



**Implementación de un sistema de transferencia automático para control de un grupo
electrógeno en una plataforma petrolera.**

Paredes Calle, Alex Eduardo y Villamarín Robles, David Alexander

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica

Centro de Estudios de Posgrado

Maestría en Electrónica Mención Redes Industriales

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster Electrónica Mención Redes
Industriales

Msc. Freire Llerena, Washington Rodrigo

10 de Julio del 2023

Latacunga



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“Implementación de un sistema de transferencia automático para control de un grupo electrógeno en una plataforma petrolera”** fue realizado por los señores **Paredes Calle, Alex Eduardo y Villamarín Robles, David Alexander;** el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, julio 2023

Firma:



WASHINGTON RODRIGO
FREIRE LLERENA

.....
Msc. Freire Llerena, Washington Rodrigo

Director

C.C.:1801910884



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Responsabilidad de Autoría

Nosotros **Paredes Calle, Alex Eduardo** y **Villamarin Robles, David Alexander**, con cédulas de ciudadanía n° 1802775237 Y 0503779753, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Implementación de un sistema de transferencia automático para control de un grupo electrógeno en una plataforma petrolera** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, julio 2023

Firma (s)

.....

Paredes Calle, Alex Eduardo

C.C.: 1802775237

.....

Villamarin Robles, David Alexander

C.C.: 0503779753



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Autorización de Publicación

Nosotros **Paredes Calle, Alex Eduardo** y **Villamarín Robles, David Alexander**, con cédulas de ciudadanía n°1802775237 Y 0503779753, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Implementación de un sistema de transferencia automático para control de un grupo electrógeno en una plataforma petrolera**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, julio 2023

Firma (s)

.....
Paredes Calle, Alex Eduardo

C.C.: 1802775237

.....
Villamarín Robles, David Alexander

C.C.: 0503779753

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de tesis de manera especial a mi Esposa Nelly Espinoza Z; Ella es mi principal apoyo y fuerza para seguir adelante; creamos la empresa más grade de mi vida, que es la familia, al mismo tiempo le doy gracias por la paciencia y tiempo que me otorgo para llegar al objetivo final de la obtención de un reconocimiento académico.

A mi Tía y Hermana junto a su familia, que siempre estuvieron presente en los buenos y malos momentos dándome el apoyo emocional que tanto necesitamos cada momento del diario vivir.

A^PC

DEDICATORIA

Dedicado especialmente a mis padres. Porque fueron mi base principal en la construcción de mi vida, sentando las bases de mi responsabilidad y mi deseo de superación. Siempre me han apoyado incondicionalmente, moral y económicamente, para ayudarme a convertirme en un profesional. A todas las personas que me han apoyado a lo largo de los años y han hecho realidad este sueño.

A mis hermanos, amigos cercanos y otros familiares que han estado ahí para mí en las buenas y en las malas, y por el apoyo que necesitaba cada día y a cada una de las personas que compartieron sus conocimientos para desarrollar de mejor manera este proyecto.

Deivid

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría, salud, vida, fuerza para culminar una etapa profesional que me encuentro.

A mi Esposa quien me apoyo en todo momento de la etapa educativa.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente, al mismo tiempo me enseñó el significado del amor y la vida, a mi Tía, por haberme otorgado valores personales, éticos y aprender que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue.

Agradezco a mis Profesores que con sabiduría y conocimientos es plasmo este proyecto de tesis.

Gracias a la Universidad y todos sus colaboradores que me apoyaron en la realización de la tesis de grado para alcanzar un nivel académico importante en la vida profesional.

A^PC

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por la salud, vida y fortaleza para culminar esta maestría. Todo se logra a través de mis padres que ven la vida de manera diferente y apoya mis decisiones. Agradecimiento especial a mi tutor por su ayuda y conocimiento que hizo posible este proyecto.

También me gustaría agradecer a todos mis maestros seres queridos por todas las enseñanzas que me dieron para ser un buen profesional.

Gracias a infinitas a esta noble institución y a las que aportaron su granito de arena en la realización de la tesis, ya que tuve la oportunidad de conocer muchas cosas nuevas que servirán para desarrollarlas en un futuro.

Deivid

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Cáratula	1
Reporte de Verificación de Contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de tablas	13
Índice de figuras	14
Índice de ecuaciones.....	18
Resumen.....	19
Abstract	20
Capítulo I: Fundamento teórico	21
Introducción	21
Antecedentes.....	22
Planteamiento del problema.....	24
Justificación	24

Objetivos.....	25
<i>Objetivo general</i>	25
<i>Objetivos específicos</i>	25
Capítulo II: Marco teórico	27
Consumo de energía.....	27
Energía eléctrica en el Ecuador	29
Sistema de Transferencia de energía	31
Tableros de transferencias	32
Interfaz de comunicación CAN.....	34
Comunicación RS-485.....	37
Capítulo III: Construcción e implementación del sistema mecánico	41
Ubicación física	41
Acciones para la implementación del sistema de transferencia automático... 41	
Modo de operación de los ATS (Automatic Transfer Switch).	42
Variación de los ATS.....	43
Interruptor de “transferencia automática” de aislamiento de derivación.	43
Interruptor de transferencia con entrada de servicio.	44
El interruptor de transferencia.	44
Los tipos de transferencias más utilizadas:.....	45
Disposición que utiliza varias fuentes de energía.	47
Desarrollo del proyecto	56

Fases para la elaboración de proyectos.....	56
Fase de diseño o planificación.....	57
Diseño del sistema de transferencia automático.....	67
Diseño del sistema de control y potencia.....	70
Montaje de elementos.....	73
Implementación del tablero de transferencia automático.....	74
Desarrollo de la interfaz de usuario.....	81
Capítulo IV: Resultados.....	83
Resultados experimentales.....	83
Análisis de resultados.....	113
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	129
Conclusiones.....	129
Recomendaciones.....	131
Bibliografía.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Picos de corriente y potencia</i>	125
Tabla 2 <i>Picos de corriente y potencia</i>	126
Tabla 3 <i>Picos de corriente y potencia con estación</i>	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Distribución de la demanda Eléctrica en Ecuador 2021</i>	30
Figura 2 <i>“Tablero de Transferencia Automática.”</i>	33
Figura 3 <i>Tablero de transferencia</i>	34
Figura 4 <i>Interfaz de comunicación CAN.</i>	35
Figura 5 <i>“Red CAN”</i>	36
Figura 6 <i>“Longitud del Cable”</i>	38
Figura 7 <i>“Tablero instalado”</i>	42
Figura 8 <i>“Transferencia abierta”</i>	45
Figura 9 <i>“Transferencia cerrada”</i>	46
Figura 10 <i>“Transferencia Carga suave”</i>	46
Figura 11 <i>“Servicio público-Generador”</i>	47
Figura 12 <i>“Servicio público con Servicio público”</i>	48
Figura 13 <i>“Generador-Generador”</i>	48
Figura 14 <i>“Servicio público-Generador-Generador”</i>	49
Figura 15 <i>“Servicio público-Servicio público-Generador”</i>	50
Figura 16 <i>“Contactor”</i>	50
Figura 17 <i>Interruptor</i>	51
Figura 18 <i>“Bastidor de alimentación”</i>	51
Figura 19 <i>Terminales</i>	53
Figura 20 <i>Alimentación</i>	53
Figura 21 <i>Detección Voltaje / Frecuencia de y Generador Red</i>	53
Figura 22 <i>“Entradas Digitales”</i>	54
Figura 23 <i>Puerto de comunicación</i>	55
Figura 24 <i>“Tablero de Transferencia Automática”</i>	67

Figura 25	<i>“Tableros de Transferencia Automática”</i>	69
Figura 26	<i>Modbus</i>	69
Figura 27	<i>Alarmas</i>	70
Figura 28	<i>Esquema de tablero de transferencia</i>	73
Figura 29	<i>Controlador de grupo electrógeno</i>	75
Figura 30	<i>Diagramas</i>	76
Figura 31	<i>Esquema del cableado del controlador DSE 7320</i>	78
Figura 32	<i>Indicadores del Controlador DSE 7320</i>	79
Figura 33	<i>Indicadores del tablero</i>	79
Figura 34	<i>Configuración de luces indicadoras</i>	80
Figura 35	<i>Controlador DSE 7320</i>	83
Figura 36	<i>Dimensiones del control DSE7320</i>	84
Figura 37	<i>Terminales del DSE7320</i>	84
Figura 38	<i>Descripción de los botones del control DSE7320</i>	85
Figura 39	<i>Descripción de los LEDs del control DSE7320</i>	85
Figura 40	<i>Comunicación PC y DSE7320</i>	86
Figura 41	<i>“Lectura de la configuración del DSE7320”</i>	87
Figura 42	<i>“Activación de la prioridad Fuente”</i>	87
Figura 43	<i>“Calibración de los parámetros de protección”</i>	88
Figura 44	<i>“Calibración de parámetros de protección”</i>	88
Figura 45	<i>“Calibración de los parámetros del generador”</i>	89
Figura 46	<i>“Calibración de los parámetros de protección”</i>	89
Figura 47	<i>“Calibración de parámetros de protección”</i>	90
Figura 48	<i>“Calibración parámetros de protección”</i>	90
Figura 49	<i>“Calibración de los parámetros de protección”</i>	91
Figura 50	<i>“Tiempos de ejecución de funciones”</i>	91

Figura 51	<i>“Tiempos de ejecución de funciones”</i>	92
Figura 52	<i>Especificaciones técnicas generales</i>	93
Figura 53	<i>Especificaciones Técnicas</i>	95
Figura 54	<i>“Triángulo de Potencia”</i>	97
Figura 55	<i>“Carga Resistiva – Carga Induciva – Carga Capacitiva”</i>	99
Figura 56	<i>“TTA -DSE7320”</i>	100
Figura 57	<i>“Generador Internacional MWM 250 KVA”</i>	100
Figura 58	<i>Movimiento de hidrocarburos</i>	101
Figura 59	<i>“Montaje del Tablero”</i>	101
Figura 60	<i>“Presión de aceite del motor”</i>	102
Figura 61	<i>“Sistema en modo automático”</i>	103
Figura 62	<i>“Cortes transversal del generador”</i>	104
Figura 63	<i>“Despiece del generador.”</i>	105
Figura 64	<i>“Conexión eléctrica”</i>	106
Figura 65	<i>“Luces de control”</i>	107
Figura 66	<i>“Protecciones”</i>	108
Figura 67	<i>“Protecciones”</i>	108
Figura 68	<i>“Conexión en motor – generador”</i>	109
Figura 69	<i>Caja de conexiones generador 1</i>	109
Figura 70	<i>Calibre Conductor eléctrico</i>	110
Figura 71	<i>“Ultra Series Vertical Pump Motors”</i>	110
Figura 72	<i>Especificaciones Técnicas</i>	111
Figura 73	<i>“Funcionamiento en Paralelo”</i>	117
Figura 74	<i>“Generadores en paralelo”</i>	118
Figura 75	<i>“Controlador DSE”</i>	118
Figura 76	<i>“Funcionamiento”</i>	119

Figura 77 <i>“Funciones básicas de un generador”</i>	120
Figura 78 <i>“Partes del Grupo electrógeno”</i>	120
Figura 79 <i>Partes del Grupo electrógeno</i>	121
Figura 80 <i>Tipos de Generadores</i>	121
Figura 81 <i>“Generador Diesel”</i>	122
Figura 82 <i>“Tablero Automático”</i>	122
Figura 83 <i>Demanda de Potencia con estación parada</i>	123
Figura 84 <i>Corrientes L1, L2,L3 estación parada</i>	124
Figura 85 <i>Picos de corriente y potencia</i>	126
Figura 86 <i>Requerimientos de potencia y consumo de energía</i>	127

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	97
Ecuación 2	98
Ecuación 3	99

Resumen

La generación automática de energía, especialmente por generadores, se utiliza de diferentes formas en diferentes sectores de la sociedad, principalmente para garantizar regímenes especiales en las instalaciones de producción y servicios. Un caso muy especial de Ecuador en la industria petrolera es el uso de generadores con motores de combustión interna para generar electricidad durante las etapas de exploración y producción de petróleo. Estos sistemas requieren un análisis exhaustivo de sus condiciones de operación, ya que la generación de energía del generador generalmente representa sistemas aislados conocidos como autogeneración de energía, islas o sistemas de autogeneración de energía. En la “Planta de generación de energía eléctrica” de un campo petrolero presenta sobreconsumo de combustible diésel, por sobrecarga de sistemas auxiliares instalados en cada uno de los procesos y el deficiente mantenimiento preventivo y correctivo del generador. La misma genera un nivel de gas acompañante que se quema y se emite a la atmósfera su combustión generando un impacto ambiental. En este proyecto se implementó un sistema automático que mejora la eficiencia de arranque de un generador eléctrico mediante un controlador, con el fin de monitorearlo constantemente y detectar las posibles fallas que se generan durante el proceso generando la mejora en del suministro de energía eléctrico

Palabras Clave: Generador MWM 450, DEP7320, MODBUS/RTU

Abstract

Stand-alone generation, specifically with generating sets, is used in a variety of ways in many sectors of society, mainly to ensure special regimes in production and service facilities. A very particular case in Ecuador in the oil industry is the use of generators with combustion engines for “the generation of electric power during” the exploration and exploitation of oil. Generating sets generally constitute isolated systems known as self-generation, island or self-generation systems, which is why these regimes require an in-depth analysis of the operational conditions. In the electric power generation plant of an oil field there is an overconsumption of diesel fuel due to the overload of auxiliary systems installed in each of the processes and the deficient preventive and corrective maintenance of the generator. It generates a level of accompanying gas that is burned and emitted into the atmosphere generating an environmental impact. In this project we implemented an automatic system that improves the starting efficiency of an electric generator by means of a controller, in order to constantly monitor it and detect possible failures that are generated during the process, generating an improvement in the electric power supply.

Key words: MWM 450 Generator, DSE7320, MODBUS/RTU

Capítulo I

Fundamento teórico

Introducción

La generación automática de energía, especialmente por generadores se utiliza de diferentes formas en diferentes partes de la sociedad, principalmente para garantizar regímenes específicos en las infraestructuras de fabricación y servicios. En específico en el Ecuador en la industria petrolera se emplea grupos electrógenos con motores de combustión para la producción de energía durante las fases de exploración, explotación de petróleo. Estos esquemas requieren un análisis exhaustivo de las condiciones de operación, ya que la generación de energía del generador generalmente representa un sistema aislado conocido como sistema autoalimentado o energía de isla.

En la planta de generación eléctrica de un campo petrolero presenta sobreconsumo de combustible diésel, por sobrecarga de sistemas auxiliares instalados en cada uno de los procesos y el deficiente mantenimiento preventivo y correctivo del generador. La misma que genera CO₂ producto de la combustión y se emite a la atmósfera generando un impacto ambiental.

Con el propósito de desarrollar el objetivo en este proyecto, se implementará un sistema automático para una mejor eficiencia de arranque de un generador eléctrico usando un controlador, con el fin de monitorear y controlar las fallas que se generan en el proceso, el mencionado proyecto se elaboró en 4 etapas 1) Investigación bibliográfica de procesos de automatización para generadores eléctricos, que se presentan en la actualidad y sacar lo más relevante que permitió generar alternativas de solución al problema.

2) Se diseñará un sistema de transferencia automática que estará compuesto por un circuito de potencia y mando. El circuito de potencia realizará la conmutación mediante los

interruptores de potencia que permitan trabajar en media y alta tensión, este circuito se ubicará dentro del tablero con características nema 4X(NEMA), el cual será diseñado. El circuito de mando estará integrado directamente con un controlador 3) se integrará un sistema de comunicación industrial y HMI para un monitoreo del proceso. 4) en esta etapa se realizará la implementación y las pruebas experimentales para realizar un análisis del funcionamiento.

Para este proyecto se utilizará la metodología exploratoria, que permitirá una observación preliminar en el campo, para obtener la información correspondiente de las posibles causas del sobreconsumo de diésel, el deficiente mantenimiento, y la ausencia de indicadores.

Al implementar un tablero de transferencia automático, existirá una mejora servicio de suministro de energía eléctrica, lo cual se deriva en un correcto funcionamiento en las diferentes áreas existentes.

Finalmente, en las pruebas experimentales, se analizarán datos históricos obtenidos de las mediciones de generación de energía con los datos que se generen a partir de la implementación del proyecto y se compararán mediante software PQS Shappire.

Antecedentes

La energía eléctrica suministrada por Petroecuador no tiene la confiabilidad y continuidad deseada por la industria, el operador se encarga de arrancar el grupo electrógeno y ejecutar la transferencia de energía de manera manual a la locación y el campamento. (Yataco Tasayco, 2016)

Los tableros de transferencia automática permiten redistribuir la energía eléctrica a las instalaciones industriales cuando el suministro de energía eléctrica falla se inicia el procedimiento para realizar el arranque del grupo electrógeno sin el accionamiento de un individuo, ya que el proceso es automático. En este caso existe una red de trabajo de 13.8

KVA, la variabilidad de la carga en una instalación industrial varía en amplios márgenes y también la disponibilidad del suministro eléctrico es fundamental. Dentro la industria tiene la naturaleza de tener un servicio eléctrico constante, con lo que se evita la falta de energía eléctrica, red inestable que perjudica el funcionamiento de las diferentes áreas de producción en la empresa. (Humberto Fernández-Morales & Enrique Duarte, 2015)

En el año 2018 se realiza el “Diseño de un sistema de transferencia de energía eléctrica para el respaldo por fallo de la energía comercial”, el cual fue realizado con PLC Siemens, que permite la conexión con los elementos eléctrico IVE, relés, breaks motorizados y elige la transferencia de energía eléctrica a través de un mini PLC que se maneja como fuente de alimentación eléctrica, para mantener energizados los elementos de control. (Eléctrico et al., 2017)

Otro proyecto que se desarrolló “Sistema de Transferencia Automática de Energía Eléctrica con Monitoreo”, en el cual se utilizó el método exploratorio que permitió sondear el problema y verificar los aspectos y estableciendo causas, también se empleó el método descriptivo permitiendo determinar la situación del problema y plantear la solución, la implementación del software en LabVIEW7 Express ya que cuenta con la funcionalidad que se requiere para crear el instrumento virtual. (Angulo Hernández & Yarleque Chunga, 2018)

El arranque manual se produce a voluntad, esto significa que si se necesita la energía que produce el generador se lo enciende de manera manual. Por lo general el accionamiento se realiza mediante una llave de contacto con todas las funciones de vigilancia, por tal motivo puede causar un error involuntario del personal.

El grupo electrógeno se ha diseñado en los años 60 como una unidad que proporciona un rendimiento y fiabilidad óptima, pero al pasar los años cumplen su vida útil de funcionamiento, se ve la necesidad de repotenciar el equipo para mejorar sus aspectos

técnicos, las fallas presentadas por no tener un sistema de transferencia automática se ve reflejado en la emisión de gases a la atmósfera creando un impacto en la huella de carbono, demorar en el arranque de procesos en la producción de la planta, daños de equipos y maquinarias, posibles incidentes y accidentes laborales.

Planteamiento del problema

En la instalación petrolera poseen equipos antiguos, el cual es necesario controlar en forma digital para un mejor desempeño del sistema eléctrico en la locación, la red del fluido eléctrico entrega un valor de 13,8KV, mediante un transformador considerado una máquina estática de corriente alterna, permite variar parámetros de voltaje, la intensidad y ayuda a mantener la frecuencia y la potencia, como un transformador ideal, distribuye a la red interna a un voltaje nominal 110/220V, al momento de existir una energía inestable, presenta problemas en el funcionamiento de equipos eléctricos y existe desabastecimiento de energía eléctrica y se ve afectado en las diferentes áreas, campamentos que se encuentran operando.

Con todo lo anterior nace la necesidad de realizar la “implementación de un sistema de transferencia con sincronización automática” para el grupo electrógeno, que permitirá la transmisión efectiva entre la red eléctrica y el generador eléctrico, evitando la retroalimentación al momento de que regrese el servicio eléctrico de la red.

Justificación

En las plantas de generación termoeléctrica es muy común detectar problemas de eficiencia energética debido a la cantidad considerable de sistemas auxiliares instalados en los diferentes procesos. Por tal motivo se deben considerar acciones para mitigar las diferentes deficiencias tales como: el elevado consumo de combustible, deficiente gestión de mantenimiento y operación por lo que estos parámetros conllevan a un incremento del costo de energía que se generaría debido a paradas inesperadas y por ende pérdidas en la producción.

Para evitar estos inconvenientes que inciden negativamente en la confiabilidad del proceso es necesario el uso de un dispositivo que accione en forma automática la puesta en marcha hasta condiciones de trabajo y la transferencia de carga crítica entre la red normal y el grupo electrógeno auxiliar. El cual estará comandado por un controlador que esté diseñado para proporcionar diferentes niveles de funcionamiento como: “controlar el módulo, arrancar o detener el generador”; seleccionar modos de operación, transferencia y supervisión, a través de una plataforma común. Se utilizará comunicación que esté bajo un protocolo industrial.

Este proyecto es de gran utilidad porque permitirá mitigar el elevado consumo de combustible de la “planta de generación de energía eléctrica” que causa un alto impacto ambiental, compleja gestión de mantenimiento preventivo y correctivo, número operaciones peligrosas que debe ejecutar el talento humano de la institución y lo que conlleva a generar pérdidas económicas industriales

Objetivos

Objetivo general

Implementación de un Sistema de Transferencia Automático para control de un Grupo Electrónico en una Plataforma Petrolera

Objetivos específicos

- Investigar en base de datos bibliográficas diferentes procesos de automatización de alimentadores de energía, para optimizar el arranque de un generador eléctrico.
- Diseñar un circuito eléctrico de regulación y resistencia utilizando un tablero de control que cumpla la normativa nema, con la finalidad de comunicar el

controlador con el generador eléctrico ubicado en la planta de generación termoeléctrica, así como el dimensionamiento de los sensores de control.

- Implementar un sistema de automatización para la interconexión en tiempo real del grupo electrógeno con la red eléctrica.
- Realizar la comunicación industrial entre el controlador y el generador eléctrico, para el traspaso de datos bidireccional a gran celeridad.
- Integrar un HMI a la consola de operación para supervisar el proceso en tiempo real del sistema e identificar posibles fallos

Capítulo II

Marco teórico

Consumo de energía

Los sistemas de seguimiento de efectividad energética para instalaciones industriales tienen por objetivo medir y analizar continuamente todos los factores relacionados con la eficacia y la merma de energía eléctrica con el fin de precaver consumo excesivo, fallas y, desde luego, multas elevadas.

Estos sistemas de monitorización energética para cadenas de fabricación son computadorizados para que los usuarios estén siempre informados de todos los datos, incluidas las anomalías, y puedan adoptar resoluciones de progreso continuo relacionados a los equipos eléctricos de la empresa.

Los sistemas automatizados para monitorear la eficiencia energética de las zonas industriales tienen la finalidad de realizar la ponderación de la eficacia de energía.

Se realiza un control de la calidad para mensurar los armónicos. Que son niveles de tensión y corriente que se concede conocer si la calidad se ve perjudicada por algunos dispositivos electrónicos conectados que intervienen en el sistema electrónico, transistores, puentes rectificadores, balastos y chips.

Los dispositivos que inyectan grandes cantidades de corrientes armónicas en la red son:

- Variadores para motores de corriente alterna.
- Balastos de iluminación;
- Reguladores

- Fuentes, entre otros equipos eléctricos.

Las anomalías de voltaje armónico pueden tener consecuencias graves, que incluyen:

- Avería en los equipos
- Sobre calentamiento
- Corriente por el neutro mayor a la de las fases
- Generación de potencia armónica
- Resonancia magnética que generan problemas en el banco de capacitores.

Consumo de energía. Es un análisis del “factor de potencia” para saber el consumo en intervalos de tiempo. El sistema con monitorización de energía ayuda a visualizar parámetros de consumo de “potencia activa” y “reactiva” como W, Var y FP no instantáneo.

Estos parámetros consienten a los operarios contemplar en tiempo real el consumo de “energía activa” y “reactiva” y el “factor de potencia” para identificar los puntos críticos de consumo.

Con estos datos obtenidos se evalúa ciertas anomalías en equipos y máquinas, determinar que no cumplen los datos presentados por el fabricante, identificar en el momento que un motor pierde eficiencia o si su FP está decayendo y determinar si se necesita la colocación de un banco de capacitores ya sea fijo o automático.

- El dato de Var permitirá determinar el Vars para el banco de capacitadores;
- La “W” indica cuál es el requerimiento máximo
- El FP instantáneo permitirá prevenir problemas con los códigos de red, que deben cumplir con el valor determinado “95% del tiempo”.

Conociendo estos valores: Wh, Varh y FP general, el operario podrá saber el consumo de potencia a razón del tiempo que serán considerados para facturar por parte de CFE.

Todos estos datos permitirán determinar la franja horaria de mayor consumo y, de este modo, implementar controles en demanda y evitar los usos elevados en horas pico.

Con la figuración de parámetros básicos de tensión, corriente. Esto le posibilita detectar fluctuaciones en el consumo de energía que pueden provocar fallas en los equipos o, en el peor de los casos, daños.

Estos datos también se pueden usar para predecir cuándo se deben mover las tomas del transformador. La visualización actual le permite comprender el consumo crítico, monitorear y alertar sobre los picos actuales que indican consumo de línea y sin líneas. finalmente ha sido activado.

Energía eléctrica en el Ecuador

“El Balance Energético Nacional” es un instrumento técnico presentado anualmente como parte integral para tomar decisiones vitales para el sector energético, con base en la eficacia, transparencia y la gestión técnica y sustentable de los recursos disponibles.

Según “el Balance Energético Nacional 2019”, el gasto electricidad de usuarios durante 2009 y 2019 muestra el incremento del 39,4%, elevando el consumo de 1.088 kWh a 1.517 kWh por persona. En el documento elaborado por el “Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables” (MERNNR) y el “Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE)”, se estima que el consumo por persona se elevó en 2% entre los años 2018 y 2019, pasando de 1.488 kWh a 1.517 kWh por persona.

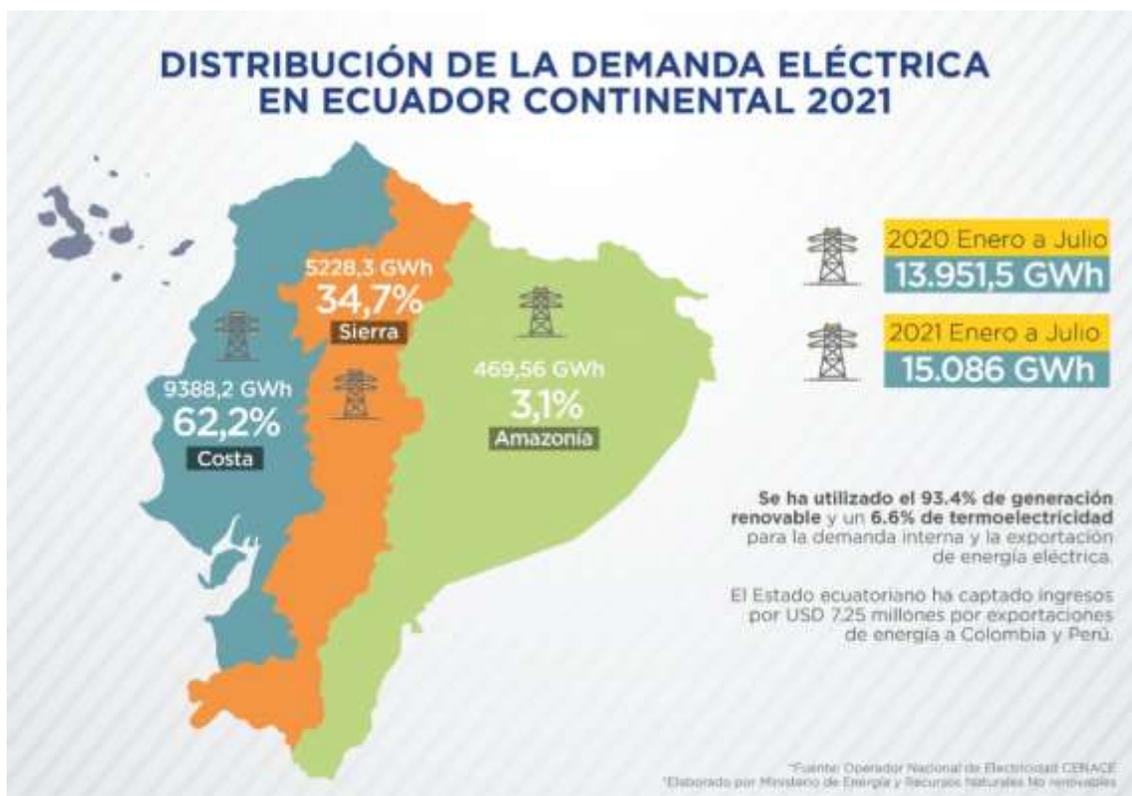
La demanda de electricidad en el Ecuador hasta el mes de julio del 2021, de la región Costa, con un 62,2%, Sierra con un 34,7% y Amazonía con el 3.1% de consumo.

De acuerdo con el “Operador Nacional de Electricidad CENACE”, en el tiempo de enero a julio de 2021, En el país se consumieron 15.086 gigavatios – hora (GWh).

Es importante mencionar que hasta la fecha no existe valores oficiales por las entidades encargadas de incrementos del consumo de energía por motivos de la pandemia que se está viviendo.

Figura 1

Distribución de la demanda Eléctrica en Ecuador 2021



El excedente de energía disponible, luego de cubrir las necesidades internas, logró exportar 410,01 GWh a Colombia y Perú durante el primer semestre de este año, generando US\$ 7,25 millones en ingresos para Ecuador. El suministro y envío de electricidad se realizó en un 92% de generación eléctrica a partir de centrales hidroeléctricas, un 7% fuentes de calor y un 1% fuentes no convencionales (solar, eólica, biomasa, biogás, geotermia, etc.)(*La demanda*

eléctrica del Ecuador aumentó en un 8,13% – Operador Nacional de Electricidad CENACE, s. f.)

Sistema de Transferencia de energía

Estos sistemas ofrecen mayor confiabilidad que los sistemas de energía eléctrica. Esto se debe a que las cargas no pierden energía por completo si falla un “sistema de abastecimiento de energía”.

Los “sistemas de transferencia” le permiten realizar un mantenimiento preventivo retirando una o más fuentes de alimentación. Esto no afecta la carga del sistema.

Existe una alta carga de consumo en las líneas de producción como PLC, computadores, variadores de frecuencia, estos equipos no pueden pasar por período de interrupción más allá de 15 ms porque pueden presentar pérdida de la información, fallas en su programación de los controladores y posterior afecta la línea de producción.

Se determino que se posee dos tipos de redes en un sistema de transferencia automática:

- Una red pública que suministra energía eléctrica
- Suministro de energía eléctrica a través de un generador.

El sistema de transferencia automática posee una batería de alimentación, esto se debe a que la batería alimenta el sistema de transmisión automática cuando falla la red eléctrica proporcionada por la empresa de servicios públicos.

Hay dos botones para iniciar el sistema de transmisión automática y otro botón para detener el sistema de transmisión automática en cualquier momento.

Sus principales aplicaciones se pueden observar en:

- Sistemas de telecomunicaciones con servicios operativos 24/7.
- Operación de maquinaria en forma ininterrumpida en las industrias.
- Sistemas de distribución para fábricas, hoteles, casas, banca, centros educativos, hospitales, transporte.
- Minería de activos digitales

Tableros de transferencias

Instalado junto al panel eléctrico, este dispositivo conecta los circuitos que desea alimentar durante un corte de energía. La función principal del TTA es redistribuir la electricidad de la red pública a la energía de reserva. Por lo tanto, el interruptor de

transferencia si identifica una falla de energía, inicia el proceso de arranque del grupo electrógeno. Este proceso es automático y no necesita ser iniciado por el ser humano.

Bajo carga normal con alimentación externa disponible. El “Tablero de transferencia automática (TTA)” identifica el voltaje en la línea normal y conecta la energía a la carga mediante un contactor.

De producirse una falla en el suministro de energía, el sistema comienza de manera automática la secuencia de encendido del generador y cambia la carga a la energía de entrada. Una vez restablecido el suministro de la red pública, el “Tablero de

Transferencia Automática” confirma si el voltaje es suficiente de ser el caso manda la orden de apagado del generador.

El “interruptor principal” del “Tablero de transferencia automática” cambia la alimentación de la red al generador para evitar la electrocución de la red del generador.

Figura 2

“Tablero de Transferencia Automática.”



Los elementos que tiene un TTA se implementa según su ingeniería para construcción, entre los principales elementos son:

- Módulo de control.
- Cargador de baterías.
- Relevadores.
- Micro-interruptores.
- Unidad básica de transferencia
- Transformadores de corriente.
- Gabinete

Figura 3

Tablero de transferencia



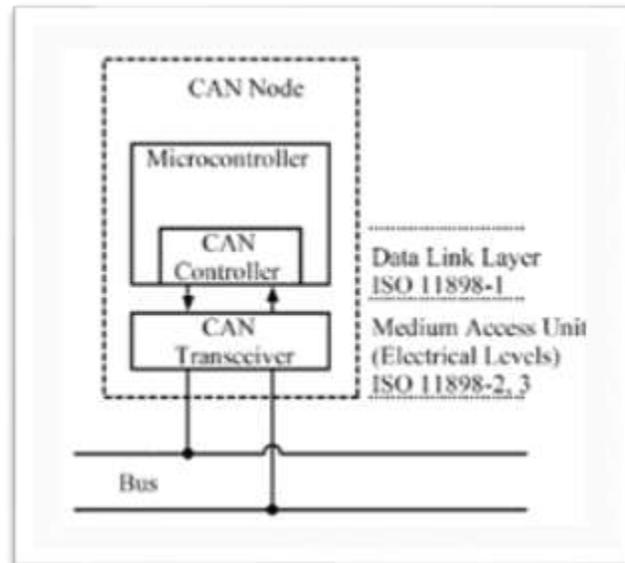
Interfaz de comunicación CAN

Red de Área del Controlador. - Un sistema de bus serial altamente integrado para la comunicación de dispositivos inteligentes en la red. Es un protocolo basado en envío de mensajes permitiendo que las "unidades de control electrónico" (ECU) se comuniquen de manera confiable y basándose en las prioridades.

Los dispositivos de la red reciben mensajes o "tramas" que no requieren de una computadora host. Estos componentes son habituales en "sistemas automotrices e industriales". El dispositivo de la interfaz CAN permite escribir aplicaciones para comunicarse con LabVIEW.

Figura 4

Interfaz de comunicación CAN.



Ventajas:

- La "Unidad de control electrónico (ECU)" puede poseer una interfaz CAN para cada dispositivo del sistema en vez de entradas analógicas y digitales.
- El sistema es robusto contra el ruido eléctrico y la interferencia electromagnética e ideal para la seguridad.
- El sistema centralizado define un punto de entrada para la comunicación con todas las ECU de la red, permitiendo generar diagnósticos centralizados y base de datos.
- Cada dispositivo de la red puede decidir si el mensaje es relevante. Esta configuración permite cambios en la red CAN minimizando los impactos. Se puede aumentar los nodos no emisores sin cambiar la red.

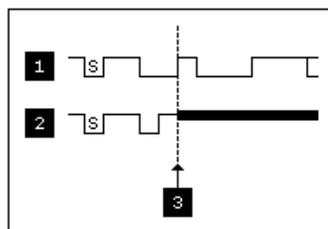
En esa operación, dos nodos intentan enviar mensajes al mismo tiempo, enviando al nodo principal y aplazando el de menor rango. Los mensajes de mayor prioridad se envían sin interrupción. Esto también permite que la red cumpla con ciertas limitaciones de tiempo.

Anteriormente se mencionó que, la red CAN es de igual a igual. Esto indica que no existe un maestro que controle a los nodos individuales que lean y escriban datos en el bus. Una vez que el nodo esté listo para el envío de datos, primero verificará que el bus no esté ocupado y enviará la trama en la red. Una trama transmitida no posee la dirección del nodo transmisor o el nodo receptor previsto. Pero lleva una identificación única la red. Los nodos de la red reciben tramas y, según el ID de la trama transmitida, cada nodo de la red decide si aceptará o no a la trama.

Cuando varios nodos quieren transmitir mensajes al bus al mismo tiempo, el nodo principal tiene el acceso automáticamente al bus mientras que los nodos de baja prioridad tendrán que esperar a que el bus esté disponible para transmitir nuevamente. Esto permite realizar redes CAN y avalar una comunicación determinista entre nodos.

Figura 5

“Red CAN”



1 Device A: ID = 11001000111 (647 hex)
 2 Device B: ID = 11011111111 (6FF hex)
 3 Device B Loses Arbitration; Device A Wins Arbitration and Proceeds
 S = Start Frame Bit

Capa física

La red CAN para alta velocidad se implementa con “dos hilos” permitiendo comunicaciones a velocidades de transmisión de hasta 1 Mbit/s. NI ha logrado velocidades de hasta 8 Mbps con los “transceptores” TJA101 y TJA103 a través del controlador “NI-XNET

También se implementa redes CAN tolerantes a fallas/de baja velocidad en dos cables, capaz de comunicarse con dispositivos a velocidades de hasta 125 kbps y equipada con transceptores tolerantes a fallas. La interfaz CAN de un cable permite comunicarse con dispositivos a velocidades de hasta 33,3 kbps (88,3 kbps en modo rápido).

Los productos de hardware CAN de “National Instruments” permiten configurar una interfaz CAN seleccionable usar uno de los transceptores internos (alta velocidad, baja velocidad/tolerante a fallas o CAN de un solo cable).

Comunicación RS-485.

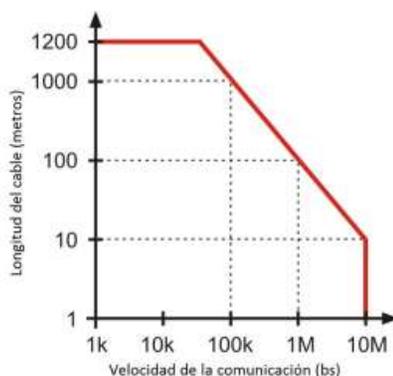
Se define una representación de transmisión de datos simétrico que suministra una solución robusta para el envío de datos a largas distancias y en entornos de mucho ruido. Estos estándares no definen los protocolos utilizados para la comunicación, pero se acogen a las especificaciones de la capa física para diferentes protocolos como: Modbus, Profibus y DIN-Mess-BUS.

El estándar “TIA/EIA-485 o RS-485” es una interfaz de comunicación que se maneja en líneas diferenciales que se comunican con 32 "unidades de carga". El walkie-talkie es como un "unidad de carga" y puede comunicarse con hasta 32 dispositivos. El entorno más común es el par trenzado. Cada dispositivo envía y recibe datos a través del cable. Cada dispositivo enciende su transmisor solo cuando necesita transmitir y lo apaga el resto del tiempo, lo que permite que otros dispositivos transmitan datos. Solo un dispositivo puede transmitir a la vez, lo que esta red se la conoce como Full dúplex.

La longitud del cable de comunicación para la RS-485 es de 1200 metros que es la máxima de comunicación (bits por segundo - bps) dependiendo de las características de los equipos instalados, la capacidad del cable. En general, cuanto más largo es el cable, más lenta es la velocidad de comunicación. Como regla general, si la longitud del cable (en metros) multiplicada por la velocidad (bits por segundo - bps) es inferior a 108 (100 000 000), no debería tener problemas de comunicación. La relación de velocidad de comunicación y longitud máxima del cable se muestra a continuación:

Figura 6

“Longitud del Cable”



El protocolo RS485 no define el máximo número de dispositivos que se pueden conectar a la red, sino un conjunto de parámetros que se utilizan para calcular el límite como lo son:

- “Límite inferior.”
- Valor de resistencia, nominada “Carga Unitaria”.
- Valor mínimo de corriente del transmisor de un dispositivo RS485.

Con estos datos, se puede calcular un límite de 32 dispositivos en una unidad de carga de un bus de comunicación RS485, teniendo en cuenta la necesidad de resistencias de terminación (equivalentes a 60Ω) en ambos extremos del bus. Los dispositivos RS485 están actualmente disponibles en valores de carga unitaria de "1/2, 1/4 y 1/8" por menos de una carga unitaria. Para aumentar el número de dispositivos en la red RS485 a 256, es usar solo dispositivos de carga de 1/8 de unidad. Las resistencias de terminación se pueden omitir para aplicaciones a pequeña escala con longitudes de cable de red cortas o velocidades de comunicación lentas. Esto permitirá aumentar la capacidad de su dispositivo de red de 32 a 282. Por supuesto, no se garantiza el funcionamiento fiable en tales dichas condiciones.

Al instalar una red RS485, la conexión a tierra es trivial y se convierte en un problema mayor. El estándar TIA/EIA-485 especifica que la diferencia de tensión máxima entre los dispositivos de la red debe ser entre -7V y 12V, mientras que el estándar TIA/EIA- 422 sitúa estos límites entre -7V y 7V estipulados, las diferencias de potencial que exceden los límites son comunes cuando al conectar múltiples dispositivos aislados galvánicamente mediante pares de comunicación diferencial únicamente. Si bien es útil para el proceso, poseer la conexión a tierra en el dispositivo, pero no resuelve los problemas de todas las situaciones.

En instalaciones industriales, la diferencia de potencial de conexiones a tierra remotas puede ser de varios voltios y puede llegar a cientos de voltios durante la caída de un rayo. Usar un conductor adicional para conectar la conexión común de los dispositivos de la red es la mejor solución para no quemar los circuitos de comunicación. Se recomiendan cables blindados a menos que el alto costo para una buena comunicación. Los cables blindados con pantallas conectadas a tierra aumentan la inmunidad de la red a las interferencias externas, incluso cuando los cables se instalan alado de las fuentes de ruido eléctrico, como convertidor de frecuencia, soldadoras, interruptores electromagnéticos y líneas de alimentación (CA). Para

minimizar costos, se pueden usar cables trenzados sin blindaje trenzado, pero deben instalarse lejos de los cables de corriente alterna y lejos de fuentes que generen ruido eléctrico.

Capítulo III

Construcción e implementación del sistema mecánico

Ubicación física

La producción autónoma, especialmente con grupos electrógenos, se utiliza de diferentes formas en muchos sectores de la ciudadanía, principalmente para garantizar regímenes especiales en las instalaciones de producción y servicios.

Ecuador es un caso muy especial en la industria petrolera, donde los generadores de motores de combustión interna generan electricidad durante las fases de exploración y explotación del petróleo.

La generación mediante grupos electrógenos, que normalmente forman sistemas aislados conocidos como sistemas de autogeneración, isla o autogeneración, requiere, por tanto, un análisis en profundidad de las condiciones de funcionamiento del régimen.

Para este caso la locación se encuentra ubicado en el sector de Lago Agrio, nororiente de la selva ecuatoriana.

Acciones para la implementación del sistema de transferencia automático

El “Tablero de Trasterencia Automática” es un equipo que asegura el continuo abastecimiento de energía a la carga a proteger, su trabajo es continuo, permanente, sea desde el suministro comercial o del generador; El TTA debe estar dimensionado y diseñado en la forma más adecuada por es un equipo de alta confiabilidad.

Figura 7

“Tablero instalado”



Cualquier mecanismo tiene el actuador, sistema de control que generará órdenes para ejecutar una acción determinada. El sistema de transferencia automático, contiene equipos de fuerza, control, supervisión, de medida, comandos y protección.

Los componentes se integran formando un sistema de transferencia que cambia de forma segura y automática entre las diferentes fuentes de alimentación en la barra.

Modo de operación de los ATS (Automatic Transfer Switch).

Manual.

Las transferencias se inician y se lleva a cabo manualmente, normalmente pulsando un botón o girando una manija.

No automático.

Inicie el cambio manualmente pulsando un botón el interruptor que permitirá que una unidad electromecánica interna accione el mecanismo de cambio eléctricamente. La iniciación puede ser local o externa.

Automático.

El controlador de transferencia es de acción automática y controla totalmente la puesta en marcha y su funcionamiento. El arranque se activa cuando la unidad de control automático detecta la pérdida de potencia en la fuente.

Variación de los ATS

Conmutación del neutro

En las aplicaciones de alimentación trifásica donde se requiera la conmutación del neutro, los interruptores de transferencia pueden configurarse con un cuarto polo totalmente nominal desde los polos de alimentación monofásica.

En aplicaciones monofásicas, se configura un tercer polo totalmente clasificado. Normalmente se utiliza el neutro conmutado cuando el interruptor de transferencia funciona desde una fuente de corriente derivada.

Interruptor de “transferencia automática” de aislamiento de derivación.

Posibilita el mantenimiento y mejorar los tiempos de funcionamiento, el aislamiento de bypass proporciona conmutadores de transferencia automáticos con la finalidad de conmutación dual y redundancia en aplicaciones críticas. El ATS primario se encarga de la repartición diaria de energía eléctrica a la carga, y el interruptor de bypass actúa de unidad de seguridad.

A menudo se elige un interruptor de transferencia de aislamiento de bypass para utilizarlo en aplicaciones sanitarias y otras críticas porque permite al ATS eliminar el interruptor de bypass y aislarlo de la fuente de alimentación en algunos casos. Para posibilitar el mantenimiento regular, la inspección y las comprobaciones se prescriben por código. (NFPA 110).

Interruptor de transferencia con entrada de servicio.

Las instalaciones con una conexión de servicios públicos y una fuente de energía de emergencia suelen tener un ATS del servicio para garantizar que las cargas críticas pasen la alimentación de emergencia de forma rápida y segura si se interrumpe la alimentación de la red pública. Las cargas no críticas a menudo se detienen o caen cuando se conectan a la fuente de alimentación de emergencia para impedir la sobrecarga de capacidad.

Clasificaciones:

Cuando se aplica un interruptor a un sistema de distribución de energía, se tendrá en cuenta el valor nominal de corriente de cierre externo (WCR) para avalar la integridad y fiabilidad del sistema. El estándar "UL1008" aprueba marcar los "interruptores de transferencia" de un tipo de dispositivo de protección contra sobreintensidad con uno o más WCR específicos de cortocircuito o corta duración. Los contactos de transferencia de clasificación múltiple proporcionan mayor flexibilidad de aplicación.

El interruptor de transferencia.

Realiza la conmutación de la carga a una fuente de alimentación de emergencia cuando la corriente del generador o la fuente de alimentación de reserva es constante y dentro de los parámetros de tensión y frecuencia especificadas. Según los requisitos de instalación, el proceso de traslado se inicia automática o manualmente.

Se devuelve la carga de la fuente de alimentación de emergencia a la red de alimentación pública cuando se repone la alimentación. El proceso de retransferencia se inicia automática o manualmente.

Los tipos de transferencias más utilizadas:

Transferencia abierta. – se utiliza con frecuencia para aplicaciones estándares, convencionales y económicas. Se produce un corte de energía cuando se ejecuta conmutación. Entre las principales funciones están las instalaciones informáticas que mantienen UPS convencionales, infraestructuras eléctricas de edificaciones.

Figura 8

“Transferencia abierta”



Transferencia cerrada. - Dispone de un sistema de conmutación de potencia capaz de realizar una sincronización momentánea de ambas fuentes durante 20ms tanto en retransferencia como en transferencia de carga programada, disponen de controladores adecuados para controlar las fuentes, activan su mecanismo de transición cuando existen recursos disponibles.

Figura 9

“Transferencia cerrada”



Transferencia carga suave. - el sistema se utiliza para cargas muy críticas, es capaz de controlar la fuente del grupo generador de forma que se desarrolle el flujo de energía. Con esta transición, se puede eliminar cualquier posibilidad de que las fluctuaciones de energía afecten a las cargas eléctricas. Entre las principales funciones están las instalaciones industriales, locaciones petroleras, equipamiento médico hospitalario, data center.

Figura 10

“Transferencia Carga suave”



Disposición que utiliza varias fuentes de energía.

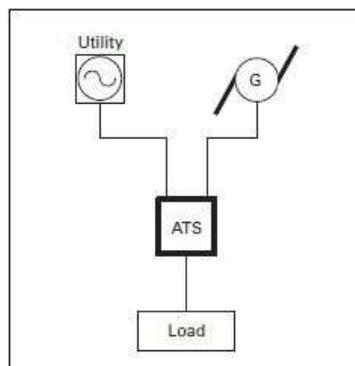
Dos fuentes

Servicio público y generador

Una configuración estándar de interruptores incluye servicio eléctrico con un generador para las fuentes de alimentación normal y de emergencia. Esta distribución del sistema se conoce generalmente como sistema de generación de emergencia. Un solo generador puede ser un aglomerado de varios generadores que funcionen en paralelo.

Figura 11

“Servicio público-Generador”

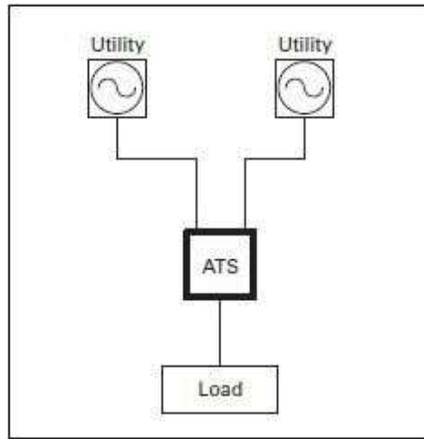


Servicio público y Servicio público

Este utiliza dos fuentes auxiliares que suministran reiteración al sistema de distribución y permiten una rápida restauración de la energía a la carga si falla el equipo aguas arriba. Ambas fuentes pueden ser independientes una de otra, requiriendo que la compañía proporcione un servicio eléctrico dual, o bien pueden generarse a partir del único servicio eléctrico distribuido por caminos redundantes en la planta.

Figura 12

“Servicio público con Servicio público”

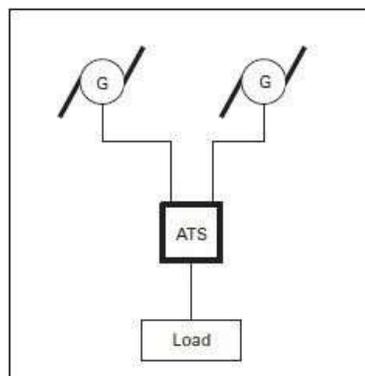


Generador-Generador

En ocasiones se utilizan interruptores de transferencia para cambiar la alimentación principal entre dos grupos electrógenos, a menudo en instalaciones remotas. En estos casos, los generadores pueden necesitar proporcionar energía continua las 24 horas del día. Para dividir el tiempo de operación de forma uniforme, la corriente de la fuente se debe cambiar constantemente entre los generadores.

Figura 13

“Generador-Generador”



Tres fuentes.

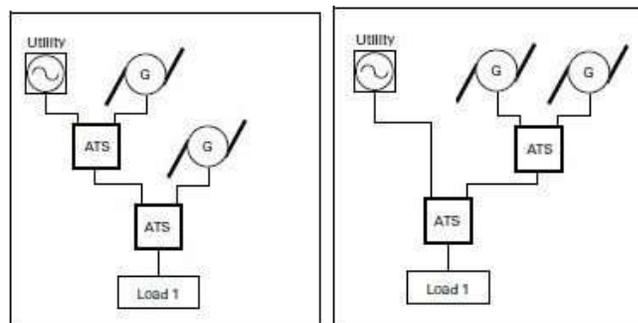
Servicio público-Generador-Generador

Características importantes de un sistema de generador de emergencia incluirán la posibilidad de que una conexión de un segundo generador sirva como copia de seguridad de emergencia redundante durante las inclemencias del tiempo o se requiera un mantenimiento en el primer generador.

Como se visualiza en la imagen, en diversos casos el primer generador se instala de forma permanente en el lugar, al tanto el segundo generador sería de tipo portátil desplegado según la utilidad.

Figura 14

“Servicio público-Generador-Generador”

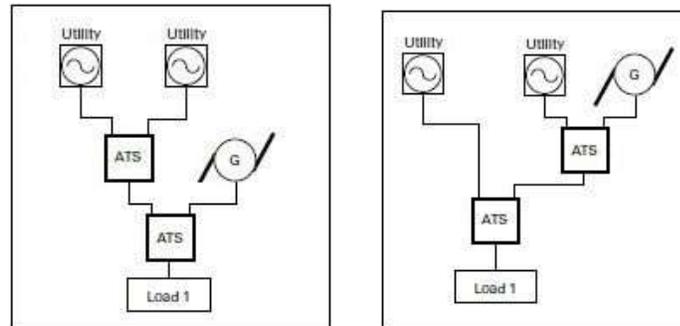


Servicio público-Servicio público-Generador

Según esta distribución maximiza la redundancia generada por la disposición dual de suministro que incluye una fuente del generador de emergencia. Como se ve en la imagen, el generador se lo puede utilizarlo con un conmutador de transferencia o compartirlo entre varios conmutadores de transferencia mediante un diagrama de control y priorización.

Figura 15

“Servicio público-Servicio público-Generador”



Mecanismo de conmutación: La parte del interruptor es responsable de trasladar la corriente nominal y cambiar la conexión de carga entre las fuentes. Estos incluyen los siguientes tipos de mecanismos de conmutación:

Tipo de contactor

Es el mecanismo de conversión más frecuente y, a menudo, el más económico. El contactor está configurado como un interruptor bidireccional accionado eléctricamente donde el usuario abre un grupo de contactos de potencia y cierra un segundo grupo de contactos.

Figura 16

“Contactor”



Tipo de caja moldeada

Los interruptores de caja moldeada se usan típicamente para abrir y cerrar en condiciones normales y anormales, y tienen un diseño simple y pueden soportar palancas accionadas mecánicamente u operadores de motores.

Figura 17

Interruptor



Bastidor de alimentación

Estos interruptores automáticos de marco son más grandes, rápidos y más fuertes que los interruptores automáticos moldeados que pueden soportar los 5000 amp. La tecnología de reserva de energía de dos etapas utilizada permite el funcionamiento manual y eléctrico bajo carga.

Figura 18

“Bastidor de alimentación”



Los ATS (Interruptor de transferencia automática) son equipos que aseguran el continuo abastecimiento de energía a la carga a proteger. Sirve para que un generador eléctrico arranque de manera automática cuando se detecta una falla de la energía de la red pública.

El módulo de control tiene una dimensión de 245mm*184mm*51mm, es el cerebro del sistema, detecta fallas y fluctuaciones de voltaje para lo cual arranca, apaga y monitorea los parámetros de protección del dispositivo, controla el grupo electrógeno de falla en red eléctrica pública, su funcionamiento es intuitivo. Su clasificación es IP32 4X.

Posee un procesador principal Dual Core y memoria extendida, el módulo proporciona un potente microprocesador ARM (Advanced RISC Machine) más rápida, permite devolver respuestas operativas más rápidas en aplicaciones intensivas y mayor funcionalidad, como son:

- Pantalla LCD.
- Voltaje RMS.
- Monitoreo del motor.
- Interface de motores eléctricos.
- Aplicativo para PC

Al monitorear una gran cantidad de datos del motor, en el módulo indica advertencias, o se realiza el apagado y muestra información del estado del motor en la pantalla.

Terminales de 10 vías para conector tipo espada y cable 24 AWG

Figura 19

Terminales



Fuente de alimentación, posee un voltaje de alimentación mínimo de alimentación de 8 VCD, y, un máximo de 35VCD. Según detalle del fabricante.

Figura 20

Alimentación

Máximo voltaje de alimentación	35V continuos (60V protección)
Protección de polaridad inversa	-35V continuos
Máxima corriente de operación	DSE7200 / DSE7300 160mA en 24V 340mA en 12V
Máxima corriente en reposo	DSE7200 / DSE7300 80mA en 24V 160mA en 12V

Detección de frecuencia de la red

Figura 21

Detección Voltaje / Frecuencia de y Generador Red

Tipo de Medición	Conversión True RMS
Rango de Muestreo	5KHz o mejor
Harmónicas	Hasta la decima armónica o mejor
Impedancia de Entrada	300KΩ L-N
Fase a Neutro	15V a 333V CA (máximo)
Fase a Fase	25V a 576V CA (máximo)
Modo Común compensación de Tierra	100V CA (máximo)
Resolución	1V CA fase a neutro 2V CA fase a neutro
Precisión	±1% de escala completa fase a neutro (±3.33V L-N) ±2% de escala completa fase a fase (±11.52V L-L)
Frecuencia Mínima	3.5Hz
Frecuencia Máxima	75.0Hz
Resolución de Frecuencia	0.1Hz
Precisión de Frecuencia	±0.2Hz

Entradas, este equipo posee entradas digitales, falla de cargas, pickup magnético y analógicas donde se puede utilizar con la presión del aceite, temperaturas del refrigerante, niveles de combustible. Para este caso se solicitó por parte del contratista se utilice el módulo con entradas digitales.

Figura 22

“Entradas Digitales”

Numero	DSE7200	6
	DSE7300	8
Arreglo	Contacto entre terminal y tierra	
Umbral de Bajo Nivel	2.1V mínimo	
Umbral de Alto Nivel	6.6V máximo	
Máximo Voltaje de Entrada	+50V CD con respecto a negativo de la fuente de alimentación	
Mínimo Voltaje de Entrada	-24V CD con respecto a negativo de la fuente de alimentación	
Corriente de Contacto	7mA típico	
Voltaje de Circuito Abierto	12V típico	

Puertos de comunicación, su forma de comunicación se puede realizar mediante USB Port, comunicación serial, puerto RS232, puerto serial RS485, puerto can. Para este caso el contratista solicitó se utilice el módulo serial RS485, lo cual soporta el protocolo Modbus RTU con una conexión cable punto a punto de 1 hasta 32 dispositivos, adicional también soporta la conexión del PC, PLC, y sistemas de adquisición de datos. Como ventajas de utilizar este interfaz es la distancia de 1,2Km cuando se utiliza cable balden 9841 igual o superior.

Adicionalmente se configura la alarma sonora interna de 84db@ 1m para informes de bloqueos, disparos eléctricos y monitoreo de alarmas del sistema.

Figura 23

Puerto de comunicación

USB Port	Dispositivo USB2.0 para conexión a una PC ejecutando el software DSE Configuration Suite. Distancia máxima 6m (20 pies)
Comunicación Serial (no disponible en la serie DSE7200)	RS232 y RS485 ambos suministrados pero NO proporcionan operación independiente.
Puerto RS232 (no disponible en la serie DSE7200)	Puerto no aislado. Máxima velocidad de comunicación 115Kbs sujeto a S/W TX, RX, RTS, CTS, DSR, DTR, DCD Conector macho de 9 vías. Máxima distancia 15m (50 pies)
RS485 Serial (no disponible en la serie DSE7200)	Aislado Conexión de datos 2 hilos + común Half Duplex Control de Dirección de datos (mediante protocolo a/w) Máxima velocidad de comunicación 19200Kbs Terminación externa requerida (120Ω) Máxima compensación modo común 70V (protección en tarjeta) Distancia máxima 1.2km (¾ de milla)
Puerto CAN	Puerto de Motor CAN Implementación Standard de 'Slow mode', hasta 250Kbs No aislado. Terminación Interna proporcionada (120Ω) Máxima distancia 40m (133 pies)

- Cargador de batería. - mantiene las baterías cargadas incluso cuando la estación de energía está apagada y lista cuando sea necesario.
- Relevadores. – Controlan uno o más circuitos de alta capacidad para proteger varios módulos en la tarjeta.
- Micro-interruptores. - se encargan de proteger varios componentes del tablero y simular fallas de una o más fases de potencia directamente en el tablero.
- Unidad básica de transferencia. - esto le permite cambiar entre la red eléctrica y los generadores de respaldo para alimentar la carga, y los cables de alimentación se conectan a estos terminales.
- Transformadores de corriente. - mide la corriente de carga, no interrumpe el paso de corriente por el campo magnético y envía una señal variable al módulo de control para que interprete en amperios.

- Gabinete. – tiene varias clasificaciones NEMA, su selección va según el ambiente de trabajo del equipo, con ello permite mantener los sistemas estables

Desarrollo del proyecto

Un proyecto de ingeniería es el que reúne todos los requerimientos necesarios para hacer realidad una idea, que dé una solución a las necesidades dentro de la industria ecuatoriana estos recursos son documentados y se define de la siguiente forma:

- Un proyecto de inversión se caracteriza por una gran ambición. Por ejemplo, logran cubrir muchas extensiones geográficas, afectar el desarrollo regional o nacional y, a menudo, se dividen en subproyectos que funcionan juntos.
- Las instalaciones industriales desarrollan proyectos destinados a construir instalaciones industriales o instalaciones para los sectores de hidrocarburos, metalurgia, centrales eléctricas o plantas de procesamiento.
- Líneas y Procesos de Producción Industrial: Industrias con líneas de producción independientes e interconectadas, como la edificación masiva, líneas de transmisión de energía, almacenamiento, distribución de combustible y calefacción.

Fases para la elaboración de proyectos

Los proyectos de ingeniería coinciden con los proyectos de gestión administrativa. Debe disponerse de recursos humanos, logísticos y materiales para hacerlos posibles. Sin embargo, tienen características que los diferencian de los demás.

Entre las similitudes con otros tipos de planificaciones, es necesario considerar la clase, objetivo, propuesta en proyectos de ingeniería industrial. Además, deben aclararse los objetivos, metas, implementación y otros resultados y seguimiento.

Estos procesos forman la primera etapa de planificación y coordinación sistemática entre las diversas fases de un proyecto de ingeniería industrial para planificar, diseñar, desarrollar, implementar y ejecutar procesos.

La gestión de proyectos industriales requiere una especialización en el campo de la ingeniería. Este discernimiento particular ayuda a los gerentes de proyecto a desarrollar características de manera efectiva. Las fases que como se configura la gestión de proyectos son:

Fase de diseño o planificación

El estudio se realiza según los datos preestablecidas por los clientes o la empresa, según el tipo de proyecto. En este proceso se puede identificar la viabilidad técnica y económica.

Es muy importante delimitar las fases de un proyecto de ingeniería con el objetivo de generar un diagrama de trabajo para delimitar la metodología a implementar, herramientas, recursos y otros aspectos importantes para la implementación.

Se deben tener en cuenta para la elaboración del proyecto la normativa legal vigente, normativas nacionales e internacionales ya que son las que limitan la ejecución de proyectos.

Los objetivos, el alcance, la preparación del plan, los recursos, la asignación de tareas, las previsiones preliminares de progreso y la elaboración de presupuestos son cuestiones muy importantes para la preparación y planificación de proyectos.

La información generada se debe presentar en un informe que sirva de guía para la elaboración del proyecto el cual debe darse a conocer a clientes o inversores.

A lo largo de todo este proceso, el monitoreo y evaluación continua, con el apoyo del área del proyecto, es fundamental para detectar las desviaciones que puedan ocurrir en el tiempo. Las fases del proyecto de ingeniería industrial son:

- Planificación
- Desarrollo
- Ejecución
- Seguimiento

Ingeniería básica

Cuando se hace proyectos denominados llave en mano, siempre se comienza con la ingeniería básica. Se refiere la preparación, diseño y planificación de DTI o Planos de instalación y tuberías (también conocidos como P&ID o Planos de tuberías y equipos) en los que se escribe el estudio del proyecto. Aquí hay un punto de partida de ingeniería industrial para crear una lista de equipos eléctricos. Procesos mecánicos y automatización.

La ingeniería a detalle

La ingeniería detallada ayuda a realizar mejoras para una implementación exitosa del proyecto. Aquí, se producen artefactos como planos, cálculos y otras especificaciones para complementar la información ya recopilada en DTI.

Ingeniería as-built

Esta forma la parte donde todos los cambios y modificaciones del proyecto se integran como un punto de referencia para las decisiones de construcción del proyecto.

Las metodologías y fases de los proyectos de ingeniería industrial brindan una mayor flexibilidad para reconocer rápidamente las necesidades del cliente e implementar el modelo que mejor se adapte a sus requerimientos.

Fase de ejecución

Metodología Agile

Este enfoque comenzó como parte de los principios del desarrollo de software de valor agregado y ha evolucionado hacia otros procesos comunes de la industria. Por su flexibilidad, el marco metodológico utilizado que se caracteriza por su carácter iterativo, y sobre todo por su enfoque en el capital humano, se mantiene vigente.

Al ser reiterativo el proyecto se revisa de manera continua y constante. A esto se denomina sprints, el objetivo principal es que el proceso tenga una duración definida de actividades, concluida la etapa se elabora un informe el cual es revisado por el cliente; una vez obtenido el feedback es posible priorizar el sprint, así repetidas ocasiones hasta finalizar el proyecto.

La metodología es ágil, dinámica, cíclica, es un modelo participativo en el que el cliente participa activamente tomando decisiones durante del proyecto de ingeniería.

Ventajas

- Pertenencia.
- Reconocimiento de oportunidades:
- Mejor dirección
- Flexibilidad de cambios en el proyecto.

- Genera una alta satisfacción del cliente y confianza, fidelidad para la empresa que gestiona el proyecto.

Desventajas

- Falta de interés o tiempo:
- Sprints adicionales:
- Falta de experiencia igual a falta de calidad

Metodología Waterfall o “en cascada” representa un modelo lineal en el que las fases de un proyecto de fabricación industrial se suceden una tras otra. Si bien esta estructura ha sido válida durante más de medio siglo, es menos flexible que el enfoque Agile.

Se debe crear un tiempo estimado y un plan inicial. Sin embargo, al igual que Agile, el método de cascada tiene sus puntos fuertes y débiles. Luego enumeraré algunos de ellos y compararé los métodos.

Ventajas

- Identificación del proyecto con una estructura más ordenada y rígida permitiendo a los clientes conocer todo el proceso.
- Costos fijos
- Capital humano no centralizado
- Simplicidad en planeación y diseño

Desventajas

- Poco funcional en proyectos de ingeniería largo plazo.
- Errores costosos y difíciles de corregir

- Escasa participación del cliente
- Comparativa entre métodos Agile vs Waterfall

Así que ambos métodos tienen sus pros y sus contras. Sin embargo, ninguno es mejor o peor que el otro. Aquí hay que tener en cuenta lo que quiere el cliente y definir tiempo, coste, personalización e implicación en el proyecto.

Las metodologías ágiles priorizan la flexibilidad y la adaptabilidad a las necesidades del cliente. Sin embargo, el uso de la cascada le brinda una mejor organización antes, durante y después de la implementación del proyecto de acuerdo con lo anterior, pero le permite transferir la interpretación técnica a la solución requerida.

De esta forma, se puede pensar en dos formas de hacer el proyecto en base a diferentes métodos. Por ello, a continuación, se pueden identificar las fases de un proyecto de ingeniería industrial con referencia a los niveles de implementación y ejecución de la ingeniería.

Fase de entrega

Es la etapa final del proyecto. En esta se entregará el proyecto. Idealmente, el proyecto finaliza después de la entrega.

Posterior a la entrega se realizan controles y seguimientos hasta cumplir con todas las condiciones establecidas originalmente y se brinda asistencia técnica.

Pasos para la elaboración de un proyecto

Siguiendo esta distinción, se señala que los proyectos de ingeniería se caracterizan por ser complejos, integradores e interdisciplinarios. El proceso para preparar este tipo de proyectos es:

Consultoría

Recopile enfoques iniciales y justifique los enfoques de solución en cada fase del proyecto. Incluye descripciones relevantes, planos de tamaño completo y estimaciones aproximadas. Es el alcance del proyecto.

Memoria del proyecto

La memoria amplía los elementos descriptivos mencionados en el diseño. Tiene 4 elementos básicos:

- “Descripción de actividades y procesos a ejecutar”.
- “Cálculos de todos los componentes del proyecto.”
- “Planificación y programación a través de un diagrama”.
- “Anexos u otras consideraciones para la ejecución.”

Planos

Son documentos muy utilizados al realizar la tarea. Deben ser completos, específicos y suficientes ya que contienen información necesaria para la elaboración del proyecto. Pueden ser generales o detallados, pero si siguen un formato básico de comprensión, lectura y uso, no se pueden modificar.

Pliego de condiciones

El documento más importante del proyecto. El plan muestra lo que debe hacerse, la lista de requisitos muestra cómo debe hacerse. Los términos de tales documentos pueden ser de naturaleza material, económica, legal o administrativa, comercial. Este es un marco general para la implementación de proyectos.

Presupuesto

Es un plan de consolidación y ajuste expresado en parámetros financieros relativo a las operaciones y recursos de la empresa por un período de tiempo con el fin de conseguir las metas establecidas por la administración. Es una guía, ayuda a comprender el costo y la escala de todo el proyecto. Otra forma de usarlo es en fases o etapas específicas.

Un presupuesto es la parte más importante donde se definen costos como mano de obra, materiales, logística y seguros. La mala preparación del presupuesto genera problemas legales, profesionales y personales.

Características:

- Descripción que expresa la administración para realizar el proyecto.
- Integra y coordina las actividades de la empresa para que cada persona pueda contribuir a alcanzar los objetivos. Por tanto, el plan o presupuesto del departamento de proyectos en una empresa funciona cuando se alinea con los objetivos de la organización. Este proceso, es elaborado de forma conjunta y armónica por los distintos departamentos que lo integran.
- Se define en cantidades monetarias y unidades cuantificables.
- Resume y determina las diferentes actividades de una organización en términos de ingresos generados, gastos realizados e inversiones realizadas.
- Del mismo modo, planificar los recursos necesarios para ejecutar el plan operativo a través de la planificación financiera, incluidos los presupuestos financieros y los presupuestos complementarios de capital.
- Necesita la flexibilidad para realizar las revisiones, ajustes y cambios cuando sea necesario.

Importancia del presupuesto

- Minimizar el riesgo en la operación de la empresa.
- Sirven de mecanismo para examinar constantemente las políticas, estrategias de la empresa y alinearlas con las metas definidas.
- Un presupuesto mantiene planes operativos de la empresa dentro de los límites prudentes.
- Cuantificar diversos elementos en el plan de acción general.
- Permiten establecer controles financieros.
- Ayudan a medir el desempeño de las áreas en la empresa y brindan objetivos claros y concisos para cada área.
- Establecen los límites y rangos de pago de la empresa
- Deciden quién es el responsable de la aplicación según el centro de responsabilidad.
- Aclara su comprensión de los objetivos corporativos.
- Indican de antemano cuánto dinero se gastará en las actividades realizadas en la empresa.
- Sobre todo, minimiza los costes de compras innecesarias, materiales desperdiciados y tiempo perdido.

Cronograma de actividades del proyecto.

Es un área fundamental de gran importancia en la gestión de proyectos es la planificación o planeamiento. Una línea de tiempo de las actividades del proyecto es una forma de capturar y representar el alcance de un proyecto. Le ayuda a administrar el tiempo de su proyecto. Por lo tanto, los gerentes de proyectos cuentan con herramientas para conocer el

alcance, la duración, la estructura de trabajo, los recursos utilizados y la ruta crítica del proyecto. También puede realizar un seguimiento de su plan de proyecto de forma regular. Finalmente, identificar retrasos y tendencias en las diversas actividades realizadas.

El cronograma de actividades de un proyecto es una forma de indicar el alcance del proyecto. Para ello se crean una serie de paquetes de trabajo y una lista de actividades. Esto se puede hacer a través del soporte de la tabla de actividades que lo ayuda a organizar y ver la duración de los trabajos a ejecutar y las relaciones entre ellos. A medida que se preparan las líneas de base futuras, es importante enfatizar la necesidad de crear un calendario de actividades del proyecto. Ya se sabe más o menos qué es un plan de acción. La creación de un plan de actividades ayuda a registrar el inicio y el final del proyecto, la duración de cada paquete que divide el alcance del proyecto y la secuencia lógica en la que se implementa el trabajo. Un tipo muy especial de plan de actividades es la línea base del proyecto.

Actualice el plan del proyecto periódicamente y compárelo con la línea de base del proyecto. Esto le permitirá saber exactamente dónde se encuentra su proyecto. Además, se pueden tener en cuenta los cambios y retrasos en la ejecución de varios paquetes de trabajo.

Tipos de cronogramas de actividades.

Por la fase del proyecto:

- Los horarios de oferta tienen un nivel de detalle más bajo que estos horarios. Es importante señalar las líneas principales del proyecto.
- En este caso, el nivel de detalle en el plan de ejecución del proyecto es mucho mayor. Es importante desglosar los paquetes de actividades a un nivel superior para poder gestionar las diferentes etapas de ingeniería, compras y construcción. Estos planes indican las actividades a cargo de terceros (clientes, fabricantes, ingeniería, etc.).

Según el momento:

- Un cronograma de referencia sirve como referencia y plan inicial. Este es un cronograma que compara el progreso del proyecto de mes a mes. Sin esta referencia es muy difícil evaluar y analizar el desarrollo del proyecto.
- Los planes de progreso muestran el avance de las diferentes actividades del proyecto y los paquetes de trabajo. Este progreso debe compararse con la línea de base para ver cambios en aspectos como las fechas del arranque y culminación de la actividad, la duración, los amortiguadores y la ruta crítica.

Para crear un cronograma se debe tomar en cuenta las siguientes acciones:

La Estructura Work Breakdown Structure o WBS, representa la estructura decidida para generalizar el alcance del proyecto. Así se hace el proyecto comprensible para todos.

Identificar las actividades que pueden descomponer cada paquete de trabajo. Esta es una forma de marcar actividades o tareas a corto plazo que se pueden rastrear o monitorear fácilmente. Es importante planificar todas las actividades por separado, ya que puede haber actividades en diferentes calendarios (eléctrica, mecánica, ingeniería civil, instrumentación, etc.).

Un proyecto requiere diferentes tipos de recursos para completar todas las tareas y paquetes de trabajo relacionados con la implementación de cada disciplina.

BOQ Bill of Quantities, una tabla que muestra la escala del proyecto. Estas medidas pueden provenir de una lista de artefactos en varios paquetes de ingeniería.

Determinar la duración de las actividades con base en el desempeño de los recursos asignados. Una vez definidas las actividades que dividen el paquete de trabajo, se conoce las medidas de los elementos que componen estas actividades, y se decide qué recursos destinar

a cada una de ellas, y se procede a calcular su duración. Para ello, basta con calcular el rendimiento de los recursos utilizados en cada actividad.

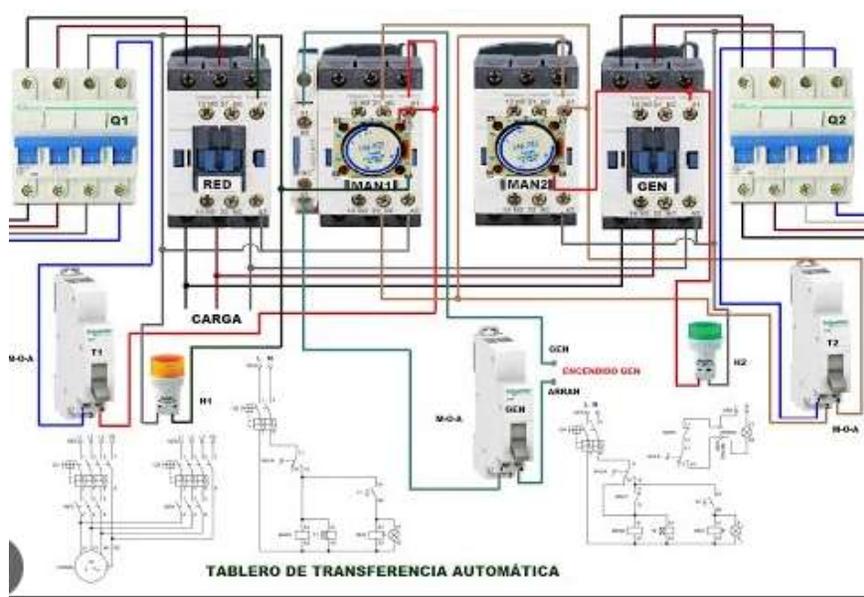
Identificar las restricciones específicas impuestas por el cliente e incorporarlas a los programas de actividades es necesario. Estas pueden ser licencias comerciales. Acceso marítimo, terrestre, aéreo y subterráneo. Asuntos Ambientales y del Aire, Regulaciones y Estándares Corporativos. Use la ruta crítica del proyecto y las estimaciones que ha creado para asegurarse de que el proyecto pueda entregarse a tiempo y dentro del presupuesto. Los recursos presupuestados pueden no ser suficientes y es necesario aumentar la cantidad de recursos además de priorizar algunas actividades.

Diseño del sistema de transferencia automática

Este dispositivo electromecánico alterna entre la energía de la red pública y la energía de una planta de emergencia para suministrar cargas designadas y es responsable de controlar y monitorear varios parámetros del motor.

Figura 24

“Tablero de Transferencia Automática”



Función del “Tablero de Transferencia automática”

1. Monitorear valores de red pública como voltaje, frecuencia y energía en cada fase.
 2. Si detecta un error o un cambio significativo en los parámetros, envía una señal para iniciar una configuración de respaldo y proceder el arranque del generador.
2. Cuando el generador está dentro del rango establecido cambia la carga de a la de emergencia
3. En cuanto se activa el generador de emergencia, el módulo de control se encarga de la siguiente supervisión.
 - Temperatura, presión de aceite, frecuencia
 - Voltaje, frecuencia, amperaje.
 - Los parámetros de la alimentación de la red publica
4. Una vez registrada la alimentación pública hace que se apague el grupo electrógeno.

Figura 25

“Tableros de Transferencia Automática”



Conexión al motor Modbus, para el diseño se ha implementado el interfaz RS485, la configuración se realiza con la conexión Cummins GCM (Generador Control Modulo), esta librería permite el monitoreo remoto.

\\ECU/(ECM)/options/ cummins QST

Figura 26

Modbus

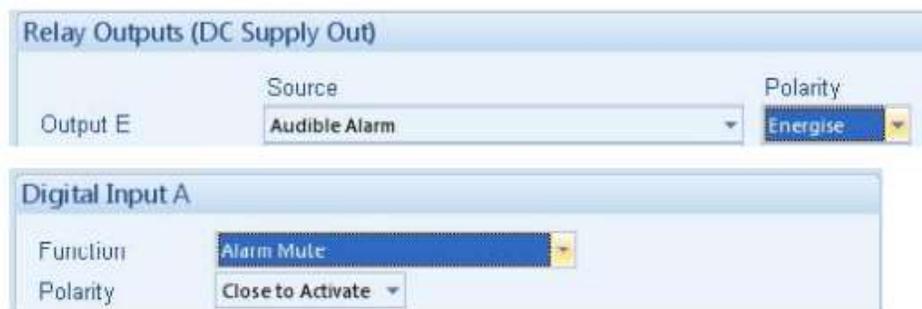


Alarma sonora. – posee una alarma interna en el módulo que paralelamente se añadirá un externa para el uso y manejo de operadores como indicativo de bloqueos, disparos eléctricos y condiciones de alarmas del sistema.

\\Options/RelayOutputs /DC Supply Out-in

Figura 27

Alarmas



Diseño del sistema de control y potencia

Las especificaciones de diseño fueron solicitadas en pliego para su implementación del sistema de control para un tablero de transferencia contiene los siguientes sistemas como: alimentación, supervisión, medida, lógico, iluminación y calefacción

Sistema de alimentación, responsable de mantener el funcionamiento de todos los equipos en caso de presentarse una falla en la red eléctrica. El sistema está constituido con un rectificador y cargador de baterías que alimentan un banco de baterías de 125Vdc 150A, para alimentar el tablero de distribución TCC-D1 y potencia inversa (entrada DC y entrada AC) para el sistema de control de transferencia automática desde uno de los ramales (toma) proveen alimentación de 1KVA . Todo el sistema se puede operar de forma independiente

Sistema supervisor de voltaje, dispositivo eléctrico basado en microcontroladores utilizados para la protección de las cargas trifásicas, efectos de fallas y fallas en la red eléctrica.

Para este tipo de monitor de voltaje, se conectan desde la barra de alimentación mediante un interruptor de 3 puntas para aislar y proteger el equipo.

El sistema de medición analiza la red, señales de voltaje que llegan a los breakers para seccionar y proteger el circuito. Las señales de corriente ingresan a las cada una de las barras mediante los transformadores por sus borneras, esto permite la comprobación de la línea energizada. El voltaje son medidas directas y las señales de corriente se los toma como forma indirecta. La relación del transformador es de 800A a 5A.

La red permite que el analizador registre todas las cantidades eléctricas en la especificación. También se consideran otras cantidades adecuadas para agregar a los sistemas eléctricos de la subestación. También, se cuenta con una comunicación RS485 MODBUS RTU, este sistema de comunicación es programable y se puede integrar con sistemas automatizados vía HMI.

El circuito de potencia utiliza 3 breakers con conexiones realizadas con las barras de cobre y asegurados en la parte posterior con aisladores. El equipo motorizado es abierto, con cámara interruptora de arco en vacío, apertura y cierre de bobinas, carga eléctrica y manual de resortes, monitoreo de interruptores, protección contra sobre corriente, contactos principales, contactos auxiliares y caja de control local.

Breakers motorizados: Se trata de disyuntores instalados en el cuadro de distribución. La configuración requiere justo después del interruptor principal y después del diferencial donde "cuelga" los termomagnético de cada circuito de ajuste.

El ICP (interruptor de control de energía) está ubicado sobre el interruptor principal, pero ya no se necesita con el medidor digital.

El funcionamiento automático se realiza mediante control eléctrico abriendo y cerrando la bobina instalada. Un actuador eléctrico recarga automáticamente el resorte de control cada vez que se apaga el interruptor. Esto terminará en unos 5 segundos.

Combine los terminales de conexión en la parte superior izquierda y conecte los circuitos que lo conforman. Estos terminales conectan a los conductores que abren y cierra el dispositivo. El motor se alimenta con una señal de tensión fija de 125 Vdc entre terminales. Se aplica una señal de pulso de voltaje de 125 V CC a los terminales de la bobina de cierre para alimentar el interruptor automático mientras está cargado por resorte. Para apagar el disyuntor, aplique un pulso de voltaje de 125 V CC a las terminales de la bobina abierta.

Los disyuntores son un elemento básico de seguridad en las instalaciones eléctricas, protegiendo a los equipos eléctricos y a las personas.

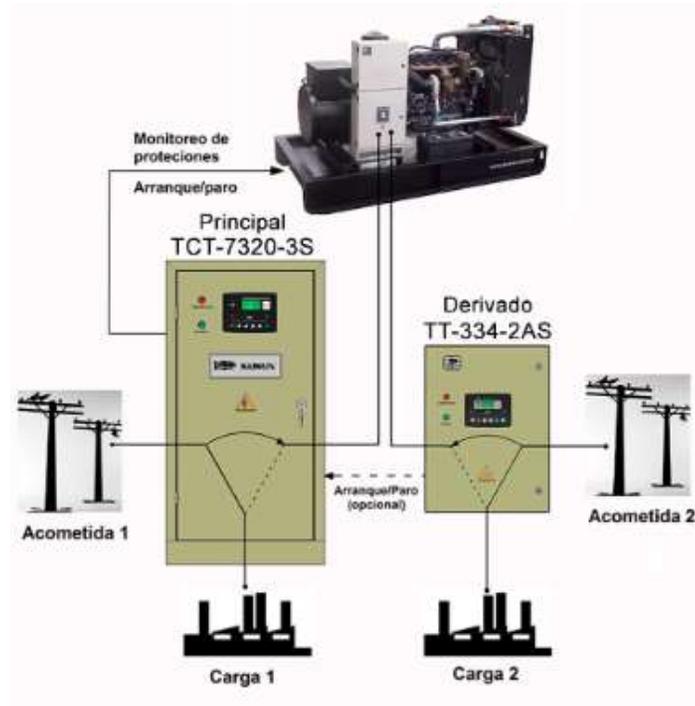
Enclavamiento mecánico con cable flexible no permite que se puedan conectar tres interruptores al mismo tiempo. Este enclavamiento mecánico es seguro porque solo un interruptor automático está cerrado y los otros dos no están cerrados.

La barra: está hecha de cobre altamente conductor y tiene una capacidad de corriente de 1250 amperios.

Aisladores a instalarse: el aislamiento instalado es tipo barra, con aislamiento de fibra de vidrio impregnado de resina, exterior liso e impecable, garantiza 1600 voltios de aislamiento.

Figura 28

Esquema de tablero de transferencia



Montaje de elementos

La barra colectora de la línea eléctrica está montada en la parte trasera, la barra neutral y de tierra están fijadas en la parte baja del tablero, la barra neutral está arriba, la barra de la conexión a tierra está frente al suelo, el módulo de control está montado verticalmente, conectando todos los dispositivos El falso fondo se ajusta con un conducto para aceptar conductores peinados.

Los dispositivos seleccionados se colocan en el pseudofondo mediante un riel DIN, con la excepción del monitor de voltaje, que se sujeta directamente al pseudofondo. Este módulo cuenta con analizador de red, luz LED de control y disparador de botón en su puerta. Tres fondos dobles seleccionados horizontalmente están ubicados en el módulo de accionamiento al que se fija el disyuntor motorizado. Esta placa debe tener clasificación NEMA 4X e IP66.

Implementación del tablero de transferencia automático

El tablero de transferencia automática contiene dos interruptores para administrar el controlador, la alimentación de entrada, la alimentación de red normal y de reserva, y un tercer interruptor para distinguir entre cargas esenciales y no esenciales.

El controlador dispone de entradas conectadas a las fases de la red normal y de la red de emergencia, a través de las cuales es posible monitorear continuamente el nivel de tensión de la red normal o de la red de emergencia. También hay una salida para señal de activación del grupo electrógeno, apertura y cierre de interruptores y tomas de comunicación

Cuando el controlador detecta una perturbación en el nivel de tensión o una caída en la red pública, activa la secuencia prevista para pasar a la red eléctrica de emergencia. De lo contrario, haga el orden inverso a los niveles normales de potencia. Cuando se detecta una anomalía en una red normal, el controlador inicia un tiempo de espera definido por los parámetros de configuración del dispositivo, después del cual el controlador envía una señal para activar y encender el electrógeno.

Si el suministro de red normal se restablece o estabiliza después de que se haya enviado la señal de encendido del generador, el proceso no se interrumpirá, pero la carga continuará conectada al suministro de red normal e incluso después del último encendido del grupo. un período de tiempo. Definido por los parámetros de funcionamiento del controlador, envía una señal de parada al grupo electrógeno.

Figura 29

Controlador de grupo electrógeno



Después de una interrupción normal de la red, cuando el grupo se enciende y alcanza el modo de operación continua, el controlador envía una señal para abrir el interruptor de emparejamiento de la barra y luego de un tiempo envía una señal. Señal de apagado de la red de emergencia, fin de la secuencia de conmutación entre la red eléctrica de la red pública y la red eléctrica de emergencia

El monitoreo del controlador debe ser permanente, por lo que el controlador detecta cuándo la energía principal vuelve a la normalidad o restable y devuelve a la cadena de suministro de energía principal a la normalidad. Una vez que se establece la normalización de la tensión de red, el controlador comienza a contar un período de tiempo en su programa y manda una señal que permita la apertura del interruptor de la red de emergencia. El envío de la señal para cerrar el interruptor de barras le da tiempo necesario para cerrar con éxito el interruptor de alimentación, finalmente, el controlador envía la señal para detener el generador.

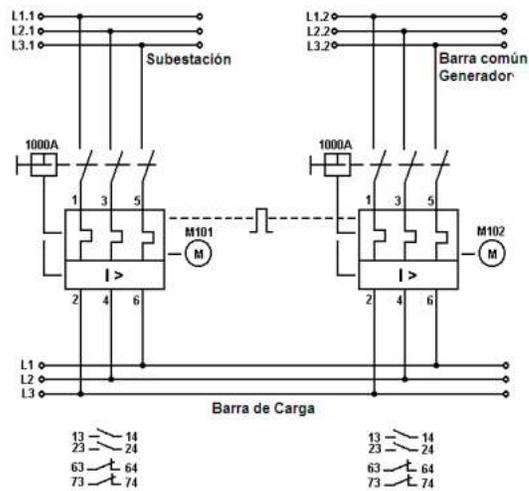
Circuito de potencia

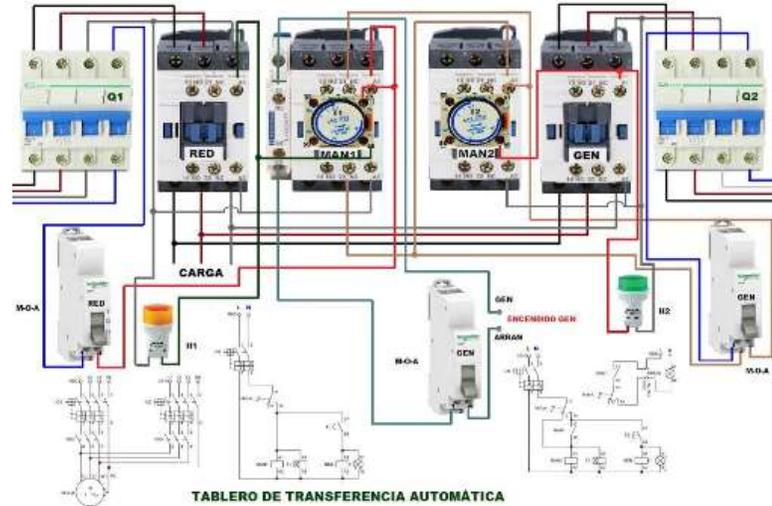
Transferencia

Está compuesto por interruptores que poseen contactos auxiliares que indican el disparo contra carga o corto circuitos ambas están conectadas en una barra en donde se encuentran las cargas que provienen de la barra del generador y la subestación, estos dos interruptores cuentan con el enclavamiento que permitirá que los dos interruptores se accionen a la vez

Figura 30

Diagramas





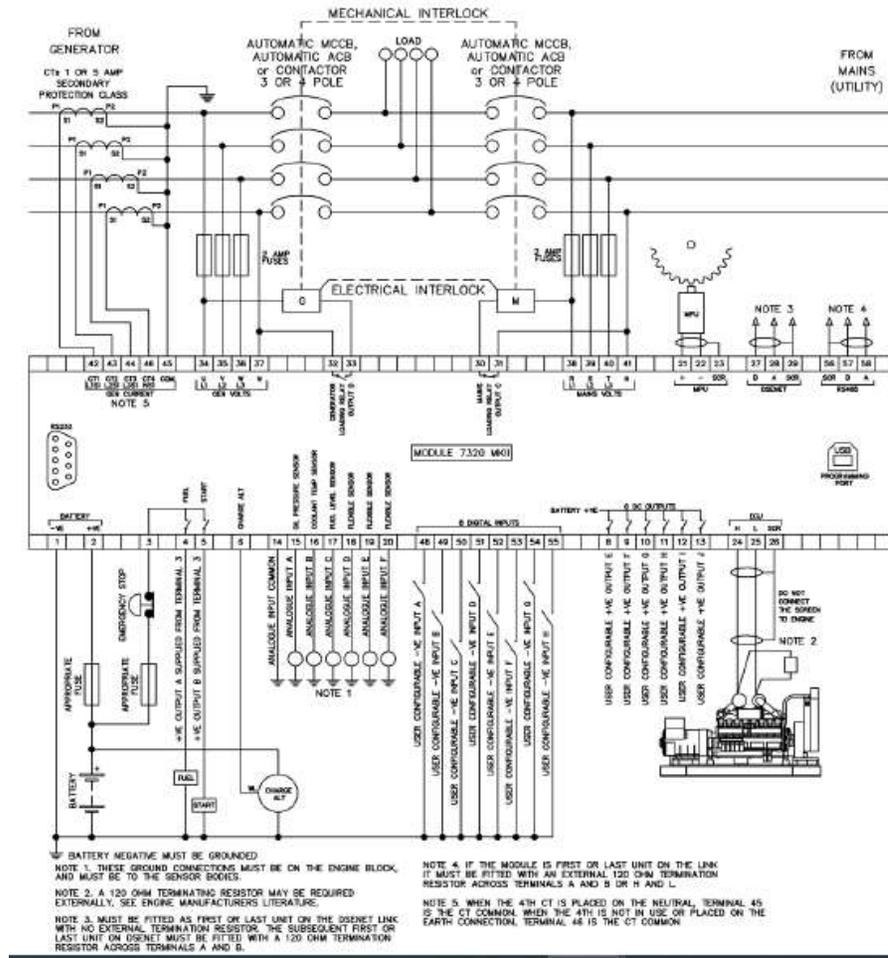
Mando del Generador

Está compuesto por el controlador DSE 7320, un sistema integral que por medio de este se controla todas las funciones del generador como, por ejemplo: presión de aceite, temperatura, arranque alarmas del sistema entre otras funciones que permiten el monitoreo constante a todo tiempo además de que cuenta con una interfase que permite visualizar el funcionamiento a través de una adquisición de datos

El módulo de la serie DSE7320 está diseñado para permitir que el operador arranque y detenga el generador y transfiera manual o automáticamente la carga al generador según sea necesario. Además, el DSE7320 inicia y detiene automáticamente los generadores según las condiciones de la red eléctrica.

Figura 31

Esquema del cableado del controlador DSE 7320



Detección de red presente

Se utiliza un detector de red trifásica, acoplado al secundario del transformador para la medición de alta tensión, y se utiliza un relé normalmente abierto con sus contactos normalmente abiertos para enviar una señal al controlador DSE.

Señalización y señales de Alarmas

En la siguiente gráfica se puede visualizar cada indicador en del DSE 7320

Figura 32

Indicadores del Controlador DSE 7320



Se integró luces indicadoras en el tablero de transferencia

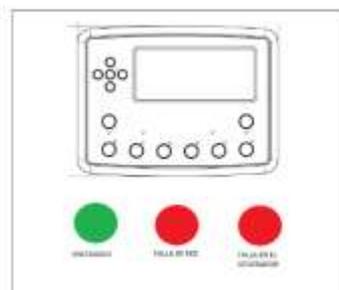
Luz verde. - indica que el generador se encuentra encendido

Luz roja. - Falla en el generador se activará cuando se detecte cualquier situación de alarma configurada dentro del controlador.

Luz roja. - Falla en la red se activará cuando se tenga presencia de energía en la red de suministro

Figura 33

Indicadores del tablero



Para la implementación del tablero y la sincronización con el generador se implementaron las normas (NEC), para las especificaciones del tablero, su finalidad es proteger instalaciones públicas o privadas donde la seguridad vida no dependa del funcionamiento del sistema y del suministro de la energía eléctrica producida.

El tablero de distribución está diseñado e instalado para evitar la conexión accidental de energía normal y de emergencia durante cualquier operación (NEC 702-6 EQUIPO DE CONMUTACIÓN).da.

Figura 34

Configuración de luces indicadoras



Montaje e instalación.

El tablero está construido según los estándares NEMA 12, uso en interiores para resistencia al polvo, salpicaduras de polvo no corrosivas y pequeñas partículas de suciedad, el tablero es de acero con recubrimiento de polvo negro que no es conductor y está dividida en varias secciones.

- Montaje de los elementos. - Se requiere una separación adecuada entre los elementos de potencia para evitar efectos inductivos o capacitivos. Según las

recomendaciones del fabricante, la distancia entre los interruptores automáticos es de 210m.

- Los dispositivos de conexión y desconexión son fácilmente accesibles y operados externamente para que el operador no tenga que tocar partes vivas que no sean la toma de corriente y pueden operarse manualmente por emergencia.

Montaje de los equipos de control

- El suministro de energía a los circuitos de control no debe exceder los 600 V y 1000 VA de acuerdo con NEC 725-21 "Clase 1, Clase 2" y circuitos de control remoto, señalización y limitación de energía. Clasificación del circuito clase 1 y requisitos de potencia
- La distribución de dispositivos cumple con el estándar NEC 725-24 (límites de potencia "Clase 1, Clase 2 y 3", circuitos de señalización y control remoto. Colocación de dispositivos de sobre corriente en circuitos Clase 1), optimización máxima del espacio y recolección de señales y facilidad de entrega.

Conexión a tierra

Los sistemas eléctricos deben ir conectados a tierra para delimitar el voltaje presente de las líneas eléctricas, para estabilizar el voltaje. Todos los equipos hechos de materiales conductores están conectados a tierra.

Desarrollo de la interfaz de usuario

HMI es una pantalla independiente acoplada a otro equipo o un dispositivo inteligente independiente de su aspecto; su función es permitir visualizar los datos a los operarios y tener control de las máquinas.

Las HMI proporcionan muchas ventajas como son:

- Mayor visibilidad: mejora continua de la visibilidad operativa y la capacidad de ver el rendimiento de los equipos y las instalaciones desde un solo tablero o pudiendo acceder de forma remota, lo que da como resultado una productividad mejorada y un tiempo de respuesta más rápido para responder a las alertas.
- Mayor eficiencia: Permite el acceso en tiempo real a los datos de HMI le permite monitorear la producción y adaptarse a los requisitos cambiantes. Una combinación de visualización de datos y tecnología de análisis puede detectar áreas que presenten fallos y mejorar la eficiencia operativa.
- Tiempo de inactividad reducido: alertas centralizadas en el tablero para responder rápidamente a los problemas y reducir el tiempo de inactividad. Al ver y analizar los datos de rendimiento del dispositivo, también se puede identificar y solucionar futuros problemas mecánicos antes de que provoquen un tiempo de inactividad significativo.
- Entorno amigable: El HMI facilitan que los usuarios vean y comprendan los datos y los dispositivos de control muestre datos en forma de gráficos, cuadros, etc., para que los usuarios puedan interpretar rápidamente.

Capítulo IV

Resultados

Resultados experimentales

Diseño y construcción del tablero de transferencia automática, se utiliza para abastecer el sistema energético del campo Base A, siempre que se produzca el corte del servicio de la red de energía pública.

El sistema realiza el arranque, control de operación, y monitoreo del grupo electrógeno de 750 KVA, su funcionamiento a plena carga y su transferencia trifásica mediante el controlador DSE7320.

El tablero tiene como objetivo garantizar la operación en la transferencia de crudo del campo Base A al campo base B mediante el uso de grupos de bombeo a combustión, y eléctricos, además de monitorear la operación del generador y la red pública. Finalmente, la protección de carga del campo base A, ante picos ya sean bajos o altos de voltajes en la red.

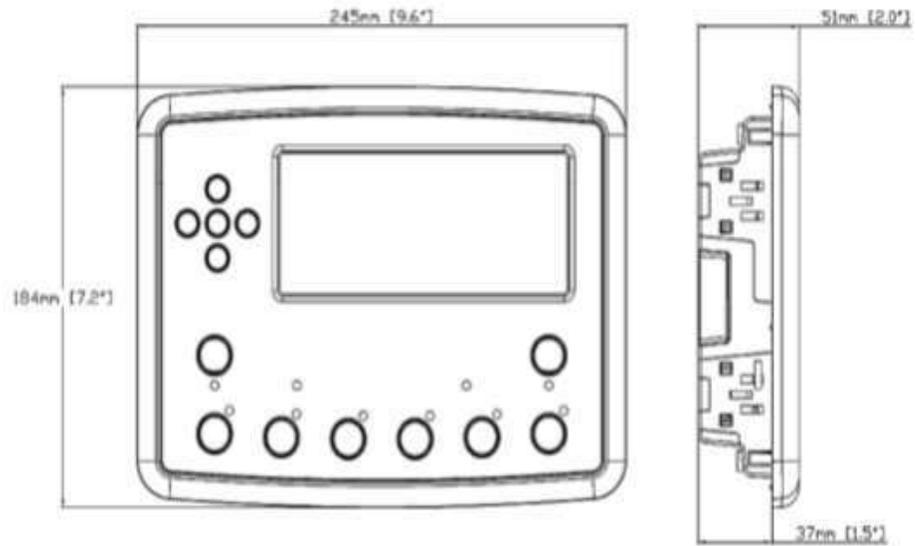
Figura 35

Controlador DSE 7320



Figura 36

Dimensiones del control DSE7320

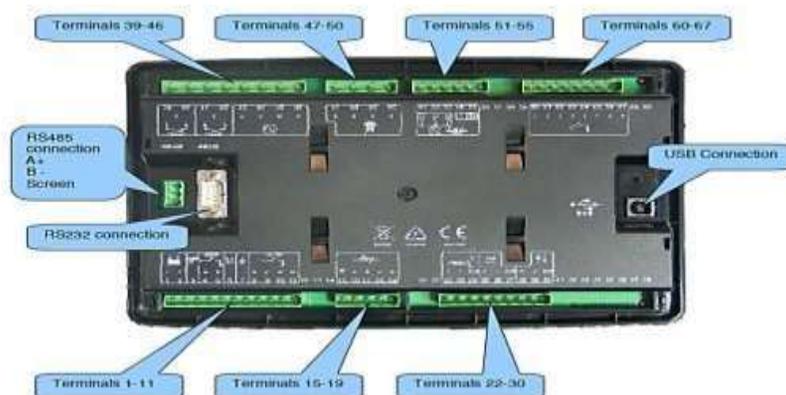


Terminales del controlador DSE7320

A continuación, se muestra la descripción de módulo de la parte posterior, con su debida numeración y función.

Figura 37

Terminales del DSE7320



Componentes del DSE7320

En la siguiente imagen se ilustra las funciones de los botones que posee el módulo DSE7320.

Figura 38

Descripción de los botones del control DSE7320



Figura 39

Descripción de los LEDs del control DSE7320



Configuración del control DSE7320.

Para el controlador DSE7320 se deben configurar parámetros para trabajar con el dispositivo y realizar las funciones requeridas por el usuario. En este se detallan las siguientes alternativas y pasos:

La conexión USB del controlador DSE7320 y PC. Al comienzo de la configuración, se debe establecer una conexión entre la PC y el controlador para que pueda leer la programación del controlador.

Figura 40

Comunicación PC y DSE7320



La programación del controlador DSE7320. Como estándar viene con programación de fábrica para que coincida con la configuración de voltaje que desea crear. Esto indica que modifica los parámetros adecuados para garantizar las diversas funciones de protección del controlador DSE7320. El siguiente es el orden de los pasos de configuración. Ejecute el software Deep Sea Electronics Configuration Suite.

Figura 41

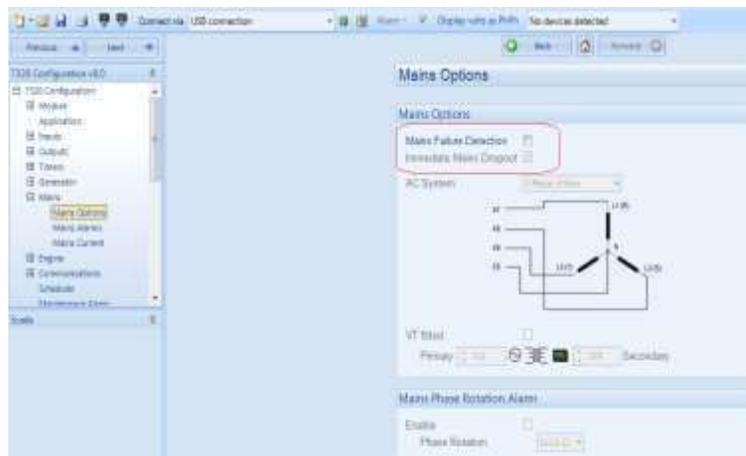
“Lectura de la configuración del DSE7320”



En esta pantalla, continúe ingresando los parámetros para su fuente de energía primaria, o preferiblemente equivalente. Seleccione el tipo de configuración de voltaje a usar.

Figura 42

“Activación de la prioridad Fuente”



A continuación, la calibración de voltaje de la fuente de alimentación de emergencia debe ajustarse al valor de voltaje de la red pública.

Figura 43

“Calibración de los parámetros de protección”

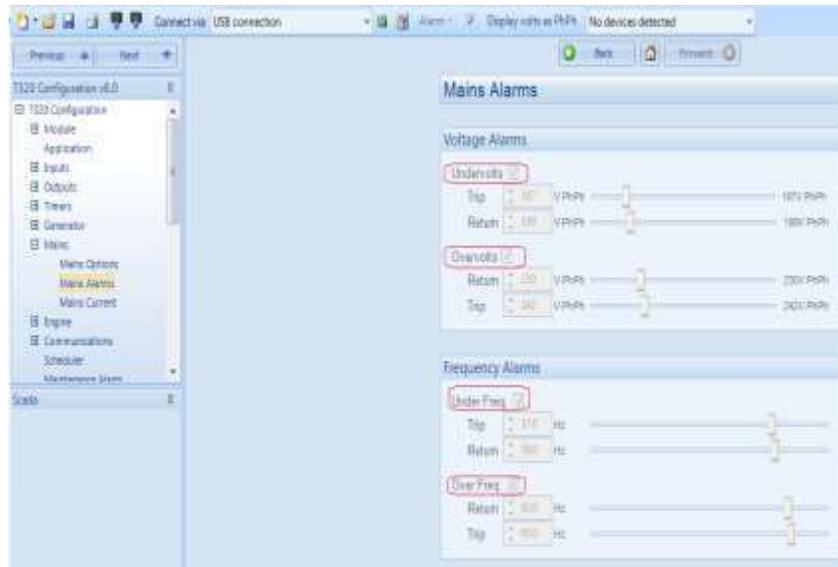
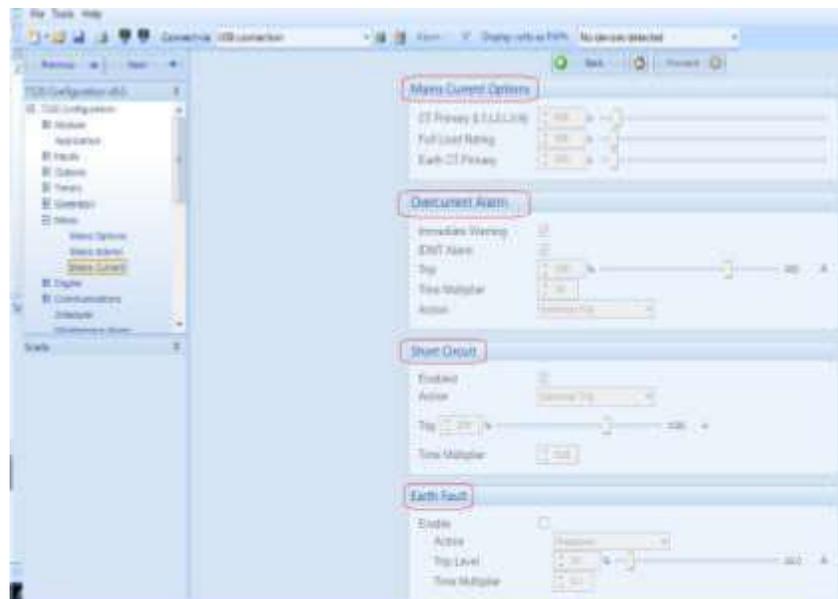


Figura 44

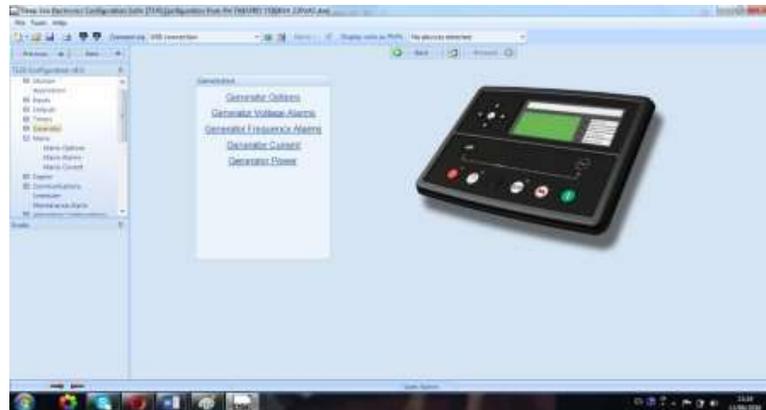
“Calibración de parámetros de protección”



A continuación, se establece, la configuración de voltaje de la fuente de alimentación de emergencia que debe ajustarse al voltaje de la red pública.

Figura 45

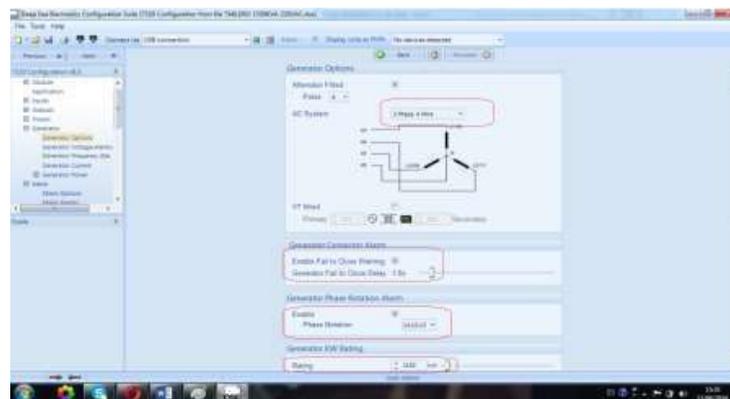
“Calibración de los parámetros del generador”



A continuación, se tiene que cambiar parámetros de protección para el generador. Esto es muy importante ya que con estos cambios depende el buen funcionamiento de las cargas conectadas."

Figura 46

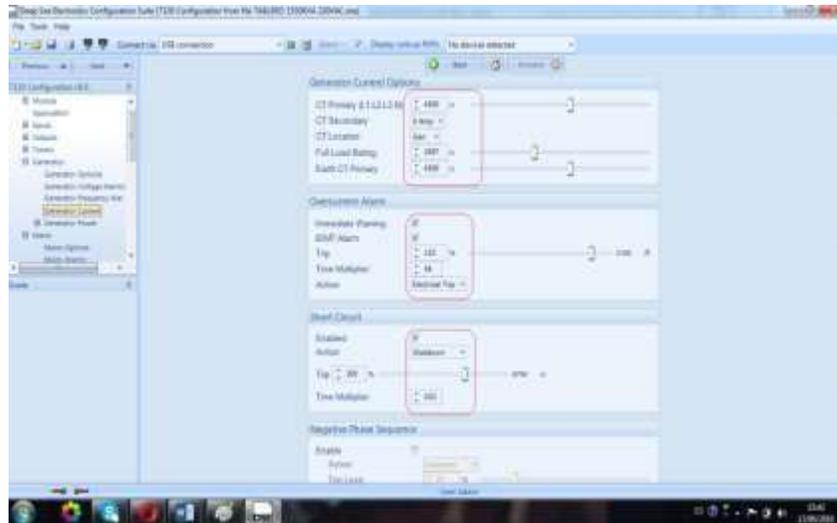
“Calibración de los parámetros de protección”



Modificación del principio de voltaje, para colocar las protecciones.

Figura 49

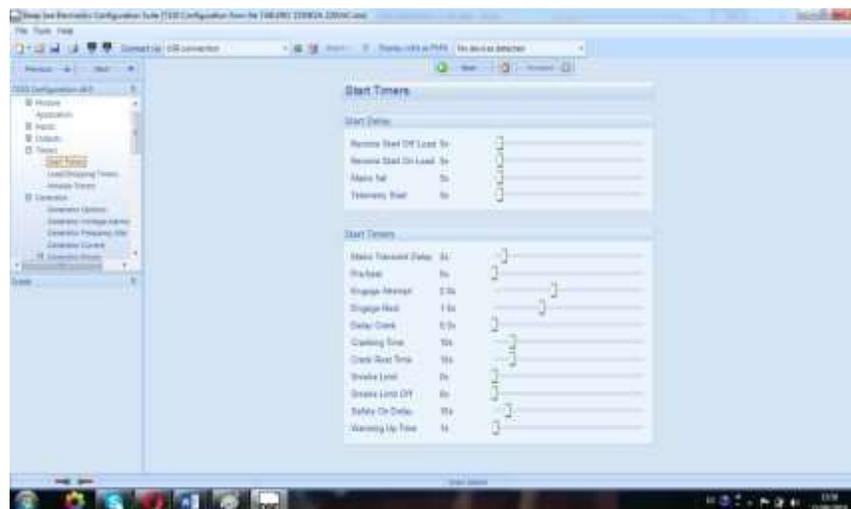
“Calibración de los parámetros de protección”



Para las diversas funciones realizadas por el controlador DSE7320, se realizan las calibraciones correspondientes de tiempo disponible

Figura 50

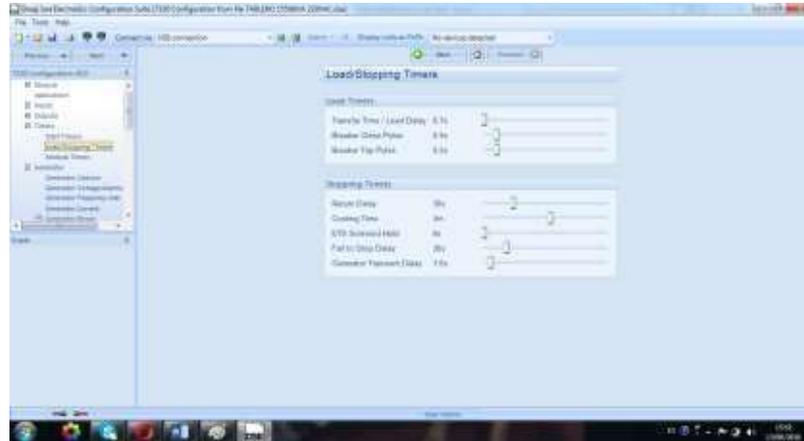
“Tiempos de ejecución de funciones”



En la imagen se ilustra parámetros para temporizar el funcionamiento de arranque del generador.

Figura 51

“Tiempos de ejecución de funciones”



Después de completar los pasos, el controlador “DSE7320” está listo para controlar el “sistema de transferencia de carga” según la “configuración establecida”.

Figura 52

Especificaciones técnicas generales

Especificaciones técnicas generales	
Descripción	Especificación
Fuente DC	
Fuente DC	8 V a 35 V
Máxima corriente de operación	340 mA a 12 V, 160 mA a 24 V
Máxima corriente de standby	160 mA a 12 V, 80 mA a 24 V
Falla de alternador/ rango de excitación	0V a 35V
Red publica	
Rango de voltaje	15 V a 415 V AC (fase a neutro)
	26 V a 719 V AC (fase a fase)
Rango de frecuencia	3.5 Hz a 75 Hz
Salidas	
Salida A (combustible)	15 A DC
Salida B (START)	15 A DC
Salidas C y D	8 A 250V
Salidas auxiliares E, F, G, H	2 A DC
Generador	
Rango de voltaje	15 V a 415 V AC (fase a neutro)
	26 V a 719 V AC (fase a fase)
Rango de frecuencia	3.5 Hz a 75 Hz
Magnetic Pickup	
Rango de voltaje	+/- 0.5 V a 70 V
Rango de frecuencia	10,000 Hz (max)
Rango de temperatura de operación	-30°C a +70°C
Rango de temperatura storage	-40°C to +80°C

Entradas analógicas

- 15. Común de los sensores
- 16. “Sensor de presión de aceite”
- 17. “Sensor de temperatura de agua”. Rtd. Pt 100 3 hilos
- 18. Sensor nivel de combustible

19. Sensor adicional

Entrada discreta

22. Y 23. Sensor de velocidad – pick up magnético 2

Figura 53*Especificaciones Técnicas*

Especificaciones técnicas	
Descripción	Especificación
Entradas digitales	
Número	8 entradas configurables
Arreglo	Contacto entre terminal y el negativo de la fuente DC
Umbral de nivel bajo	2,1 V mínimo
Umbral de nivel alto	6,6 V máximo
Voltaje de entrada máximo	+60 V DC
Voltaje de entrada mínimo	-24 V DC
Corriente de contacto humedo	5 mA típico
Voltaje de circuito abierto	12 V típico
Paro de emergencia	
Arreglo	Contacto entre terminal y el positivo de la fuente DC
Umbral de cerrado	5 V mínimo
Umbral de abierto	3 V máximo
Voltaje de entrada máximo	+35 V DC
Voltaje de entrada mínimo	-24 V DC
Voltaje de circuito abierto	0 V
Salidas en DC A Y B	
Clasificación	15 A resistivos a la fuente DC
Salidas en DC E, F, G, H, I y J	
Clasificación	2 A resistivos a la fuente DC
Puertos de comunicación	
USB Slave port	Tipo B USB 2.0
	Máxima distancia 6 m

Especificación de terminales				
	Pin	Descripción	Cable	Notas
	1	TIERRA	2.5 mm ² AWG 13	Conectada a tierra
	2	Entrada positiva en DC	2.5 mm ² AWG 13	Fuente del módulo y salidas DC E, F, G, H, I y J
	3	Entrada de paro de emergencia	2.5 mm ² AWG 13	Positivo de la red, salidas DC A y B
	4	Señal para el logo (PLC)	2.5 mm ² AWG 13	Positivo de la red del terminal 3. 15 A DC
	5	Start	2.5 mm ² AWG 13	Positivo de la red del terminal 3. 15 A DC
	6	Falla de carga / excitación	2.5 mm ² AWG 13	No conectar a tierra (negativo de la batería)
	7	Tierra funcional	2.5 mm ² AWG 13	Conectar a un punto de tierra confiable
	8	Relé de salida E	1.0 mm ² AWG 18	Positivo del terminal 2, 2 A DC
	9	Relé de salida F	1.0 mm ² AWG 18	Positivo del terminal 2, 2 A DC
	10	Relé de salida G	1.0 mm ² AWG 18	Positivo del terminal 2, 2 A DC
	11	Relé de salida H	1.0 mm ² AWG 18	Positivo del terminal 2, 2 A DC
	22	Señal positivo de pickup magnético	0.5mm ² AWG 20	Conectar al dispositivo pickup magnético
	23	Señal negativo de pickup magnético	0.5mm ² AWG 20	Conectar al dispositivo pickup magnético
	24	Partida de pickup magnético	shield	conectar a tierra sólo un terminal
	39	Relé de salida C	1.0 mm ² AWG 18	Configurado para controlar la bobina del contactor de la red pública (fusible recomendado 10A)
	40	Relé de salida C	1.0 mm ² AWG 18	
	41	Relé de salida C	1.0 mm ² AWG 18	Configurado para controlar la bobina del contactor del generador (fusible recomendado 10A)
	42	Relé de salida C	1.0 mm ² AWG 18	

	43	Sensado de fase L1 del generador	1.0 mm ² AWG 18	Conectar la fase L1 del generador (fusible recomendado: 2 A)
	44	Sensado de fase L2 del generador	1.0 mm ² AWG 18	Conectar la fase L2 del generador (fusible recomendado: 2 A)
	45	Sensado de fase L3 del generador	1.0 mm ² AWG 18	Conectar la fase L3 del generador (fusible recomendado: 2 A)
	46	Sensado del neutro del generador	1.0 mm ² AWG 18	Conectar al neutro del generador
	47	Sensado de fase L1 de la red pública	1.0 mm ² AWG 18	Conectar la fase L1 de la red (fusible recomendado: 2 A)
	48	Sensado de fase L2 de la red pública	1.0 mm ² AWG 18	Conectar la fase L2 de la red (fusible recomendado: 2 A)
	49	Sensado de fase L3 de la red pública	1.0 mm ² AWG 18	Conectar la fase L3 de la red (fusible recomendado: 2 A)
	50	Sensado del neutro del red pública	1.0 mm ² AWG 18	Conectar al neutro de la red pública
	51	Secundario del TC de la fase L1 del generador	2.5mm ² AWG 13	Conectar S1 del TC
	52	Secundario del TC de la fase L2 del generador	2.5mm ² AWG 13	Conectar S2 del TC
	53	Secundario del TC de la fase L3 del generador	2.5mm ² AWG 13	Conectar S3 del TC
	54	No conectar		
	55	Sistema de protección de fuga a tierra	2.5mm ² AWG 13	Conectar al común de los TCs
	60	Entrada digital configurable A	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	61	Entrada digital configurable B	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	62	Entrada digital configurable C	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	63	Entrada digital configurable D	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	64	Entrada digital configurable E	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	65	Entrada digital configurable F	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	66	Entrada digital configurable G	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
	67	Entrada digital configurable H	0.5mm ² AWG 20	Conmutar para negativo
		Terminal para conexión USB	0.5mm ² AWG 20	

A nivel internacional, una de las normas más utilizadas para fabricación e instalación de tableros es la IEC 6139, y trata sobre la regulación y seguridad de los equipos de control y distribución en baja tensión.

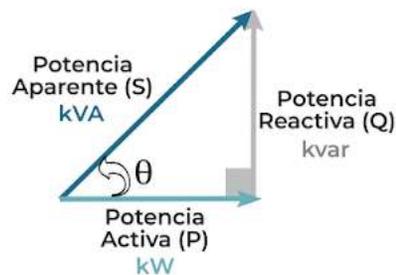
Al menos una vez al año se debe realizar un programa de mantenimiento ya sea preventivo, correctivo y proactivo, verificando el estado de las conexiones y puntos de anclaje.

En las instalaciones críticas debe llevarse a cabo el debido de mantenimiento preventivo al menos 2 veces al año y se debe poseer un registro del mantenimiento realizado y de sus resultados para examinar su comportamiento en el tiempo. En caso de fallo del panel, se debe establecerse la causa, para sustituir el componente dañado y revisar todos los otros componentes del panel de control.

Triangulo de potencia

Figura 54

“Triángulo de Potencia”



“Factor de potencia” igual al coseno del ángulo entre la corriente:

$$P = V * I * \text{Cos}\theta$$

Ecuación 1

$$\text{Cos}\theta = P / V * I$$

$$\text{Cos}\theta = kW / kVA$$

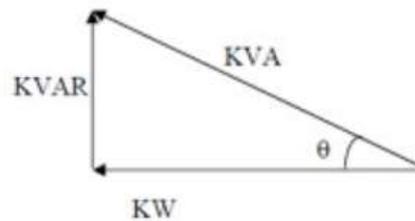
$Kw = \text{Potencia Activa o Real}$

$Kva = \text{Potencia Aparente}$

$Kvar = \text{Potencia Reactiva}$

$$\text{Cos}\theta = \text{Potencia Activa} / \text{Potencia Aparente}$$

Ecuación 2



$$\text{P.F.} = \frac{KW}{KVA} = \text{COS } \theta$$

$$\frac{KVAR}{KVA} = \text{SIN } \theta$$

$$KVA = \sqrt{KW^2 + KVAR^2}$$

Donde:

$W = \text{Potencia Activa (Watts)}$

$V = \text{Voltaje en Voltios.}$

$I = \text{Corriente en Amperios.}$

$P = \text{Potencia en Watts.}$

$\text{Cos}\theta = \text{Factor de Potencia.}$

$$VA = \text{Potencia Aparente en Volt} - \text{Amper.}$$

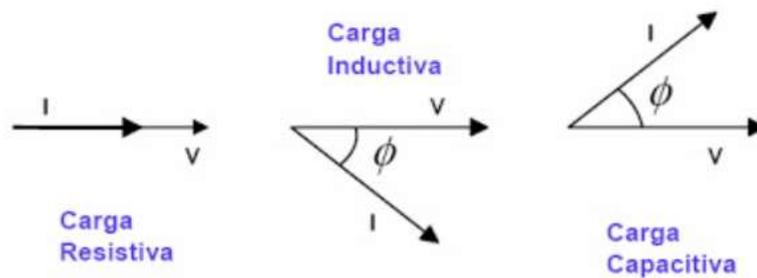
Ecuación 3

Cargas resistivas, inductivas y capacitivas

Son cargas de diferente naturaleza y se comportan de manera distinta a lo que concierne a la “energía absorbida”.

Figura 55

“Carga Resistiva – Carga Induciva – Carga Capacitiva”



Los elementos de un circuito resistivo sacan corriente de la fuente en todo momento, en el efecto requerido es positivo. Por tanto, se comportan como un sumidero en términos de energía.

Los elementos esencialmente inductores, en cambio, almacenan energía en campos magnéticos, según su magnitud, que circulan por ellos en un momento dado. Como lo son “motores de inducción”, los “balasto de luces de descarga de gas” entre otros.

En elementos esencialmente “capacitivos”, la energía es almacenada en “campos electrostáticos” que dependen de la tensión que se aplica en un momento dado.

Los “elementos resistivos” consumen potencia activa (kW), al tanto que los “inductivos y capacitivos” deben consumir “potencia reactiva (kVAr)”.

Figura 56

“TTA -DSE7320”



Figura 57

“Generador Internacional MWM 250 KVA”



Figura 58

Movimiento de hidrocarburos

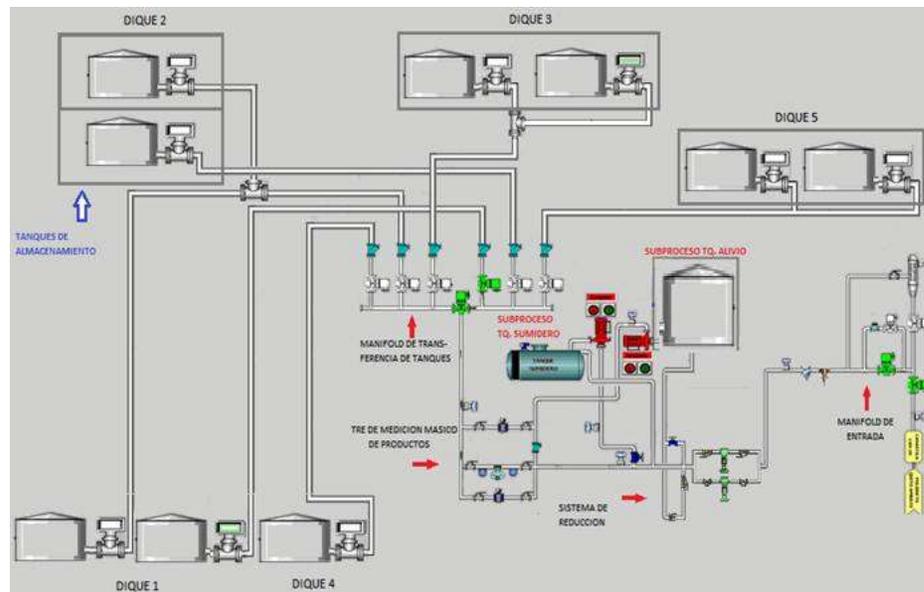


Figura 59

“Montaje del Tablero”

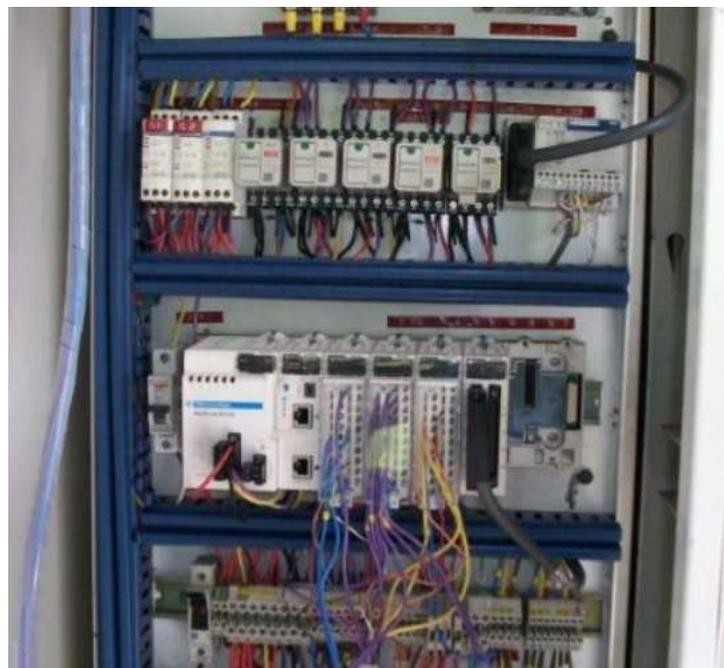


Figura 60

“Presión de aceite del motor”



Figura 61

“Sistema en modo automático”.

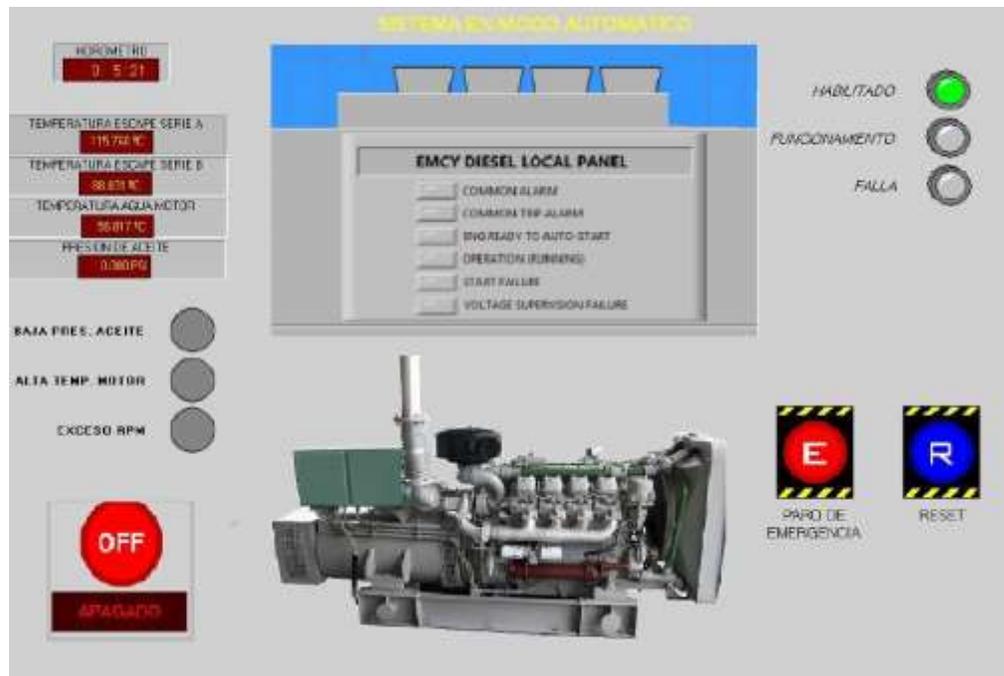


Figura 62

“Cortes transversal del generador”

Corte Transversal del Generador

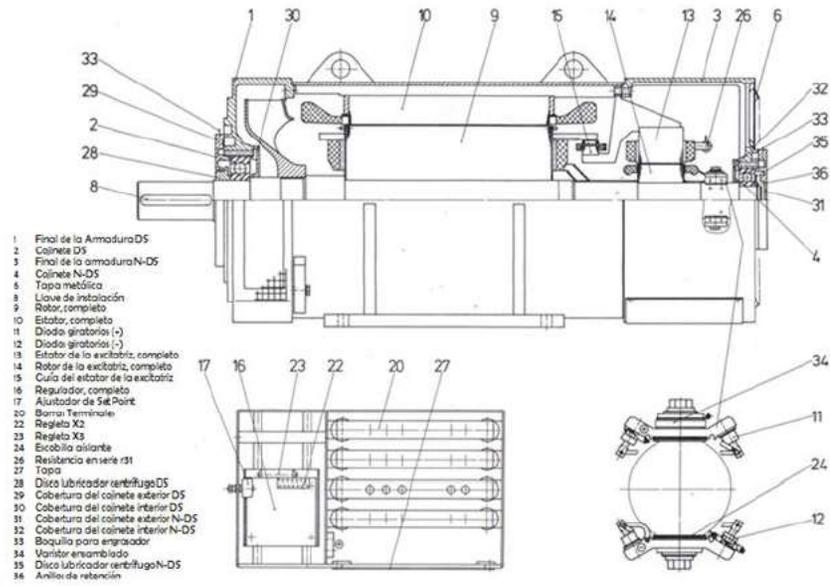


Figura 63

“Despiece del generador.”

Vista en Despiece del Generador

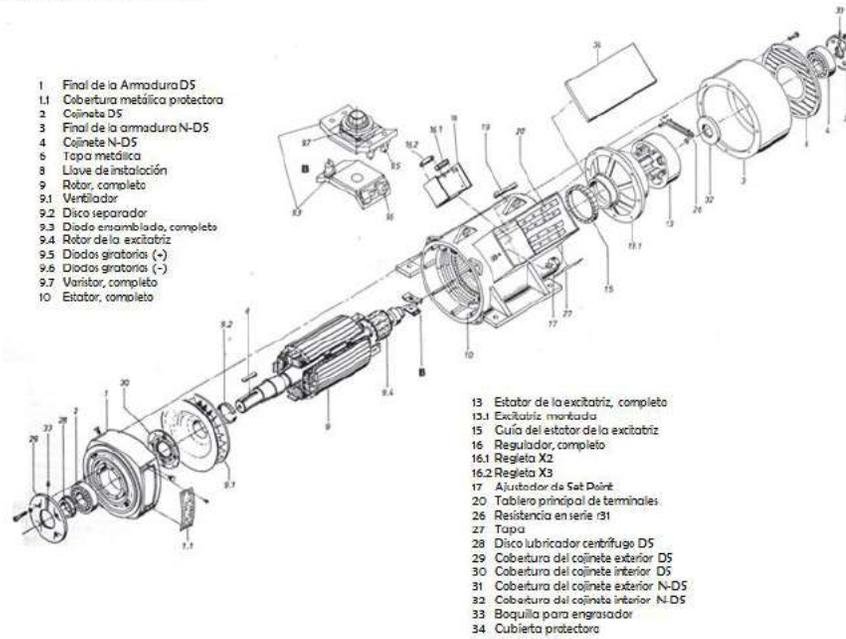


Figura 64

“Conexión eléctrica”

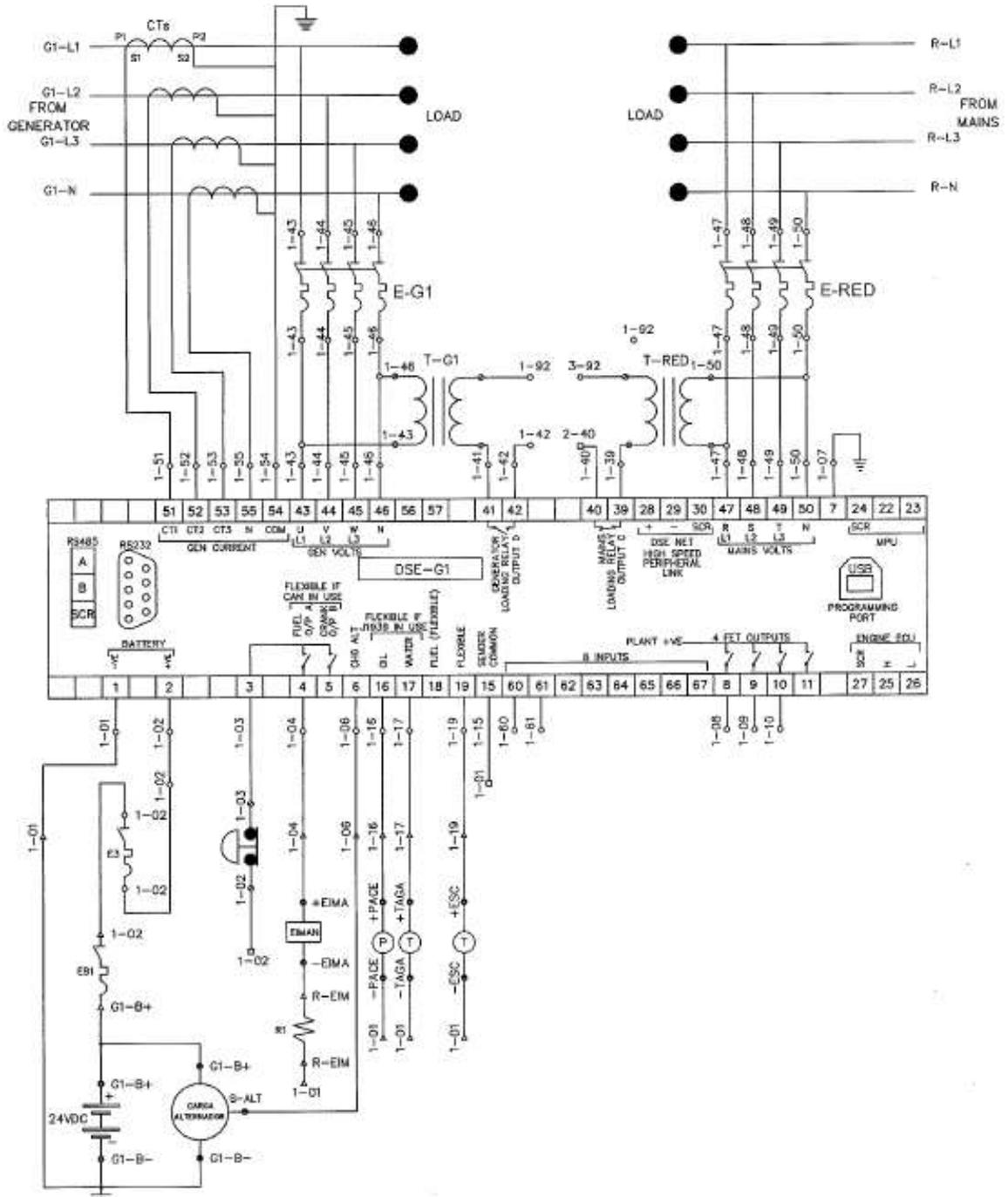


Figura 65

“Luces de control”

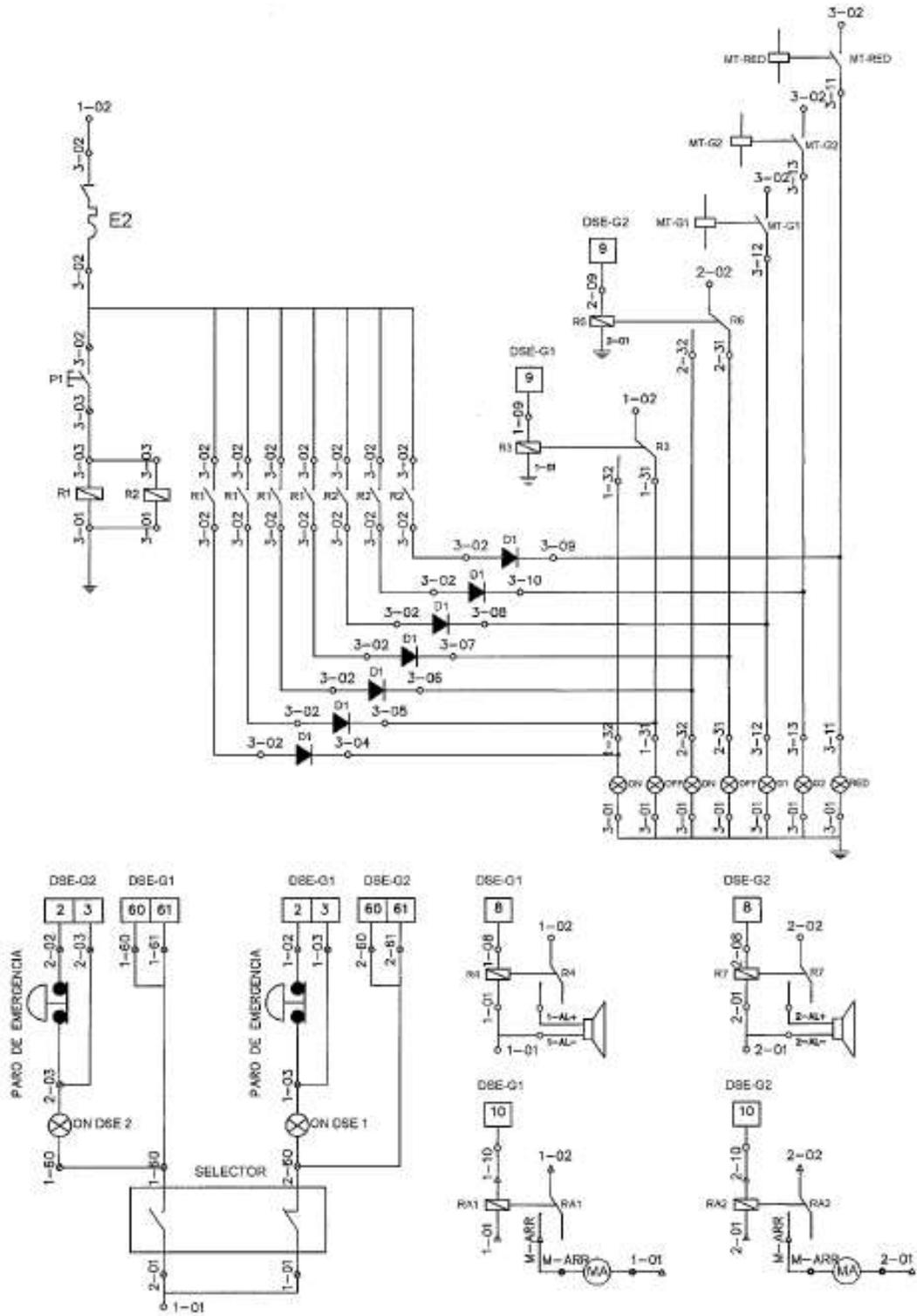


Figura 66

“Protecciones”

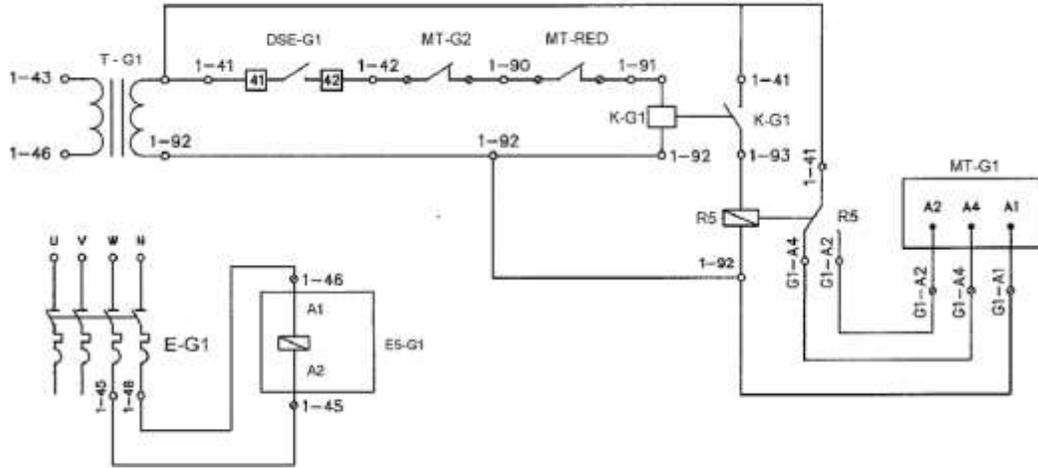


Figura 67

“Protecciones”

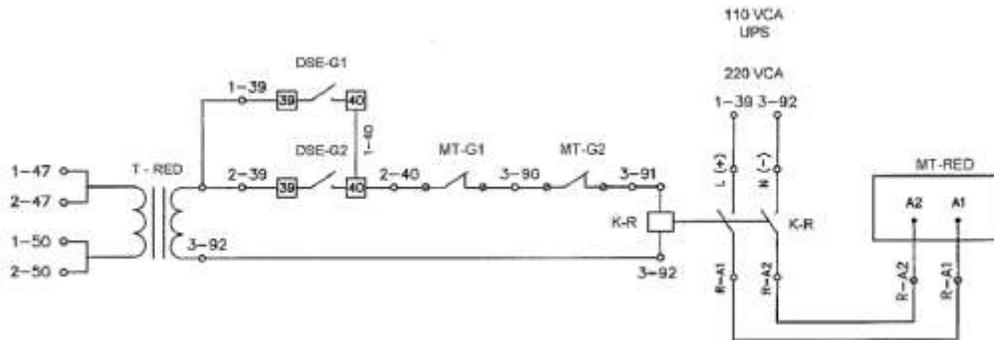


Figura 68

“Conexión en motor – generador”

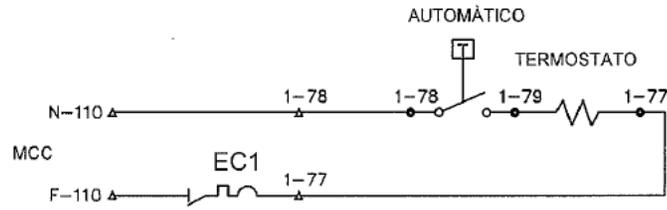


Figura 69

Caja de conexiones generador 1

CAJA DE CONEXIONES GEN 1		
DESCRIPCIÓN	TERMINAL	NOMENCLATURA
24 VCD	Positivo Baterías G1	G1-B+
	Negativo Baterías G1	G1-B-
110 VCA MCC	Fase calentador de agua	F-110
	Neutro calentador de agua	N-110
DSE GENERADOR 1	1-04	+EIMAN
	1-06	S-ALT
	1-10	START
	1-16	+PACE
	1-17	+TAGA
	1-19	+ESC

Figura 70

Calibre Conductor eléctrico

CALIBRE DE CONDUCTORES ELECTRICOS	
CALIBRE AWG	DETALLE DE USO
16	Cableado del tablero
	Cableado instrumentacion motor
	Cableado GEN1,
	Cableado señal alternador
14	Alimentación 24 VDC tablero
12	Alimentación 110 VCA
	Cableado motor de arranque
10	Alimentacion baterias 24 VDC

Figura 71

“Ultra Series Vertical Pump Motors”



Figura 72

Especificaciones Técnicas

Resumen ☐ PU	
Frecuencia	60.017 Hz
$I_{promedio}$	109.66 A
$V_{(LL)promedio}$	461.44 V
$V_{(LN)promedio}$	266.40 V
Factor de potencia_{total}	0.9878 (Ind)
Secuencia de fases	123

V/I ☐ PU						
	Valor eficaz (RMS)	Valor min	Valor máx	THD	Factor de cresta	Factor K
V_1	265.91 V	0.0000 V	303.47 V	1.0421 %	1.4209	---
V_2	266.65 V	0.0291 V	306.28 V	1.0288 %	1.4216	---
V_3	267.47 V	0.0227 V	307.94 V	0.9431 %	1.4202	---
V_N	0.1191 V	0.0000 V	0.2770 V	----	----	---
V_{12}	460.44 V	0.0255 V	524.29 V	0.8091 %	1.4172	---
V_{23}	463.17 V	0.0248 V	532.10 V	0.8040 %	1.4154	---
V_{31}	462.15 V	0.0247 V	530.52 V	0.7641 %	1.4166	---
I_1	119.82 A	0.0477 A	669.80 A	2.7988 %	1.3852	1.0249
I_2	103.35 A	0.0412 A	667.88 A	3.5732 %	1.4348	1.0330
I_3	105.24 A	0.0477 A	656.73 A	3.1849 %	1.4055	1.0347
I_N	0.0007 A	0.0000 A	0.0009 A	----	----	----

Promedios			
	*150/180 Cycles	10 min	2 horas
*Timestamp	17/05/2021 14:20:21	17/05/2021 14:20:00	17/05/2021 14:00:00
*Flag	Not flagged	Not flagged	*Flagged: V1,V2,V3
V ₁	265.66 V	265.58 V	266.14 V
V ₂	266.44 V	266.24 V	266.58 V
V ₃	267.30 V	266.98 V	267.59 V
V _N	0.1216 V	0.1198 V	0.1137 V
V ₁₂	460.02 V	459.92 V	460.64 V
V ₂₃	462.74 V	462.17 V	462.98 V
V ₃₁	461.80 V	461.46 V	462.54 V

Resumen de potencia según					
	Potencia activa	Potencia reactiva	Potencia aparente	FP verdadero	FP de desplazamiento
Fase 1	31.587 kW	4.7282 kVAr	31.939 kVA	0.9890 (Ind)	0.9901 (Ind)
Fase 2	26.771 kW	5.9698 kVAr	27.429 kVA	0.9760 (Ind)	0.9772 (Ind)
Fase 3	28.144 kW	1.8971 kVAr	28.208 kVA	0.9977 (Ind)	0.9990 (Ind)
Neutro	0.0000 kW	0.000 kVAr	0.0000 kVA	0.4609 (Cap)	---
Total	86.503 kW	12.595 kVAr	87.576 kVA	0.9877 (Ind)	0.9890 (Ind)

Temperatura interna		
Interno _{promedio}	Interno _{Min}	Interno _{Max}
48.99 °C	27.66 °C	51.09 °C

Consumo y demanda			
	Consumo neto	Demanda	Demanda pico
Energía activa	32.928 MWh	86.258 kW	117.61 kW
Energía reactiva	12.910 MVArh	11.174 kVAr	-26.70 kVAr
Energía aparente	49.861 MVAh	87.213 kVA	125.54 kVA

Energía recibida				
	Periodo actual	Consumo total	Demanda	Demanda pico
Energía activa	0.6847 kWh	32.930 MWh	86.201 kW	117.61 kW
Energía reactiva	0.0895 kVArh	12.913 MVArh	11.208 kVAr	51.877 kVAr

Energía entregada				
	Periodo actual	Consumo total	Demanda	Demanda pico
Energía activa	0.000 kWh	0.9721 kWh	0.000 kW	0.0000 kW
Energía reactiva	0.000 kVArh	2.6518 kVArh	0.000 kVAr	78.578 kVAr

Energía neta (recibida-entregada)				
	Periodo actual	Consumo total	Demanda	Demanda pico
Energía activa	0.6847 kWh	32.929 MWh	86.201 kW	117.61 kW
Energía reactiva	0.0895 kVArh	12.910 MVArh	11.208 kVAr	-26.70 kVAr

Energía total (recibida+entregada)				
	Periodo actual	Consumo total	Demanda	Demanda pico
Energía activa	1.3433 kWh	32.935 MWh	85.814 kW	117.61 kW
Energía reactiva	0.1767 kVArh	12.916 MVArh	11.261 kVA	130.45 kVAr
Energía sparente	1.3588 kVAh	49.865 MVAh	86.798 kVA	125.54 kVA

Análisis de resultados

En la planta de generación termoeléctrica en un campo petrolero la energía eléctrica se destina principalmente para los siguientes consumos.

- Bombas electro-sumergibles para extracción de petróleo crudo
- Bombas de superficie para transferencia de fluidos; reinyección de agua de formación.
- Bombas booster de procesos
- Compresores
- Iluminación
- Aire acondicionado

- Equipos de oficina
- Planta de operación – deshidratación
- Taller de reparación y mantenimiento

En las plantas de generación termoeléctrica es muy común detectar problemas de eficiencia energética debido a la cantidad considerable de sistemas auxiliares instalados en los diferentes procesos. Por tal motivo se deben considerar acciones para mitigar las diferentes deficiencias tales como:

- Elevado consumo de diésel, con mayores emisiones de CO₂ a la atmósfera
- Maquinarias obsoletas
- Deficiente gestión de mantenimiento y operación
- Baja motivación del personal involucrado en el uso final de la energía
- Falta de un plan de producción en base a indicadores

Lo detallado anteriormente conlleva al incremento del costo del Kwh. Generado, paradas inesperadas, con las consecuentes pérdidas de producción en la extracción de barriles de petróleo.

El buen uso de la energía eléctrica con la implementación de planes adecuados de ahorro energético, inversión tecnológica, buenas prácticas de operación y mantenimiento preventivo-predictivo-correctivo permitirán un nivel aceptable de Kwh generadores vs galones consumidos.

Factores Eléctricos: La mayor cantidad de cargas en un campo petrolero son de tipo inductivas manejadas con variadores de velocidad que ocasionan altos niveles de consumo de reactivos incrementando el consumo de combustible.

Factor Mecánicos: Deficiente gestión de mantenimiento y uso de equipos obsoletos de bajo rendimiento.

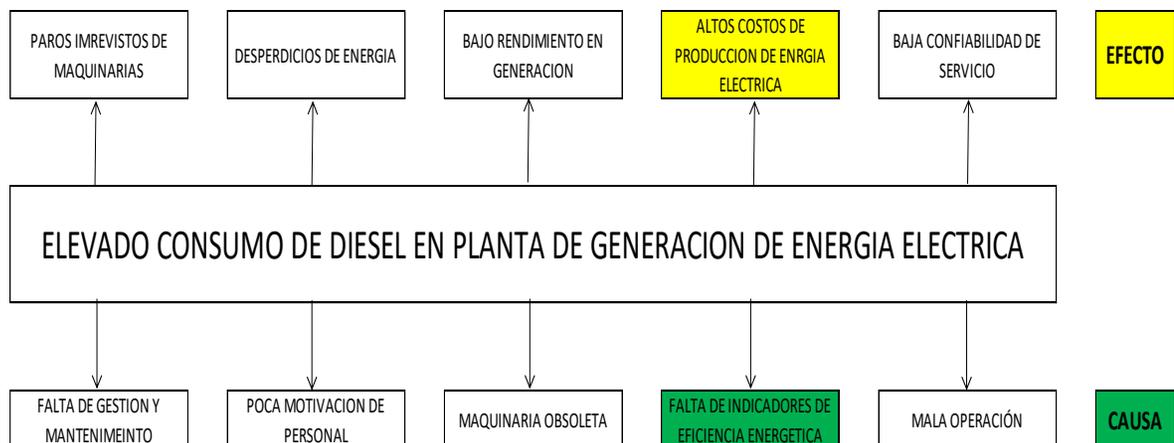
Factores económicos: El cambio tecnológico de los grupos de generación componentes del sistema representan una inversión elevada.

Factores de operación: El personal del campo tiene desconocimiento del uso eficiente de la energía y escasa motivación en el desarrollo de sus actividades.

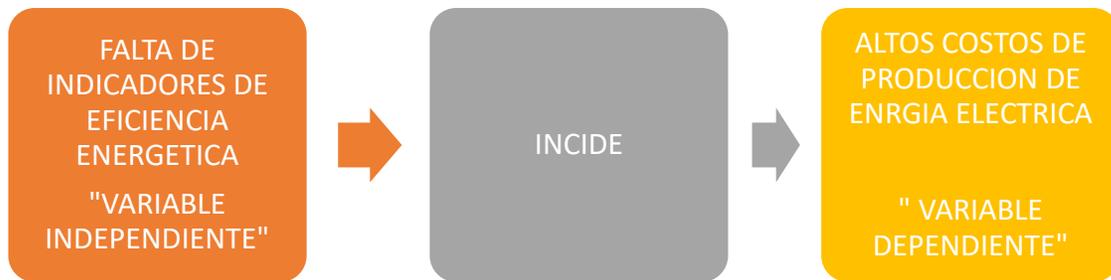
Entre las causas que originaron los problemas técnicos son la falta de gestión de mantenimiento origina paros imprevistos de las máquinas y equipos.

- Las maquinarias obsoletas provocan un bajo rendimiento de generación.
- La ausencia de gestión de indicadores energéticos afecta directamente a los costes de producción.
- La mala operación del sistema de generación reduce la confiabilidad en el servicio eléctrico.
- La poca motivación del personal induce al desperdicio de energía en los puntos de consumo.

Consumo de diésel en la planta de generación.



Problemas en la planta



Los sistemas producción o auto generadores son la fuente principal, un grupo de electrógenos son la “fuente de energía”, continua y repetido durante mucho tiempo, con carga total, persistente o variable.

La producción de electricidad de uso directo, mayoritariamente en los campos de petróleo, por muy eficiente que sea el proceso, se llama autogeneración.

Los grupos electrógenos que funcionan en paralelo en las plantas, en este sentido [Hazel, 2011] afirma que se utiliza en paralelo los grupos electrógenos con prestaciones similares. Lo cuales tienen tres ordenaciones generales, que son:

Los grupos excepto uno está diseñado para ofrecer la potencia activa y reactiva fija. Uno de ellos funciona en “modo isócrono” y suministra la “potencia activa y reactiva” necesaria para conservar, “frecuencia y tensión” del sistema. Cualquier cambio de la “frecuencia”, “voltaje y fluctuaciones “, será absorbido por el grupo.

Los grupos de electrógenos que están se encuentran en modo (caída). Las potencias activas y reactivas se distribuyen por igual entre sí, con relación a la potencia nominal. Las oscilaciones de la carga hacen que las alteraciones de voltaje y velocidad sigan una línea particular de inclinación negativa, normalmente con una pérdida del 4% por variaciones de

carga. Dado que el grupo electrógeno no puede sincronizarse con otra fuente de alimentación acoplándose a esta línea particular, este esquema no se lo logra utilizar cuando están funcionando en paralelo con otras fuentes de alimentación.

Los “grupos electrógenos” van acoplados con la “unidad de control” de forma que se comparte la potencia activa y la reactiva. En la imagen se muestra un modelo de la configuración. Cada controlador recibe una configuración de ajuste de potencia activa, que incluso garantiza la regulación de frecuencia. Esta disposición permite la diversificación de la carga sin ocasionar el balanceo de la “frecuencia” y “tensión”.

Figura 73

“Funcionamiento en Paralelo”

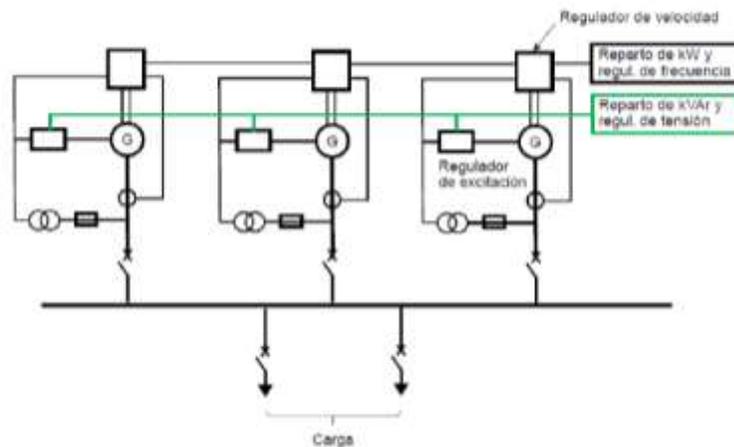


Figura 74

“Generadores en paralelo”

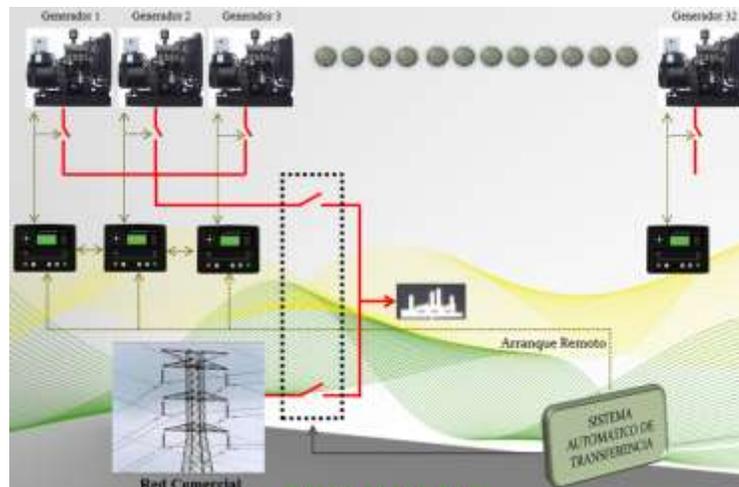


Figura 75

“Controlador DSE”



Figura 76

“Funcionamiento”



El generador se fundamenta básicamente en la inducción de una tensión en un “conductor” que se pone en movimiento al pasar por un campo magnético.

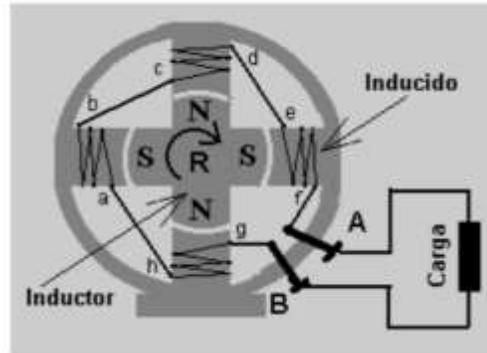
Un alternador consta básicamente de dos elementos básicos para el buen funcionamiento: el inductor y el inducido.

Un inductor consta de un rotor (con cuatro partes magnéticas, cada una con su propia “polaridad”) y una armadura (una bobina de alambre envuelta alrededor de las piezas polares) del estator.

El inductor consta de un rotor (con piezas magnéticas con su propia polaridad), el inducido conformado por un estator (“bobina de alambre” enrollada).

Figura 77

“Funciones básicas de un generador”



Se puede observar en la figura “los bobinados (a-b, c-d, e-f y g-h)” que están en las zapatas polares, los cuales serán magnetizados por los imanes del inductor. Cuando este gira en el “campo magnético inducido por las zapatas polares”, y esta cambiará de sentido cuando a gira a 90° el rotor

Figura 78

“Partes del Grupo electrógeno”

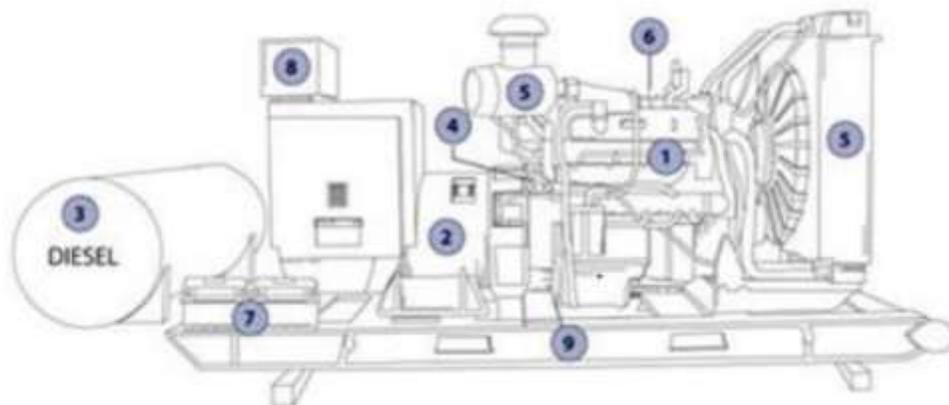


Figura 79

Partes del Grupo electrógeno

Elemento	Descripción
1	Motor
2	Alternador
3	Depósito de Combustible
4	Regulador de Voltaje
5	Sistema de Escape y Enfriamiento
6	Sistema de Lubricación
7	Cargador de Batería
8	Panel de Control
9	Bancada

Figura 80

Tipos de Generadores

Tipo de Generador	Definición
Generadores de campo magnético estático	Su parte física tiene similitud al generador de corriente continua. En este tipo de generadores la fuerza electromotriz se convierte en continua o alterna mediante un conmutador (la FEM se entrega sin transformador).
Generadores de campo magnético rotativo	La corriente se entrega directamente del armazón a la carga (la parte donde se produce el voltaje es estático), se debe a que el estator se encuentra conformado de un núcleo de hierro laminado con arrollamientos.

Figura 81

“Generador Diesel”



Figura 82

“Tablero Automático”



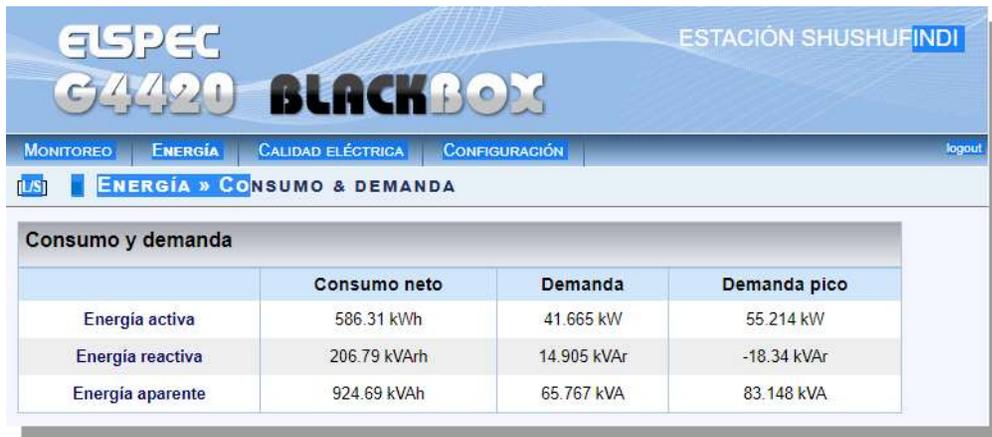
Se ha demostrado en el campo que un consumo elevado de diésel se debe a condiciones de carga y estado de la máquina. Sin embargo, se dispone de un plan de operación y mantenimiento eficiente, así como una adecuada distribución de cargas se podrá mejorar el rendimiento de los grupos electrógenos acorde a las políticas de una adecuada gestión energética.

Se pudo determinar el estudio de las variables se realizará en planta de producción de electricidad del campo petrolero a fin de obtener la información necesaria tanto de equipos como del personal asociado a la operación y mantenimiento.

Con el equipo inicializado se confirma, datos obtenidos con mediciones en campo y comparaciones con otros equipos de medición (Shark y DSE), con estación sin bombeo

Figura 83

Demanda de Potencia con estación parada



The screenshot displays the 'ELPEC G4420 BLACKBOX' monitoring interface for 'ESTACIÓN SHUSHUFINDI'. The navigation menu includes 'MONITOREO', 'ENERGÍA', 'CALIDAD ELÉCTRICA', and 'CONFIGURACIÓN'. The current view is 'ENERGÍA > CONSUMO & DEMANDA'. A table titled 'Consumo y demanda' provides the following data:

	Consumo neto	Demanda	Demanda pico
Energía activa	586.31 kWh	41.665 kW	55.214 kW
Energía reactiva	206.79 kVAh	14.905 kVA	-18.34 kVA
Energía aparente	924.69 kVAh	65.767 kVA	83.148 kVA

Figura 84

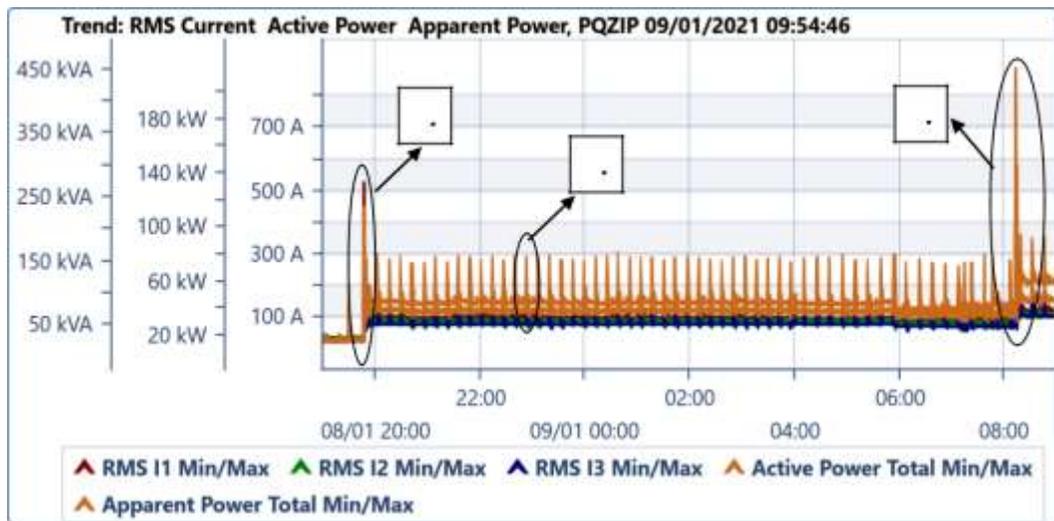
Corrientes L1, L2,L3 estación parada



Se revisa creación de datos históricos en equipo analizador de energía, y la creación de archivos PQZIP para su análisis, mediante software PQS Shappire, de los cuales se obtiene las siguientes gráficas del reporte del equipo analizador:

Report start time: 08/01/2021 19:00:00.642320

Report end time: 09/01/2021 09:00:24.162994



1. Inicio bombeo

2. Cambio de partida
3. Arranque de compresores

Tabla 1

Picos de corriente y potencia

Component	Parameter	Min	Max	Average
<i>PQZIP 09/01/2021 09:54:46</i>	<i>RMS I1 (Auto)</i>	<i>32,211 A</i>	<i>888,707 A</i>	<i>96,988 A</i>
<i>PQZIP 09/01/2021 09:54:46</i>	<i>RMS I2 (Auto)</i>	<i>20,959 A</i>	<i>721,047 A</i>	<i>79,956 A</i>
<i>PQZIP 09/01/2021 09:54:46</i>	<i>RMS I3 (Auto)</i>	<i>23,352 A</i>	<i>741,274 A</i>	<i>77,045 A</i>
<i>PQZIP 09/01/2021 09:54:46</i>	<i>Active Power Total (Auto)</i>	<i>14,64 kW</i>	<i>217,714 kW</i>	<i>43,083 kW</i>
<i>PQZIP 09/01/2021 09:54:46</i>	<i>Apparent Power Total (Auto)</i>	<i>21,058 kVA</i>	<i>452,918 kVA</i>	<i>67,523 kVA</i>

Se puede observar que los puntos críticos de picos de corriente y potencia son durante el encendido de las bombas booster, por tanto, se evalúa las mediciones en estos puntos

Report start time: 08/01/2021 19:49:43.642320

Report end time: 08/01/2021 19:49:45.162994

Figura 85

Picos de corriente y potencia



Tabla 2

Picos de corriente y potencia

Component	Parameter	Min	Max	Average
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	RMS I1 (Auto)	37,161 A	529,377 A	179,189 A
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	RMS I2 (Auto)	27,35 A	344,443 A	178,733 A
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	RMS I3 (Auto)	24,311 A	415,386 A	163,139 A
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	Active Power Total (Auto)	16,222 kW	104,687 kW	63,971 kW
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	Apparent Power Total (Auto)	23,856 kVA	236,188 kVA	112,254 kVA

Se realiza el mismo análisis para el momento de cambio de partida donde se enciende dos bombas Booster de 100HP a la vez:

Report start time: 09/01/2021 08:14:40.642320

Report end time: 09/01/2021 08:17:45.162994

Tabla 3

Picos de corriente y potencia con estación

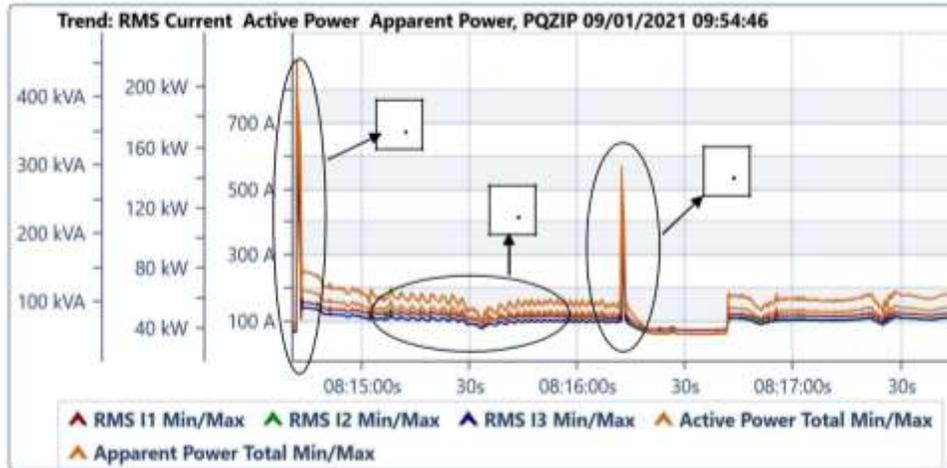
Component	Parameter	Min	Max	Average
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	RMS I1 (Auto)	74,858 A	888,707 A	123,979 A
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	RMS I2 (Auto)	61,285 A	721,047 A	110,318 A
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	RMS I3 (Auto)	64,184 A	741,274 A	111,189 A
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	Active Power Total (Auto)	35,933 kW	217,714 kW	57,448 kW
PQZIP 09/01/2021 09:54:46	Apparent Power Total (Auto)	53,481 kVA	452,918 kVA	86,558 kVA

Se verifica mediante web requerimientos de potencia y consumo de energía con estación en línea y operaciones normales

Figura 86

Requerimientos de potencia y consumo de energía





Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se implementó un tablero de Transferencia Automática para control y automatización de un grupo electrógeno” en una localidad aislada de Petroecuador E.P, cumpliendo con normativas vigentes contractuales mismo que permite el monitoreo de la red pública y de producirse la falta de suministro de energía activara el electrógeno de manera automática para solventar la energía necesaria a la planta para su funcionamiento.
- La implementación del módulo DSE 7320, que permite al operador su arranque, parada y transferencia manual o automática de la carga en el generador para la interconexión en tiempo real del grupo electrógeno con la red pública y permitiendo tener un monitoreo de la generación así como también de los parámetros de funcionamiento del generador como son niveles de temperatura, aceite, refrigerante y genera la señal de fallo ante cualquier anomalía presentada en el proceso de generación de manera instantánea.
- La implementación del módulo DSE 7320 permitió integrar un sistema HMI a la consola de operación para supervisar el proceso en tiempo real y supervisar cada uno de los equipos integrados al sistema implementado lo que facilita el trabajo al profesional de campo a supervisar el proceso mediante monitoreo continuo y tomar decisiones más oportunas en la supervisión y brindar un debido mantenimiento ante posibles fallos.
- Se implementó el sistema automatizado para un mejor control del grupo electrógeno permitiendo reducir el consumo de combustible lo que ayuda a reducir la emisión de

CO₂ y calentamiento global, mitigar ciertos problemas del efecto invernadero en el ecosistema en nuestro planeta.

Recomendaciones

- Los equipos, materiales y cables del panel de transferencia automática se dividen técnicamente, lo que optimiza el espacio disponible, y con cada módulo se centraliza de forma independiente el funcionamiento del sistema de automatización, control y potencia.
- La envolvente define el nivel/grado de protección de los aparatos eléctricos, electrónicos y su resistencia con agentes externos como polvo agua entre otros, garantiza la protección según el código IP y NEMA (según la hoja de especificaciones técnicas entregada por PETROECUADOR EP), para este proceso se recomienda la utilización de la normativa IP 66 y normativa Nema 4X por estar sujetos a los agentes externos de la locación.
- Se debe realizar un correcto mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los tableros respetando la normativa general como encontrarse bajo techo, a temperaturas adecuadas para prolongar la vida útil de materiales y equipos, mantener en posición vertical y evitar la caída de objetos externos que pueda mal formar su estructura, no estar sometido a exposición de agua sea esta directa o invasiva al equipo.
- El mantenimiento debe realizarse en forma proactiva, para este proceso se debe solicitar a quien corresponda la trazabilidad de la documentación completa para la ejecución de la actividad previo autorización y permisos de trabajos correspondientes.
- La codificación de los equipos y los as built debe ser insertado en el tablero para ilustración de los profesionales encargados del mantenimiento y operación según la normativa vigente de PETROECUADOR EP.

- La ejecución de pruebas FAT (Factory Acceptance Test) que se llevó a cabo por parte del fabricante tras el diseño y fabricación del sistema. Será de mucha utilidad para la verificación del rendimiento, la calidad, la seguridad, el mantenimiento y la funcionalidad del hardware y del software.
- La ejecución de las pruebas SAT (Site Acceptance Test) como evaluación de funcionamiento en su primera puesta en marcha, verificar que cumple con todos los requisitos tanto de funcionalidad como de rendimiento. Estas pruebas incluyen toda la formación necesaria del personal técnico encargado del manejo de soluciones
- Se recomienda un mantenimiento proactivo del equipamiento eléctrico y mecánico para evitar el desgaste acelerado debido a las condiciones de humedad del ambiente que de acuerdo a la normativa ISO 12944 estaría clasificado como condición C4 que corresponde a áreas industriales costeras de salinidad moderada.
- El panel está diseñado para integrar una variedad de protocolos de comunicación industrial además del sistema HMI, por lo que dispone de datos detallados para toda alarma, permitiendo la monitorización del grupo electrónico.
- Se debe cumplir con los tiempos, plazos, equipamientos expuestos en el proceso contractual para evitar caer en calificaciones de contratistas incumplidos y someterse a las leyes vigentes en las ecuatorianas o tener observaciones por parte de la Contraloría.
- Cuando el módulo detecta que la corriente del generador supera un punto de activación predeterminado, se activa una alarma de advertencia. El módulo muestra una alarma de advertencia por corriente alta, se extiende al modo de paro automático.

Bibliografía

- Aranjuelo Michelena, A. (2015). *Manual práctico para la elaboración de proyectos en ingeniería civil*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatearen Argitalpen Zerbitzua. <https://doi.org/10/15557>
- Automatica, T. de T. (s. f.). *Tableros de Transferencia Automática*. Tableros de Transferencia Automática. Recuperado 4 de abril de 2023, de <https://tta.com.pe/conceptos-generales>
- DSE7310 MKII & DSE7320 MKII Installation Instructions*. (s. f.).
- La demanda eléctrica del Ecuador aumentó en un 8,13% – Operador Nacional de Electricidad CENACE*. (s. f.). Recuperado 23 de marzo de 2023, de <http://www.cenace.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/>
- Layout 1—DSE7310-DSE7320-Data-Sheet.pdf*. (s. f.).
- Publicaciones en Español*. (2019, julio 19). NEMA. <https://www.nema.org/standards/publicaciones-en-espanol>
- (NEMA), L. N. E. M. A. (n.d.). *Grados de protección NEMA*. Retrieved May 19, 2021, from https://www.rittal.com/es-es/content/es/support/technischeswissen/qminformiert/schutzarten/nema/nema_1.jsp
- Angulo Hernández, S. H., & Yarleque Chunga, J. A. (2018). Diseño de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica con monitoreo de parámetros eléctricos para el Grupo Electrógeno del Hospital Regional de Lambayeque. *Repositorio Institucional - USS*, 185. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4867>
- Anthony, M. (2012). *Modulo de Control Series DSE7200/DSE7300*. 9–20.
- Boñar, G., & Antonio, A. (2019). *Desarrollo del sistema de control de un tablero de transferencia automática de 2 grupos electrógenos en paralelo con la red*. 91. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170283/Desarrollo-del-sistema-de-control-de-un-tablero-de-transferencia.pdf?sequence=5&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170283>
- Eléctrico, I., Roberto, B., Rivera, C., Jamilton, B., Espinoza, J., Juan, I., & Mena, G. (2017). *Tesis*

Monográfica para optar al Título de Tutor :

- Humberto Fernández-Morales, F., & Enrique Duarte, J. (2015). *Automatismo para el monitoreo y control de un grupo electrógeno con arranque eléctrico** *Automation for the monitoring and control of a generator with electric start*. 11(2), 262–271.
- Lonzano, E. (2016). *Manual de uso y mantenimiento de los grupos electrógenos*. 1–240. http://www.sdmo-rentalpower.com/commonsDocuments/300/33516003501_0_1.pdf
- Lucas, L. (2018). *Análisis de transferencia de energía eléctrica para grupo electrógeno del Hospital Básico Tosagua*. 9.
- Oña Guachamin, j. a. (2018). Desarrollo de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para la empresa import music. *universidad tecnológica israel*.
- Turconi, D., Agüero, J., Campero, I., Farina, J., Lupi, D., & Zaradnik, I. (2015). *Sistema de transferencia automática para grupos electrógenos*. 5.
- Weis, O. (n.d.). *Modbus vs RS485 | Tutorial rápido sobre RS485 y MODBUS*. Retrieved May 19, 2021, from <https://www.virtual-serial-port.org/es/articles/modbus-vs-rs485/>
- Yataco Tasayco, A. G. (2016). *TRANSFERENCIA SUAVE*. <http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2016/09/Angel-Gabriel-Yataco-Tasayco.pdf>