua, voltaje en la batería, horas de trabajo, temporizado del encendido y apagado, con estas variables a controlar se garantiza el correcto funcionamiento de estos motores, así como también el control y protección de los mismos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 96 976 0738	E-mail: jhonnyroland@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo MGS		
	Teléfono: +593-995147293		
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			