



Powered by
Arizona State University®

ING. AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autores: Freddy Enrique Yagual Medina

Luis Alejandro Martínez Morales

Tutor: Ing. Adolfo Peña Pinargote M.Sc.

Implementación de un Tablero de Transferencia

Automática YN-ATS-400A con Módulo de Control Electrónico

DSE 4520 MKII en el Grupo Electrónico Perkins

Certificado de Autoría

Nosotros, Freddy Enrique Yagual Medina con cédula de identidad: 0951880947 y Luis Alejandro Martínez Morales con cédula de identidad: 1804337531 declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedamos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Freddy Enrique Yagual Medina

C.I: 0951880947

Luis Alejandro Martínez Morales

C.I: 1804337531

Aprobación del Tutor

Yo, Adolfo Peña certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Adolfo Peña MsC

C.I:1204668766

Director de Proyecto

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico primeramente a Dios por permitirme llegar a cumplir unas de mis metas propuestas dándome vida, salud y fuerzas día a día.

A mi padre Freddy Enrique Yagual Salinas y a mi madre María Elena Medina Barreiro por brindarme sus enseñanzas, valores para ser una buena persona, su apoyo en los momentos difíciles y por ser los pilares fundamentales de este objetivo propuesto.

A toda mi familia que me dio Dios, que siempre están brindándome su apoyo incondicional para lograr mis metas.

A todos los profesores de esta gran Universidad quienes compartieron sus enseñanzas y me ayudaron a crecer en mi vida profesional.

A mis amigos de la infancia, compañeros de trabajo y compañeros de la universidad quienes mediante su apoyo y consejos son parte importante de esta meta propuesta.

Freddy Enrique Yagual Medina

Dedicatoria

El presente proyecto a continuación es dedicado a Dios por darme salud, vida y fuerza para poder continuar día a día y poder terminar mis metas y objetivos.

A mi padre Luis Martínez, mi madre Alexandra Morales y mis hermanos Patricio y Raphael que me animaron en todo este proceso y el apoyo que nunca faltó, por todo lo que me enseñaron desde niño cumplir con mis responsabilidades y objetivos, siendo mis pilares en todo este tiempo.

A mis familiares que me animaron igualmente desde el primer día, sin olvidar más que todo a la persona que desde niños nos hemos estado apoyando en todo mi primo Santiago Martínez que hemos estado animándonos.

A todas mis amistades que conseguí en todo este proceso desde los talleres, oficinas y compañeros al volante de las diferentes rutas 10,54,114 y 49 en las cuales he estado laborando.

Luis Alejandro Martínez Morales

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme vida, salud, fuerzas y tener con vida a mis seres queridos, quienes son mi motivación para seguir adelante y no rendirme.

Agradezco a mis padres por siempre confiar en mí y brindarme su apoyo en mis decisiones personales y profesionales.

Agradezco a mis amigos y compañeros de trabajo Kevin Loayza y Ángel Rebutti por la ayuda brindada para poder culminar con mi carrera universitaria.

Agradezco a los profesores de la Universidad Internacional del Ecuador por compartir sus enseñanzas y consejos durante toda la carrera para crecer profesionalmente y a mi tutor de tesis por la confianza en la implementación este proyecto y por sus aportaciones de sus conocimientos para que este proyecto sea un éxito.

Freddy Enrique Yagual Medina

Agradecimiento

Agradezco más que todo a Dios por darme la bendición de vida, salud y poder tener a todos mis seres queridos a lado en todo este proceso.

Agradezco a mis padres por estar junto a mi lado brindándome su apoyo permanente en todo.

A mis hermanos por estar hay junto a mí por apoyarme en todo, en especial a mi primo Santiago que me ayudo de manera económica en diversas ocasiones.

También agradezco a mi tutor de tesis por el apoyo en el proyecto.

Luis Alejandro Martínez Morales

Índice General

Dedicatoria	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Agradecimiento	viii
Índice General	ix
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xiii
Resumen	xv
Abstract	xvi
Capítulo I	1
Antecedentes	1
1.1. Tema de Investigación	1
1.2. Planteamiento, formulación y Sistematización del Problema	1
1.2.1. Planteamiento del Problema	1
1.2.2. Formulación del Problema	2
1.2.3. <i>Sistematización del Problema</i>	2
1.3. Objetivos de las Investigación	3
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación	3
1.10.1. Justificación Teórica	3
1.4.2. <i>Justificación Metodológica</i>	3
1.4.4. <i>Delimitación Temporal</i>	4

Capitulo II.....	5
Marco Referencial.....	5
2.1. Marco Teórico.....	5
2.1.1. Conceptos Preliminares.....	5
2.1.2. Módulo de Control Electrónico.....	7
2.1.3. Módulo de Control Electrónico DSE 4520 MKII AMF	8
2.1.4. Características del Módulo de Control DSE 4520 MKII.....	11
2.1.5. Beneficios del Módulo de Control 4520 MKII.....	12
2.2. Marco Conceptual.....	13
2.2.1. Relés.....	13
2.2.3. Breakers de Protección.....	14
2.2.4. Características de los Breakers de Protección.....	15
2.3. Grupos Electrónico.....	16
2.3.1. Definición De Grupo Electrónico.....	16
2.3.2. Grupos Electrónicos por Funcionamiento.....	17
2.3.3. Aplicaciones.....	18
Capitulo III.....	26
Implementación del Tablero de Transferencia Automática.....	26
3.1. Diseño Metodológico.....	26
3.2. Proceso de la Investigación.....	26
3.3. Implementación del Tablero de Transferencia Automática YN-ATS400A	27
3.4. Materiales y Equipos.....	28
3.5. Instalación de tubería metálica y cableado de control	29
3.6. Instalación de tubería metálica.....	29
3.7. Implementación del Tablero de Transferencia Automática.....	30

3.7.1. <i>Desconexión y Desmontaje del Tablero de Transferencia Automática</i>	31
3.7.2. <i>Desmontaje del tablero de Transferencia Automática Antiguo</i>	32
3.7.3. <i>Montaje del Nuevo Tablero de Transferencia Automática</i>	33
3.7.4. <i>Conexión de cables de potencia y de control.</i>	34
3.8. Conexión de Cables de Control	36
3.9. Configuración del Módulo de Control Electrónico.....	37
3.10. Protecciones del Motor a Combustión Interna Diesel	37
3.10.1. Low Oil Pressure Alarms (Alarmas por Baja Presión de Aceite).....	37
3.10.2. High Coolant Temperature Alarms (Alarmas por Alta Temperatura del Motor)	38
Anexos	52

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Materiales y equipos que fueron utilizados en la instalacion</i>	28
---	----

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Tablero de Transferencia Automática</i>	6
Figura 2 <i>Módulo de Control Electrónico</i>	7
Figura 3 <i>Vista frontal de Modulo DSE 4520 MKII</i>	10
Figura 4 <i>Vista Posterior del Módulo de Control 4520 MKII</i>	10
Figura 5 <i>Relés</i>	13
Figura 6 <i>Breaker de Protección</i>	15
Figura 7 <i>Grupo Electrónico a Diesel</i>	16
Figura 8 <i>Grupo de electrógeno de trabajo</i>	17
Figura 9 <i>Grupo Electrónico de Trabajo Continuo</i>	18
Figura 10 <i>Grupo Electrónico utilizados en el sector industrial</i>	19
Figura 11 <i>Grupo Electrónico para el sector comercial</i>	19
Figura 12 <i>Grupo Electrónico utilizados en el sector agrícola</i>	20
Figura 13 <i>Grupo Electrónico utilizado en el sector doméstico</i>	20
Figura 14 <i>Motor de combustión interna a Diésel</i>	21
Figura 15 <i>Método de Inyección Indirecta</i>	22
Figura 16 <i>Sistema de Inyección Common-rail</i>	23
Figura 17 <i>Inyector Bomba</i>	24
Figura 18 <i>Turbo Compresor de Motor Diésel</i>	25
Figura 19 <i>Etapas del Proceso de Investigación</i>	27
Figura 20 <i>Instalación de Tubería Metálica</i>	29
Figura 21 <i>Conexión de cables de control</i>	30
Figura 22 <i>Comprobación de voltaje en Tablero de Transferencia Automática</i>	32
Figura 23 <i>Desmontaje del tablero antiguo</i>	33
Figura 24 <i>Instalacion del nuevo tablero de control</i>	34

Figura 25 <i>Conexión de líneas de alimentación del tablero</i>	35
Figura 26 <i>Instalacion de las lineas de alimentacion del tablero</i>	38
Figura 27 <i>Configuración de Parámetros de Protección del Motor a Combustión Interna Diesel por Alta Temperatura.</i>	39
Figura 28 <i>Configuración de Parámetros de Protección del Motor a Combustión Interna Diesel por Alto y Bajo Voltaje de Batería</i>	40

Resumen

El presente proyecto consiste en la implementación de un tablero de transferencia Automática con un módulo de control electrónico quien va a funcionar en conjunto con el grupo electrógeno con motor a combustión interna diésel en conjunto con el módulo de control electrónico podrá controlar la activación del tablero de transferencia automática y monitorear los parámetros de operación y las funciones del motor a combustión interna diésel. El tablero de transferencia automática con módulo de control electrónico va a permitir un mejor control del funcionamiento del grupo electrógeno, evitando flagelos inesperados del grupo electrógeno o activaciones del tablero de transferencia automática innecesarios que pueden perjudicar el funcionamiento de la institución o de los equipos que se encuentran enlazados al grupo electrógeno. Al contar con el módulo de control electrónico como ECM del todo el sistema va a permitir un mejor monitoreo y control de los parámetros y funciones del motor diésel, lo cual será más eficiente el funcionamiento del equipo y permitirá reducir problemas o paros inesperados que se puedan producir. Durante este proyecto se realizó la instalación de un nuevo tablero de transferencia automática, reemplazando el anterior que se encontraba instalado, además se realizó una instalación de tubería de metal en el interior estará el cableado de control que comunicará el nuevo tablero y el grupo electrógeno. De esta forma se contará con un nuevo tablero de transferencia automática mucho más fiable. En conjunto con el módulo electrónico se va a poder realizar estas funciones como encendido y apagado del motor, presión de aceite, carga de la batería, temperatura del motor, velocidad en RPM, nivel de combustible, voltajes del generador y activación y desactivación de la transferencia automática. Finalmente, una vez terminadas las pruebas de corte de energía donde se obtuvo datos de operación y funcionamiento.

Palabras clave: Transferencia automática, monitoreo, grupo electrógeno, ECM, control.

Abstract

This project consists of the implementation of an automatic transfer board with an electronic control module that will work in conjunction with the diesel internal combustion engine generator set. In conjunction with the electronic control module, it will be able to control the activation of the transfer board, automatic transfer and monitor the operating parameters and functions of the diesel internal combustion engine. The automatic transfer board with electronic control module will allow better control of the operation of the generating set, avoiding unexpected scourgings of the generating set or activations of the unnecessary automatic transfer board that can harm the operation of the institution or the equipment that is installed. are linked to the generating set. By having the electronic control module as the ECM of the entire system, it will allow better monitoring and control of the parameters and functions of the diesel internal combustion engine, which will make the operation of the equipment more efficient and will reduce problems or unexpected stoppages. that can be produced. During this project, the installation of a new automatic transfer board was carried out, replacing the previous one that was installed, in addition, a metal pipe installation was carried out. Inside there will be the control wiring that will communicate the new board and the generating set. In this way there will be a new, much more reliable automatic transfer board. In conjunction with the electronic module, it will be possible to perform these functions such as engine start and stop, oil pressure, battery charge, engine temperature, RPM speed, fuel level, generator voltages and activation and deactivation of the automatic transfer. Finally, once the power outage tests were completed, operation and performance data were obtained.

Keywords: Automatic transfer, monitoring, Generator set, ECM, control.

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Tema de Investigación

Implementación de un tablero de transferencia automática YN-ATS-400A con módulo de control electrónico DSE 4520 MKII en el grupo electrógeno perkins.

1.2. Planteamiento, formulación y Sistematización del Problema

El campo de la industria automotriz es bastante amplio, por tanto, es importante que constantemente busquemos actualizar nuestros conocimientos y además se conseguirá ingresar en ciertos terrenos que no han sido tan estudiados de nuestra parte. Es el caso de los sistemas de control electrónico que pueden controlar equipos de gran dimensión mediante lógica programable.

En la actualidad la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador en Guayaquil cuenta con un tablero de transferencia automático que se encuentra averiado y además tiene un sistema de control obsoleto. Este tablero de transferencia automático necesita ser reemplazado y además para que su funcionamiento sea mucho más fiable ser controlado por un módulo de control electrónico.

1.2.1. Planteamiento del Problema

En este contexto, la implementación de un tablero de transferencia automático controlado por un módulo electrónico se ha convertido en una de las mejores soluciones para garantizar el funcionamiento de un grupo electrógeno.

Estos nuevos sistemas de control implementados en este tablero de transferencia automática utilizan un módulo de control electrónico de la marca DSE (Deep Sea Electronic), el cual ofrece la visualización de los parámetros de funcionamiento en tiempo real, registro de eventos sucedidos, programación de protecciones y compatibilidad con todas marcas de motor que existen.

En los últimos años la implementación de estos nuevos sistemas de control y tableros de transferencia automática ha crecido muy rápidamente. Su diseño simple, sus componentes de excelente calidad y su compatibilidad con cualquier tipo de grupo electrógeno y motor a combustión interna han permitido una alta aceptación en el mercado ecuatoriano.

El presente proyecto se enfoca en demostrar los beneficios que se obtienen al implementar este nuevo tablero de transferencia automática, en este caso, el módulo de control electrónico permitirá un mejor monitoreo del grupo electrógeno ayudando en la reducción de paros inesperados, reducción de tiempos muertos y mejor programación de mantenimientos.

1.2.2. Formulación del Problema

En este contexto, surge la pregunta ¿La implementación de un tablero de transferencia automático controlado por un módulo de control electrónico contribuirá a la ampliación del conocimiento de los estudiantes permitiéndoles conocer más acerca de los sistemas de control electrónico al realizar prácticas en el módulo de control, observando cómo trabaja y los beneficios que aporta como son la fiabilidad y optimización de recursos?

1.2.3. Sistematización del Problema

- ¿Cuál será la influencia de este proyecto en la realización de actividades prácticas de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador en Guayaquil?
- ¿Qué normativas técnicas se deben considerar para la realización de este proyecto?
- ¿Cuáles son los materiales y equipos necesarios para la ejecución de este proyecto?
- ¿Qué costo tendrá el desarrollo de la implementación del tablero en mención con el control electrónico?
- ¿Cuáles son los beneficios que este proyecto aportará al aprendizaje de los estudiantes?

1.3. Objetivos de las Investigación

1.3.1. Objetivo General

Implementar un tablero de transferencia automática YN-ATS-400A con un Módulo de Control Electrónico DSE 4520MKII que trabajara en Conjunto con el Grupo Electrónico Perkins de respaldo de la Escuela de ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador en Guayaquil.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar cuáles serán los materiales y equipos necesarios para implementar el tablero de transferencia automático con control electrónico.
- Realizar pruebas de funcionamiento del control electrónico mediante la transferencia automática configurada y comandado desde el módulo de control electrónico.
- Elaborar una guía de operación del tablero de transferencia automática con control electrónico.

1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación

1.10.1. Justificación Teórica

Los fundamentos teóricos para la implementación del tablero de transferencia automático están basados en la investigación de la operación de un tablero de transferencia automático y como este puede ser controlado por un módulo de control electrónico.

1.4.2. Justificación Metodológica

El estudiar acerca de los sistemas de control electrónico permitirá a los estudiantes ampliar su conocimiento y descubrir nuevos campos en los que pueden desarrollarse debido a que los sistemas de control electrónico pueden ser implementación en innumerables aplicaciones.

1.4.3. Justificación Practica

Este proyecto de investigación se realiza para demostrar la implementación de un tablero de transferencia automático y que el mismo sea controlado por un módulo de control electrónico que además trabajara en conjunto con el grupo electrógeno.

1.4.4. Delimitación Temporal

El proyecto se realizará en el mes de julio del 2024. Durante este tiempo se realizará la implementación del tablero de transferencia automático con un sistema de control electrónico, las pruebas correspondientes del sistema y la complementación con el desarrollo de la parte escrita del proyecto.

1.4.5. Delimitación Geográfica

El proyecto se realizará en la ciudad de Guayaquil, específicamente en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional Del Ecuador.

1.4.6. Delimitación del Contenido

El proyecto se realizará en tres fases, la primera fase será investigativa, en donde se realizará un proceso de investigación de equipos y materiales que se utilizaran para el proyecto. En su segunda fase consistirá en la implementación y construcción del tablero de transferencia automático con control electrónico de acuerdo con los resultados de la investigación que se realizó en la primera fase y finalmente la tercera fase se realizará la instalación del tablero de transferencia y posteriormente las pruebas del sistema completo observando la operación del tablero de transferencia de forma automática con el módulo de control electrónico.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1. Marco Teórico

El tablero de transferencia automática es un accesorio que trabaja en conjunto con el grupo electrógeno, consta de componentes eléctricos como relés, breakers de protección, módulo de control electrónico y un interruptor de transferencia automática como podemos apreciar en la Figura 1. Tiene la función de detectar la falla en la red eléctrica y mediante un módulo de control electrónico ejecuta automáticamente la orden de encendido del grupo electrógeno.

Una vez encendido el grupo electrógeno el módulo de control electrónico realizara una revisión de los parámetros de funcionamiento del motor a combustión interna Diésel y el alternador AC corroborando que los parámetros de funcionamiento estén dentro de los rangos programados para después realizar la activación de la transferencia automática. Cuando se normaliza el suministro de red eléctrica se realiza la re-transferencia y el grupo electrógeno se apaga.

2.1.1. *Conceptos Preliminares*

Un Tablero de transferencia ATS (Automatic Transfer Switch) es una unidad que se instala para que, inmediatamente se presente una falla en el suministro de energía, se encienda automáticamente el generador.

La transferencia automática es un complemento muy útil para la planta eléctrica cuando la necesidad de energía eléctrica es constante para garantizar la seguridad de las personas y de los locales comerciales, conservación de alimentos, funcionamiento de equipos y maquinarias para procesos productivos y de atención al cliente. Tiene la ventaja de adaptarse a las necesidades del cliente, se pueden programar los tiempos de encendido y apagado con un reloj

que es adaptado y sincronizado, el cual puede reprogramarse cuando los usuarios así lo requieran.

Para los lugares donde la falta de energía así sea por unos segundos, genera inconvenientes y pérdidas, como en el uso de maquinarias, centros de cómputo, oficinas, locales comerciales, entre otros, se crea un sistema de respaldo de energía que además de la planta eléctrica, con su transferencia automática, se complementa con una UPS que evita la pérdida de energía así sea por un segundo por tener baterías propias de respaldo. (AC-CC, 2023)

Figura 1

Tablero de Transferencia Automática



Tomado de: (S.A., 2023)

Un tablero de transferencia automático está conformado por un gabinete principalmente que aloja a los demás componentes como son: el interruptor automático de transferencia, elementos del sistema de control, luces indicadoras y los soportes internos para los componentes.

2.1.2. Módulo de Control Electrónico

Es un equipo que funciona como controlador electrónico y visualizador. Realiza las funciones de controlar y monitorear un determinado equipo y además permite la visualización de sus parámetros en tiempo real como se observa en la figura 2.

Figura 2

Módulo de Control Electrónico



Tomado de: (HNOS, 2023)

Al realizar el monitoreo de los parámetros de forma constante, cumple también funciones de protección, es decir, si un determinado parámetro se encuentra fuera de especificaciones y esto representa un peligro para el equipo o las personas que lo operan, inmediatamente el controlador da la orden de apagado y bloqueo del equipo.

Estos equipos son configurables, se ingresan los datos y valores necesarios para la operación del equipo en el cual está instalado, de manera que el controlador sepa en que rango se debe encontrar cada parámetro, cuáles son las especificaciones principales del equipo que va a controlar y en qué tiempo debe realizarse cada operación.

Los módulos de control se conectan al equipo que van a controlar mediante una serie de elementos que permiten que el sistema como tal funcione correctamente. Estos elementos

de control son los siguientes: cable flexible, relés, breakers de protección, terminales eléctricos, etc.

2.1.3. Módulo de Control Electrónico DSE 4520 MKII AMF

La serie DSE4520 MKII AMF está diseñada para proporcionar diferentes niveles de funcionalidad a través de una plataforma común. Esto le permite al OEM (Original Equipment Manufacturer) del generador una mayor flexibilidad en la elección del controlador a utilizar para una aplicación específica.

Los módulos DSE4520 MKII AMF han sido diseñados para permitir que el operador inicie y detenga el generador y, si es necesario, transfiera la carga al generador de forma manual o automática.

Además, el DSE4520 MKII arranca y detiene automáticamente el grupo electrógeno dependiendo del estado del suministro de red.

El usuario también tiene la posibilidad de ver los parámetros de funcionamiento del sistema a través de la pantalla LCD de texto.

Los módulos DSE4520 MKII AMF monitorean el motor, indicando el estado operativo y las condiciones de falla, apagando automáticamente el motor y dando una verdadera condición de falla inicial de una falla del motor a la pantalla LCD de texto.

El potente microprocesador ARM contenido dentro del módulo permite la incorporación de una gama de características complejas:

- Pantalla LCD basada en iconos.
- Voltaje RMS verdadero.
- Monitoreo de corriente y potencia.
- Comunicaciones USB.
- Monitoreo de parámetros del motor.

- Entradas totalmente configurables para uso como alarmas o una variedad de funciones diferentes.
- Interfaz de la ECU del motor para motores electrónicos

El software de PC DSE Configuration Suite permite la alteración de secuencias operativas seleccionadas, temporizadores, alarmas y secuencias operativas. Además, el panel frontal integral del módulo editor de configuración permite el ajuste de esta información.

Se puede proteger el acceso a secuencias operativas críticas y temporizadores para uso de ingenieros calificados por un código de seguridad. El acceso al módulo también se puede proteger mediante un código PIN. Los parámetros seleccionados se pueden cambiar desde el panel frontal del módulo.

El módulo está alojado en una robusta caja de plástico apta para montaje en panel. Las conexiones al módulo son a través de enchufes y enchufes de bloqueo. (Senior, 2023)

Los módulos de control Deep Sea tienen la característica de tener una interfaz muy amigable al usuario y de fácil acceso a manuales, diagramas y programas para acceder a la configuración de los módulos.

El Módulo de control Electrónico DSE 4520 MKII es uno de los dispositivos más usados por sus múltiples funciones de control.

El módulo de control Deep Sea 4520MKII es un módulo muy versátil, confiable y de fácil instalación. Puede ser instalado y controlar equipos como: generadores eléctricos, motores electrónicos, motores mecánicos o tableros de transferencia automática como es el caso de este proyecto como se observa en la figura 3 y 4.

Figura 3*Vista frontal de Modulo DSE 4520 MKII*

Tomado de: (SAE, 2019)

Figura 4*Vista Posterior del Módulo de Control 4520 MKII*

Tomado de: (SAE, 2019)

2.1.4. Características del Módulo de Control DSE 4520 MKII

- Alarma de carga desbalanceada.
- Configurable para su uso como módulo de control AMF (Auto Mains Failure) y arranque automático.
- Frecuencia del alternador y detección de velocidad CAN en una variante.
- La pantalla de iconos retroiluminada más grande de su clase.
- El reloj en tiempo real proporciona un registro de eventos preciso.
- Totalmente configurable a través del panel frontal o PC usando comunicación USB.
- Modo de ahorro de energía extremadamente eficiente.
- Censado de generador trifásico.
- Censado de red trifásica.
- Compatible con sistemas nominales de 600 V fase a fase.
- Supervisión de la potencia del generador/carga (kW, kVA, kVAR, pf).
- Monitoreo de potencia acumulada (kW·h, kVA·h, kVAR·h).
- Protección de sobrecarga del generador (kW).
- Monitoreo y protección de la corriente del generador/carga.
- Salidas de combustible y arranque (configurable al usar CAN).
- 4 salidas DC configurables.
- 3 entradas configurables analógicos/digitales.
- 4 entradas digitales configurables.
- 3 alarmas de mantenimiento del motor.
- Protección de la velocidad del motor.
- Contador de horas de motor.

- Precalentamiento del motor.
- Programador de tiempo de funcionamiento del motor.
- Control de ralentí del motor para arrancar y parar.
- Pantallas de instrumentación del motor.
- Supervisión del voltaje de la batería.
- Entrada de arranque remoto configurable.
- Protección integral de advertencia, disparo eléctrico o apagado en caso de falla.
- Indicación de alarma LCD.
- Registro de eventos (50).
- Circuito de activación del solenoide de combustible.
- Instrumentación CAN configurable.
- Activación periódica de la ECU para recuperación de información.
- Modo de ahorro de energía con retroiluminación.
- Funcionalidad de pre/post calentamiento.
- Protección de sobrecarga.
- Temporizador de salida para alarma sonora externa.

2.1.5. Beneficios del Módulo de Control 4520 MKII

- Transfiere automáticamente entre la red (servicio público) y el generador.
- El contador de horas brinda información precisa para los períodos de monitoreo y mantenimiento.
- Configuración fácil de usar y diseño de botones para facilitar su uso.
- Múltiples parámetros son monitoreados simultáneamente, los cuales se muestran claramente en la gran pantalla de íconos retroiluminados.

- El módulo se puede configurar para adaptarse a una amplia gama de aplicaciones.
- Utiliza el software de PC DSE Configuration Suite para una configuración simplificada.
- Compatible con una amplia gama de motores CAN, incluido Tier 4.
- Software para PC sin licencia.
- La clasificación IP65 (con junta opcional) ofrece una mayor resistencia a la entrada de agua.

2.2. Marco Conceptual

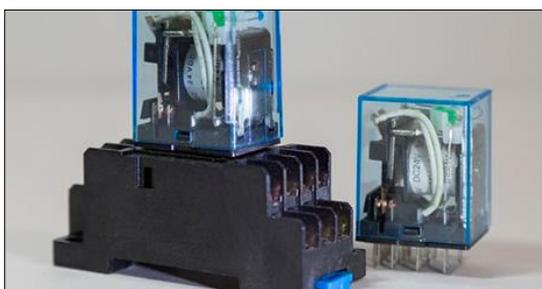
2.2.1. Relés

Los relés son una especie de interruptor electromagnético el cual es activado por una bobina que al ser energizada crea al campo magnético para cerrar el contacto. De esta manera se logra permitir el paso de una corriente mayor con la utilización de una corriente menor.

El relé es un interruptor eléctrico que permite dejar pasar y también parar la corriente eléctrica dentro de un circuito eléctrico. Cuando el relé se encuentra cerrado, la corriente eléctrica puede pasar, y cuando se abre hace que dicha corriente sea interrumpida (ver figura 5).

Figura 5

Relés



Tomado de: (SEAS, 2019).

Este tipo de dispositivo electromagnético se acciona eléctricamente, y no puede hacerse manualmente (Group, 2023).

2.2.2. Tipos de Relés

Podemos encontrar varios tipos de relés de acuerdo con su función de su aplicación. Estas son algunos tipos de relés:

- Relés electromecánicos: dentro de esta clase de relés, podemos encontrar diferentes tipos, por ejemplo, de núcleo móvil, reed, polarizados, de tipo armadura, etc.
- Relés de estado sólido: este tipo de dispositivo es utilizado cuando se necesita una velocidad mayor de conmutación, es decir, cuando hay un uso continuo de los contactos del relé.
- Relé temporizador: estos relés se emplean cuando tanto la conexión como la desconexión se hace pasado un tiempo específico.
- Relés térmicos: la principal aplicación para este tipo de relé es en los motores de sobrecargas, y su función es protegerlos. Estos relés están formados por unas láminas metálicas colocadas en su interior. La función de estas láminas es que se vayan deformando a causa del calor, para que cuando esa deformación llegue a un punto determinado haga que el circuito se abra y no permita el paso de la corriente.
- Relé Arduino: en esta clase de relé se necesita una placa de Arduino para poder controlar el relé.
- Relés de corriente alterna (Group, 2023).

2.2.3. Breakers de Protección

El breaker eléctrico son un dispositivo esencial en el mundo moderno, y uno de los mecanismos de seguridad más importantes en cualquier casa, edificio o industria. ¿Quieres

saber cómo funciona un breaker eléctrico? Cuando un cableado eléctrico en un edificio tiene demasiada corriente, estos simples elementos la cortan hasta que alguien solucione el problema.

También llamado disyuntor, es un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones, tales como altibajos de tensión.

Al contrario de los fusibles, que son de un solo uso, un disyuntor o breaker eléctrico se puede reconectar siempre que las causas que lo activaron se hayan resuelto.

A la hora de adquirir estos componentes debemos tener en cuenta ciertas características, como, por ejemplo: la tensión del trabajo, la intensidad nominal, el poder de corte, el poder de cierre, el número de polos (ver figura 6).

Figura 6

Breaker de Protección



Tomado de: (SEAS, 2019)

2.2.4. Características de los Breakers de Protección

A la hora de adquirir uno de estos hemos de tener en cuenta algunas características:

- Tensión de trabajo: Voltaje para el que están diseñado. Pueden ser monofásicos o trifásicos.
- Intensidad nominal: Al igual que con la tensión, es el valor de la corriente de trabajo.
- Poder de corte: La intensidad máxima que puede interrumpir.
- Poder de cierre: Intensidad máxima que puede soportar sin sufrir daños.
- Número de polos: La cantidad de conectores que podemos conectar al dispositivo.

Los principales tipos de breaker eléctrico son el térmico, el magnético, el termomagnético y el diferencial. A continuación, para que sepas un poco más acerca de cómo funciona un breaker eléctrico, detallaremos los que se emplean con frecuencia en instalaciones domésticas: el termomagnético y el diferencial (Eléctricos, 2020).

2.3. Grupos Electrónico.

Los diferentes grupos electrógenos son equipos fundamentales para diferentes áreas con el fin de proveer energía eléctrica cuando se presenten situaciones en la que la red pública falle.

2.3.1. Definición De Grupo Electrónico.

El grupo electrónico es un equipo del cual dispone de un sistema que transforma la energía mecánica de un motor de combustión, este motor puede ser de diferente tipo ya sea por medio de gasolina, Diesel y en ocasiones con energía solar.

El motor de combustión se encuentra conectado al generador eléctrico el cual transforma la energía mecánica producida por el motor a energía eléctrica que será utilizada o almacenada en baterías para su uso posterior (ver figura7).

Figura 7*Grupo Electrógeno a Diesel*

Tomado de: (Eléctricos, 2020)

2.3.2. Grupos Electrógenos por Funcionamiento.

Existe 2 tipos de grupo electrógeno uno que será utilizado para emergencia y otro para trabajos continuos.

- **Grupo Electrógeno de Emergencia:** Están diseñados para activarse en el momento que el suministro eléctrico presente fallos, estos equipos son utilizados en lugares de primera prioridad como lo son los hospitales, centros de datos y lugares de servicio sean críticos (ver figura 8).

Figura 8*Grupo de Electrógeno de Trabajo*

Tomado de: (potenciamaquinaria, 2018)

- **Grupo Electrónico de Trabajo Continuo:** Normalmente estos equipos se encuentran aplicados en lugares de trabajo que requieren el uso de energía ya sea en la minería, industria y lugares de construcción (ver figura 9).

Figura 9

Grupo Electrónico de Trabajo Continuo



Tomado de: (potenciamaquinaría, 2018)

2.3.3. Aplicaciones.

- **Sector Industrial:** En estos sectores son más utilizados con el fin de llegar a garantizar la continuidad de los trabajos, con el fin de evitar pérdidas económicas, causadas por los cortes de energía que se llevan a cabo de manera sorpresiva, (ver figura 10).

Figura 10

Grupo Electrónico Utilizados en el Sector Industrial.



Tomada de: (Group, 2023)

- **Sector Comercial:** Utilizados normalmente en sectores como centros comerciales, supermercados y hoteles para asegurar el funcionamiento de estos incluso en momento de apagones (ver figura 11).

Figura 11

Grupo Electrónico para el Sector Comercial



Tomada de: (ezitown, 2015)

- **Sector Agrícola:** Para estas zonas son fundamentales para alimentar las maquinarias y sistemas del área de riego (ver figura 12).

Figura 12

Grupo Electrónico utilizados en el sector agrícola.



Tomado de: (GENMAC, 2024)

- **Sector Doméstico:** Este equipo son fundamentales para las comunidades que se encuentra aisladas del sector urbano que no constan con redes de energía (ver figura 13).

Figura 13

Grupo Electrónico utilizado en el sector doméstico.



Tomado de: (ES, 2019)

2.4. Motores de Combustión Interna Diesel.

El motor Diesel es un motor de combustión interna el cual si como el motor a gasolina aprovechan la transformación de la energía química que produce el combustible transformándola en niega mecánica.

Este motor es el encargado de el generador a una velocidad determinada paraque este a su vez produzca la energía eléctrica.

El motor de combustión interna Diesel trabaja con altas presiones y temperaturas el cual los materiales de sus componentes tienen que ser el ideal para que pueda soportar las condiciones alas que está expuesto.

El motor Diesel trabaja igual como lo es el motor a gasolina, mediante un ciclo de cuatro tiempos: admisión, compresión, explosión y escape (ver figura 14).

Figura 14

Motor de combustión interna a Diésel.



Tomado de: (Equipment, 2019)

2.4.1 Tipos de Inyección del Motor Diésel.

En estos motores se llegan a presentar diferentes tipos de sistemas de inyección, podemos encontrar el Sistema de Inyección Directo y el Sistema de Inyección Indirecto. Estos tipos de sistema de inyección se los puede encontrar tanto en motores actuales como en motores antiguos.

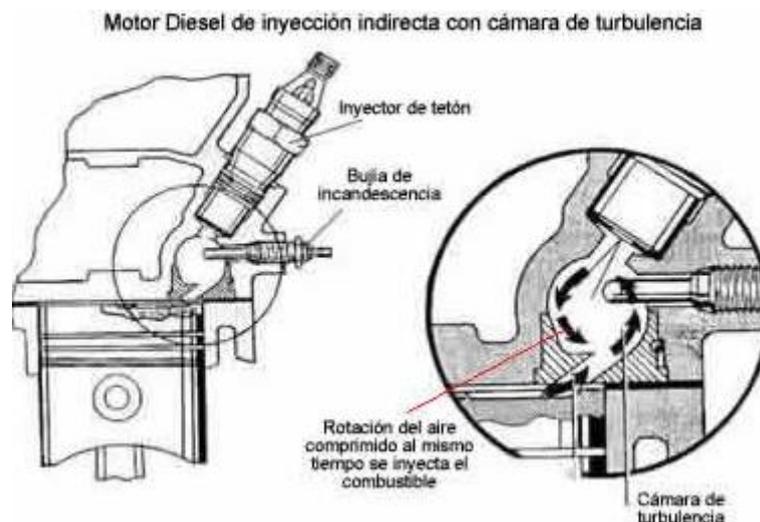
En la actualidad las nuevas versiones de motores diésel, se puede encontrar estos sistemas.

2.4.1.1 Sistema de Inyección Indirecta.

En este sistema se lo conoce como motor de cámara dividida esto conlleva a que las dimensiones de la cámara de combustión lleguen a formar una pre-cámara en la parte de la culata. Esto provocará que al momento que el inyector de inyecte el combustible provocará una turbulencia el cual forzara la mezcla del combustible con el aire (ver figura 15).

Figura 15

Método de Inyección Indirecta



Tomado de: (alexander, 2010)

Este proceso llega con el fin de conseguir la mezcla apropiada, el cual llega a obtener después de un trabajo a regímenes altor.

Una de sus desventajas podría ser que se tiene un menor rendimiento y dificultades para su arranque en frío.

2.4.1.2 Sistema de inyección directa.

Este sistema de inyección es diferente ya que la cámara de combustión al no encontrarse en la culata se la puede apreciar en la cabeza del pistón.

Para poder conseguir una buena combustión la presión de esta rodea alrededor de los 1.000 a 2.000 bar.

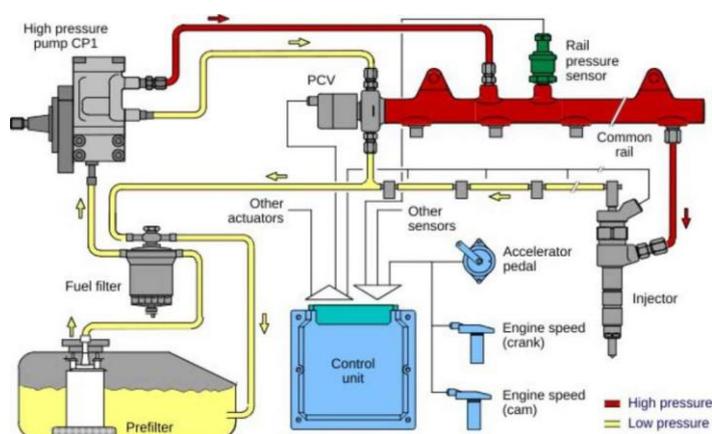
2.4.1.3 Métodos de inyección directa.

Common-rail. – Este método de inyección de combustible electrónico, para motores diésel este será aspirado por medio de una bomba de alta presión el cual una vez llegado a dicha bomba será contenida en un conducto de alta presión.

El conducto que contiene el combustible a alta presión será el encargado de distribuir a los inyectores.

Este método se lo realizara por separado ya que este trabajara independientemente al régimen de trabajo del motor (ver figura 16).

Figura 16



Sistema de Inyección Common-rail

Tomado de: (codigosec, 2019)

2.4.1.4 Bomba-Inyector.

Este método de inyección las constituye una unidad es decir que cada cilindro del motor constara con una unidad alojada en la culata. El funcionamiento de este será de manera mecánica es decir por medio de un empujador o balancines. (ver figura 17)

Al no constituir de líneas de alta presión, se podrá obtener una presión de inyección alrededor de 2.000 bar superior a las Bombas de Inyección Lineales y Rotativas.

Figura 17

Inyector Bomba



Tomado de: (codigosec, 2019)

2.4.2 Turbo

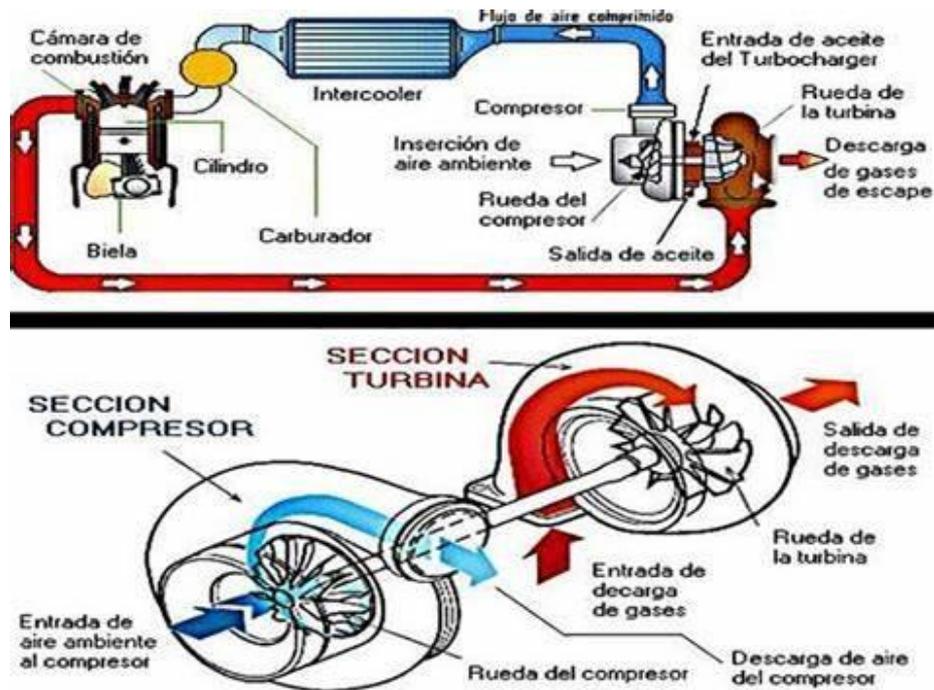
Este dispositivo es una de las claves de los motores a Diésel en la actualidad ya que este provee potencia y eficiencia.

Su trabajo se basa en la presión de los gases de escape que produce el mismo motor, estos gases al pasar al turbo producen un movimiento a la turbina el cual está conectada con un eje a la turbina de del compresor de admisión de aire.

La ventaja del turbo es al aprovechar la presión de los gases de escape que proporciona el mismo motor esto conlleva a la eficiencia del motor, por lo que se podrá obtener más potencia sin elevar los consumos del combustible. (ver figura 18)

Figura 18

Turbo Compresor de Motor Diésel



Tomado de: (motor79, 2012)

Capítulo III

Implementación del Tablero de Transferencia Automática

Lo descrito en el marco de referencia afronta a todo lo referente sobre el sistema de control de un tablero de transferencia automática y un grupo electrógeno con motor a combustión interno a diésel mediante un controlador electrónico.

3.1. Diseño Metodológico

Para la implementación de este nuevo tablero de control de Transferencia Automática y grupo electrógeno como primer paso se realizó la investigación de distintos sistemas de control aplicados en Transferencias automáticas y grupos electrogenos, materiales eléctricos utilizados, aplicaciones, funciones, aplicabilidad y sus implementaciones. Para ellos se consultó en distintas fuentes de información como páginas web, libros, manuales y documentos, etc.

Una vez implementado ese nuevo tablero de control de transferencia automática se realizaron pruebas funcionales de todo el sistema de control de Transferencia automática y Grupo Electrógeno simulando un corte de energía.

Una vez completada las pruebas de funcionamiento se realizó el análisis de los resultados, en donde se analizaron los beneficios y la aportación a la industria, permitiendo un mejor funcionamiento del Sistema de transferencia automática y grupo electrógeno.

3.2. Proceso de la Investigación.

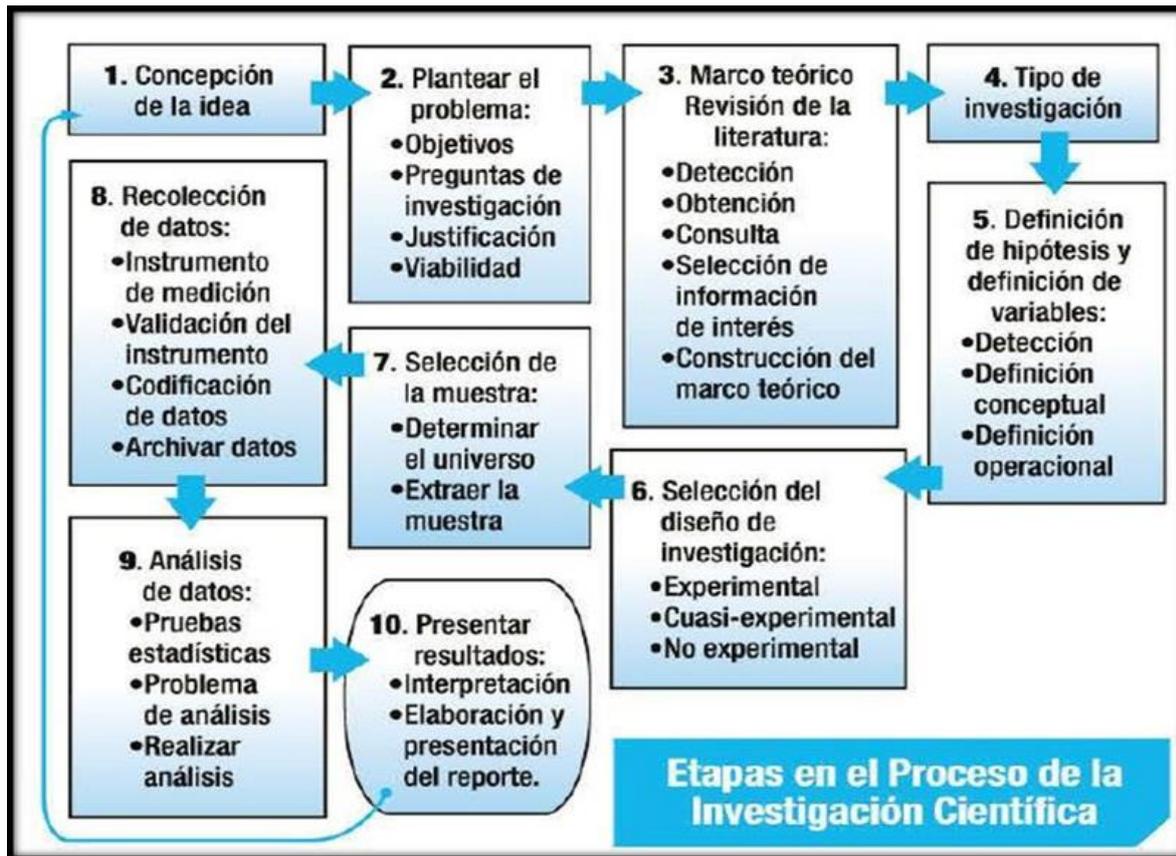
El proceso de investigación es parte fundamental en la implementación de este proyecto, es el comienzo en donde se logra adquirir la información necesaria para realizar el trabajo propuesto.

Después de completar este proceso se planifica los pasos a seguir para la realización del proyecto y alcanzar los objetivos propuestos.

La realización del presente proyecto está basada en las etapas de un proceso de investigación como se muestra en la figura 19 para lograr de la mejor manera la implementación de nuestro proyecto.

Figura 19

Etapas del Proceso de Investigación



Tomado de: (Salvador González-Palomares, 2011)

3.3. Implementación del Tablero de Transferencia Automática YN-ATS400A

Para la ejecución de este proyecto se realizó la implementación de un nuevo tablero de transferencia automática y se realizó varias modificaciones en el sistema de control del grupo electrógeno con la finalidad que permitiera controlar el motor de combustión interna diésel, el generador eléctrico y el tablero de transferencia automático desde un controlador electrónico.

Para poder realizar la comunicación entre el tablero de transferencia automática y el grupo electrógeno, se instaló un cableado de control con ochos cables de calibre numero 16 para el control de parámetros de funcionamiento.

Como procedimiento final se realizó la configuración del módulo de control electrónico y sus respectivas pruebas de funcionamiento.

A continuación, se describe el paso a paso del proceso ejecutado para la implementación de este proyecto.

3.4. Materiales y Equipos

En primer lugar, se establecerán los equipos y materiales que se van a utilizar en la implementación del proyecto. Los materias y equipos están descritos en la tabla que se puede observar a continuación.

Tabla 1

Materiales y equipos que fueron utilizados en la instalación

Materiales	Equipos
Breakers de Protección	Transferencia Automática Aisikai 400 Amp.
Relés de 12 Voltios DC	Módulo de Control DSE 4520 MKII
Terminales Eléctricos	
Cable Concéntrico de 4 Cables Número AWG 16	
Tubería metálica Galvanizada	
Caja Metálica (Gabinete de Tablero de transferencia Automática)	

Riel DIN

Borneras

3.5. Instalación de tubería metálica y cableado de control

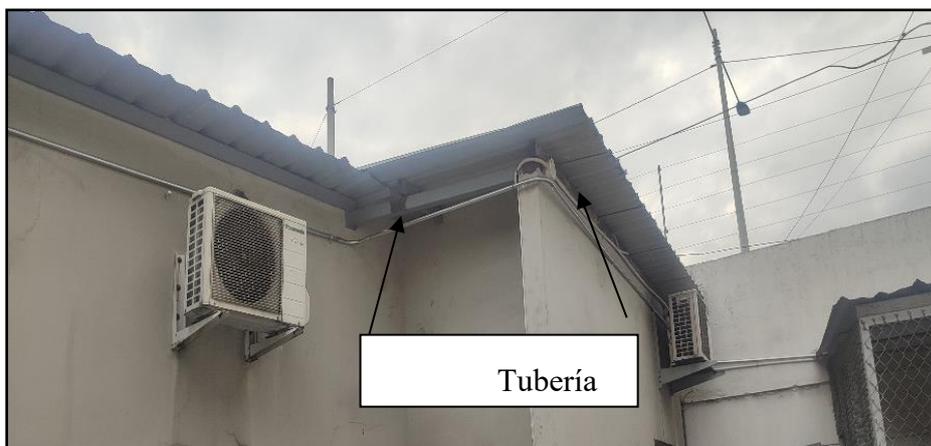
El cableado de control es importante para este proyecto porque mediante los cables de control la transferencia automática se conectará con el grupo electrógeno para realizar todas sus funciones. El cableado de control al estar expuesto a daños por influencias externas o por influencias ambientales y para evitar esos posibles daños se instalará una tubería metálica.

3.6. Instalación de tubería metálica

Como inicio de la implementación del proyecto se comenzó con la instalación 38 metros de tubería metálica desde el tablero de transferencia automática hasta el Grupo electrógeno el cual va a cumplir la función de proteger los cables de control de posibles daños que pueda sufrir, esta tubería metálica fue instalada de forma que no sea un obstáculo ni que afecte en la infraestructura de la pared en la que fue instalada (Ver Figura 20).

Figura 20

Instalación de Tubería Metálica.



Después de haber concluido con la instalación de la tubería metálica se procedió a colocar del cableado de control por la tubería desde el tablero de transferencia automática hasta el grupo electrógeno como se puede evidenciar en la figura 21.

Es importante que los cables de control no sufran daños, ya que los mismos cumplen funciones como:

- Activar y desactivar la transferencia.
- Enviar señales de voltajes de 12VDC.
- Enviar señales de Voltaje Alterna.
- Y para que la comunicación entre el tablero de transferencia automática y el grupo electrógeno sea efectiva y segura los cables no tiene que presentar ningún daño.

Figura 21

Conexión de Cables de Control



3.7. Implementación del Tablero de Transferencia Automática

Como se indicó anteriormente como resumen el proyecto de implementación del tablero de transferencia automática tiene como objetivo actualizar el sistema de control para que desde

un módulo electrónico se pueda controlar el motor de combustión interna diésel, el Generador y el tablero de Transferencia Automática.

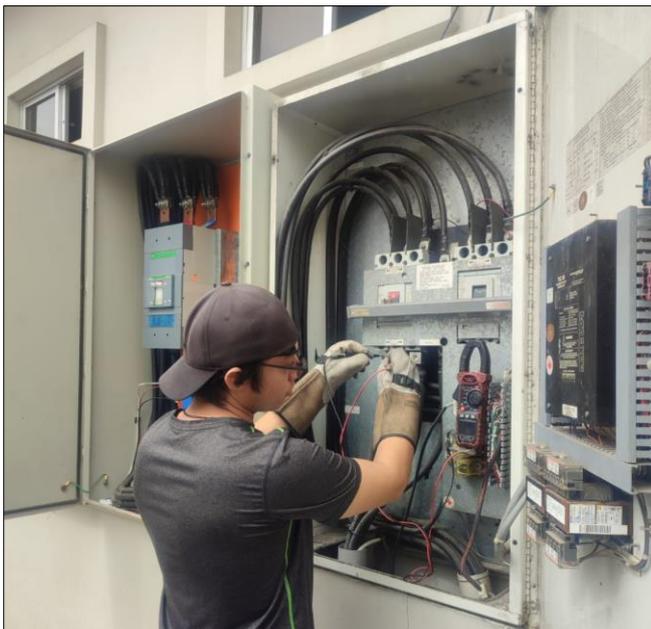
Para lo cual consiste en reemplazar el tablero de transferencia automática junto con todos sus elementos. A continuación, se detallará el paso a paso de la implementación del proyecto.

3.7.1. Desconexión y Desmontaje del Tablero de Transferencia Automática

El primer a que se realizo es la aplicación de las medidas preventivas de seguridad las cuales son des energización del tablero de transferencia automática antiguo y el grupo electrógeno. Estas medidas de seguridad se deben realizar de manera obligatoria para prevenir riesgos o accidentes eléctricos (Ver Figura 22).

Figura 22

Comprobación de Voltaje en Tablero de Transferencia Automática



3.7.2. Desmontaje del tablero de Transferencia Automática Antiguo

Una vez aplicada las medidas preventivas de seguridad se comienza a realiza el desmontaje de los elementos de control, equipos internos y desconexión de cables de potencia y de control, para facilitar el retiro del tablero de transferencia automática antiguo (Ver Figura 23).

Figura 23

Desmontaje del Tablero Antiguo



3.7.3. Montaje del Nuevo Tablero de Transferencia Automática

Una vez retirado el tablero de transferencia automática antiguo se procede a instalar en nuevo tablero de transferencia automática, el proceso de montaje debe ser cuidadoso ya que el tablero contiene equipos eléctricos y elementos de control que no pueden ser golpeados. El nuevo tablero fue ubicado en el mismo lugar y la misma posición en la que se encontraba el anterior tablero y además se lo fijo contra la pared para que no se puede mover y quede en una posición segura esto se puede verificar en la figura 24.

Figura 24*Instalacion del Nuevo Tablero de Control***3.7.4. Conexión de cables de potencia y de control.**

Después de fijar de forma segura el nuevo tablero de transferencia automática se procedió a la conexión de los cables de potencia los cuales son los que pertenecen a la Red Eléctrica, al Generador de Corriente Alterna y a la Carga que se conectaran en el Swicth de Transferencia Automática Aisikai 400 Amp. Una vez concluido con la conexión de los cables

de potencia se habrá termina la instalación del tablero de transferencia automática. (Ver Figura 25)

Figura 25

Conexión de Líneas de Alimentación del Tablero



3.8. Conexión de Cables de Control

Concluido el montaje del tablero de transferencia automática y la conexión de los cables de fuerza o potencia se realiza la conexión de los cables de control tanto en el generador en el tablero de transferencia automático. Como se mencionó anteriormente estos cables de control realizaran diferentes funciones importantes como el monitoreo de parámetros, envío de señales para activación de equipos eléctricos.

Para este sistema de control se utilizará siete cables de control con diferentes funciones y se van a dividir en tres grupos:

- Tres cables para monitoreo de voltaje de empresa eléctrica.
- Dos cables para salidas digitales de 12 voltios DC.
- Dos cables para voltaje negativo y positivo de batería.
- Cables para monitoreo de voltaje de empresa eléctrica.

Como primer grupo de los cables de control utilizaremos tres cables para el monitoreo del voltaje de empresa eléctrica por parte del módulo de control. Este monitoreo es muy importante ya dependerá del estado de la red eléctrica y de las protecciones que se configure en el módulo de control para que el módulo de control ordene encender el Generador, activar y desactivar la transferencia automática. Estos cables se tendrán que conectar en un orden específico para que el monitoreo del voltaje sea correcto, el orden debe ser de la siguiente forma:

- Fase R de Voltaje de Empresa Eléctrica (L1)
- Fase S de Voltaje de Empresa Eléctrica (L2)
- Fase T de Voltaje de Empresa Eléctrica (L3)

3.8.1. Cables para Salidas Digitales de 12 Voltios DC.

Las salidas digitales son señales de voltaje que pueden ser de 12 voltios DC o 24 voltios DC (dependerá del sistema que use el Motor 12VDC o 24VDC) que son usadas para la

activación de componentes eléctricos. Para esta ocasión se usará dos salidas digitales para la activación de los relés de transferencia y re-transferencia.

- Salida digital de 12VDC para activación de relé de transferencia automática.
- Salida digital de 12VDC para activación de relé de re-transferencia automática.

3.8.2. Cables para Voltaje Negativo y Positivo de Batería.

- Voltaje de alimentación de batería que usara para alimentar el módulo de control del tablero de trasferencia automático.
- Voltaje negativo de batería.
- Voltaje positivo de batería

3.9. Configuración del Módulo de Control Electrónico

Después de haber concluido con la instalación del tablero de transferencia automática como proceso final se realiza la programación del módulo de control del módulo de control del grupo electrógeno con la final de activar todas las funciones como tiempos de activación del mecanismo de transferencia automática y las funciones de protecciones del motor a combustión interna diésel y del generador de corriente alterna.

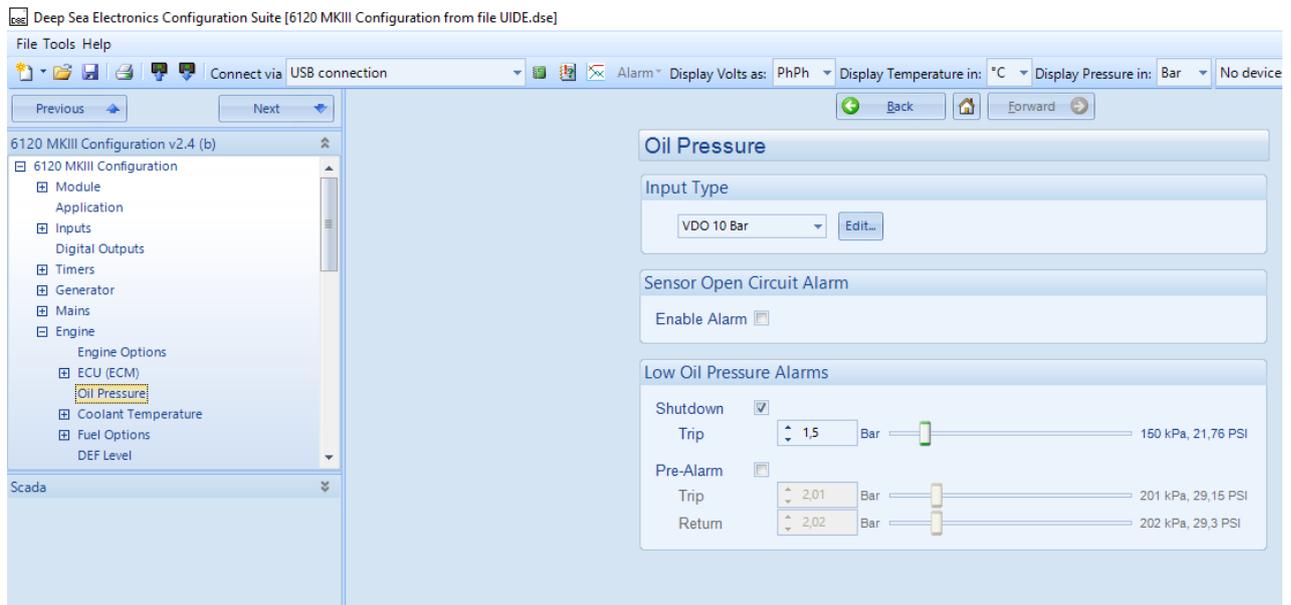
3.10. Protecciones del Motor a Combustión Interna Diesel

3.10.1. Low Oil Pressure Alarms (Alarmas por Baja Presión de Aceite)

Esta opción permitirá proteger al motor en caso de una baja presión de aceite del motor. Como un parámetro estándar para que el motor se apague en caso de bajar la presión de aceite se deja la protección a 1,5 bar (21,76 PSI), esta es una presión en la que el motor no sufrirá daños internos en sus componentes (Ver Figura 26).

Figura 26

Instalacion de las lineas de alimentacion del tablero



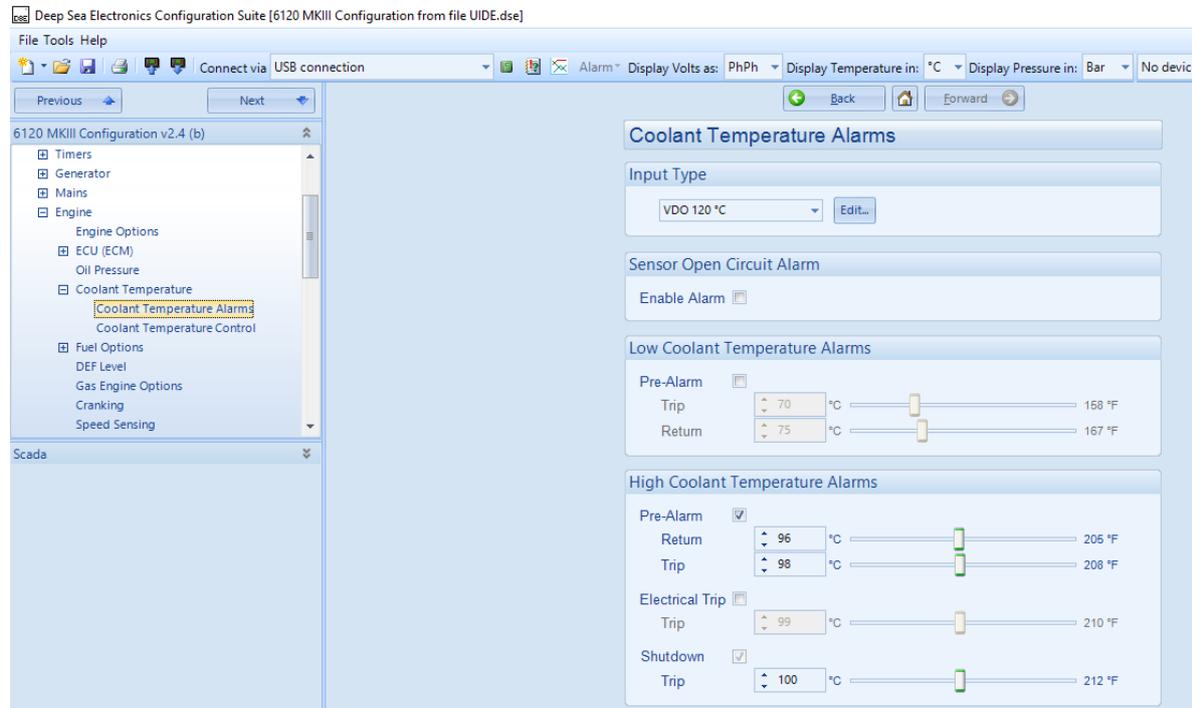
3.10.2. High Coolant Temperature Alarms (Alarmas por Alta Temperatura del Motor)

Esta alarma permitirá que la activación de apagado del motor en caso de que la temperatura del motor se eleve y paso del parámetro de protección establecido. El módulo de control permite establecer una Pre - alarm (Alarma Previa) y un Shutdown (Apagado), en donde se establecerá los parámetros de la siguiente manera:

- **Pre - alarm (Alarma Previa):** En esta opción tendrán que establecer dos parámetros, que permitirá establecer una alarma de advertencia de alta temperatura y un parámetro de retorno para que se eliminé la alarma en caso de la temperatura del motor vuelva a su temperatura normal de funcionamiento. Como activación de la alarma de advertencia por alta temperatura se establecerá en 98° Grados Centígrados y el Retorno para la eliminación de la advertencia será de 96° Grados Centígrados.
- **Shutdown (Apagado):** Para el apagado del Motor en caso de alta temperatura del refrigerante del motor se establecerá en 100° Grados centígrados como parámetros de protección para que el motor no sufra daños (Ver Figura 27).

Figura 27

Configuración de Parámetros de Protección del Motor a Combustión Interna Diesel por Alta Temperatura.



3.10.3. Alarmas por Alto y Bajo Voltaje de la Batería del Motor.

Con el propósito de cuidar la batería del motor y proteger al sistema eléctrico del equipo de un alto voltajes o bajo voltaje de funcionamiento se establecerán alarmas de advertencia y apagado. Para el módulo de control permite establecer advertencias y apagados en caso de un alto o bajo voltaje de funcionamiento de la batería o del alternador del motor.

3.10.4. Alarmas de Voltaje de Batería (Voltage Alarms)

Se definirán dos tipos de advertencia o alarmas de Batería del motor y estos serán por alto y bajo voltaje lo cual se programarán de la siguiente manera:

- **Under Voltage (Bajo Voltaje):** Se programará el Warning (Advertencia) en 11,0 Voltios DC y el Return (Retorno) en 11,5 Voltios DC, lo cual significa que si cuando la batería del motor se encuentre en 11,0 Voltios DC el módulo de control enviará una

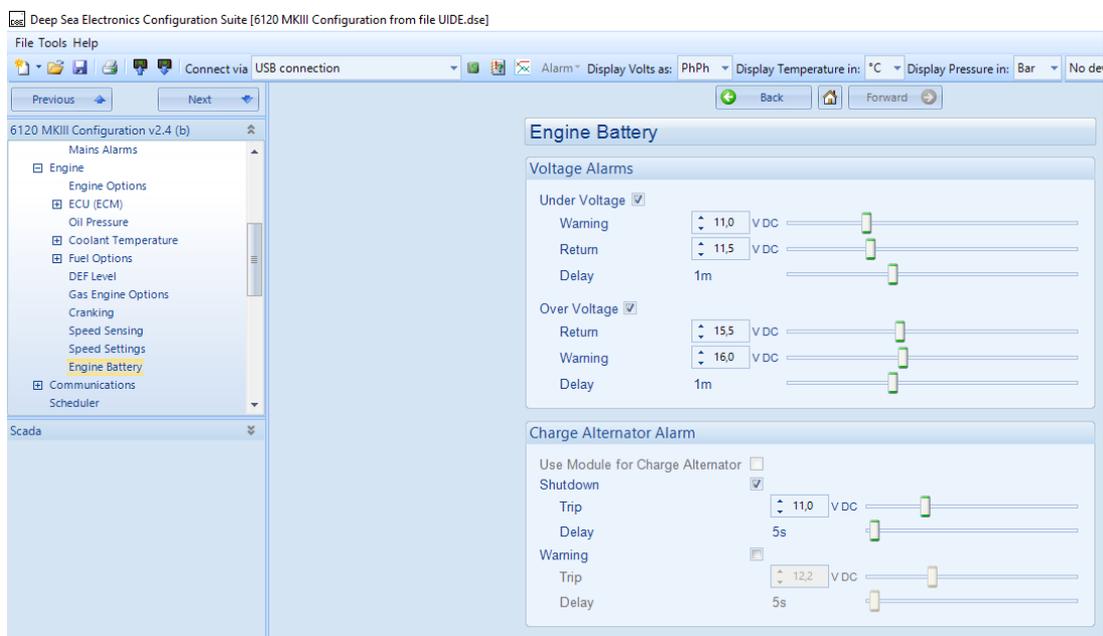
alarma de advertencia por bajo voltaje y si el voltaje sube o pasa de 11,5 Voltios DC la alarma de advertencia se eliminará.

- **Over Voltage (Alto Voltaje):** Para las alarmas de sobre voltaje en caso de que la batería del motor tenga una sobrecarga se establecerá el Warning (Advertencia) en 16,0 Voltios DC y el Return (Retorno) en 15,5 Voltios DC para que la alarma por sobrevoltaje de la batería se elimine.

El módulo de control electrónico también permite activar un apagado del motor en caso de que el Alternador DC no esté realizando un correcto funcionamiento, por lo cual se programara para que realice un apagado del motor en 11,0 Voltios DC para así proteger al sistema eléctrico del equipo (Ver Figura 28).

Figura 28

Configuración de Parámetros de Protección del Motor a Combustión Interna Diesel por Alto y Bajo Voltaje de Batería.



3.11. Guía de operación y funcionamiento del Tablero de Transferencia Automática YN-ATS-400A con control electrónico

La presente guía de operación y funcionamiento contiene información sobre el correcto uso y operación de la transferencia automática modelo yns con control electrónico modificada para operar en conjunto con el grupo electrógeno Perkins.

El tablero de transferencia automático YN-ATS-400A con control electrónico es parte fundamental para el funcionamiento del grupo electrógeno Perkins por su función principal de respaldo de energía antes problemas de voltajes y fallas en la red eléctrica pública.

El diseño del sistema de control de la transferencia automática con control contiene elementos eléctricos de control y un panel de control electrónico que permitirán realizar la función de transferencia y Re-transferencia de las fuentes de energía permitiendo un correcto funcionamiento automático.

3.11.1 Componentes

El tablero de transferencia automático YN-ATS-400A con control electrónico contiene componentes eléctricos y electrónicos de control como breakers de protección, relés, borneras, interruptor de transferencia automática, luces indicadoras y panel electrónico.

3.11.2 Gabinete

También conocido como tablero eléctrico es el componente en donde se van a ubicar todos los componentes eléctricos y de control que conforman todo el sistema de transferencia automática, también cumple la función proteger las conexiones eléctricas frente a los diferentes ambientes climáticos donde se encuentre instalado el tablero.

3.11.3 Módulo de control DSE4520 MKII AMF

Es un panel de control electrónico que contiene múltiples funciones de control y protección de la transferencia automática. Es este sistema de transferencia automática el

módulo de control electrónico DSE4520 MKII AMF permitirá visualizar en su pantalla las siguientes funciones:

- Parámetros de voltaje de energía de empresa eléctrica en L-L (Línea a Línea) y L-N (Línea a Neutro).
- Frecuencia eléctrica de energía de empresa eléctrica en Hz (Hertz)
- Parámetros de voltaje de energía del grupo electrógeno en L-L (Línea a Línea) y L-N (Línea a Neutro).
- Frecuencia eléctrica de energía del grupo electrógeno en Hz (Hertz)
- Velocidad de funcionamiento del grupo electrógeno.
- Horas de trabajo de funcionamiento del sistema de transferencia automática y grupo electrógeno.
- Voltaje de batería del grupo electrógeno.

3.11.4 Breakers de Protección

Los breakeres van a cumplir la función de proteger el circuito eléctrico de altos amperajes que se puedan generar dentro del sistema protegiendo a los componentes del tablero de transferencia automática. Dentro del tablero se encuentran siete breakers que protegen diferentes circuitos y son los siguientes:

- Breaker de protección de voltaje de empresa eléctrica de censado de voltaje de línea R.
- Breaker de protección de voltaje de empresa eléctrica de línea S.
- Breaker de protección de voltaje de empresa eléctrica de línea T.
- Breaker de protección de voltaje del Grupo electrógeno de línea U.
- Breaker de protección de voltaje del Grupo electrógeno de línea V.
- Breaker de protección de voltaje del Grupo electrógeno de línea W.

- Breaker de protección de voltaje de alimentación de 12VDC del módulo de control DSE 4520 MKII.
- Relés 12VDC.
- Relé de transferencia.
- Relé de Re-transferencia.
- Borneras.
- Cable de control N16.
- Indicador luminoso color verde (MAINS o Red Pública).
- Indicara que la transferencia automática se encuentra funcionando con Red Pública.
- Indicador luminoso color rojo (GEN o Generador).
- Indicara que la transferencia automática se encuentra funcionando con el generador.

3.11.5 Modos de Operación.

3.11.5.1 Modo de Operación Automática.

En este modo de operación el módulo de control del Generador y el interruptor del Tablero de Transferencia Automática debe estar en Modo Auto como se observa en la figura.

El modo de operación automática permitirá que el Generador mediante su módulo de control electrónico controle y regule el funcionamiento del tablero de transferencia y el generador de acuerdo con sus parámetros configurados sin intervención de un operador.

3.11.5.2 Modo de Operación Manual.

En el tipo de operación de modo manual se necesitará la intervención de un operador, ya que el operador tendrá operar de forma manual el encendido del Generador y la activación del tablero de transferencia.

Para realizar el funcionamiento del Generador y el tablero de transferencia en modo manual se debe seguir los siguientes pasos y se dividirá en dos procesos:

3.11.5.3 Proceso de Encendido de Generador y Transferencia de Red Eléctrica a Generador

1. El módulo de control electrónico del generador se debe colocar en modo OFF
2. Realizar una revisión visual de los niveles de fluidos (nivel de aceite, refrigerante y combustible) y que el breaker principal del generador se encuentre en modo ON.
3. Pulsar el botón de “Modo Manual” el módulo de control electrónico del generador.
4. Pulsar el botón de encendido para encender el generador.
5. Verificar que los parámetros de funcionamiento del generador sean correctos.
6. Dirigirse al tablero de transferencia automática y con la llave de seguridad colocar en modo manual el mecanismo de transferencia.
7. Colocar la palanca de emergencia y mover hacia la derecha hasta que el indicador se encuentre en “Generador”.

3.11.5.4 Proceso de Re-Transferencia de Generador a Red Eléctrica y Apagado del Generador.

8. Con la palanca de emergencia girar hacia la izquierda hasta que el indicador se encuentre en “Red Pública”.
9. Con la llave de seguridad se colocará en modo automático el mecanismo de transferencia.
10. Se deja que el generador siga en funcionamiento durante 5 minutos como periodo de enfriamiento.
11. Pulsar el botón stop para apagar el generador.

12. Pulsar el botón auto para que el sistema quede en modo automático.

CAPITULO IV

Análisis de Resultados Obtenidos al Implementar el Tablero de Transferencia Automática con Modulo Electrónico.

4.1 Descripción

Una vez realizado los ajustes en la configuración del módulo de control DSE, se realiza pruebas de funcionamiento en automático en el cual se simula un corte de energía de empresa eléctrica. La prueba de corte de energía de empresa eléctrica consiste en colocar en OFF del breaker principal, una vez realizado esto se corta el suministro de energía eléctrica y el módulo de control del generador lo detectará y dará la orden de encendido del generador.

Encendido el generador se espera un tiempo aproximado de 12 segundos para que los parámetros de funcionamiento sean estables, después que el módulo de control verifique que los parámetros de funcionamiento del motor sean estables enviara la señal de activación de la transferencia automática con lo cual activara el mecanismo automático de la transferencia y el generador suministrara energía al establecimiento.

Se revisan que los parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna y del generador de energía AC se encuentren dentro de los rangos permitidos para un buen funcionamiento.

Para culminar la prueba de funcionamiento se coloca nuevamente el breaker principal de energía de empresa eléctrica en ON, cuando el módulo de control detecta que la energía de empresa eléctrica se reestableció activara un temporizador de un minuto con la finalidad de verificar que la energía de la empresa eléctrica sea estable y este dentro de los rangos configurados. Después de cumplirse el minuto el módulo de control enviara la señal de activación de la re-transferencia automática activando nuevamente el mecanismo automático de la transferencia para cambiar de generador a red eléctrica para que el establecimiento tenga energía de empresa eléctrica.

Después de haberse realizado la re-transferencia se activará un temporizador de tres minutos como enfriamiento con la finalidad bajar la temperatura de enfriamiento del motor de combustión interna diésel y no se apague de forma brusca y evitar choques térmicos dentro del motor, después de haberse cumplido el tiempo de enfriamiento el generador se apagará.

4.2 Beneficios del Sistema Automático de la Transferencia

4.2.1 Beneficios del Tablero de Transferencia Automática

Funcionamiento en modo automático: Al estar el sistema completamente automatizado no habrá intervención de un operario y estará disponible en cualquier momento.

- **Fácil manejo:** el tablero de transferencia automática instalado fue diseñado de tal manera que cualquier persona capacitada pueda la operar.
- **Disponibilidad de Repuestos:** El tablero de transferencia automática fue realizado con materiales y componentes que cumplen con las normas internacionales de calidad y accesibles en el mercado automotriz ecuatoriano.
- **Reducción de tiempos:** El sistema de control automático mejora la comunicación entre el tablero de transferencia automática y el grupo electrógeno permitiendo reducir tiempos muertos y de emergencia previniendo paros inesperados.
- **Fiabilidad en su funcionamiento:** Este nuevo sistema de control.

4.3. Resultados Obtenidos

Se pudo lograr que el módulo de control electrónico controle al nuevo tablero de transferencia automática, generador de corriente alterna y al motor de combustión interna diésel.

La implementación de un módulo de control electrónico permitió que el grupo que sea controlado por solo una ECU. Este módulo de control electrónico tiene la capacidad de ser programable para cualquier tipo de motor a combustión interna, esto permitió acceder a todas las funciones para que el grupo electrógeno tenga un funcionamiento de forma eficiente, además de acceder a nuevas funciones para aumentar la capacidad de respuesta durante su encendido.

Además, aumentar su eficiencia en el funcionamiento del motor a combustión interna a diésel permitiendo un óptimo funcionamiento, un mejor monitoreo de sus parámetros de funcionamiento y reducción de fallas y paros inesperados.

Se aumento el tiempo de respuesta del grupo electrógeno de minutos a segundos ante cualquier situación que se amerite su funcionamiento.

Gracias al módulo de control electrónico se logro que el grupo electrógeno ante una falla de red publica en menos de 45 segundos realice el encendido de todo el grupo (Motor a combustión interna diésel, alternador AC y tablero de transferencia automática) realice su proceso de funcionamiento.

Se realizaron pruebas de funcionamiento del tablero de transferencia en forma automática, simulando un corte de energía eléctrica para verificar el correcto funcionamiento del tablero de transferencia y el grupo electrógeno.

Conclusiones

El tablero de transferencia automática con módulo de control electrónico implementado tuvo la finalidad de combinar el funcionamiento del motor a combustión interna diésel, el alternador AC y el tablero de transferencia automática mediante un módulo de control electrónico y esto permitió realizar una actualización de un sistema de control anticuado a un sistema de control moderno y actualizado que cumpliendo las normativas de calidad.

Los resultados obtenidos una vez que se dio la instalación del tablero fue la eficiencia del actual de mismo al realizar las pruebas, porque permitió aumentar la repuesta al encendido del grupo de electrógeno ante una falla de la res de empresa eléctrica y que el mismo pueda rápidamente suministrar de energía al establecimiento.

También permitió que mediante el modulo de control electrónico tener acceso a los parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna en tiempo real y así mismo realizar una configuración en el cual se activa parámetros de protección en caso de que el motor a combustión interna presente problemas durante su funcionamiento protegiendo de daños por alta temperatura, baja presión de aceite, bajo voltaje de batería entre otros.

El tablero de transferencia automática implementado aporta con nuevas ideas sobre sistemas de controles para motores a combustión interna diésel partiendo desde un diseño no tan complejo e innovador realizado con componentes de calidad que cumplen normativas eléctricas y que se pueden encontrar en el mercado automotriz ecuatoriano, también le permite al usuario entender rápidamente el uso y el funcionamiento con un modulo electrónico programable mediante un programa que se lo puede adquirir de forma gratuita.

Recomendaciones

Realizar un mantenimiento preventivo del tablero de transferencia automática el cual comprendería realizar un ajuste de todos los terminales eléctricos ya que al estar energizado con el paso del tiempo estos terminales eléctricos tienden a perder su ajuste y puede provocar un cortocircuito dentro del tablero de transferencia automática.

Realizar limpieza del tablero de transferencia automática, esta limpieza debe ser externa e interna para así mantener los materiales y componentes eléctricos libres de suciedad y polvo lo que ayudara a prevenir que se deterioren rápidamente y aumentar su vida útil. Para la limpieza interna del tablero es importante tener en cuenta usar los equipos de protección personal y desenergizar el tablero de transferencia automática.

Se debe realizar pruebas de funcionamiento cada 3 mese, estas pruebas permiten mantener el tablero de transferencia automática y todos sus componentes eléctricos operativos además de poder llevar un registro de funcionamiento y también ayuda a prevenir paros inesperados.

En el caso de realizar el funcionamiento de manera manual se debe seguir las instrucciones que se encuentran en la guía de operación en donde se describe los pasos a seguir. La guía de operación se encuentra ubicado en los anexos del presente documento, además está operación es recomendable que la realice una persona autorizada con conocimientos del funcionamiento del tablero de transferencia automática.

Para la realización de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos es necesario la desconexión de energía de la red de empresa eléctrica para garantizar la seguridad y la salud de las personas este trabajo, ya que el tablero constantemente permanece con energía eléctrica lo que significa que puede haber riesgos y peligros por descargas eléctricas.

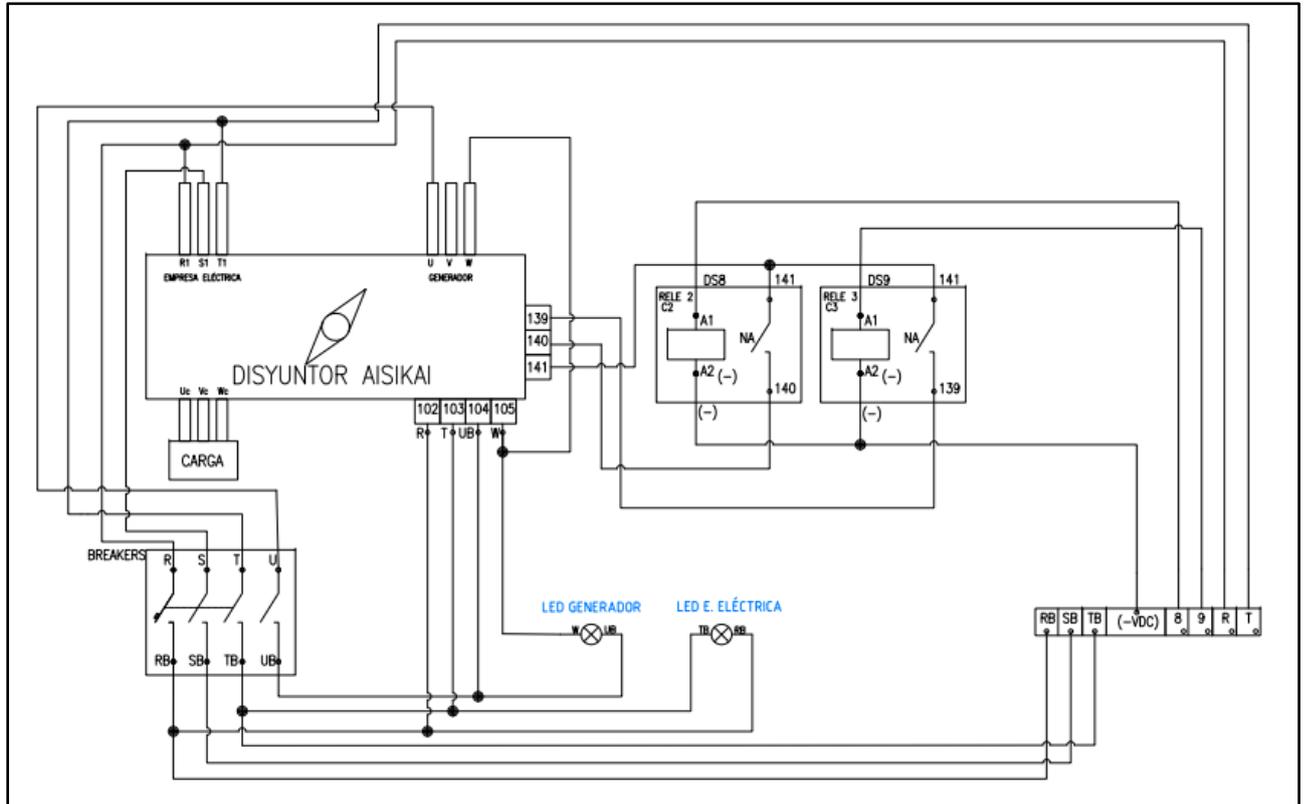
Bibliografía

- ACGenioAdmin. (2024). *¿Cómo funciona un tablero de Transferencia Automática?* AC & CC. <https://www.ac-cc.com/blog/como-funciona-un-tablero-de-transferencia-automatica>
- Admin. (2023, 12 abril). La seguridad en la manipulación de un grupo electrógeno. *Agresa*. <https://www.agresa.es/blog/seguridad-manipulacion-domestico/>
- CodigosDTC.com. (2021, 18 febrero). *Inyección indirecta*. <https://bit.ly/3NnpIwl>
- Distribution board,circuit breaker,fish tape,cable marker,anti vandal switch,Thermostat:ezitown*. Distribution Board,Circuit Breaker,Fish Tape,Cable Marker,Anti Vandal Switch,Thermostat:Ezitown. <https://> <https://bit.ly/4gYrhym>
- Ezitown_Admin. (2017, 25 febrero). *Disyuntor 32A con protección contra sobrecarga*
- Hello Auto. (2024, 8 mayo). *¿Qué es el Relé? - Glosario de mecánica | Hello Auto*. <https://bit.ly/3zL8Rk9>
- MATERIALES ELECTRICOS - JD ELECTRICOS. (2024). *Materiales electricos | Distribuidor Productos por mayor*. Materiales Electricos, Productos Electricos En Colombia JD ELECTRICOS. <https://jdelectricos.com.co/como-funciona-un-breaker-electrico/%7D>
- SEAS, Estudios Superiores Abiertos. (2022, 11 agosto). *El Relé: para qué es, para qué sirve y qué tipos existen | Blog SEAS*. Blog de SEAS. <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>
- Swift Equipment Solutions. (s. f.). *Low hours Cummins NT855 Big Cam Diesel Engine*. <https://bit.ly/3U0RmTQ>.
- Vilar, A. (2021). *¿Qué es un grupo electrógeno? ¿Qué partes tiene? | EQUIPZILLA*. EQUIPZILLA. <https://equipzilla.com/blog/que-es-un-grupo-electrogeno/>

Anexos

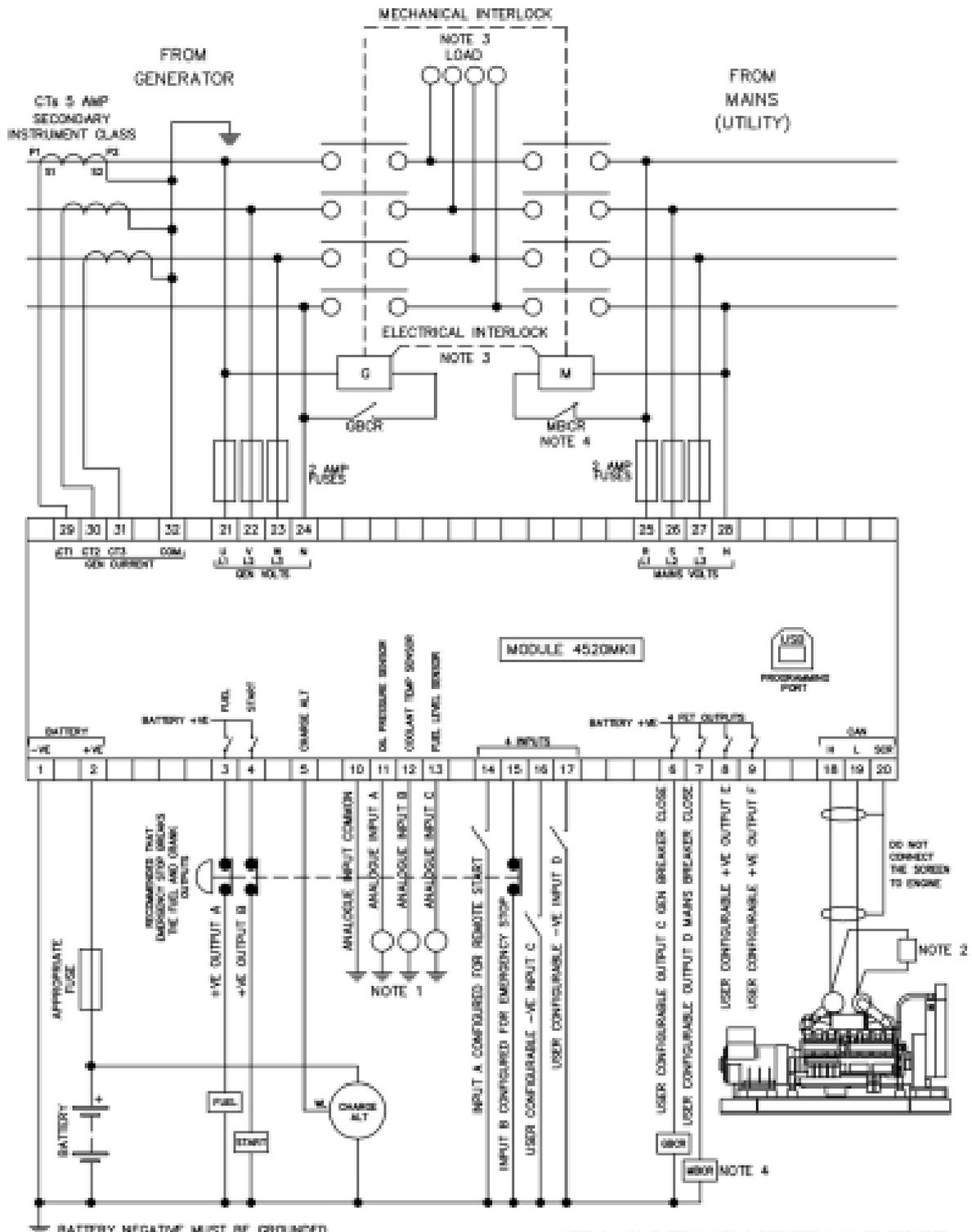
Anexo A

Diagrama eléctrico del Sistema de Transferencia Automático



Anexo B

Diagrama eléctrico del Módulo Electrónico DSE 4520 MKII AMF



Anexo C

Guía de operación y funcionamiento del Tablero de Transferencia Automática YN-ATS-400A con control electrónico

La presente guía de operación y funcionamiento contiene información sobre el correcto uso y operación de la transferencia automática modelo yns con control electrónico modificada para operar en conjunto con el grupo electrógeno Perkins.

El tablero de transferencia automático YN-ATS-400A con control electrónico es parte fundamental para el funcionamiento del grupo electrógeno Perkins por su función principal de respaldo de energía antes problemas de voltajes y fallas en la red eléctrica pública.

El diseño del sistema de control de la transferencia automática con control contiene elementos eléctricos de control y un panel de control electrónico que permitirán realizar la función de transferencia y Re-transferencia de las fuentes de energía permitiendo un correcto funcionamiento automático.

Componentes

El tablero de transferencia automático YN-ATS-400A con control electrónico contiene componentes eléctricos y electrónicos de control como breakers de protección, relés, borneras, interruptor de transferencia automática, luces indicadoras y panel electrónico.

Gabinete

También conocido como tablero eléctrico es el componente en donde se van a ubicar todos los componentes eléctricos y de control que conforman todo el sistema de transferencia automática, también cumple la función proteger las conexiones eléctricas frente a los diferentes ambientes climáticos donde se encuentre instalado el tablero.

Módulo de control DSE4520 MKII AMF

Es un panel de control electrónico que contiene múltiples funciones de control y protección de la transferencia automática. Es este sistema de transferencia automática el

módulo de control electrónico DSE4520 MKII AMF permitirá visualizar en su pantalla las siguientes funciones:

- Parámetros de voltaje de energía de empresa eléctrica en L-L (Línea a Línea) y L-N (Línea a Neutro).
- frecuencia eléctrica de energía de Empresa Eléctrica en Hz (Hertz).
- Parámetros de voltaje de energía del grupo electrógeno en L-L (Línea a Línea) y L-N (Línea a Neutro).
- frecuencia eléctrica de energía del grupo electrógeno en Hz (Hertz)
- velocidad de funcionamiento del Grupo Electrógeno.
- Horas de trabajo de funcionamiento del sistema de transferencia automática y grupo electrógeno.
- Voltaje de batería del grupo electrógeno.

Breakers de Protección

Los breakeres van a cumplir la función de proteger el circuito eléctrico de altos amperajes que se puedan generar dentro del sistema protegiendo a los componentes del tablero de transferencia automática. Dentro del tablero vamos a encontrar siete breakers que protegen diferentes circuitos y son los siguientes:

- Breaker de protección de voltaje de empresa eléctrica de censado de voltaje de línea R.
- Breaker de protección de voltaje de empresa eléctrica de línea S.
- Breaker de protección de voltaje de empresa eléctrica de línea T.
- Breaker de protección de voltaje del Grupo electrógeno de línea U.
- Breaker de protección de voltaje del Grupo electrógeno de línea V.
- Breaker de protección de voltaje del Grupo electrógeno de línea W.

- Breaker de protección de voltaje de alimentación de 12VDC del módulo de control DSE 4520 MKII.
- Relés 12VDC.
- Relé de transferencia.
- Relé de Re-transferencia.
- Borneras.
- Cable de control N16.
- Indicador luminoso color verde (MAINS o Red Publica).
- Indicara que la transferencia automática se encuentra funcionando con Red Pública.
- Indicador luminoso color rojo (GEN o Generador).
- Indicara que la transferencia automática se encuentra funcionando con Generador.

Modos de Operación

Modo de Operación Automática

En este modo de operación el módulo de control del Generador y el interruptor del Tablero de Transferencia Automática debe estar en Modo Auto como se observa en la figura.

El modo de operación automática permitirá que el Generador mediante su módulo de control electrónico controle y regule el funcionamiento del tablero de transferencia y el generador de acuerdo con sus parámetros configurados sin intervención de un operador.

Modo de Operación Manual

En el tipo de operación de modo manual se necesitará la intervención de un operador, ya que el operador tendrá operar de forma manual el encendido del Generador y la activación del tablero de transferencia.

Para realizar el funcionamiento del Generador y el tablero de transferencia en modo manual se debe seguir los siguientes pasos y se dividirá en dos procesos:

Proceso de Encendido de Generador y Transferencia de Red Eléctrica a Generador

13. El módulo de control electrónico del Generador se debe colocar en Modo OFF.
14. Realizar una revisión visual de los Niveles de Fluidos (nivel de aceite, refrigerante y combustible) y que el breaker principal del Generador se encuentre en Modo ON.
15. Pulsar el botón de “Modo Manual” el módulo de control electrónico del Generador.
16. Pulsar el botón de encendido para encender el Generador.
17. Verificar que los parámetros de funcionamiento del Generador sean correctos.
18. Dirigirse al tablero de Transferencia Automática y con la llave de seguridad colocar en modo manual el Mecanismo de Transferencia.
19. Colocar la palanca de emergencia y mover hacia la derecha hasta que el indicador se encuentre en “Generador”.

Proceso de Re-Transferencia de Generador a Red Eléctrica y Apagado del Generador.

20. Con la palanca de Emergencia girar hacia la izquierda hasta que el indicador se encuentre en “Red Pública”.
21. Con la Llave de Seguridad colocamos en modo Automático el Mecanismo de Transferencia.
22. Dejamos que el generador siga en funcionamiento durante 5 minutos como periodo de enfriamiento.
23. Pulsar el Botón Stop para apagar el Generador.

24. Pulsar el Botón Auto para que el sistema quede en Modo Automático.