



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE**

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TÍTULO:

**“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA GRUPO
ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA
DE LA CIUDAD DE CHONE”**

AUTOR:

ACOSTA VERGARA YANDRY MAURICIO

TUTOR:

ING. JORGE WASHINGTON ANDRADE ANDRADE

PORTADA

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2017

Ing. Jorge Washington Andrade Andrade docente, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en calidad de tutor de Titulación,

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICO:

Que el presente trabajo de titulación: “SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA DE LA CIUDAD DE CHONE”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Investigación son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: Acosta Vergara Yandry Mauricio, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, mayo del 2017

Ing. Jorge Washington Andrade Andrade

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Acosta Vergara Yandry Mauricio, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA DE LA CIUDAD DE CHONE”, siendo el Ing. Jorge Andrade Andrade tutor del presente trabajo; y eximo a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representante legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son exclusividad de su autor.

Adicionalmente cedo los derechos de este trabajo a la universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación, ya que ha sido realizado con apoyo financiero, académico o institucional de la universidad

Chone, mayo del 2017

ACOSTA VERGARA YANDRY MAURICIO

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ” EXTENSIÓN CHONE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIEROS ELÉCTRICOS

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe escrito de investigación, con el título: “SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA DE LA CIUDAD DE CHONE”, elaborado por el egresado: Acosta Vergara Yandry Mauricio, de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Chone, mayo del 2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Ing. Odilón Schnabel Delgado
DECANO

Ing. Jorge Washington Andrade Andrade
TUTOR.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

Para triunfar en la vida no es importante llegar primero, hay que llegar.

Al culminar uno de mis objetivos dedico el presente trabajo de titulación A:

Dios, por ser el creador de mi vida y por darme fuerza para no desfallecer ante las necesidades y vencer todos los obstáculos.

Mis Padres, por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, hoy retribuyo parte de sus esfuerzos con este logro que no es mío sino de ustedes por la cual viviré eternamente agradecido.

Mis hermanos, mis abuelos (Enrique, Carlos y María) dedico mi esfuerzo a vuestra memoria por haber sido ejemplo de lucha, sencillez y perseverancias y a mi abuela Carmen cariñosamente mamita, por esa lucha incansable de seguir adelante.

YANDRY MAURICIO

RECONOCIMIENTO.

Son numerosas a las personas a las que debo agradecer por ayudarme en el logro de mi carrera, es demasiado poco el decir gracias, pero en el fondo de mi ser eternamente agradecido y siempre presto a tenderles una mano cuando así lo requieran.

Gracias a la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” Extensión Chone por abrir sus puertas incondicionalmente y así haber estudiado en esta prestigiosa Institución, significa que no solo hemos aprendido conocimientos específicos de nuestra carrera, sino que además hemos aprendido a vivir.

Al fin concluye esta etapa tan importante en mi vida un periodo en el que aprendí en las aulas, pero también de mis compañeros y profesores.

Muchas gracias y quiero decirles que son los mejores y que nunca los olvidare.

YANDRY MAURICIO

SÍNTESIS.

Esta investigación, se proyecta desde un punto de vista documentado y un análisis de valoración, basados en información recabada para la preparación de un Sistema de control automático para grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone, apreciando, que este dispositivo contiene un módulo obsoleto e irrecuperable del control automático, lo que permite llegar al punto de partida para el desarrollo de esta investigación.

A partir de esta primicia, se realizaron las respectivas exploraciones para cuantificar el sistemas utilizado en varios modelos de grupos electrógenos en localidades vecinas y como también en nuestro medio, detallando tipologías, características, modelos de aplicación, zona de aplicación, anomalías que podrían generarse por el hecho de encontrarse a la intemperie.

Con la ayuda de la información recabada, se realiza el modelo del sistema de control automático mediante el uso de un PLC, (Control Lógico Programable), siendo este aplicado para controlar los dispositivos actuadores (ON – OFF) del grupo electrógeno, así como también interpretará la información que recibe de los sensores de verificación de línea y en generación entre otros.

PALABRAS CLAVES

Análisis de Valoración; Sistema de control Automático; grupo electrógeno; Control Lógico Programable; dispositivos actuadores; sensores.

ABSTRACT.

This research is projected from a documented point of view and a valuation analysis, based on information gathered for the preparation of an automatic control system for generator set of the sports house La Moderna of the city of Chone, appreciating that this device Contains an obsolete and unrecoverable module of automatic control, which allows us to reach the starting point for the development of this research.

From this first, the respective explorations were carried out to quantify the systems used in several models of generators in neighboring localities and also in our environment, detailing typologies, characteristics, application models, area of application, anomalies that could be generated by The fact of being out in the open.

With the help of the information gathered, the model of the automatic control system is made using a PLC (Programmable Logic Control), which is applied to control the actuator devices (ON - OFF) of the generator set, as well as It will interpret the information it receives from the line verification sensors and in generation, among others.

KEYWORDS

Valuation Analysis; Automatic control system; Generator set; Programmable Logic Control; Actuator devices; Sensors.

TABLA DE CONTENIDO	pág.
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.	IV
DEDICATORIA	V
RECONOCIMIENTO.....	VI
SÍNTESIS.	VII
INTRODUCCIÓN.	12
1. ESTADO DEL ARTE.....	25
1.1. Antecedentes y Fundamentos Teóricos.	25
1.2. Sistemas electrógenos.	25
1.3. Característica en vacío.	26
1.4. Generadores sincrónicos (GS).....	26
1.5. Excitación del GS.	27
1.6. Eficiencia en los generadores sincrónicos.	27
1.7. Operación de generadores en paralelo.....	29
1.8. Ventajas de la operación de generadores en paralelo.	29
1.9. Condiciones para sincronizar generadores.	30
1.10. Método de sincronización por medio de lámparas.	31
1.11. Transferencia de energía eléctrica.	32
1.12. Sistemas de transferencia eléctrica.....	33
1.13. Transferencia entre dos fuentes diferentes.	34
1.14. Arreglo de sistemas de transferencia de energía eléctrica para grupos electrógenos. ...	38
1.15. Transferencia entre una fuente normal y una de emergencia.....	38
1.16. Transferencia automática entre una fuente normal y dos de emergencia.....	39
1.17. Generadores de emergencia uno y dos respectivamente.....	42

1.18.	Funcionamiento del interruptor automático de transferencia.	43
1.19.	Condiciones para el funcionamiento de un interruptor de transferencia automático. ..	43
1.20.	Enclavamientos.	44
1.21.	El controlador lógico programable (PLC) características y aplicaciones.	45
1.22.	Aplicaciones de los PLC.	45
1.23.	Designación de conexiones.	47
1.24.	Transformadores de corriente.	52
CAPITULO II.....		53
2.	FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS ELECTRÓGENOS.	53
2.1.	Funcionamiento de un generador eléctrico o grupo electrógeno.	53
2.2.	Tipos de generadores eléctricos.	55
2.3.	Aplicaciones de los generadores eléctricos o grupos electrógenos.	55
2.4.	Utilización de un generador eléctrico.....	56
2.5.	Proceso de arranque de un generador eléctrico.	57
CAPITULO III.....		59
3.	TIPOS Y CAPACIDADES DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	59
3.1.	Clases y Características de los Grupos Electrógenos.	60
3.2.	Grupos electrógenos según su terminología.....	60
3.3.	Grupos electrógenos insonorizados.....	63
3.4.	Grupos Electrógenos según la potencia y consumo.	64
CAPITULO IV.....		69
4.	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA DE LA CIUDAD DE CHONE.....	69
4.1.	Consumo eléctrico de la casa deportiva La Moderna.	70
4.2.	Descripción del grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna.	71
4.3.	Modo de operación del sistema automático de transferencia propuesto.	71
4.4.	Sistema de transferencia Modo manual.....	71

4.5.	Sistema de transferencia Modo automático.....	72
4.6.	Funcionamiento del interruptor de transferencia.	72
4.7.	Transferencia automática al sistema de emergencia.....	73
4.8.	Sistema de visualización y alarma.	73
4.9.	Circuito de mando para una transferencia con sincronización automática.	75
4.10.	Componentes de la Periferia.	75
4.11.	Componentes de Control.....	75
4.12.	Componentes de medición.....	76
4.13.	Consideraciones para el montaje del tablero de transferencia automática.	77
4.14.	Características y dimensiones de los principales instrumentos en el diseño del tablero de transferencia y sincronización.	77
4.15.	Disposición de los equipos en el tablero de transferencia y sincronización.....	78
4.16.	Montaje e instalación.	78
4.17.	Puesta a tierra.....	79
4.18.	Diagnostico o estudio de campo, descripción del proceso de recolección de la información.....	79
4.19.	Población y Muestra.	79
4.20.	Métodos y Técnicas.	79
4.21.	Procesamiento de los resultados de la investigación de campo e interpretación de la información.....	79
CAPITULO V.....		90
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	90
5.1.	CONCLUSIONES GENERALES.	90
5.2.	RECOMENDACIONES.....	91
5.3.	BIBLIOGRAFÍA.	92
5.4.	ANEXOS.....	94

INTRODUCCIÓN.

La presente investigación hace un enfoque de las nuevas tecnologías que han traído como consecuencia la necesidad de adaptar el hábitat del hombre, con el objeto de brindar mayores niveles de seguridad, confort y economía a la sociedad, y así facilitarle el proceso de integración con el entorno, establecer los criterios tecnológicos necesarios para el diseño de equipos que suplan las necesidades por la falta de una unidad que ha quedado obsoleto.

Este proyecto de investigación cumple dos propósitos fundamentales: producir conocimientos, que es la parte de la investigación básica y resolver problemas prácticos que es la investigación aplicada, todo esto se manifiesta cuando al investigar sobre los detalles técnicos que se necesitan para elaborar un prototipo, y que mediante la aplicación de este se alcance el propósito requerido.

La investigación está compuesta de distintas etapas interrelacionadas, cuya intención final es conseguir solucionar los problemas que se originan por la utilización de líneas aéreas con conductores desnudos en las redes de distribución en media y baja tensión; ya que en los últimos años, se ha visto un incremento sustancial en la eliminación de este tipo de tecnología de redes eléctricas, debido a que se requiere la no visualización de estas líneas que por ser consideradas obsoletas y porque en zonas regeneradas o ciudades mejoradas, prima la elegancia y buen vivir.

Gracias al avance tecnológico, cada vez se busca la manera de lograr procesos de forma automatizada, por razones que parten desde la dificultad de realizar un determinado trabajo hasta facilitar llevar a un estado de control total y de manera simple y efectivo.

Teniendo en cuenta que no todo equipo eléctrico viene dotado con el circuito especializado para lograr un control total de sus funciones, simplemente a este tipo de elementos se los consideran equipos básicos, pero con las herramientas especializadas, los componentes necesarios y la capacidad intelectual, y sin que la mano del usuario tenga la necesidad de cambiar o modificar de manera no intencional los parámetros de funcionamiento del equipo, partiendo de esa necesidad, se propone realizar un “Sistema de control automático para grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone”.

En grupos electrógenos, según su capacidad de potencia eléctrica que entregan, y su tecnología de diseño, vienen diseñados para lograr su encendido y apagado de manera manual y con sistemas de encendido automático, este último puede variar según normativas de los fabricantes, que consideran automático a la maniobra de encender el equipo mediante la manipulación de un interruptor o pulsador, o a la maniobra que realiza un determinado componente electrónico para controlar el encendido y apagado sin que el usuario intervenga.

Es necesario tener en cuenta que hay otras formas de producción de energía eléctrica que puedan resultar más simples, como lo manifiesta: BETTEGA. Eric (2000) “Cuando se empieza un diseño o modelado de un proyecto, este debe tener la pertinencia y cualidades que necesita para un correcto desempeño”, sin embargo, se escogió este proyecto pensando en las variables que fortalecen el desarrollo de la investigación.

Cabe destacar, que el uso de los grupos electrógenos ha sido empleado en una gran cantidad de proyectos energéticos industriales como residenciales, para lo cual este proyecto se mantendrá enfocado en aquellos equipos que no tengan el dispositivo de encendido automático, pero que si cumple ciertas reglas para poder aplicar a un sistema de control.

Siendo una de las razones por la que no se debe desfavorecer a este proyecto, el que se desarrollará un producto que se adaptará a las necesidades del usuario como al propio equipo a automatizar, y aun en más cuando a medida de que avanza el tiempo y los años, aparecen nuevos dispositivos que se les debe investigar pormenorizadamente para descubrir cómo funcionan y en donde se los puede emplear sin que estos sufran daño.

Según, Mc Gram Hill (1989), “El primer beneficio del uso de un grupo electrógeno es mantener un fluido constante de energía eléctrica”, esto quiere decir que el uso de este tipo de energía es muy eficiente por su sencillez y portabilidad al momento de generar electricidad.

Es por esto, que el tema de investigación es de gran relevancia para la sociedad por su carácter de innovador, ya que ninguna maquina eléctrica es ideal o perfecta, es decir siempre sufrirá algún tipo de cambio en su tecnología que provocará una mejora sustancial.

Los primeros sistemas eléctricos funcionaban con generadores llamados dinamos, los cuales han sido casi totalmente desplazados por los alternadores, a excepción de pequeñas aplicaciones en diferentes industrias a pequeña escala, el motivo principal es su complejo sistema de extracción de electricidad por medio de un colector en forma de anillo metálico subdividido en el que frotan escobillas de grafito, además la energía no se podía transportar a lugares lejanos, ya que no existía un sistema práctico capaz de elevar y reducir la tensión de grandes cantidades de energía.

Las ventajas del alternador por sobre el dinamo son principalmente el hecho de que se puede ahorrar el uso de colectores ya que la energía eléctrica del estator se puede extraer directamente de este, otra ventaja es el que las corrientes alternas se pueden elevar y reducir con facilidad gracias a los transformadores eléctricos (estos usan corriente variable para funcionar).

A medida que se desarrolla la investigación, se permite establecer el marco teórico de los elementos que estarán sujetos de exploración para reconocer el proceso y de los fenómenos de su funcionamiento, obteniendo de aquello el suficiente material técnico que servirá como apoyo para esta y futuras investigaciones.

Según: CALVAS. Roland (2001) manifiesta que: “La electricidad que produce un grupo electrógeno, durante la vida útil de sus partes mecánicas es de unos veinte o treinta años (dependiendo de la calidad del sistema)”, esto contribuye a mantener un sistema continuo de energía eléctrica, sin dejar de mencionar la mejor parte del asunto: el propietario de grupo electrógeno tienen la posibilidad de vender su excedente de energía (en el caso de que se produzca más energía de la que se utiliza en la casa deportiva), recibiendo ingresos económicos extra.

Las nuevas tecnologías en el desarrollo de materiales y modelos de aplicación, permiten descubrir alternativas para mejorar la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, siendo estos empleados en una gran cantidad de aparatos eléctricos de consumo masivo en todo el mundo, debido a su tamaño y eficiencia, este modelo propuesto, permitirá de manera significativa, realizar un enfoque hacia la utilización de los grupo electrógenos.

Lo que hace algún tiempo se vislumbraba sólo como una amenaza lejana, ya golpea nuestras puertas y nos llama a la acción. Todo indica que la “crisis energética” tantas veces mencionada, ya no se puede considerar como un hecho circunstancial de corto alcance, sino que, al contrario, parece sensato aprender a vivir con esta estrechez y llevar a cabo las gestiones necesarias para que el impacto sea mínimo.

Existen dos razones principales que justifican la compra de un grupo electrógeno. En primer lugar, y lo más importante, es el aseguramiento de suministro eléctrico ante eventos de racionamiento y corte de red. Un grupo electrógeno bien dimensionado, con su respectivo sistema de transferencia de carga, será capaz de respaldar la planta o sus maquinarias críticas, de manera tal que nunca se deje de producir por falta de energía eléctrica.

Así, la inversión del grupo se debe comparar con los costos asociados a tener la planta detenida, se debería de realizar una pregunta elemental "¿Cuál es el costo de tener mi empresa dos horas detenida?", es por esto que adicionalmente, existe una segunda razón que puede justificar la adquisición de un grupo electrógeno: la operación de éste en horas pico, que busca lograr un ahorro por concepto de cobro de potencia. Con el corte en horas pico, el usuario es capaz de disminuir la demanda en este horario, lo que se traduce en una disminución en la factura eléctrica.

En caso que un corte de energía para la transferencia de carga no sea admisible en la planta, el corte se realiza por medio de sistemas de sincronismo, los que realizan una transferencia suave de la energía desde la red al grupo (y viceversa) de manera que los consumos finales no detecten el cambio.

Un sistema de este tipo es útil, además, en los eventos de corte de red, ya que logran que los dos cortes típicos (corte y regreso de la red), se transformen sólo en uno, ya que el regreso de la red se puede hacer sincronizado.

Por otro lado, según FIORINA, Jean (1992) menciona que: “Con el avance continuo de las energías alternativas, los sistemas de generación a base de combustibles no desaparecerán por completo, debido a sus bajo costo de producción y comercialización que cada vez son más accesibles para el público en general, pues la tendencia marca que,

en los próximos años, reinarán las energías renovables sin dejar de producir los generadores que queman combustibles fósiles”.

Los grupos electrógenos no están ajenos a las normativas ambientales de emisiones de contaminantes; de hecho, actualmente se encuentra en las etapas finales para su promulgación una normativa enfocada exclusivamente a este tipo de equipos en el Distrito Metropolitano de Quito, (E.E.Q.). En ella se contemplan límites de emisión más estrictos que los considerados hasta hoy bajo la normativa para fuentes fijas en general (sobre todo, en material particulado).

El arranque manual se produce a voluntad, esto quiere decir que cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno se lo arranca de forma manual. Generalmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

Existen grupos electrógenos que funcionan tanto en modo manual o automático; estos generadores con su sistema electrónico, detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predispuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el grupo electrógeno. Instalado aparte un cuadro automático en el que van instalados los accionamientos de cambio de red al grupo electrógeno.

Es necesario, debido a que se necesita un sistema de respaldo que brinde las garantías necesarias en el momento que ocurra una interrupción del fluido eléctrico público, ya que la casa deportiva La Moderna, cuenta con equipos electrónicos para realizar los diseños de los uniformes y canalizar las ventas y facturación. Consecuentemente este proyecto estará orientado a la investigación para incentivar la búsqueda de nuevos métodos de corrección y mejora de los equipos que de alguna u otra forma pasan a ser del tipo obsoleto.

Según ARRIAGA, JESÚS (1998), “Con el avance tecnológico, se descubren alternativas para mejorar la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, siendo estos empleados en una gran cantidad de aparatos eléctricos de consumo masivo en todo el mundo, debido a su tamaño y gran eficiencia”, este modelo propuesto, permitirá de manera significativa, realizar un enfoque hacia la utilización de los generadores eléctricos que funcionan a base de combustibles derivados del petróleo.

Además, con este proyecto se evaluarán varios productos, materiales, elementos conductores, la electrónica de los dispositivos, la tecnología que se acople a las necesidades del grupo electrógeno y al usuario, tanto en costo como en beneficio.

Las aplicaciones de los grupos electrógenos son numerosas y muy diversas: pueden actuar como fuente de energía principal cuando en un lugar no existe red o pueden utilizarse como reserva de la misma para sustituirla en caso de fallo en el suministro eléctrico.

En los casos en los que no existe red eléctrica, no es posible utilizarla o se decide por algún motivo no recurrir a ella, los grupos electrógenos de la gama industrial son la solución óptima, ya que son capaces de proporcionar una gran cantidad de energía ininterrumpidamente. Por esta razón es tan habitual su uso en canteras, minas, instalaciones de telecomunicaciones ubicadas en lugares montañosos, hoteles, casas rurales, etc., así como en lugares en los que, de forma puntual, es necesaria la producción de energía eléctrica: conciertos, obras civiles, etc

Aunque, actualmente, las compañías eléctricas no suelen tener problemas que deriven en eventuales cortes del suministro eléctrico, hay infraestructuras que, por su actividad, requieren tenerlo garantizado permanentemente para evitar, en caso contrario, la pérdida de vidas humanas o grandes perjuicios económicos. De ahí la necesidad de los grupos electrógenos de emergencia en hospitales (instalación obligatoria), supermercados, industrias, bancos, centros informáticos, centros comerciales, etc. En estos casos, un grupo electrógeno equivale a garantía y seguridad.

Cabe mencionar que el proponente de este proyecto tiene la predisposición para desarrollar un sistema de control automático, a los guías o tutores de esta investigación que contribuirán con su conocimiento en el mejoramiento de este proyecto, así como

también al dueño del establecimiento, por su interés en tener tecnología que sirva para el mejoramiento de su local.

Según COLLOMBET, Christian (1999), menciona que “Debido a que se ha incrementado el uso de equipos electrónicos consumidores de electricidad y más allá de consumismo, los usuarios deben estar en constante comunicación con la población en general”. Consecuentemente este proyecto estará orientado a la investigación para incentivar la búsqueda de nuevos métodos de corrección y mejora de la energía eléctrica cuando se interrumpe por factores ajeno al servicio eléctrico público.

Los primeros sistemas eléctricos funcionaban con generadores llamados dinamos, los cuales han sido casi totalmente desplazados por los alternadores, a excepción de pequeñas aplicaciones en diferentes industrias a pequeña escala, el motivo principal es su complejo sistema de extracción de electricidad por medio de un colector en forma de anillo metálico subdividido en el que frotan escobillas de grafito, además la energía no se podía transportar a lugares lejanos, ya que no existía un sistema practico capaz de elevar y reducir la tensión de grandes cantidades de energía.

Las ventajas del alternador por sobre el dinamo son principalmente el hecho de que se puede ahorrar el uso de colectores ya que la energía eléctrica del estator se puede extraer directamente de este, otra ventaja es el que las corrientes alternas se pueden elevar y reducir con facilidad gracias a los transformadores eléctricos (estos usan corriente variable para funcionar).

Según COLLOMBET, Christian (1999) manifiesta que: “Los circuitos eléctricos que se diseñan para una determinada aplicación, son semejantes entre sí, porque en ellos se encontrarán las mismas variables que se necesitan para calcular las propiedades eléctricas, siendo sus variables indistintas aquellas que se modifican de acuerdo a distancia, potencia, frecuencia entre otras.”

En un circuito con resistencia y bobina podemos observar que existe un consumo de energía eléctrica que se trasforma en calor a causa de la resistencia. Por otro lado en la bobina existen constantes cargas y descargas de energía en forma de campo electromagnético.

Esto da lugar a que en el circuito existan diferentes tipos de potencias:

Potencia activa: Es aquella potencia que se transforma en calor en la resistencia. Se puede decir que es aquella potencia que realmente se consume en el circuito y por lo tanto es la que debe aportar el generador al mismo.

Potencia reactiva: Es la potencia con la que se carga y descarga constantemente la bobina. Realmente es una potencia que no se consume, es una potencia que se intercambia entre el generador y la bobina, haciendo fluir una corriente extra por los conductores de alimentación.

Potencia Aparente: Es la potencia total que transportan los conductores que alimentan al circuito. Dado que en un circuito R-L existe potencia activa y reactiva, por los conductores que alimentan a dicho circuito se transportan ambas potencias. Si sumamos ambas potencias vectorialmente, obtenemos la potencia aparente.

La potencia reactiva que se genera dentro del alternador, no se transforma en trabajo útil para el consumo dentro de una red eléctrica determinada, por lo que esta solo sirve para generar el campo magnético, producido por los efectos de autoinducción de los bobinados en el alternador.

Este trasiego de energía entre el alternador y la red eléctrica nos produce el inconveniente de hacer suponer una potencia aparente instalada en un buque muy superior a la requerida. En consecuencia se produce un aumento de corriente por los conductores de la línea que repercute directamente en los costos de instalación de la red eléctrica y sus accesorios (Cajas de mando, fusibles, cables, etc.).

Se ha demostrado que al acercar mediante cálculo numérico el factor de potencia lo más cercano a la unidad obtenemos una reducción de la corriente considerable, incluyendo la potencia aparente y la reactiva. Para lograr este objetivo en la vida real se recurre a condensadores instalados en paralelo con los receptores de la corriente eléctrica en la red.

Es necesario destacar que esta investigación fue escogida, por la importancia de tener y garantizar un suministro de energía eléctrica estable, por la entereza que se le da al tema de estudio por parte del proponente de la investigación, y porque se ejerce un vínculo con la sociedad, elemento esencial para el desarrollo de este proyecto.

Por otra parte, FERRACCI, Philippe (2004), manifiesta que “Al usar energía eléctrica, con equipos electrógenos, se amplía el rango de amplitud en la elaboración de nuevos aparatos que funcionen con altas características y parámetros, mejorando calidad y servicio en lugares que necesitan de un sistema de respaldo auxiliar para resolver sus problemas”.

Para que un alternador produzca C.A. de frecuencia fija como corresponde al funcionamiento normal de un alternador, debe girar a una velocidad constante conocida como velocidad sincronía. La frecuencia o número de ciclos por segundo que produce un alternador es directamente proporcional a la velocidad y al número de pares de polos del circuito inductor.

Hay que pensar que cuando los conductores del inducido son cortados por un polo norte, del rotor en movimiento, se induce un semiciclo de tensión positiva, y que al ser cortados por un polo sur consecutivo se induce un semiciclo de tensión negativa esto indica que cada vez que un conductor pasa frente a un par de polos se produce un ciclo completo.

Así por ejemplo un alternador que posee un par de polos y que gira a una velocidad de 50 revoluciones por segundo, producirá una frecuencia de 50 ciclos por segundo. Ahora si dotamos a este alternador con dos pares de polos se producirá una frecuencia de 100 ciclos por segundo.

Los alternadores deben funcionar a una velocidad constante para así mantener la frecuencia a un valor fijo. Cuando se le exige una mayor potencia eléctrica al alternador este reacciona disminuyendo su velocidad debido a que presenta una mayor resistencia al movimiento.

Si la velocidad llegara a disminuir se perdería el sincronismo con la red a la que está acoplado y habrá que desconectar automáticamente el generador de la red. Para evitar esto se dota al conjunto alternador y grupo motriz que lo acciona de un dispositivo automático de control de velocidad, así como también regulara al sistema en caso de presentarse sobre-velocidad en la máquina primaria (parada por sobre velocidad).

Dado que el alternador necesita suministrar una mayor cantidad de potencia reactiva a los receptores que lo requieran, se dota al mismo un dispositivo que controla

automáticamente la corriente de excitación del inductor, produciéndose una mayor cantidad de corriente reactiva al aumentar dicha corriente de excitación.

Por otro lado, SANDRON, PAÚL (2003), menciona que “Cómo la amenaza del agotamiento de los combustibles fósiles aumenta, la fuente de energía alternativa puede volver a convertirse en la principal forma utilizada por la sociedad”, entonces, la energía generada por los equipos electrógenos es una de las más fácilmente disponibles y muy utilizada del planeta.

Al conjunto de hipótesis y cálculos que se realizan para estimar la potencia necesaria a cada hipótesis de carga se le denomina balance eléctrico. Estas estimaciones se representan a través de la siguiente tabla donde se considerará un buque granelero, en las cuales se estimara la potencia en base a los equipos y motores que se presume serán utilizados en el buque para su explotación, en donde también se incluyen los diferentes equipos de respeto, así como también los distintos estados de carga para cada condición de trabajo del buque.

En el momento de analizar y de presuponer la potencia instalada, que ha de ser consumida en cada uno de los estados de carga señalados, es cuando aparece el concepto de factor de utilización descrito anteriormente, dicho factor de utilización dependerá del factor de demanda y de simultaneidad.

Al realizar un análisis del estado en que se encuentra el establecimiento para esta investigación, se identifican situaciones que difieren con otras investigaciones con características similares, tales como la metodología de los equipos que se utilizará para realizar el análisis de los factores técnico-mecánico, los equipos de control y visualización de energía y su trasportación.

Esta investigación se la considera necesaria debido a su alto nivel de conocimiento que se genera, porque servirá como modelo de guía para futuras investigaciones, es necesaria porque en el establecimiento deportivo que se escogió para realizar esta investigación no tienen un sistema de control automático para el grupo electrógeno que tiene instalado, razones que hacen necesaria el realizar esta investigación; además que se la considera oportuna porque es el mejor momento debido a los factores socio económicos, con un alto nivel de efectividad al momento de su implementación.

DISEÑO TEÓRICO:

PROBLEMA CIENTÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN.

El grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone no permite su activación automática.

OBJETO DE INVESTIGACIÓN DE ESTUDIO.

Procesos de automatización.

CAMPO DE ACCIÓN.

Activación automática de grupo electrógeno.

HIPÓTESIS.

Con el diseño de un sistema de control automático para grupo electrógeno se logra su automatización.

OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un sistema de control automático para grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone.

VARIABLES.

VARIABLE DEPENDIENTE.

Sistema de control automático.

VARIABLE INDEPENDIENTE.

Grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna.

TAREAS CIENTÍFICAS DE INVESTIGACIÓN.

TAREA 1.- Realizar un análisis del estado del arte del uso de los sistemas electrógenos.

TAREA 2.- Definir los fundamentos teóricos para el funcionamiento de los sistemas electrógenos.

TAREA 3.- Determinar los tipos y capacidades de los sistemas electrógenos.

TAREA 4.- Diseñar la propuesta con el uso sistema de control automático para grupo electrógeno de la casa deportiva la moderna de La ciudad de Chone.

DISEÑO METODOLÓGICO:

Tipo de investigación.

Este tipo de investigación utilizara métodos, técnicas e instrumentos que permitirán alcanzar el objetivo propuesto.

Métodos Teóricos.

Los métodos teóricos que se aplicaran en el desarrollo que se aplicaran en el desarrollo de la investigación sean los siguientes:

Análisis -Síntesis.- este tipo de metodología permitirá obtener información relacionada con el problema que se investigará y permitirá obtener conocimiento del estado actual de la instalación eléctrica de la casa deportiva y del grupo electrógeno instalado.

Inducción- deducción.- este tipo de metodología permitirá realizar una evaluación respecto a la situación del sistema eléctrico existente en la casa deportiva La Moderna, esta información permitirá concluir y recomendar las acciones para evaluar las posibles variantes de los dispositivos a instalar.

Bibliográfico.- este tipo de metodología, se utilizara para la investigación, el material que permitirá la búsqueda de información con relación a las variables del tema.

La obtención de la información se la realizará mediante los textos de ingeniería eléctrica y electrónica, tesis de grado de la carrera de ingeniería eléctrica y electrónica, realizadas por estudiantes profesionales en la actualidad, revistas y o artículos científicos.

POBLACIÓN Y MUESTRA.

Población.

La población estará formada por administrador y dependientes de la casa deportiva La Moderna del Cantón Chone, en total son 12 personas

Muestra.

La muestra se utilizó es la totalidad de la población, que como se indica:

LUGAR	f	%
Casa deportiva La Moderna del Cantón Chone	12	100
	12	100

MÉTODOS Y TÉCNICAS.

Métodos empíricos.- el método empírico que se empleara en el desarrollo de la investigación será el siguiente:

La Encuesta: Se realizará la encuesta a las personas que trabajan en la casa deportiva La moderna del Cantón Chone.

CAPITULO I

1. ESTADO DEL ARTE.

1.1. Antecedentes y Fundamentos Teóricos.

1.2. Sistemas electrógenos.

La máquina síncrona es de gran versatilidad, puede funcionar tanto como motor o como generador, por la forma constructiva del sistema de excitación, las máquinas sincrónicas se clasifican en máquina de polos salientes y la máquina de rotor cilíndrico.

La utilización de uno u otro depende fundamentalmente de las velocidades que trabaja. Generalmente las máquinas de bajo número de polos se caracterizan por tener alta velocidad y estas son las máquinas de rotor cilíndrico, ocurriendo lo contrario con las máquinas con elevado número de polos que son de bajas velocidades, este es el caso de las máquinas de polos salientes.

Al funcionar con uno de los dos diferentes tipos de rotores: el rotor cilíndrico y el rotor de polos salientes. El rotor cilíndrico se usa principalmente como generador mientras la mayor parte de motores síncronos son de tipo polos salientes.

Como principio de las máquinas rotativas, consta de una parte llamada estator y una parte móvil llamada rotor, que conforman el circuito magnético de la máquina. En el estator está ubicado la armadura y en ella se tiene corriente alterna (AC) trifásica (3ϕ) balanceada sinusoidal. El campo que es el flujo de la máquina síncrona es producido por corriente directa (DC) para la excitación, a esto se conoce como campo, éste está ubicado en el rotor. La figura 1, muestra una máquina síncrona (MS) trifásica de un par de polos salientes, junto con los devanados de campo y armadura.

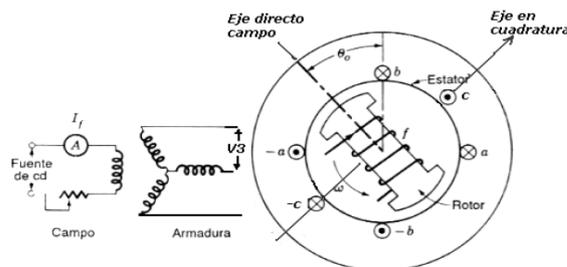


Figura 1. Máquina de polos salientes

1.3. Característica en vacío.

El estator lo mismo que el rotor están conectados a una fuente de potencia. Ya que el rotor está conectado a una fuente de potencia de DC y solo hay una velocidad a la que existe el par motor uniforme, es decir:

$$n = \frac{f}{p}$$

Donde:

n = Velocidad síncrona.

f = Frecuencia.

p = Número de par de polos.

Esta es la velocidad síncrona de la máquina. La máquina síncrona está limitada a su velocidad síncrona. Su característica par motor velocidad es una vertical como se muestra en la figura 2.

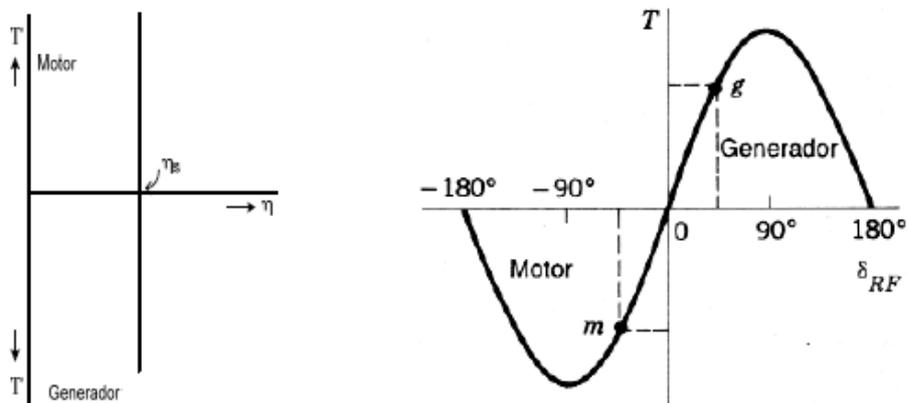


Figura 2. Característica par motor-velocidad y torque-ángulo de la máquina síncrona

1.4. Generadores síncrónicos (GS).

En general los GS se utilizan para alimentar redes pequeñas de usuarios, o sea en la mayoría de casos funcionan aislados de la red, aunque también se pueden interconectar. Por esta razón se debe tener claro el proceso de sincronización de un GS con la red.

Un generador síncrono se arranca inicialmente en vacío, la regulación se lo realiza a través del potenciómetro que gobierna la velocidad del motor DC que proporciona la potencia mecánica. El generador se sincroniza con la red igualando previamente en la máquina y en la red, las tensiones eficaces, las frecuencias, los ángulos de desfases y el sentido de rotación o secuencia de fases.

Los GS poseen la desventaja de que necesitan un circuito extra que le brinde la excitación al generador para poder arrancar, lo que supone más cantidad y complejidad del equipo.

1.5. Excitación del GS.

La excitación de un GS consiste en hacer circular corriente continua por el circuito de campo. Generalmente la potencia utilizada para la excitación del generador representa entre el 0,5% al 1% de la potencia útil del mismo.

Se pueden mencionar tres tipos principales de excitatrices para el caso de los generadores sincrónicos: rotativas de corriente continua, de corriente alterna sin escobillas y estáticas. Actualmente se utilizan las estáticas aunque todavía se pueden encontrar rotativas.

1.6. Eficiencia en los generadores sincrónicos.

Debido a que la mayoría de fabricantes no brindan en sus folletos o manuales de generadores información sobre la eficiencia de éstos, se decidió trabajar este tema de forma teórica, buscando información en libros sobre la eficiencia promedio de los generadores según su potencia y tipo (síncrono o de inducción).

La eficiencia del generador se define como la razón de la potencia de salida entre la potencia de entrada. Existen cinco principales causas de pérdidas asociadas con un generador eléctrico:

- a. Fricción y resistencia aerodinámica.
- b. Pérdidas en el núcleo.
- c. Pérdidas en el cobre del devanado de campo.
- d. Pérdidas en el cobre de la armadura.

e. Pérdidas misceláneas (aproximadamente 1% de la potencia de entrada).

Los primeros tipos de pérdidas (a y b) son constantes y no dependen de la carga, las pérdidas por fricción y resistencia aerodinámica se ven afectadas por aspectos como el tamaño y la forma del rotor, también se pueden disminuir mediante un buen diseño del abanico de ventilación interna.

Las pérdidas en el núcleo están relacionadas con la energía necesaria para magnetizar el núcleo del rotor y el estator.

Las pérdidas en el cobre del devanado de campo se refieren a la pérdida a través de la resistencia DC en el mismo.

De manera similar, las pérdidas en la armadura se calculan a partir de la resistencia DC de los devanados del estator.

Las pérdidas misceláneas cubren todas las pérdidas no contempladas anteriormente como lo pueden ser las causadas por campos armónicos.

Los valores típicos de la eficiencia para los GS varían entre el 70% y el 90%, generalmente las máquinas sincrónicas tienen altos niveles de eficiencia nominal, pero para tamaños tan pequeños entre 5 y 100kW, utilizados como generadores por MCI, la eficiencia ronda entre el (70 y 80) % según sea su velocidad.

Para potencias mayores de hasta 1MW puede ser un poco mayor, entre un (80 u 85) %, e incluso podría llegar hasta 90 % pero todo dependerá de la velocidad.

Se debe recordar que la velocidad de giro de una máquina sincrónica está ligada al número de polos de la misma y que a menor velocidad se requieren más polos para una frecuencia dada y esto hace necesario más cobre y por ende baja un poco la eficiencia.

También cabe mencionar que la eficiencia va ligada directamente con el costo de los generadores, entre mayor sea la eficiencia mayor será el costo del generador, esto se debe tomar en cuenta a la hora de iniciar un proyecto.

1.7. Operación de generadores en paralelo.

La operación de dos o más generadores en paralelo tiene ventajas significativas respecto a un generador trabajando solo conectado a una carga, quizás la ventaja más relevante sea la disponibilidad. Es posible conectar en paralelo únicamente los generadores necesarios para suplir las necesidades de potencia debidas a los incrementos de la carga, esto con una disponibilidad de generación mayor que cuando se dispone de un solo generador.

Antes de conectar en paralelo un generador a una barra común es necesario sincronizarlo, puesto que cada uno de los generadores cuenta con un interruptor, éste debe cerrar únicamente cuando la barra y el generador entrante coinciden en frecuencia, voltaje y secuencia de fases; además la onda senoidal de la barra común y los generadores coinciden en el pico; es hasta el momento del cierre del interruptor que el generador está en paralelo.

1.8. Ventajas de la operación de generadores en paralelo.

Existen varias ventajas en la subdivisión de un sistema de generación, tanto desde el punto de vista económico como estratégico. Las principales ventajas de un sistema en paralelo son:

- a.** Varios generadores pueden suministrar más potencia que una sola máquina.
- b.** Al tener muchos generadores se incrementa la confiabilidad del sistema puesto que la falla de cualquiera de ellos no causa la pérdida total de la carga.
- c.** Al tener varios generadores operando en paralelo es posible retirar uno o varios de ellos para realizar reparaciones o mantenimiento preventivo.
- d.** Varios generadores que funcionen en paralelo pueden ponerse en servicio o quitarse según la fluctuación de la demanda.

Si se utiliza un solo generador y éste no se encuentra operando cerca de plena carga, será relativamente ineficiente. Sin embargo, al emplear varias máquinas pequeñas es posible operar solo una fracción de ellas. Las que operan lo hacen a cargas cerca de la plena carga y por lo tanto con más eficiencia.

1.9. Condiciones para sincronizar generadores.

La sincronización de un generador síncrono significa conectar el generador a una línea existente que tiene una tensión final V , de tal manera que no tenga lugar a una corriente transitoria de conexión.

Para evitar una corriente transitoria deben satisfacerse las siguientes condiciones:

Voltaje.- La primera condición significa que la tensión de la máquina entrante debe ser exactamente igual a la tensión de la línea.

Si la tensión final de la máquina entrante es mayor o menor que la tensión de la línea, resulta una onda instantánea de corriente de la conexión de la nueva máquina, que origina subsecuentemente una corriente circulante por el arrollamiento de la armadura de la máquina, las barras colectoras, y los otros generadores que alimentan la línea.

Tensiones en fase.- La segunda condición, ambas tensiones en fase, significa que en el momento de la conexión la tensión final de la máquina entrante y la tensión de la línea deben actuar en oposición entre sí en el circuito cerrado que consiste de la máquina entrante, las barras colectoras, y los otros generadores.

Si ambas tensiones no están en fase en el momento de la conexión, la diferencia de tensión resultante produce una onda de corriente instantánea, que en el caso de grandes desplazamientos angulares, puede dañar los arrollamientos de la máquina.

Frecuencia.- La tercera condición, la frecuencia de ambas tensiones deben ser las mismas, significa que en el momento de la conexión la frecuencia del generador a acoplar y las frecuencias en las barras deber ser iguales.

La desigualdad de las ondas de frecuencia entre dos generadores, provoca que la tensión resultante sea mayor a la requerida por la red. Causando daños en los equipos y la carga conectada a esos grupos electrógenos.

La condición en fase entre la tensión de la línea y la tensión de la máquina entrante, y también la tercera condición de frecuencias iguales puede determinarse por medio de lámparas. La figura 4, muestra el arreglo de las lámparas para una máquina entrante trifásica. El interruptor S de triple polo está unido por tres lámparas.

Igualdad de secuencia de fase (Máquina Trifásica).- La cuarta condición, significa que en el momento de la conexión la igualdad de secuencia de fase, los diagramas vectoriales deben girar en el mismo sentido. La figura 3, muestra una secuencia de fases incorrecta, ante este caso las lámparas tendrán un brillo diferente cada una debido a la inversión de fases. Para corregir esto, basta con sólo intercambiar dos de las fases del generador entrante para que la secuencia sea correcta (A-B, B-C, C-A).

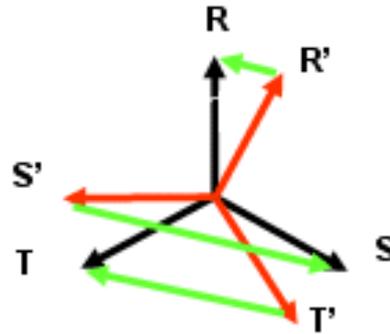


Figura 3. Desigualdad de secuencia de fases

1.10. Método de sincronización por medio de lámparas.

Existen varios métodos para sincronizar generadores, el método de sincronización por medio de lámparas no es un método moderno pero si eficaz, es por esto que se sigue utilizando, la figura 4, muestra la sincronización de dos generadores en paralelo por medio de lámparas.

Para una máquina trifásica, se conectan tres lámparas a un interruptor de tres polos en la misma forma que para la máquina monofásica, se dispone de instrumentos conocidos como sincronoscopios, medidores de frecuencia y voltaje, para una indicación precisa de sincronismo.

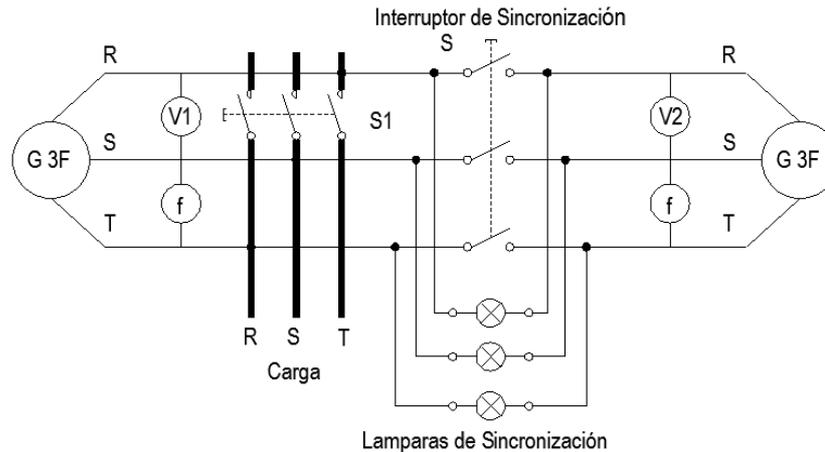


Figura 4. Método de sincronización por medio de lámparas

1.11. Transferencia de energía eléctrica.

Al detallar el tema de autoabastecimiento, sistemas de emergencia o de sistemas de alimentación de energía eléctrica, se consideran dos o más fuentes de alimentación y dispositivos con la capacidad de seleccionar una u otra fuente.

Para su aplicación se requiere de equipos especiales como interruptores de transferencia, interruptores de potencia o interruptores electrónicos de potencia.

Los sistemas de transferencia brindan mayor confiabilidad de los sistemas de alimentación de energía eléctrica, debido a que la falla de cualquiera de ellos no causa la pérdida total de potencia en la carga.

Así también los sistemas de transferencia permiten la remoción de una o más fuentes de alimentación para realizar mantenimientos preventivos sin afectar a la carga.

Debido a la importante carga electrónica que se tienen en las líneas de producción como son los controladores lógicos programables (PLC), computadoras personales, variadores de frecuencia; la alimentación eléctrica a estos equipos resulta de vital importancia.

Este tipo de cargas exige que no sobrepase un periodo de interrupción de 20 ms, debido a que con una interrupción de mayor a este tiempo se presentan fallas como pérdida de información de las computadoras, que se desprogramen los controladores de las máquinas y se afecten las líneas de producción.

1.12. Sistemas de transferencia eléctrica.

El sistema automático de transferencia es un conjunto de elementos que da la posibilidad de alimentar la carga desde dos o más fuentes diferentes sin la manipulación.

El primer paso para realizar una transferencia es la evaluación de la fuente emergente y las condiciones de los equipos para la transferencia. Durante los primeros milisegundos después de una perturbación, el control analiza la fuente emergente para asegurarse que se encuentra en mejores condiciones que la preferente. Al mismo tiempo se revisan las condiciones de los interruptores de transferencia para asegurarse que estén listos para operar.

El segundo paso es transferir la carga de la fuente 1 a la 2 y seguir monitoreando las condiciones de ambas fuentes. Si después de un determinado tiempo se requiere regresara la fuente 1 se inicia con el primer paso.

El equipo de transferencia incluyendo interruptores automáticos de transferencia, deben ser automático y manual, además deben estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia debe diseñarse para prevenir cualquier conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier manipulación del equipo de transferencia.

En la mayoría de los casos la fuente para usos generales es la normal (fuente de alimentación eléctrica suministrada por la compañía suministradora) y un sistema motor-generador proporciona la fuente de potencial de emergencia.

El equipo de transferencia de energía eléctrica supervisa ambas fuentes de alimentación y toda vez que exista una falla, una caída de tensión, un incremento abrupto de la tensión o una disminución de la frecuencia tomará la decisión de transferir la carga a una fuente de potencial segura.

En los sistemas de transferencia para los grupos electrógenos (conjunto motor generador) el equipo supervisa la fuente de potencial normal y cuando exista una interrupción arranca el motor del generador. La carga es transferida automáticamente tan pronto como el generador alcance sus valores de frecuencia y tensión nominal.

Cuando se restaura el alimentador normal la carga se vuelve a transferir de la fuente de emergencia al alimentador normal y el grupo electrógeno sale de funcionamiento.

1.13. Transferencia entre dos fuentes diferentes.

Si se tiene más de dos fuentes de energía eléctrica éstas se pueden configurar de tal manera que una sea la preferente y que la otra esté en espera de ser utilizada. En este caso se debe considerar que las dos fuentes tengan un origen diferente y que en el punto de utilización se cuente con el equipo de transferencia de energía.

En la figura 5, se muestra el diagrama unifilar básico de un sistema de transferencia de energía eléctrica entre dos fuentes. La fuente 1 es el suministro eléctrico preferente y la fuente 2 es el suministro eléctrico emergente, como se muestra ambos interruptores están normalmente cerrados. La carga debe tolerar aproximadamente de 3 a 5 ciclos de interrupción mientras que el dispositivo automático de transferencia actúa.

Si las dos fuentes de energía permiten estar conectadas juntas momentáneamente, el equipo de transferencia de energía debe estar provisto de los controles necesarios para que se pueda realizar la transferencia de energía a transición cerrada.

Con transición cerrada se requiere que las fuentes estén sincronizadas con el mismo ángulo de fase, secuencia de fase, mismo potencial y frecuencia. Si esto no se toma en cuenta se puede provocar un cortocircuito severo produciendo daños al equipo instalado.

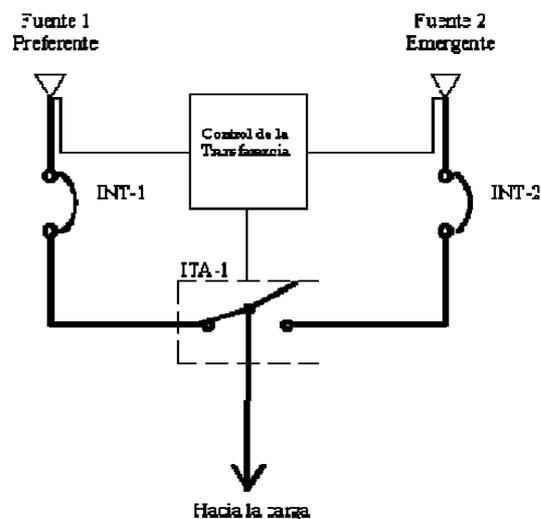


Figura 5. Diagrama unifilar de un arreglo con alimentación doble

Donde:

INT1 - Interruptor de la fuente preferente.

INT2 - Interruptor de la fuente emergente.

ITA1 - Interruptor automático de transferencia.

Los sistemas de transferencia pueden operar en transición cerrada y transición abierta cuyas características se mencionan a continuación.

Transición cerrada.- Es el interruptor de la fuente 1 está cerrado (estado 1) y el interruptor de la fuente 2 pasa de abierto a cerrado (estado 2) para posteriormente abrir el interruptor de la fuente 1 (estado 3). En este instante la carga es alimentada por la fuente 2. Como se muestra en la figura 6.

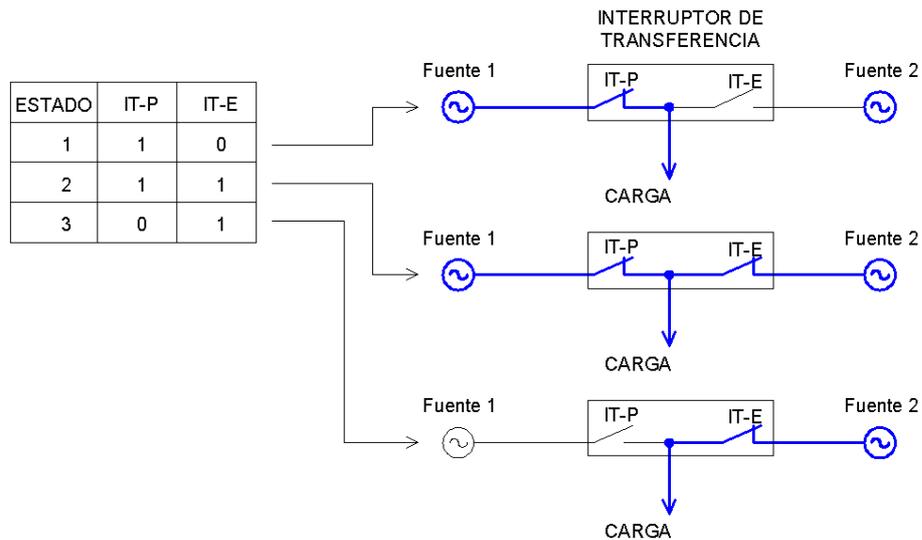


Figura 6. Diagrama eléctrico de una transferencia a transición cerrada

Transición abierta. Es cuando el interruptor de la fuente 1 está cerrado (estado 1) y el interruptor de la fuente 1 pasa de cerrado a abierto (estado 2) para posteriormente cerrar el interruptor de la fuente 2 (estado 3). En este instante la carga es alimentada por la fuente 2. Como se muestra en la figura 7.

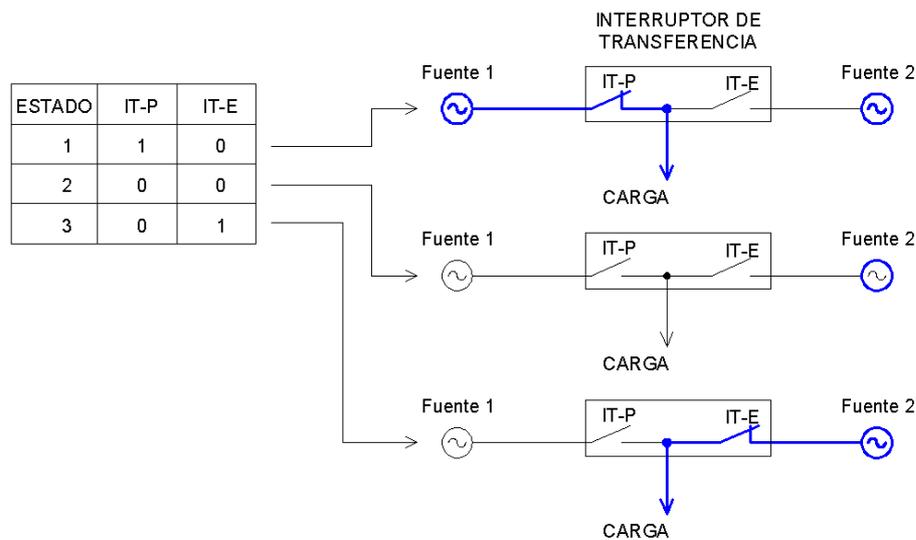


Figura 7. Diagrama eléctrico de una transferencia a transición abierta

Existen más variantes para estos arreglos lo cual depende el grado de confiabilidad que se quiera para el sistema eléctrico y de la inversión. Otro arreglo muy común es emplear dos fuentes de suministro de la compañía suministradora y una más que corresponde a una fuente de emergencia. Este arreglo se puede utilizar para el autoabastecimiento o cuando las dos fuentes tienen una falla.

La fuente de emergencia en estas condiciones no puede soportar toda la carga del sistema, la solución es insertar interruptores de transferencia dentro del circuito eléctrico de la industria para transferir al generador únicamente las cargas más críticas (cargas 1 y cargas 2).

El arreglo muestra que el circuito de las cargas críticas (cargas1) está conectado directamente a la fuente preferente y emergente esto le da una confiabilidad alta al sistema y garantiza la continuidad del suministro a los circuitos de cargas 1 y 2.

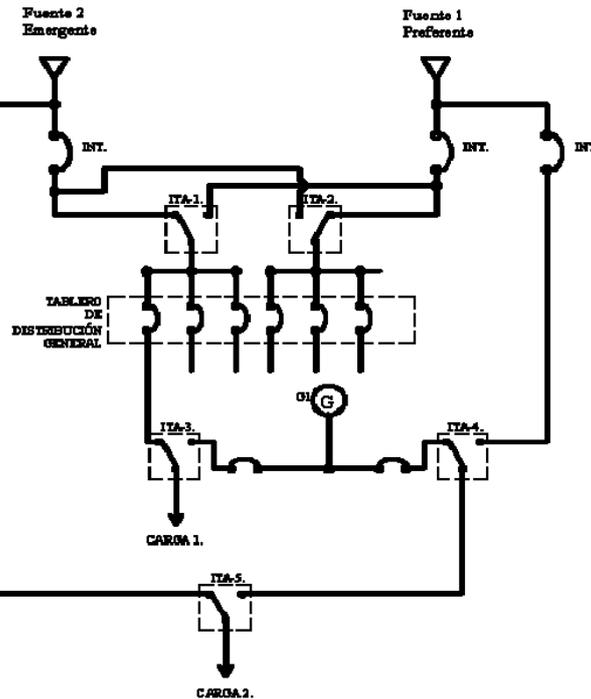


Figura8. Diafragma unifilar de un sistema de transferencia con dos fuentes de la compañía suministradora y una de emergencia.

En la figura 8, se representan los interruptores de transferencia que conectan a los circuitos que alimentan las cargas más críticas del sistema, el control se diseña para que la transferencia sea entre las fuentes preferente a emergente cuando la fuente normal tenga una interrupción.

La re transferencia consiste en regresar del alimentador emergente al preferente, el control contempla el arranque del grupo electrógeno cuando las dos fuentes tengan una falla o cuando se dé mantenimiento a los tableros de distribución general. La secuencia de mantenimiento consiste en usar los interruptores de puente ubicados en las acometidas de los alimentadores preferentes y emergentes junto con los interruptores de transferencia 5, 3 y 4. De ocurrir una falla en la fuente preferente cuando se efectúen operaciones de mantenimiento el sistema de control transfiere los circuitos de las cargas críticas a la fuente emergente.

Si las dos fuentes tienen una interrupción el sistema de control manda una señal para el arranque del grupo electrógeno (motor-generador).

1.14. Arreglo de sistemas de transferencia de energía eléctrica para grupos electrógenos.

El equipo de transferencia que se usa para sistemas de emergencia donde la fuente es un grupo eléctrico, debe proveerse con los medios necesarios para el arranque automático del motor en una falla del servicio normal para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Debe proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 minutos para impedir la re transferencia en caso de restablecimiento de la fuente normal.

1.15. Transferencia entre una fuente normal y una de emergencia.

Cuando se tiene un circuito de transferencia simple como el mostrado en la figura 9, la transferencia requiere de un control simple, se puede programar para el autoabastecimiento para que el control de transferencia arranque el motor, únicamente en horas pico o cuando se tenga una falla de suministro normal.

De acuerdo al horario pico el grupo motor- generador se arranca con una anticipación en promedio de 10 minutos, el interruptor de transferencia se cierra (ITA-1) y la fuente de emergencia queda conectada en paralelo con la fuente normal.

Una vez pasado el horario pico el grupo motor-generador es des energizado y el circuito regresa a las condiciones normales. En éste sistema de transferencia, se observa un contactor conectado a las cargas generales, este se abre cuando la fuente de emergencia no soporta la carga.

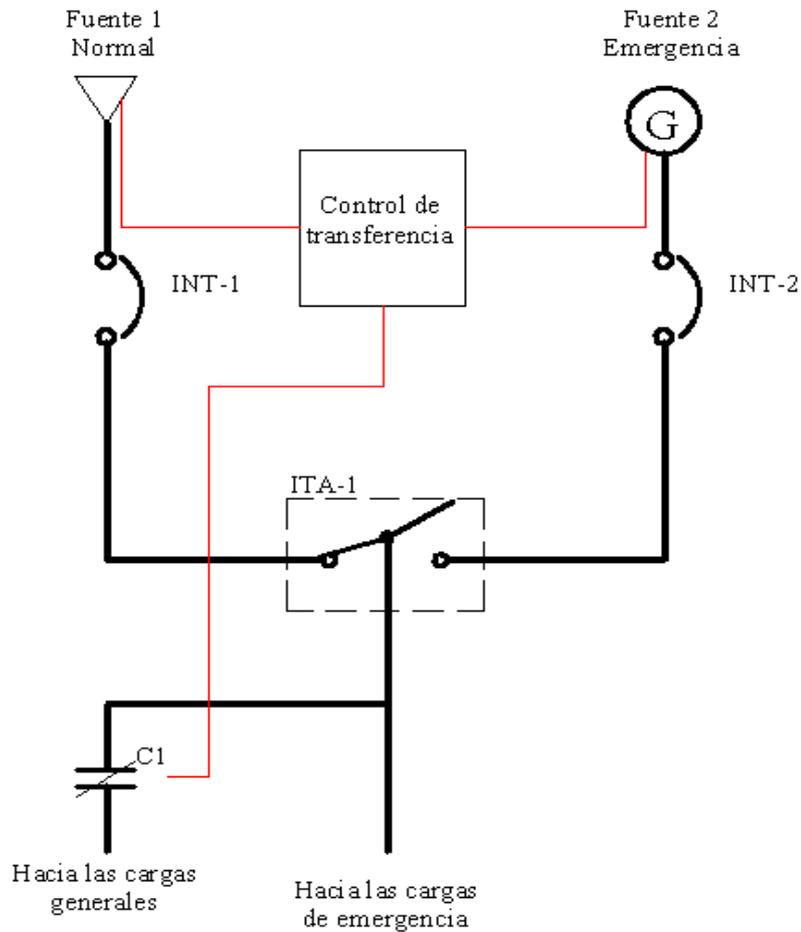


Figura 9. Diagrama unifilar de un arreglo básico de un sistema de transferencia para grupos electrógenos

INT-1 Interruptor de fuente preferente.

INT-2 Interruptor de fuente emergente.

ITA-1 Interruptor de transferencia.

C1 Contactor normalmente cerrado.

1.16. Transferencia automática entre una fuente normal y dos de emergencia.

Si se cuenta con varias unidades de generación, el equipo de transferencia cuenta con controles suficientes para los arranques de los generadores y la sincronización de los mismos. Así también se debe considerar que las fuentes de emergencia entren en operación alternadamente.

La ventaja de tener un arreglo de este tipo es que pueda incorporarse unidades en función del crecimiento de la carga eléctrica, un arreglo tipo de un sistema de transferencia eléctrica que involucra a dos fuentes de emergencia y a una fuente proporcionada por la compañía suministradora se muestra en la figura 10.

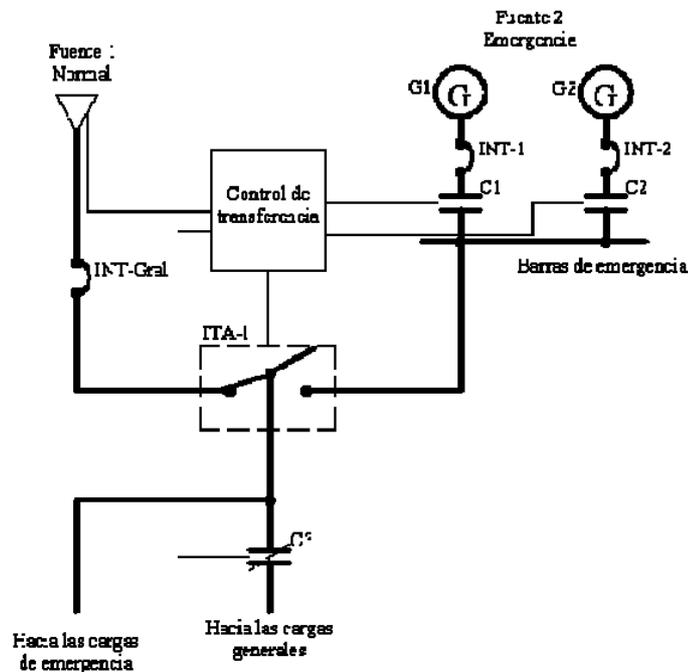


Figura 10. Diagrama unifilar de un arreglo con alimentación doble.

Interruptor de transferencia automática.

Contactores normalmente abiertos.

Contactor normalmente cerrado.

Interruptor de protección de G1.

Interruptor de protección de G2.

Generador de corriente alterna 1.

Generador de corriente alterna 2.

En este sistema de transferencia de energía, si la fuente proporcionada por la compañía suministradora tiene una interrupción ambos motores de los generadores (G1 y G2) arrancan automáticamente, después que el generador uno (G1) alcanza la tensión de

operación y frecuencia del sistema el contactor (C1) pasa del estado abierto a cerrado. Cuando el generador dos (G2) se ha sincronizado con respecto al generador uno (G1) se cierra el contactor (C2) y éste conecta automáticamente en paralelo al generador uno (G1) con el generador dos (G2).

El paso que sigue es que el interruptor de transferencia se cierre para que la carga quede conectada eléctricamente a los generadores, si uno de los generadores presenta algún problema al estar conectado a la carga y sale de operación el contactor C3 se abrirá para desconectar la carga.

Con esto se asegura que la máquina que está en funcionamiento no sufra ningún daño por la sobrecarga, además de garantizar la continuidad de la energía eléctrica en el circuito de la carga.

Cuando la fuente de la compañía suministradora es restablecida, toda la carga es retransferida a su conexión normal y los equipos de generación son desenergizados después de asegurarse que la fuente normal está en buenas condiciones de servicio. El control de todos los equipo de conmutación es gobernado por el sistema de transferencia de energía.

Los interruptores INT-1 y INT-2 son para la protección del generador en caso de que se presente una falla de cortocircuito. Se considera que estas protecciones deben estar coordinadas con los demás equipos de protección de la red eléctrica de la industria.

La figura 11, muestra un arreglo en donde se tiene tres fuentes de potencial, una corresponde al suministro normal y las dos restantes son fuentes de emergencia. Este arreglo es similar al anterior solo que aquí las tres fuentes tienen como prioridad principal el suministro eléctrico al circuito de las cargas más críticas y como prioridad secundaria al circuito de las cargas generales.

Es un arreglo en donde se tiene conectadas en las partes laterales las cargas más críticas, y las cargas generales a través de los interruptores de transferencia ITA-1 e ITA-2, respectivamente. Si la fuente normal sufre una interrupción ambos generadores arrancan (G1 y G2) y se conecta al circuito de las cargas más críticas el que alcance en primer lugar las mejores condiciones de tensión y frecuencia. La segunda fuente de emergencia toma

la carga de circuito de cargas generales. Para este arreglo se tiene la condición de tener energizadas las cargas críticas en todo momento.

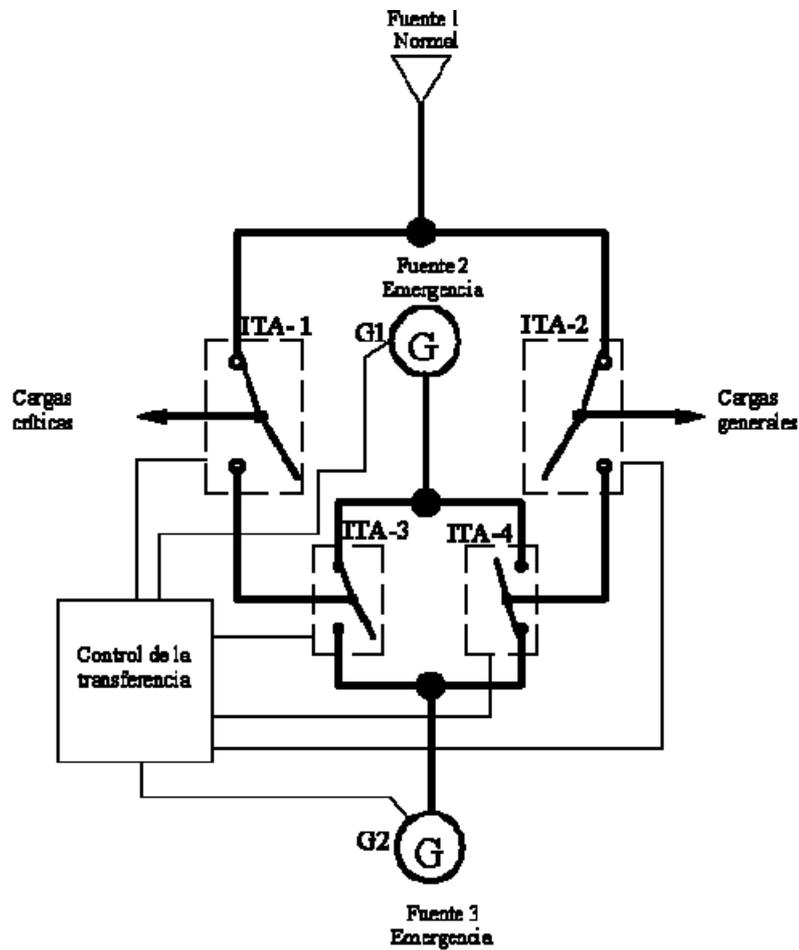


Figura 11. Diagrama unifilar de un sistema de transferencia con tres sistemas de alimentación a las cargas e Interruptor automático de transferencia.

1.17. Generadores de emergencia uno y dos respectivamente.

Si la fuente que alimenta a la carga uno (cargas críticas) falla el ITA-3 conmutará para que la fuente 1 sea energizada por la fuente de emergencia dos (G2).

Si el suministro de energía es restablecido los interruptores de transferencia regresan a sus condiciones normales y los grupos electrógenos son desenergizados.

1.18. Funcionamiento del interruptor automático de transferencia.

Un interruptor automático de transferencia es en esencia un sistema de relevación automatizado que asociado a una subestación o un generador provee un servicio eléctrico constante y eficaz, sin la intervención de un operador humano.

La transferencia se activa cuando el servicio normal se suspende, conmutando a un servicio auxiliar, según sea la necesidad de la instalación eléctrica, la transferencia puede llegar a ser un sistema sumamente complicado; en la mayoría de los casos una transferencia básicamente se compone de dos interruptores, un sistema de control y una barra común, además los interruptores automáticos de transferencia están compuestos de un circuito de fuerza y uno de mando.

El circuito de fuerza está determinado por los interruptores de potencia quienes son los encargados de realizar la conmutación, para trabajar en media tensión o bien en baja tensión (se considera baja tensión a niveles de voltaje inferiores a 1kV y media tensión al rango que va desde 1kV hasta los 44kV), estos interruptores por su naturaleza están ubicados dentro de gabinetes, siendo el diseño de su conexión eléctrica adaptado a las necesidades del cliente (barra simple, doble barra, barra partida, etc.).

Los interruptores son controlados por el circuito de mando, que a su vez, se conforma por el controlador lógico programable y su red de dispositivos de periferia compuesta de los actuadores, los relés y los medidores de potencia.

1.19. Condiciones para el funcionamiento de un interruptor de transferencia automático.

Las condiciones de funcionamiento son un conjunto de eventos que deben ocurrir para que el controlador lógico programable realice, ya sea la secuencia de transferencia, o por el contrario uno o varios procesos alternativos, dichas condiciones están claramente relacionadas con las limitaciones del hardware.

Los eventos que activan o desactivan un interruptor automático de transferencia se verifican en las entradas de señal del controlador lógico programable (periferia), tanto los interruptores como los relés de voltaje están dotados de contactos secos o señales de

campo que sirven como señalización para los lazos cerrados de control en el controlador lógico programable.

Cuando el voltaje en la acometida del servicio eléctrico comercial se normaliza se realiza la transferencia desde el suministro de emergencia al servicio comercial. Se deduce que existen condiciones externas que inician la secuencia de transferencia, dentro de la secuencia de la transferencia se observan algunas condicionantes a las que llamaremos enclavamientos.

1.20. Enclavamientos.

Los enclavamientos son empleados para evitar que la transferencia efectúe operaciones peligrosas, por ejemplo, si conecta el interruptor del generador y el interruptor de la acometida en la barra común de manera simultánea, para el caso particular de un interruptor de transferencia automático los enclavamientos son los siguientes:

Disparo de interruptor de acometida por cortocircuito o sobrecarga (se verifica por medio del contacto auxiliar de disparo de interruptor, impide que cierre cualquiera de los interruptores, esto debido a un cortocircuito en la barra de la carga).

Disparo de interruptor de generadores por cortocircuito o sobrecarga (se verifica por medio del contacto auxiliar de disparo de interruptor, impide que cierre cualquiera de los interruptores, esto debido a un cortocircuito en la barra de la carga).

Disparo de interruptor de barra común (se verifica por medio del contacto auxiliar de disparo de interruptor, impide que cierre cualquiera de los interruptores, esto debido a un cortocircuito en la barra de la carga).

Disparo de interruptor de generadores por corriente inversa (se verifica por medio del contacto auxiliar de relé de potencia inversa, impide que se cierre el interruptor del generador nuevamente, además detiene el generador inmediatamente).

Orden de apagado de generadores por falla (esta falla es programable en el control de los generadores se verifica por medio de un contacto auxiliar existen tres niveles de falla para cada generador, cada uno tiene su propio contacto auxiliar, impide que los generadores se activen nuevamente).

Enclavamiento mutuo de interruptores (este puede ser eléctrico, mecánico o por programa, el enclavamiento mutuo se verifica por medio de los contactos auxiliares de abierto cerrado de los interruptores y sirve para evitar que dos interruptores cierren simultáneamente produciendo un cortocircuito).

1.21. El controlador lógico programable (PLC) características y aplicaciones.

Un PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar secuencialmente procesos en tiempo real en un ámbito que no necesariamente es industrial. Dentro de las funciones del PLC se puede mencionar:

- a. Adquirir datos del proceso por medio de las entradas digitales y analógicas.
- b. Tomar decisiones en base a reglas programadas.
- c. Almacenar datos en memoria.
- d. Generar ciclos de tiempo.
- e. Realizar cálculos matemáticos.
- f. Actuar sobre dispositivos externos mediante las salidas digitales y analógicas.
- g. Comunicarse con otros sistemas externos.

1.22. Aplicaciones de los PLC.

El PLC es usado en la actualidad en una amplia gama de aplicaciones de control, muchas de las cuales no eran económicamente posibles hace algunos años esto debido a:

El costo efectivo por punto de entrada/salida ha disminuido con la caída del precio de los microprocesadores y los componentes relacionados.

La capacidad de los controladores para resolver tareas complejas de computación y comunicación ha hecho posible el uso de PLC en aplicaciones donde antes era necesario dedicar un computador.

Existen 5 áreas generales de aplicación de PLC:

- a. Control secuencial y de movimiento.
- b. Control de procesos.
- c. Monitoreo y supervisión de procesos.
- d. Administración de datos.
- e. Comunicaciones.

Un controlador lógico programable se compone de cuatro unidades funcionales:

Unidad de entradas

Unidad de salidas

Unidad lógica

Unidad de memoria



Figura 12. Sentron pac3100

El medidor de potencia Sentron pac3100 permite visualizar todos los parámetros relevantes de una red de distribución de energía eléctrica en baja tensión.

Puede realizar mediciones trifásicas y utilizarse en sistemas de esquema TN, TT, e IT de tres o cuatro conductores y cargas desequilibradas. Las corrientes deben medirse a través de transformadores de corrientes.

El Sentron pac3100 ofrece:

Contadores de energía activa y reactiva.

2 entradas digitales para monitorizar el estado.

2 salidas digitales, programables en modo de impulso representativos de energía activa o reactiva o en modo lógico para control remoto desde un PC.

Clave de acceso. Para fines de comunicación tiene una interfaz Modbus RTU 485, para la adquisición de datos y monitoreo con el sistema SCADA.

Máxima precisión y seguridad. La precisión de las mediciones que realiza el multimedidor Sentron pac3100 no tiene precedentes en esta clase de instrumentos. En la medición de tensiones, intensidades de la corriente, potencias y energías activas, posee una exactitud de 0,2 % referida al valor de medición según la norma IEC 61557-12.

De esta manera garantiza que el rendimiento, la seguridad y el comportamiento funcional en servicio de la industria y cumpla con los requerimientos de las instalaciones industriales más modernas.

Visualizaciones definidas por el usuario. Un total de cuatro representaciones en pantalla configurables en forma individual que ofrece un confort adicional. Así se podrá visualizar los valores como gráfico de barras o presentación digital para obtener directamente en el instrumento un panorama rápido del estado de su instalación. Tiene la capacidad de mostrar a más de los parámetros eléctricos básicos otras magnitudes relevantes de la electricidad que facilitan la supervisión de la misma.

1.23. Designación de conexiones.

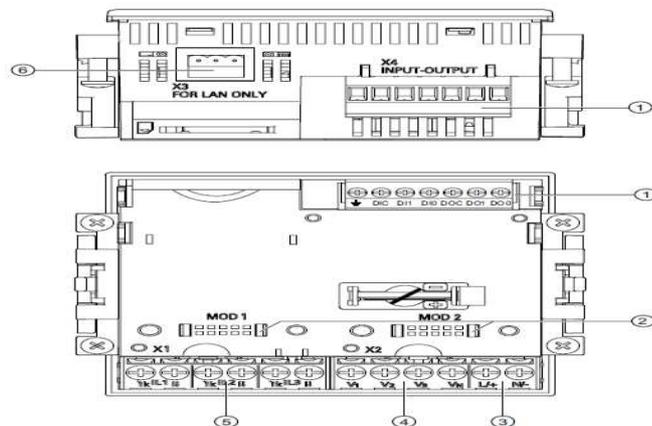


Figura 13. Designación de conexiones del modelo con conexiones para terminales de ojal, vista posterior.

Donde:

(1) Entradas y salidas digitales, tierra funcional.

Módulo de ampliación opcional.

Alimentación L/+, N/-

Entradas de medida para tensión V1, V2, V3, VN.

Entradas de medida para corriente IL1, IL2, IL3.

Conector RS 485.

Fuente: Sentron pac3100 manual

Rotulación de bornes

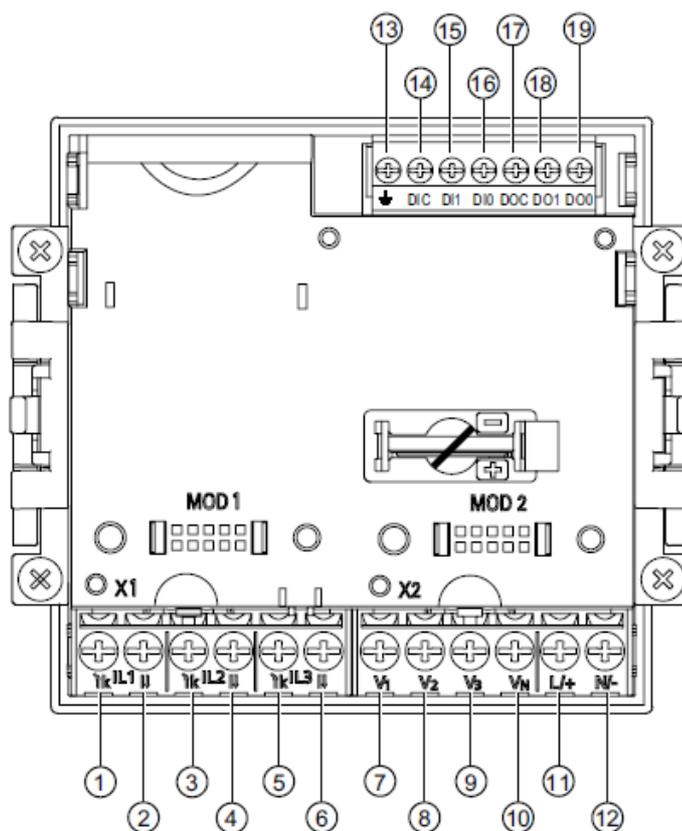
Tabla 1. Designación de bornes

Nº	Borne	Función
1	IL1 $\overset{\circ}{\uparrow}$ k	Corriente, IL1, entrada
2	IL1 \downarrow	Corriente, IL1, salida
3	IL2 $\overset{\circ}{\uparrow}$ k	Corriente, IL2, entrada
4	IL2 \downarrow	Corriente, IL2, salida
5	IL3 $\overset{\circ}{\uparrow}$ k	Corriente, IL3, entrada
6	IL3 \downarrow	Corriente, IL3, salida
7	V1	Tensión UL1-N
8	V2	Tensión UL2-N
9	V3	Tensión UL3-N
10	VN	Neutro
11	L/+	AC: Conexión: Conductor (tensión de fase)DC: Conexión: +
12	N/-	AC: Conexión: Neutro DC: Conexión: -
13	Tierra	Tierra funcional
14	DIC	Entrada digital (común)
15	DI1	Entrada digital 1

16	DI0	Entrada digital 0
17	DOC	Salida digital Común
18	DO1	Salida digital 1
19	DO0	Salida digital 0

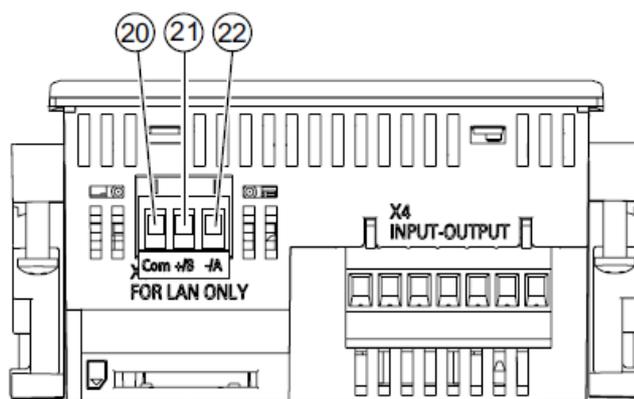
Fuente: Fuente: Sentron pac3100 manual

Figura 14. Designación de conexiones, modelo con bornes de tornillo



Fuente. Sentron pac3100 manual

Figura 15. Designación de conexiones, modbus



Fuente: Manual Sentron pac3100

Tabla 1. Continuación

Nº	Borne	Función
20	Com	Común o tierra
21	+/B	Señal B; D1
22	-/A	Señal A; D0

Fuente: Manual Sentron Pac3100

Metodología de conexión.- A continuación se muestran algunos ejemplos de conexión en:

Redes de tres o cuatro conductores.

Con carga desbalanceada.

Con o sin transformador de tensión.

Con transformador de corriente.

El dispositivo puede utilizarse hasta los valores máximos permitidos de tensión con o sin transformadores de tensión.

Las corrientes sólo pueden medirse por intermedio de un transformador de corriente. Todos los bornes de entrada o salida no necesarios para la medición permanecen libres.

En los ejemplos de conexión, el secundario del transformador está puesto a tierra en el borne "I" a modo de ejemplo.

La puesta a tierra se puede realizar en los bornes "k" o "I". La puesta a tierra no influye en la medición.

Se debe indicar en el dispositivo el tipo de cableado a través de los parámetros de ajuste.

Los tipos de conexión indicados a continuación se refieren a la parametrización del dispositivo.

Tipo de conexión 3P4. Sin transformador de tensión, con tres transformadores de corriente.

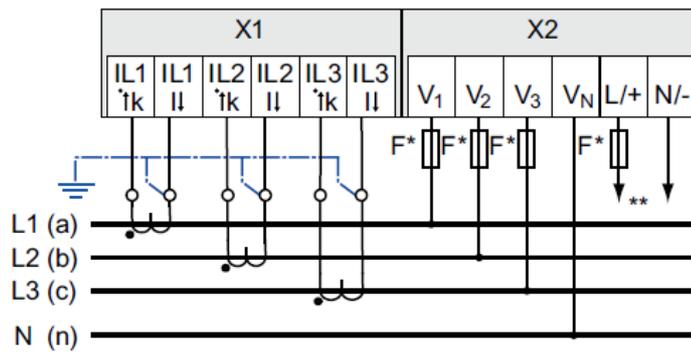


Figura 16. Conexión 3P4W sin transformador de tensión, con tres transformadores de corriente, los fusibles deben preverse en la instalación.

** Conexión de la tensión de alimentación.

Fuente: Sentron pac3100 manual.

Tipo de conexión 3P4W. Con transformador de tensión, con tres transformadores de corriente.

Figura 17. Conexión 3P4W con transformador de tensión, con tres transformadores de corriente

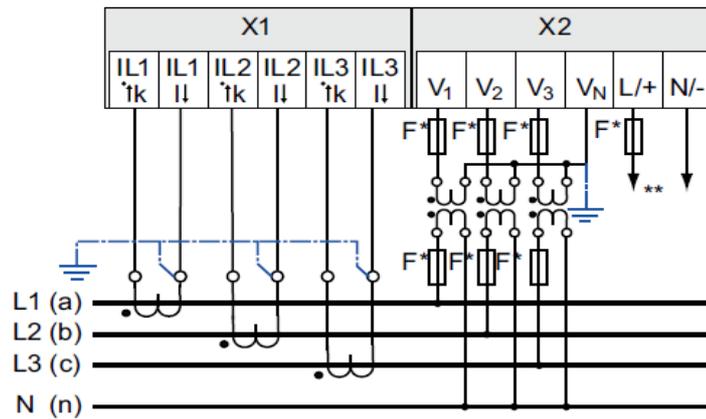


Figura 17. Conexión 3P4W, los fusibles deben preverse en la instalación.

** Conexión de la tensión de alimentación.

Fuente: Sentron pac3100 manual

1.24. Transformadores de corriente.

Un transformador de corriente es aquel en el cual el devanado primario se encuentra en serie con el circuito al cual se quiere medir la corriente y en el devanado secundario se conecta en serie los instrumentos.

Normalmente estos dispositivos tienen muy baja impedancia que prácticamente mantienen el TC en condiciones de cortocircuito en el secundario. Para que un transformador cumpla su función de indicar exactamente el valor de la corriente circulante en el primario, se debe si es posible el valor de la carga, por lo cual se trata de reducir al mínimo la corriente magnetizante.

CAPITULO II

2. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS ELECTRÓGENOS.

El generador eléctrico o grupo electrógeno es uno de los aparatos con mayor demanda en el mercado, debido a su capacidad de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

El grupo electrógeno o generador es un dispositivo diseñado para ser capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, denominados como polos, bornes o terminales, lo que permite la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica.

La transformación se logra gracias a la acción de un campo magnético, sobre los conductores eléctricos ubicados sobre una armadura, conocida como estator, que al producirse mecánicamente un movimiento relativo entre el campo y los conductores, se generará una fuerza electromotriz (F.E.M.).

El sistema de un generador eléctrico está basado en la ley de Faraday.

2.1. Funcionamiento de un generador eléctrico o grupo electrógeno.

La base fundamental del funcionamiento de un generador eléctrico o grupo electrógeno, se encuentra en la Ley Faraday, esta ley establece que para que se genere una corriente eléctrica debe existir un movimiento entre el campo magnético y el conductor, ya que “el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde”.

Es decir, que el generador eléctrico o grupo electrógeno utiliza un campo magnético para crear un movimiento de electrones y producir energía eléctrica.

Al ensamblar la bobina conductora a una corriente eléctrica continua se obtiene un cambio en el flujo del campo magnético, que interactúa con los polos del imán y causa que la bobina gire sobre sí misma, produciendo una fuerza automotriz con la capacidad de transformarse en energía eléctrica.

Si un circuito externo se conecta a las terminales de la bobina, este voltaje creará corriente a través de este circuito, la cual será energía que se transmitirá a la carga. Por ende, la energía mecánica que hace rotar la bobina se transforma en energía eléctrica.

Detallando un poco más, la bobina está formada por espirales que rotan, con este movimiento de rotación, las espirales cortan con sus puntas las líneas de inducción del campo magnético, a la vez que introducen y mantienen la corriente mientras están en movimiento.

Por su parte el grupo de escobillas, son las encargadas de exteriorizar la corriente generada. También forma parte del generador eléctrico o grupo electrógeno, el colector que consiste en anillos soldados.

Para poder funcionar, la corriente que proporciona el generador al exterior por medio de las escobillas, invierte su sentido cada vez que la bobina gira media vuelta. Cuando esto ocurre, la intensidad se incrementa desde cero hasta cierto valor, luego disminuye hasta llegar a cero de nuevo y varía su valor de la misma manera.

Los generadores eléctricos emplean combustible, diésel, gasolina o gas natural, para trabajar.

Los grupos electrógenos mayores a 1 kW de potencia, generalmente poseen una batería y un motor de arranque eléctrico. Las unidades muy grandes pueden comenzar con aire comprimido, o con un motor de arranque activado por aire o introducido directamente a los cilindros del motor para iniciar la rotación del mismo.



Figura de un Generador Eléctrico a gasolina

2.2. Tipos de generadores eléctricos.

Existen dos tipos principales de grupos electrógenos o generadores:

- a.** Los primarios: estos son capaces de convertir cualquier tipo de energía que reciben en energía eléctrica.
- b.** Los secundarios: estos entregan a los terminales, una parte de la energía recibida en forma de energía eléctrica.
- c.** Generador eléctrico inverter.

Es aquel capaz de filtrar la onda senoidal, para crear una onda pura con la magnitud y frecuencia que se requiera, superando así los elementos negativos y positivos. Es decir, este generador le permite al regulador emitir una corriente eléctrica estable que neutraliza la vulnerabilidad de los aparatos eléctricos y electrodomésticos, frente las ondas senoidales dispersas y de mala calidad.

- d.** Generador eléctrico monofásico.

Es un generador o grupo electrógeno sinusoidal de producción, distribución y consumo de energía eléctrica conformado por dos terminales, y una sola corriente alterna que conduce una única línea de 110 voltios.

- e.** Generador eléctrico trifásico.

Es un generador sinusoidal formado por tres corrientes alternas monofásicas, las cuales están conectadas en triángulo o en estrella. Cuentan con un rendimiento más elevado de los receptores, especialmente en motores.

Aunque la corriente generada es corriente alterna, esta puede ser rectificadas para obtener una corriente continua. La mayoría de los generadores o grupos electrógenos de corriente alterna son de tres fases o trifásicos.

2.3. Aplicaciones de los generadores eléctricos o grupos electrógenos.

Los generadores eléctricos pueden utilizarse en sectores particulares o industriales, cuando se usan en sectores industriales, este se llama grupo electrógeno.

En el aspecto particular se utilizan como dispositivos de emergencia, para contar con energía eléctrica cuando se produce una interrupción en el suministro eléctrico estándar.

Por otro lado, los generadores eléctricos se emplean para proporcionar energía eléctrica en lugares donde no se dispone de ella, ya sean pueblos retirados, caravanas o zonas de camping, y como complemento de paneles solares, cuando la producción de energía solar baja por razones climáticas.

En el aspecto industrial, los generadores eléctricos también se utilizan como sistemas de emergencia automáticos, para proveer de energía a hospitales, colegios, edificios institucionales o fábricas, así como en sectores en los que el trabajo se realiza en lugares alejados de una red eléctrica principal, como en la construcción o minería.

2.4. Utilización de un generador eléctrico

La utilización correcta de un generador eléctrico o grupo electrógeno variará de acuerdo al modelo del mismo.

Para los modelos que no trabajan con diésel, lo más recomendable es que se utilicen por un tiempo menor a 6 horas continuas. En caso de requerirse su uso por un tiempo mayor, se debe dejar descansar al generador por intervalos de 40 minutos.

El generador eléctrico no debe utilizarse con condiciones meteorológicas desfavorables, como lo son la lluvia o una alta condensación de humedad. En estos casos, el dispositivo debe cubrirse dejando espacio para su ventilación. Por otro lado, jamás debe ser instalado sobre una superficie húmeda.

El generador o grupo electrógeno no debe emplearse con una carga eléctrica al máximo. Debe determinarse que dispositivos son los de uso prioritario, y utilizar solo estos. En caso de que se requiera conectar una extensión eléctrica, se debe verificar el tamaño del cableado, y validar que cuente con el amperaje adecuado.

Como parte del uso adecuado de un generador, se deben programar mantenimientos preventivos. Estos deben incluir la revisión de aceite, de combustible, de filtro de aire, palancas, mangueras, así como todos los componentes visibles, para asegurar las buenas

condiciones del dispositivo. Adicionalmente, se deben tener en cuenta ciertos criterios al momento de realizar la instalación del generador eléctrico.



Figura de un Grupo Electrónico Aplicación Industrial.

2.5. Proceso de arranque de un generador eléctrico.

Antes de iniciar el proceso de arranque del generador eléctrico o grupo electrógeno, se debe verificar que todo se encuentre en condiciones adecuadas. Se debe verificar el nivel del aceite, la batería, el nivel del refrigerante, realizar una inspección visual y general.

Luego de la revisión general se procede a activar el Starter o Choke del generador, esto ya que se está trabajando con un motor de carburación, el cual necesita calentarse de forma óptima. Seguidamente se presiona o mueve el botón ON.

Para continuar se debe abrir la llave de paso del combustible. Esta llave debe cerrarse cuando el generador no esté en funcionamiento.

El siguiente paso es el encendido o arranque, y dependerá del modelo del generador eléctrico. Se deberá presionar un botón de inicio o START, girar una llave o halar con firmeza una cuerda de arranque, para lograr que el generador o grupo electrógeno comience a funcionar. Luego de que se caliente un poco, se puede dejar el STARTER en OFF. En este momento, ya se puede hacer uso del generador.

Para apagar el generador, debes presionar el botón de START o girar la llave a OFF, luego debes girar la llave de paso de combustible a OFF.

Los generadores eléctricos son unos dispositivos muy útiles, ya que están diseñados especialmente para producir la energía eléctrica requerida para accionar cualquier equipo que funcione con dicha energía, cuando no se cuente con la fuente de energía eléctrica habitual.

CAPITULO III

3. TIPOS Y CAPACIDADES DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.

Al elegir equipos de este tipo no es una tarea fácil, más cuando debe cumplir con ciertas características industriales. El objetivo es identificar qué es lo que requerimos y de seguro sabremos Cómo Elegir un Grupo Electrónico según su servicio o uso.



Figura de unidad electrónica de 150kva trifásica

La utilidad de estos equipos es ya concebida, estamos hablando de los Generadores Eléctricos, pero cuando su uso es para el sector industrial, se les suele llamar Grupos Electrónicos.

Al querer entender la utilidad y ventajas de estos equipos, se debe realizar una pregunta ¿Por qué deberías tener un Generador? Ventajas, Beneficios y Utilidades. Con eso, seguro tendrás más claro el porqué de su uso tan extendido.

Luego de comprender el cómo los podemos clasificar, nos basamos según las normas ISO para tipo de Servicio.

3.1. Clases y Características de los Grupos Electrógenos.

Para poder identificar con seguridad la tipología necesaria de un grupo electrógenos, se toma como referencia la clasifican según la ISO como Grupos Electrógenos de:

- a. Potencia Auxiliar de Emergencia
- b. Potencia Auxiliar
- c. Potencia Principal
- d. Potencia Continua

3.2. Grupos electrógenos según su terminología.

Para entender un poco mediante la utilización de su terminología, desglosemos los términos:

- a. Grupos Electrógenos para viviendas, hogar y pequeñas industrias o negocios.
- b. Grupo Electrónico de Potencia Auxiliar de Emergencia, o Grupo Electrónico para Emergencia o en modo Stand By, son los Grupos que se utilizan, sólo para uso muy corto, porque la energía principal se ha ido por algún motivo.

Tiempo uso máximo 50-200hrs, son para Industrias pequeñas, negocios, casa, edificios, eventos etc., pueden ser alimentados a Gasolina, Cargas bajas, medias (no requieren alimentar tanto equipo), En el momento que la energía principal llegue, dejarán de funcionar.



Figura de un Grupos Electrógenos para hospitales, medianas industrias, eventos o edificios

- c. Grupo Electrónico de Potencia Auxiliar, este Grupo se utiliza como refuerzo para la energía. Además, puede utilizar cargas variables, tiempo uso máximo de 200-500hrs., para hospitales, Industrias, negocios, edificios eventos etc., pueden manejar un uso continuo de 300hrs por año.



Figura de un Grupos Electrónicos adecuados para plantas Industriales, Minas, obras.

- d. Grupo Electrónico de Potencia Principal, este Grupo se utiliza como fuente principal de energía, se le llama también Prime Power, Tiempo de uso en horas Ilimitado. Carga variable que no puede superar las 25 hrs de sobrecarga al año. Para grandes Plantas Industriales, Minas, Obras, Trituradoras, perforadoras de pozo. Combustible de tipo Diesel o Gasoil por ser más económico.

Son equipos con gran capacidad de carga y generalmente fijos o estáticos, aunque parece que es un uso continuo no lo es, es una fuente principal de energía, pero una vez se termine la labor, se desconectan.

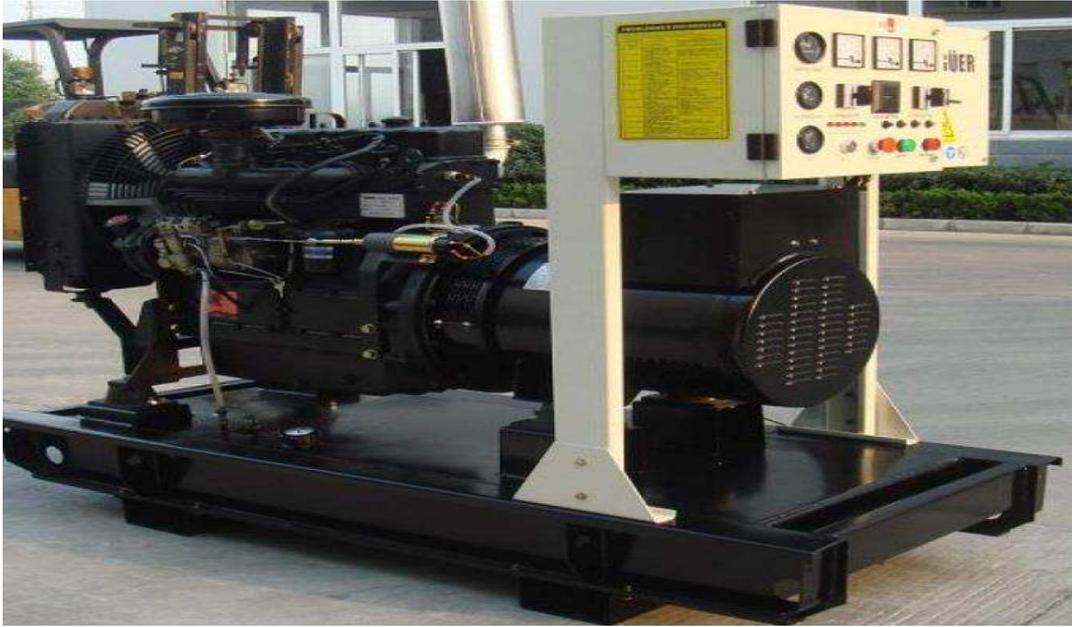


Figura de un Grupo Electrónico de Potencia Continua

- e. Grupo Electrónico de Potencia Continua, este equipo hace la misma función del principal, sólo que sí permanece todo el tiempo en uso, debido a que hay operaciones que jamás se pueden apagar. Se le llama también Continuous Power.

Tiempo de uso en horas: Ilimitado, carga fija ya que se calcula al inicio de la operación, potencia generalmente a alimentar de uno 80% – 100%, mientras que la de Potencia Principal no debe exceder el 70%, se utiliza para estaciones de bombeo de agua, carga base en una central eléctrica, etc.



3.3. Grupos electrógenos insonorizados.

Los Grupos Electrógenos tienen también características especiales según algunas marcas como por ejemplo:

Que sean Insonorizados, que son equipos cerrados más costosos, pero con un nivel de ruido muy aceptable. Son generalmente encabinados y no hacen ruido.

Este es un buen ejemplo de ello:

Grupo Electrónico Kaiser 10 KVA Insonorizado



Potencia máxima de 11 KW

Refrigerado por agua con radiador

Peso de 400 Kg

De 1500 RPM a 50 Hz

Arranque eléctrico de 12 V

70 dB nivel de ruido

El otro punto de clasificación es que sean Grupos Electrógenos abiertos, un poco más económicos y con un nivel de ruido más alto.

Un ejemplo de ello es el:

Grupo Electrónico Kaiser 10 KVA Abierto



Potencia máxima de 11 KW

Refrigerado por agua con radiador

Peso de 400 Kg

De 1500 RPM a 50 Hz

Arranque eléctrico de 12 V

98 dB nivel de ruido

Siguiendo con la clasificación, los Grupos Electrónicos, se consiguen de tipo Diésel o GasOil, Gas Propano, Gas Butano, etc, que dependerá del uso, es decir, si son de uso continuo se buscará que utilicen combustibles más económicos. Además, pueden ser Monofásicos de 1 Fase más neutro, o Trifásico de 3 Fases más neutro.

3.4. Grupos Electrónicos según la potencia y consumo.

Con base en lo anterior, cómo hacer para calcular o Elegir el Grupo Electrónico Adecuado Según su Potencia o consumo, se expresan algunos términos y cálculos cuando se habla de estos equipos.

Sin embargo, a la hora de Escoger un Grupo Electrónico, se debe revisar algunos términos adicionales, que, al hablar de equipos pequeños, de Generadores Eléctricos Portátiles, el cálculo para saber cuánto requería es sumar la Potencia Activa (P) que se calculaba en Vatios o Kilo Vatios.

En los Grupos Electrónicos, esto cambia y la fórmula a mantener es:

$$S = P / \text{Cos } \phi$$

Si es un equipo trifásico se utiliza la $\sqrt{3}$ (Raíz de 3) o el coeficiente 1,732

$$S = P / (\text{Cos } \phi * \sqrt{3})$$

Que es lo mismo que,

$$S = P / (\text{FP} * 1,732)$$

En donde, S equivale a la Potencia Aparente, P a la Potencia Activa y Cos ϕ o Factor de Potencia o FP o Cos ϕ .

Ahora,

$$\text{Cos } \phi = \text{FP} = \text{KW} / \text{KVA}$$

En este punto, se ha creado un estándar en el Factor de Potencia. Los Grupos Electrónicos de tipo Trifásico que son los que estamos analizando tendrán un FP = 0,8 o del 80%. Generalmente esto es así al hablar de Cargas Inductivas, pero algunos equipos van al 70%, por eso lo mejor es tener claro el FP de los equipos a utilizar, a veces los fabricantes generan tablas o existen estas tablas en la Web.

Los Grupos Electrónicos o Generadores Eléctricos Pequeños, son monofásicos y se conectan con equipos que utilizan cargas Resistivas, los cuales tienen un FP = 1 o del 100%. Algunos equipos trabajan al 95%, 97% pero es tan despreciable el valor que siempre se aproxima a 1 o 100%. Por eso, no se hacen cálculos con FP en estos equipos.

En los Grupos Electrónicos sí se maneja un Factor de Potencia y cuando este es menor a 1 (FP<1), siempre tendrá una potencia de arranque y una nominal. Esto significa que al encender el equipo, este requiere de más potencia inicial que luego permanecer

trabajando. El cálculo es muy importante porque si elegimos el Grupo que no es, nos quedaremos cortos en potencia.

Recordar también que los equipos que vamos a conectar con Grupos Electrógenos Industriales, generalmente son de tipo motor, y los motores tendrán una potencia de giro que se calcula en HP o CV, Caballos de Potencia (Horse Power) o Caballos Vapor.

Entonces,

1 HP = 745 Watios

1 CV = 735 Watios

Vitales para realizar las correspondientes conversiones, y para terminar, se debe saber qué tipo de arranque tienen los equipos a conectar, ya que pueden ser de:

- a. Arranque Directo (DOL): Por lo cual se multiplica 6 veces la potencia nominal
- b. Arranque Estrella Triángulo (ET): Por lo cual se multiplica por 3 veces la potencia nominal
- c. Arrancador Suave o de Variador de Frecuencia (VF): Por lo cual se multiplica por 2,5 veces la potencia nominal

Al realizar un ejemplo muy completo, se podrá comprender mejor este tema.

Ejemplo:

Se necesita alimentar los siguientes equipos:

1 Ascensor con potencia de 15 KW a 380 V con VF.

2 Bombas de Agua de 4 CV cada una, con arranque Estrella Triángulo (ET)

1 Portón para Vehículos de 0,5 KW, con arranque directo (DOL)

Empecemos calculando la carga por el tipo de Arranque de cada equipo,

Cálculo Ascensor:

Por ser de VF se multiplica por 2,5

$$15 \text{ KW} * 2,5 = 37,5 \text{ KW}$$

Cálculo Bombas de Agua:

Por ser 2 bombas cada una con 4 CV

$$2 * 4 = 8 \text{ CV}$$

$$8 * 735 = 5.8 \text{ KW}$$

Para saber el cálculo de CV por KW por ser de Estrella Triángulo

$$5,8 \text{ KW} * 3 = 17,4 \text{ KW}$$

Cálculo Portón:

Por ser de arranque directo se multiplica por 6.

$$0,5 \text{ KW} * 6 = 3 \text{ KW}$$

En total tenemos que el consumo es de:

$$37,5 + 17,4 + 3 = 57,9 \text{ KW}$$

Luego el FP que para este caso será de 0,8 medida para alternadores AC estándar y como:

$$\text{FP} = \text{KW} / \text{KVA}$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KVA} = 57,9 / 0,8$$

$$\text{KVA} = 72,2$$

Y por seguridad siempre se le aumenta un 20% más de carga, sería

$$72,2 + 20\% = 86,7 \text{ KVA}$$

Al final, se escoger un Grupo Electrónico que este en el rango de 90 a 100 KVA.



TABLA TRABAJO CON GRUPOS ELECTRÓGENOS							
KVA	KW	400 V trifásica		230 V trifásica		Consumo combustible litros/h	
		Intensidad por fase	Intensidad por fase	25%	50%	75%	100%
30	24	44	80	2,4	4,3	6	7,9
60	48	88	160	3,5	7	10,2	13,7
100	80	144	265	5,5	11	16,2	22
125	100	180	314	7,3	14,6	23,2	28,8
150	120	216	381	9	18	29	36
200	160	289	503	11	20,5	33,8	42,5
250	200	361	629	15,7	30	41,9	52,5
300	240	433	755	18,9	34,1	49,2	66,3
350	280	505	880	19,9	35,8	52,7	70,6
400	320	577	1006	22	41	64	87,6
500	400	722	1257	27,3	50,3	74,4	100,7
600	480	866	1509	33,5	62,2	93,6	127,6
800	640	1155	2012	44	90,9	130	172
1000	800	1444	2515	57	104	152	204

Elija siempre la potencia del grupo electrógeno para trabajar entre el 50 y el 75 % de la potencia total. De esta forma garantizará un correcto funcionamiento de la máquina.

Consúltenos, estamos siempre a su disposición para ayudarle con la mejor opción.

CAPITULO IV

4. SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA DE LA CIUDAD DE CHONE.

El propósito es siempre mejorar el nivel académico e institucional y profesional, la elaboración del circuito para el tablero, la sincronización del generador en paralelo y su visualización con el software de Logo de Siemens; está enfocado como un medio didáctico para el laboratorio de Ingeniería Eléctricas y en beneficio del propietario de local comercial.

Con el uso de este Software Logo de Siemens se podrá realizar y comprender las prácticas con mayor interés y observación, disminuyendo la dificultad en obtención de datos, mediciones o cableado de la práctica.

Para el diseño y construcción del tablero de transferencia y sincronización de generadores síncronos, se ha tomado en cuenta que, debe ser o estar constituido de tal forma que facilite el aprendizaje e ilustre claramente las partes más importantes del tema en estudio.

Este tablero está diseñado para que se acople perfectamente a los elementos que se encuentran en el generador del local comercial La Moderna, tomando en cuenta las normas establecidas para la instalación de los diferentes dispositivos eléctricos-electrónicos.



Figura del Grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna

4.1. Consumo eléctrico de la casa deportiva La Moderna.

Para determinar el consumo eléctrico que tiene la casa deportiva la moderna, se procede a cuantificar cada uno de los dispositivos eléctricos que se encuentran instalado al circuito de la edificación, para ello nos valemos de un cuadro especificando la potencia en vatios de los dispositivos.

EQUIPO	CANT.	P. VATIOS	P. TOTAL
MAQUINA DE COSER P. RECTA	6	450	2700
MAQUINA DE COSER OVERLOCK	6	450	2700
MAQUINA RECORTADORA DE TELA	1	750	750
MAQUINA IMPRESORA TEXTIL	2	1600	3200
PLANCHADOR INDUSTRIAL	1	2200	2200
AIRE ACONDICIONADO 24000BTU	3	4300	12900
REFRIGERADORA	1	160	160
CONGELADOR	1	750	750
BOMBA DE AGUA	1	550	550
TELEVISOR	3	180	540
LÁMPARA FLUORESCENTE 23W	16	23	368
LÁMPARA FLUORESCENTE 40W*3	16	120	1920
LÁMPARA FLUORESCENTE 80W	7	80	560
COMPUTADORA	1	670	670
CODIFICADOR TV	3	25	75
FOCO INCANDESCENTE	3	150	450
TOTAL		12458	30493

Tabla de consumo eléctrico de la casa deportiva La Moderna.

4.2. Descripción del grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna.

La casa deportiva La Moderna cuenta con un grupo electrógeno Modelo 430S1262 de 109kw, trifásico, 127/220v, 344A, 60HZ, 1800rpm, según lo especifica la placa de características adjunta a la carcasa del estator del generador, con motor Coming Diésel.

El sistema automático encargado de encender, apagar y realizar la transferencia de carga desde la red pública hacia el generador y viceversa, se encuentra deteriorada y obsoleta, por lo que se debe realizar un nuevo sistema que supla dichos componentes, para tal efecto se debe comprender el funcionamiento del equipo a mejorar.

El tablero de transferencia está formado por dos breakers industriales de 250A enlazados con un servomotor que acciona ambos breakers a manera de conmutador, dicho servomotor, está controlado por dispositivos de tiempo que controlan el giro y el momento en el cual se debe encender el servomotor.

Así como también, los detectores de fase para la red y para el generador que evitan un cruce de fase, asegurando una transferencia sin problema, además, cuenta con el sistema de encendido y apagado del generador formado por varios relej contactores y timers que automatizan el proceso.

Los visualizadores de magnitudes son del tipo analógicos entre ellos, voltímetro, amperímetro, frecuencímetro, luces piloto que indican el funcionamiento de determinada etapa y proceso.

4.3. Modo de operación del sistema automático de transferencia propuesto.

De acuerdo al diseño propuesto en el proyecto, el tablero de transferencia automática de energía y sincronismo cuenta con dos modos de operación:

Modo manual.

Modo automático.

4.4. Sistema de transferencia Modo manual.

Durante este modo de operación el sistema de control enciende el generador, activa los disyuntores y la carga de forma manual.

Para la re transferencia de la carga a la red, se realiza la maniobra de transferencia generadores-red, se desconecta el generador de la barra común mediante sus disyuntores y se desactiva.

Se optó por este método de trabajo, para realizar un encendido periódico que permita verificar que el generador se encuentre en perfecto estado para actuar cuando se suscite una falla de red de la empresa eléctrica.

4.5. Sistema de transferencia Modo automático.

Durante este modo de operación se aplican las características STAND BY.

En caso de falla de red, el sistema de control realiza las maniobras de acoplamiento en paralelo y sincronismo del generador, maniobra conmutación y reparto de carga con detección de la cantidad de generadores necesarios para abastecer la carga.

Cuando retorna la energía de la red, se conmuta de la energía auxiliar hacia la principal y se desacoplan el o los generadores de la barra común.

Este diseño permite anexar un generador adicional, para controlar nivelar las cargas, sin embargo, los generadores están disponibles para alimentación de la carga de haber una falla de red, los generadores se encienden y una vez sincronizados y funcionando en paralelo se acoplan a la barra común cerrando su disyuntor respectivo.

Inmediatamente se realiza la maniobra de conmutación de red a los generadores con la cual toman la carga. Al retorno de la red el conmutador cambia de posición ejecutando la maniobra generadores-red y los generadores se desacoplan de la barra común.

4.6. Funcionamiento del interruptor de transferencia.

El relé de verificación de tensión analiza tanto el voltaje como la frecuencia de la tensión de la acometida como del generador, dichos dispositivos se activan cuando la tensión sale de un umbral pre-establecido, cuando la frecuencia varía o hay pérdida de fase, siendo el contacto auxiliar el indicador de la falla.

El contacto auxiliar puede, ser abierto o cerrado, según sea el diseño del relé (se recomienda el uso de un contacto normalmente abierto, puesto que los relés se alimentan de la tensión que están midiendo, por ello en caso de pérdida total de voltaje el relé no dará indicación al controlador lógico programable), en muchos casos, el relé posee temporizadores internos que pueden ser utilizados para retardar tanto la indicación de falla como la de normalización de servicio.

Esta opción es importante para evitar la transferencia si se producen transitorios en la acometida o bien si el servicio se restablece sólo temporalmente, en caso el relé no cuente con esta opción esta deberá de ser agregada en el controlador lógico programable.

4.7. Transferencia automática al sistema de emergencia.

La secuencia de transferencia es un conjunto de temporizadores conectados en serie, puesto que cada uno de los pasos de transferencia debe de hacerse a continuación del otro sin que estos se transpongan.

Es necesario recalcar que cuando la condición que activa cada uno de los temporizadores se hace cero dicho temporizador se torna a cero también, por ende anula las salidas que están conectadas a él, si el inicio de transferencia desaparece todos los temporizadores cambian a cero liberando las salidas conectadas a ellos.

La secuencia de transferencia empieza con la activación del inicio de transferencia, abre un interruptor principal luego de un tiempo de espera t_1 , luego de transcurrido t_2 y que se ha abierto el interruptor principal se activa una marca interna del controlador lógico programable que activa los generadores eléctricos.

Transcurrido t_3 y si los generadores eléctricos se activaron se coloca en uno la marca de sincronía que es un registro interno que activa dicha función, una vez habilitada la sincronía se llama a un programa llamado subrutina de generadores quien administra tanto el arranque de los mismo como su correcta sincronización a la barra común.

4.8. Sistema de visualización y alarma.

El tablero de transferencia automática de energía de generadores de emergencia cuenta con alarmas visuales y luces de señalización para conocer el estado de cada uno de los

generadores, y el sistema en general para conocimiento del operador la misma que se muestran en la siguiente imagen de la pantalla.

- a. **Generador encendido.** Para indicar este estado se emplea una luz verde de señalización que permite conocer si el generador ha sido encendido. Esta se activa mediante un contacto del relé auxiliar de encendido.
- b. **Disyuntor cerrado.** Para indicar este estado se emplea una luz verde de señalización que permite conocer si el disyuntor ha sido conectado a la barra común. Esta se activa mediante un contacto de relé auxiliar.
- c. **Falla de generador.** La luz indicadora de falla se activa cuando se detecta cualquier situación de falla, baja frecuencia, bajo voltaje, sobre frecuencia o no arranca el generador. La luz roja de señalización es un indicativo de una grave falla en el generador dando como resultado la desconexión automática de su correspondiente disyuntor y apagado inmediato del generador.
- d. **Red eléctrica.** Para conocer el estado de la red se emplea una luz verde de señalización que se enciende cuando la red está presente. Para lo cual utilizamos el relé de supervisión de voltaje.
- e. **Voltajes, frecuencias y velocidad de los generadores.** Se activarán unas alarmas visuales de color rojo en la pantalla táctil cuando sobrepase los rangos establecidos.
- f. **Falla de carga.** Al momento que se encuentre activada o desactivada la carga se mostrará una señal visual que indicara el estado de la carga.

Tabla 2. Rango de voltajes, frecuencias y velocidad de los generadores

Magnitudes	Mínimo	Máximo
Frecuencia	57 Hz	61 Hz
Voltaje	100 V	130 V
Velocidad	1710 rpm	1830rpm

4.9. Circuito de mando para una transferencia con sincronización automática.

El circuito de mando cumple con la misión de sincronizar y transferir los generadores a la carga en el momento que el suministro de energía externo falle, el mando es por sí mismo un conjunto de aparatos e instrumentos que trabajan para proporcionar a la transferencia una operación completamente automática.

El circuito de mando está compuesto por:

- a. Periferia
- b. Control
- c. Medición
- d. Red de adquisición de datos
- e. Visualización
- f. Actuadores.

4.10. Componentes de la Periferia.

La periferia está compuesta por una multitud de relés, los más comunes son: voltaje, frecuencia, potencia inversa, secuencia negativa, diferencial; además de los elementos antes mencionados se agrega el sincronoscopio y el relé de verificación de sincronía.

4.11. Componentes de Control.

El control está constituido por el controlador lógico programable propiamente dicho, que para nuestro caso hemos seleccionado el PLC S7-200xp.

A primera impresión se pensaría que un PLC puede controlar tanto la velocidad de los generadores, sincronizarlos y además; controlar el flujo de carga. Lo anterior supone una integración total del funcionamiento en la transferencia.

El funcionamiento de la sincronización y transferencia manual y automática regido por el algoritmo dentro del controlador lógico programable que realiza el control, existen

algunas directrices que se deberán seguir para garantizar que el funcionamiento de una transferencia sea la adecuada. La programación del PLC lo podemos apreciar en el anexo.

En la actualidad se hace común el empleo de controladores lógicos programables también llamados PLC para el control de un sin número de procesos, sin embargo, la sincronización de generadores conlleva ciertas predisposiciones que dejan fuera de esta aplicación a muchos PLC, por ejemplo: todos los módulos de salidas y de entradas deben ejecutar de forma rápida su objetivo, en particular los módulos de entradas analógicas, deben de trabajar en tiempo real y no de forma multiplexada.

Lo anterior no descarta el uso de un PLC para sustituir el esquema de relevación en interruptor automático de transferencia, en especial el control en todos los modos de arranque, operación, funcionamiento de generadores, comunicación con la pantalla táctil y además con el sistema SCADA si se lo desea emplear e implementar.

4.12. Componentes de medición.

En el diseño se decide la utilización del medidor de potencia Sentron pac3100 de la misma marca Siemens. Dicho medidor nos permite visualizar todos los parámetros relevantes de una red de distribución de energía eléctrica en baja tensión.

En nuestro caso éste multi medidor es el más adecuado para medir las magnitudes eléctricas que nos interesan para la sincronización y transferencia del generador emergente. El uso del Sentron pac3100 reemplaza a diversos instrumentos de medida ya que tenemos en un solo módulo la medición de tensión, frecuencia, corrientes, potencias, entre otras magnitudes.



Figura del multi medidor del Sentron pac3100

4.13. Consideraciones para el montaje del tablero de transferencia automática.

Para el montaje e instalación del tablero de transferencia automática de energía y sincronización de generadores de emergencia, se debe prestar atención a las normas del Código Eléctrico Nacional (NEC) tanto para las especificaciones del tablero de control como las referencias a los sistemas de emergencia.

La norma NEC 702 OptionalStandbySystem (sistemas de reserva) tiene por finalidad proteger las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema y suministrar energía eléctrica generada en sitio o determinadas cargas de modo automático.

La que se han aplicado de la siguiente forma:

El sistema de reserva tiene la capacidad y el régimen adecuado para el funcionamiento simultaneo de todas las cargas fijadas seleccionadas para este fin. El equipo de transferencia está diseñado e instalado de modo que impide la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación.

4.14. Características y dimensiones de los principales instrumentos en el diseño del tablero de transferencia y sincronización.

- Tablero de transferencia automática. Acero negro con pintura electrostática; 800 x 1000 x 300 mm.
- Sentron pac3100. Multi medidor digital para medir las variables eléctricas de los generadores para su sincronización; 96 x 96 x 51 mm.
- Pantalla táctil siemens OP/177B. Pantalla gráfica donde se puede parametizar, visualizar el funcionamiento de la máquina, funciona en conjunto con el PLC, 240 x 210 mm.
- Controlador lógico programable (PLC). Controla procesos en tiempo real; 130 x 85 mm.
- Fuente de 24 VCC siemens. Alimentación de dispositivos que requieren corriente continua para su funcionamiento; 80 x 85 mm.

- Variador de frecuencia. Arranca la carga; 150 x 90 x 116mm.
- Transformadores de corriente. Relación de corriente de carga a medir en el Sentron pac; 40 x 75 x 70mm.
- Relés de interface. Protege al PLC de cortocircuitos en los contactores; 16 x 60 mm.
- Contactores. Actúan según la programación del PLC en el circuito de potencia; 40 x 60 mm.
- Breakers. Protección para los componentes del tablero, 45 x 75 mm.
- Barra común. Sincronización de generadores y suministro de energía a la carga; 135 x 70 mm

4.15. Disposición de los equipos en el tablero de transferencia y sincronización.

La disposición de los diferentes equipos empleados para el tablero de transferencia y sincronización se detalla en los planos.

4.16. Montaje e instalación.

El tablero de transferencia automática de energía y sincronización de generadores de emergencia, está construido de acuerdo a las especificaciones NEMA 12, para uso en interiores, con protección contra polvo, goteo de líquidos no corrosivos y caída de suciedad.

Este tablero está hecho de acero negro con pintura electrostática no conductiva cuyas dimensiones son 800 X 1000 x 300 mm, está dividido en dos secciones que separa la sección de fuerza de la sección de control.

Montaje de equipo de control. La alimentación de control no supera los 600V y 1000VA, de acuerdo a la norma NEC 725-21 Class 1, class 2 and class 3 remote control signalling and powerlimitcircuit. Para la distribución de los equipos se basó en la norma NEC 725-24 (Class 1, class 2 and class 3 signalling and powerlimitcircuit).

La sección de control contiene los siguientes elementos ubicados dentro del tablero: PLC, detector trifásico de red, contactores, transformadores de potencial, transformadores de medición, disyuntores de protección, relés, borneras

El conductor para el circuito de control es número 16 AWG, ya que este conductor tiene un régimen de aislamiento adecuado para 600V THW.

4.17. Puesta a tierra.

Todos los sistemas eléctricos están conectados a tierra para limitar el voltaje existente en los circuitos de señalización, líneas de alimentación y estabilizar el voltaje durante su operación normal. Todos los equipos construidos de material conductor están conectados a tierra para limitar el voltaje a tierra de estos materiales.

4.18. Diagnostico o estudio de campo, descripción del proceso de recolección de la información.

Para poder realizar un análisis de la información y modelar un sistema de control automático para grupo electrógeno de la casa deportiva la moderna de La ciudad de Chone, se consideran la disposición en colaborar con la investigación de los trabajadores y el propietario de la empresa.

Obtenida mediante la recopilación de los datos, la misma que consistió en realizar una encuesta a los involucrados en la investigación, y que posteriormente se procedió a la tabulación de los datos.

4.19. Procesamiento de los resultados de la investigación de campo e interpretación de la información.

Para el procesamiento y tabulación de la información se utilizó parte de las herramientas del paquete office, con lo que se procedió a la tabulación y elaboración de cuadros y gráficos estadísticos.

¿Cree usted que la energía eléctrica es primordial para el desarrollo de los pueblos y ciudades?

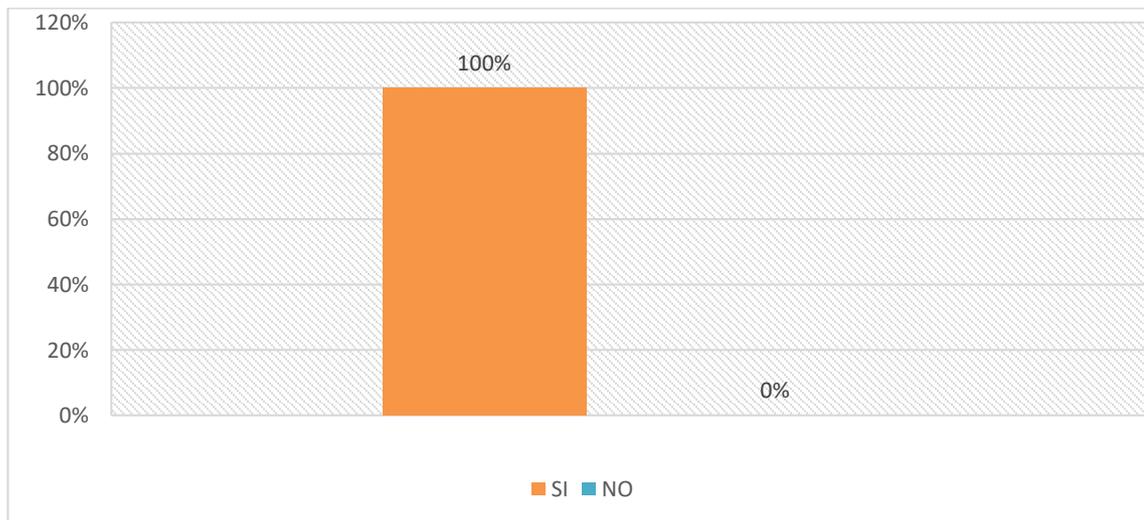
TABLA 1

ALTERNATIVA	f	%
SI	12	100
NO	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 1



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI es primordial la energía eléctrica para el desarrollo de los pueblos y ciudades.

Por lo que se considera de suma importancia el mantener una buena calidad de la energía eléctrica mediante el uso de sistemas auxiliares de generación de electricidad.

¿Sabe usted que son los grupos electrógenos?

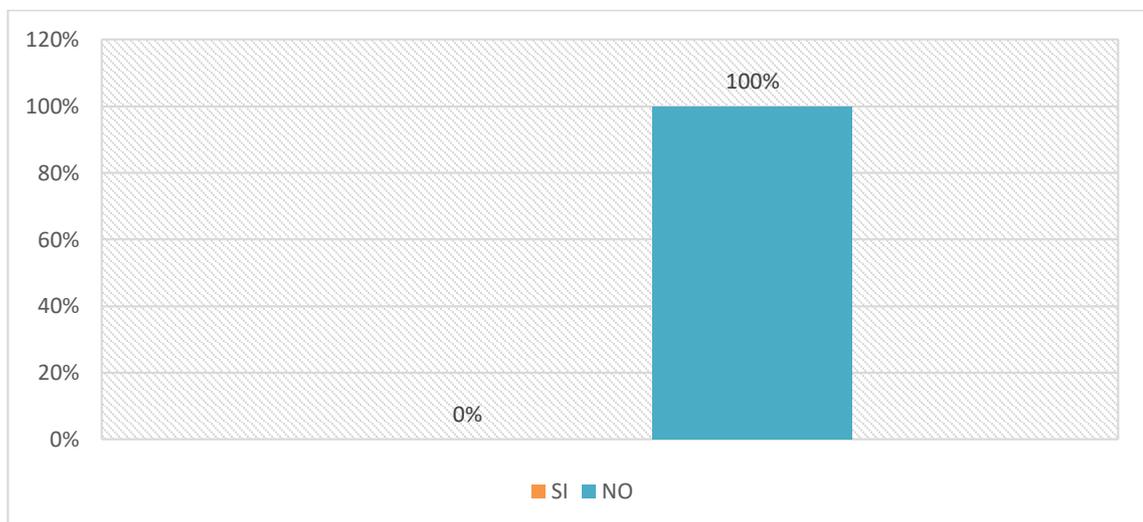
TABLA 2

ALTERNATIVA	f	%
SI	0	0
NO	12	100
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 2



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que NO Saben que son los grupos electrógenos.

Por lo que se debe impartir un mayor conocimiento con el fin de que conozcan la diferencia entre un equipo electrógeno y un generador eléctrico.

¿Le gustaría conocer las características de los grupos electrógenos?

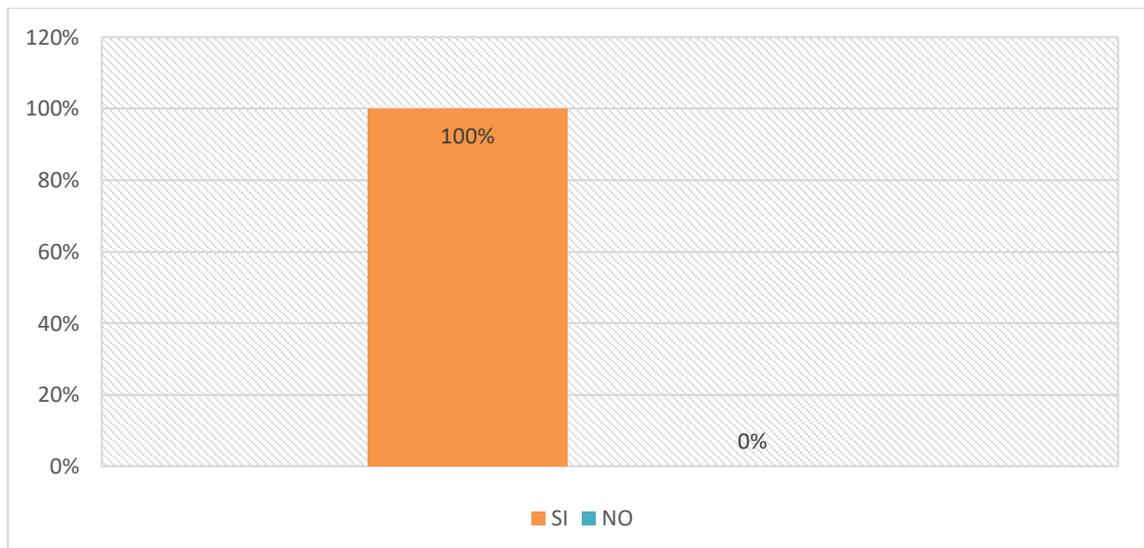
TABLA 3

ALTERNATIVA	f	%
SI	12	100
NO	0	0
Total	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 3



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI le gustaría conocer las características de los grupos electrógenos.

Por lo que se debe impartir un mayor conocimiento con el fin de que conozcan la tecnología y el buen uso del equipo eléctrico.

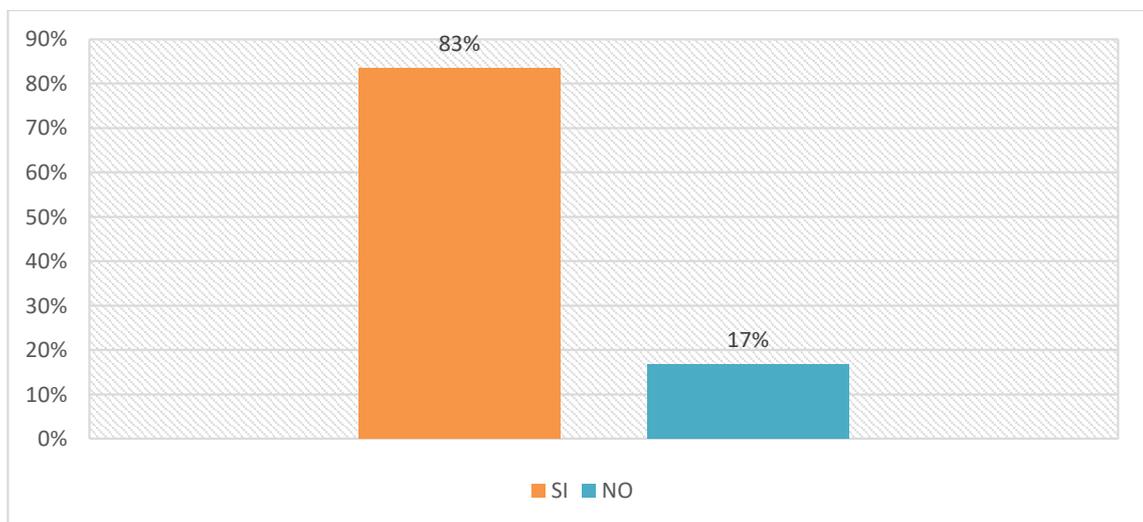
¿Se ha enterado de interrupciones no programadas en el servicio eléctrico?

ALTERNATIVA	f	%
SI	10	83,33
NO	2	16,67
Total	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 4



Análisis e interpretación.

Que el 83% de la muestra seleccionada informa que SI se han enterado de interrupciones no programadas en el servicio eléctrico y el 17% restante manifestaron que NO.

Por lo que se considera oportuno que las notificaciones de las interrupciones del servicio eléctrico deben ser informados con antelación.

¿Usted recibe avisos sobre interrupciones programadas del servicio eléctrico?

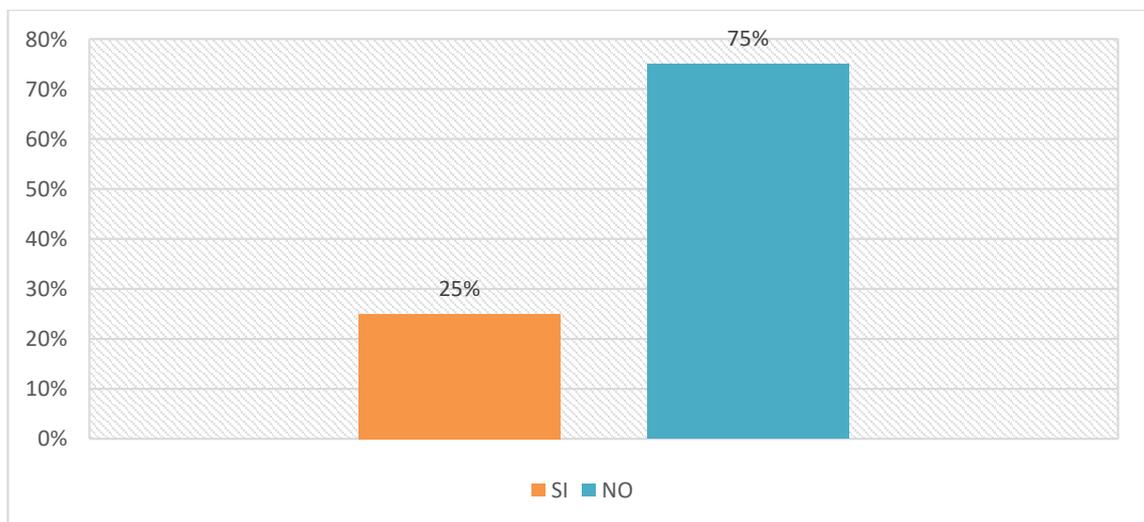
TABLA 5

ALTERNATIVA	f	%
SI	3	25
NO	9	75
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 5



Análisis e interpretación.

Que el 25% de la muestra seleccionada informa que SI recibe avisos sobre interrupciones programadas del servicio eléctrico y el 75% restante manifestaron que NO.

Por lo que se considera que las comunicaciones de interrupciones programadas del servicio eléctrico deben ser más precisas y ser recibidas por la mayoría de las personas que habitan en el sector afectado.

¿Sabe usted de algún tipo de generación eléctrica alternativa?

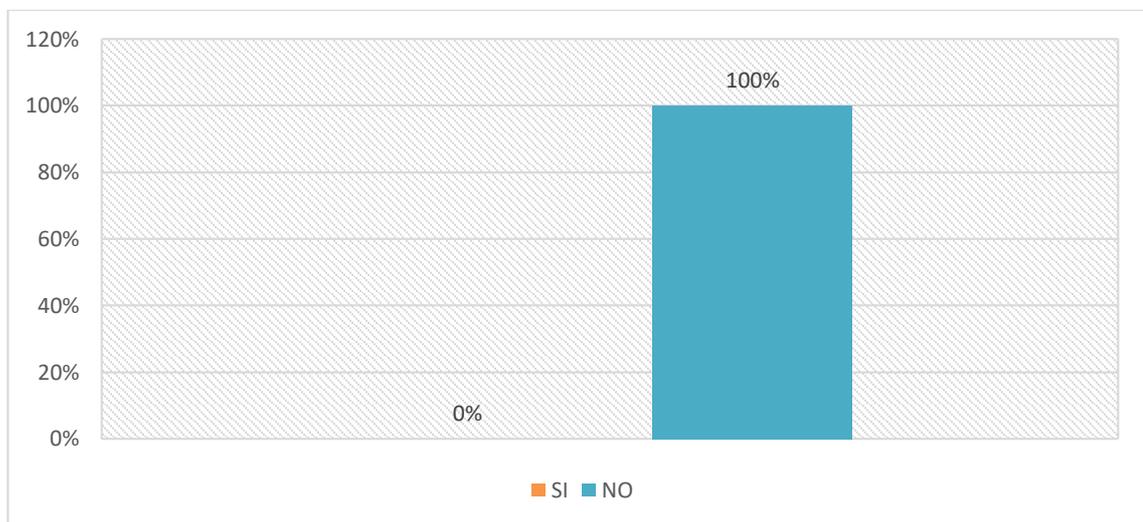
TABLA 6

ALTERNATIVA	f	%
SI	0	0
NO	12	100
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 6



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que NO saben de algún tipo de generación eléctrica alternativa.

Por lo que se debe realizar campañas informativas para conocer nuevas formas de producción de energía eléctrica alternativa.

¿Sabe usted que criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica mediante el uso de grupos electrógenos?

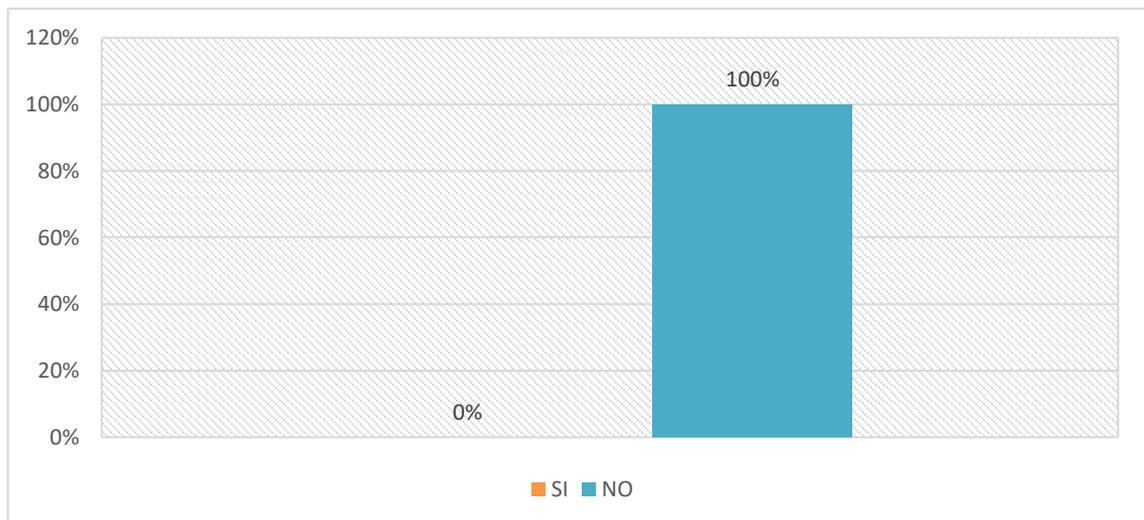
TABLA 7

ALTERNATIVA	f	%
SI	0	0
NO	12	100
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 7



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que NO conocen qué criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica mediante el uso de grupos electrógenos.

Por lo que es muy importante capacitar a los propietarios de los equipos de generación eléctrica, con el fin de que conozcan sus características.

¿Conoce usted que beneficio presta a su economía la utilización de equipos electrógenos?

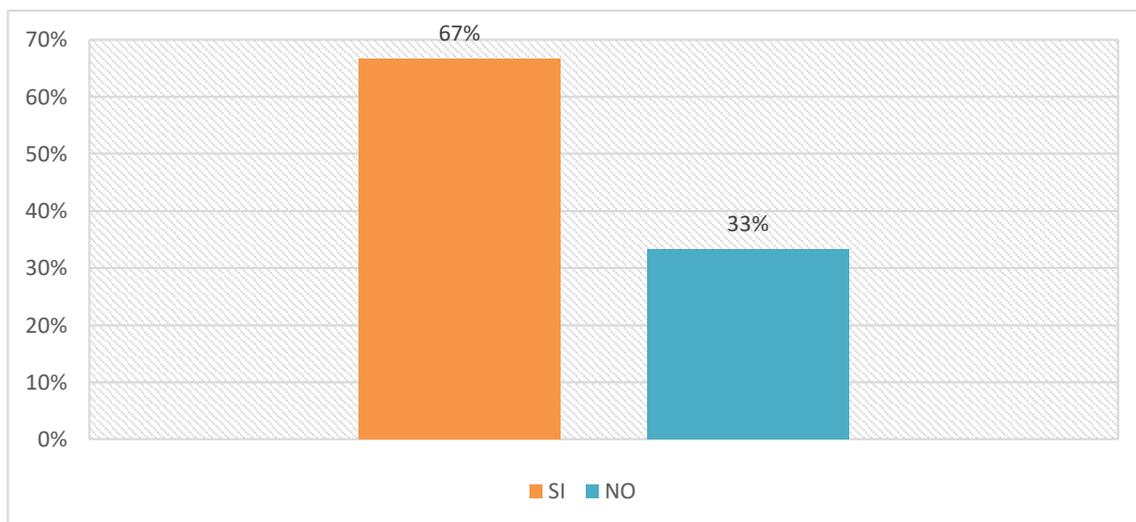
TABLA 8

ALTERNATIVA	f	%
SI	8	66,67
NO	4	33,33
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 8



Análisis e interpretación.

Que el 67% de la muestra seleccionada informa que SI conocen el beneficio presta a su economía la utilización de equipos electrógenos y el 33% restante manifestaron que NO.

Por lo que se debe realizar talleres de capacitación con el fin de mejorar los conocimientos, actitudes y destrezas, para conocer los beneficios que esta tecnología ofrece.

¿Sabe usted si la automatización del grupo electrógeno acelerará la conexión al circuito eléctrico de su establecimiento?

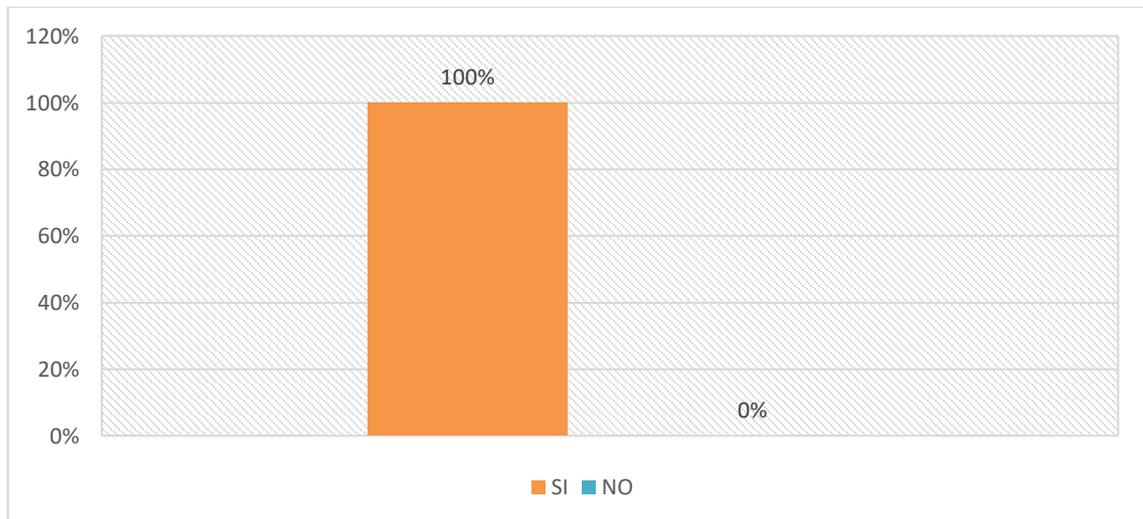
TABLA 9

ALTERNATIVA	f	%
SI	12	100
NO	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 9



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI saben que la automatización del grupo electrógeno acelerará la conexión al circuito eléctrico de su establecimiento.

Por lo que se hace necesario manifestar que los grupos electrógenos automatizados son de gran ayuda en lugares que sufren de constantes cortes de suministro eléctrico.

¿Cree usted saber cómo se les conoce a los sistemas de generación eléctrica que utilizan derivados del petróleo para su funcionamiento?

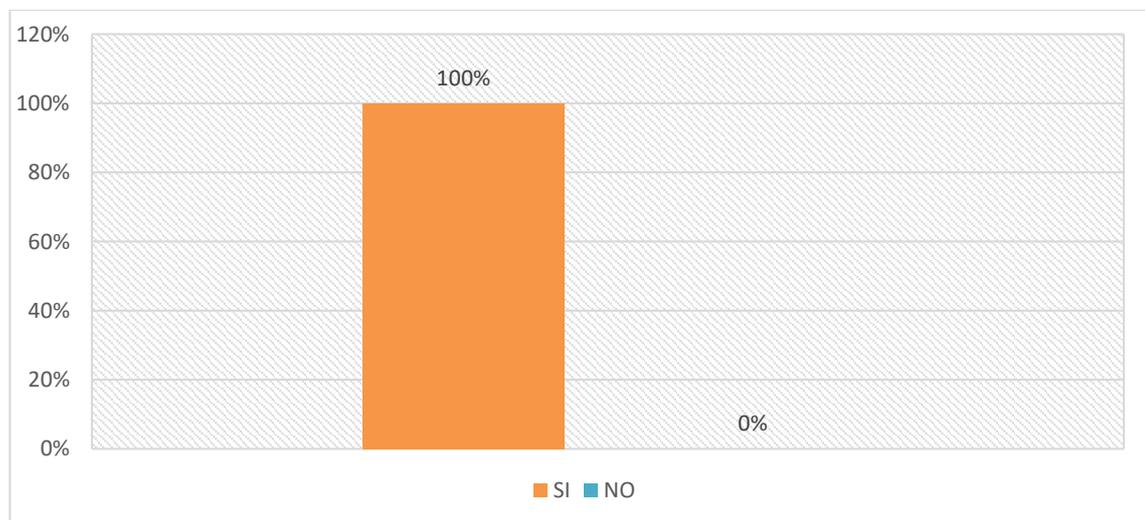
TABLA 10

ALTERNATIVA	f	%
SI	12	100,00%
NO	0	0,00%
TOTAL	12	100%

Fuente: Trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone

Elaborado por: Acosta Vergara Yandry Mauricio

GRAFICO 10



Análisis e interpretación.

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI conocen el nombre de los sistemas de generación eléctrica que utilizan derivados del petróleo para su funcionamiento.

Que el conocimiento de los encuestados es superficial, por lo que se considera oportuno reforzar mediante trípticos los tipos y nombres de los equipos de generación eléctrica que utilizan derivados del petróleo para su funcionamiento.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES GENERALES.

Al concluir el proceso de la investigación, se considera determinar que:

- ✓ El diseño eléctrico, la adecuada selección de los equipos y elementos, que componen el tablero, permitió realizar una satisfactoria sincronización y transferencia de los generadores síncronos que se simulaba en el software de LogoConfort Siemens.
- ✓ La investigación realizada sobre los parámetros de sincronización y los dispositivos de comunicación nos permitió entender su composición, estructura y funcionamiento, en sus diferentes etapas para llevar a cabo la transferencia y sincronización de generadores emergentes.
- ✓ La programación en el PLC se realizó tomando en cuenta la disponibilidad que tenemos en el generador de la Casa Deportiva La Moderna, y las facilidades de comunicación entre los diferentes dispositivos de comunicación pero con la finalidad de asimilar a un proceso de aplicación industrial razón por la cual se realizó diferentes modos de funcionamiento.
- ✓ La construcción del tablero es de gran utilidad, para tener un monitoreo constante de los parámetros eléctricos que intervienen en el proceso de sincronización y transferencia y nos permite tomar las respectivas acciones para llevar a cabo el tablero en físico.

5.2. RECOMENDACIONES.

En consideración del contexto de las conclusiones se deduce que:

- ✓ Es importante recalcar el manejo de los elementos para la variación de voltajes, corriente, frecuencia y potencia, se lo debe hacer con el debido cuidado ya que los equipos son muy sensibles y a la vez poder cumplir con los requerimientos de la puesta en marcha en el tablero armado, en especial en el momento de repartir la carga entre los dos generadores.
- ✓ Se debe manipular el equipo por personal familiarizado con la puesta en servicio y operación para asegurar el funcionamiento correcto del equipo.
- ✓ Se debe tomar en cuenta que la conexión de los cables de red, del motor y de mando o control deberá realizarse de la forma correcta a fin de evitar que interferencias afecten al correcto funcionamiento de los diferentes dispositivos de comunicación y control.
- ✓ El circuito y sus componentes del tablero se diseñaron para trabajar integrando con diferentes tipos de comunicaciones y protocolos industriales, además del sistema SCADA por esta razón se deberá tener una información detallada del software que intervienen en el desarrollo del proyecto.

5.3. BIBLIOGRAFÍA.

ACI American Concrete Institute “Código de Construcción para Concreto Reforzado ACI 318S-05”, Enero 2005.

ARTERO David. Automatismo eléctrico y electrónico. Prentice hall hispanoamericana España: 2003.

BALCELLS, Josep, Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica, Editorial de la Universidad Politécnica de Cataluña, España 2012.

BETTEGA Eric Armónicos: rectificadores y compensadores activos; Enero 2000

BOYLESTAD Robert, NASHELESKY Louis. Electrónica: Teoría de circuitos. Prantice hall hispanoamericana. México: 1995.

CALVAS Roland Las perturbaciones eléctricas en BT; Enero 2001

CALVAS Roland Perturbaciones en los sistemas electrónicos y esquemas de conexión a tierra; Junio 1998

CASALS, BOSCH. Máquinas eléctricas. Aula politécnica náutica. Ediciones UPS, 2005.

CHAPMAN Stephen. Máquinas eléctricas.3ra. ed. Colombia: 2000.

COLLOMBET, Christian Los armónicos en las redes perturbadas y su tratamiento; Septiembre 1999

CORTES Manuel. Máquinas síncronas y motores c. a. de colector. Editorial Reverté.

DORANTES, González, Automatización y Control. Prácticas de Laboratorio, Editorial McGraw-Hill 2004.

DURAN, José, Electrónica, editorial Medes S.A., Barcelona 2009.

España: 2004.

FERRACCI, Philippe, La calidad de la energía eléctrica Original francés: octubre 2001
Versión español; octubre 2004

FIORINA Jean Noël Onduladores y armónicos (caso de cargas no lineales); Junio 1992

GOMEZ, C. Conceptos Generales De Redes Eléctricas. Colon: Inacap; Marzo 2005.

IWSCHITZ Garick, WHIPPLE E. Máquinas de corriente alterna, Editorial continental,
1972.

KOSOW Irvin. Máquinas eléctricas y transformadores. 2da ed. México: 1993.

MARTIN, Ricardo, Manual Práctico Electricidad, Editorial de Cultura S.A., Colombia
2004.

MUHAMMAD Rashid. Electrónica de Potencia. Prantice hall hispanoamericana,
México: 1996.

RAMÍREZ José, BELTRÁN Lorenzo. Máquinas motrices: Generadores de energía
eléctrica. 5ta. ed. España: 1984.

SCHONEK Jacques Las peculiaridades del 3er armónico; Julio 2000

WEB GRAFÍAS.

<http://electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

http://recursostic.educacion.es/newton/web/Documentacion_4D/fisica/electromag/Induccion.htm

http://asifunciona.com/electrotecnia/ke_induc_electromagnetica/ke_induc_electromagnetica_1.htm

<http://buenastareas.com/ensayos/Transformadores-Toroidales/7029463.html>.

ANEXOS

ANEXO 1

CASA DEPORTIVA LA MODERNA DE CHONE



REALIZANDO ENCUESTA EN LA CASA DEPORTIVA



REALIZANDO ENCUESTA EN LA CASA DEPORTIVA



REALIZANDO ENCUESTA EN LA CASA DEPORTIVA



ANEXO 2

REVISANDO EL GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA.



REVISANDO EL TABLERO DEL GRUPO ELECTRÓGENO DE LA CASA DEPORTIVA LA MODERNA.



ANEXO 3

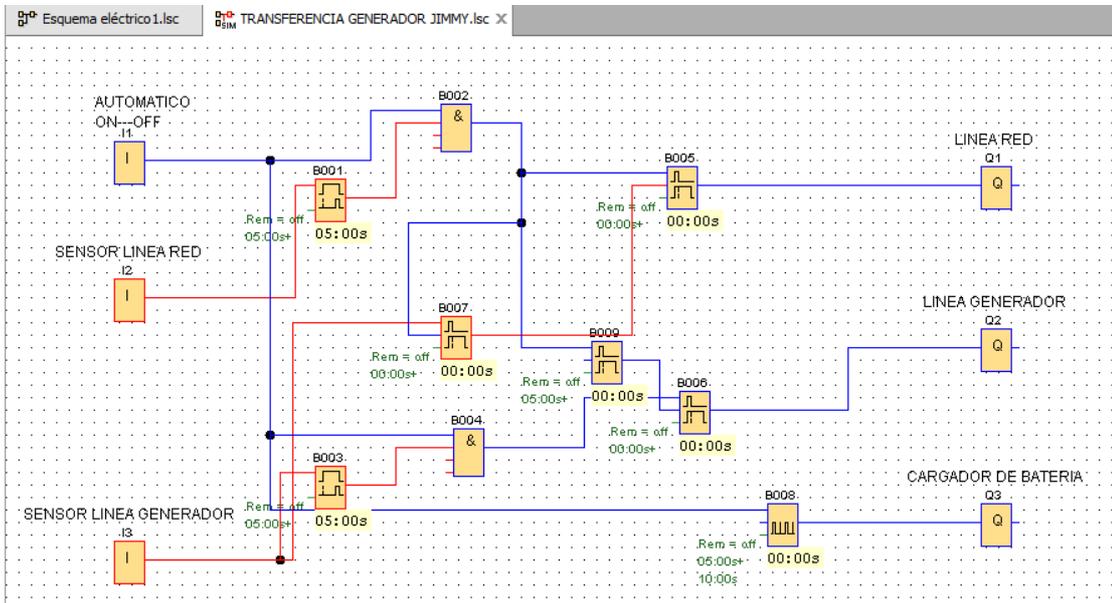
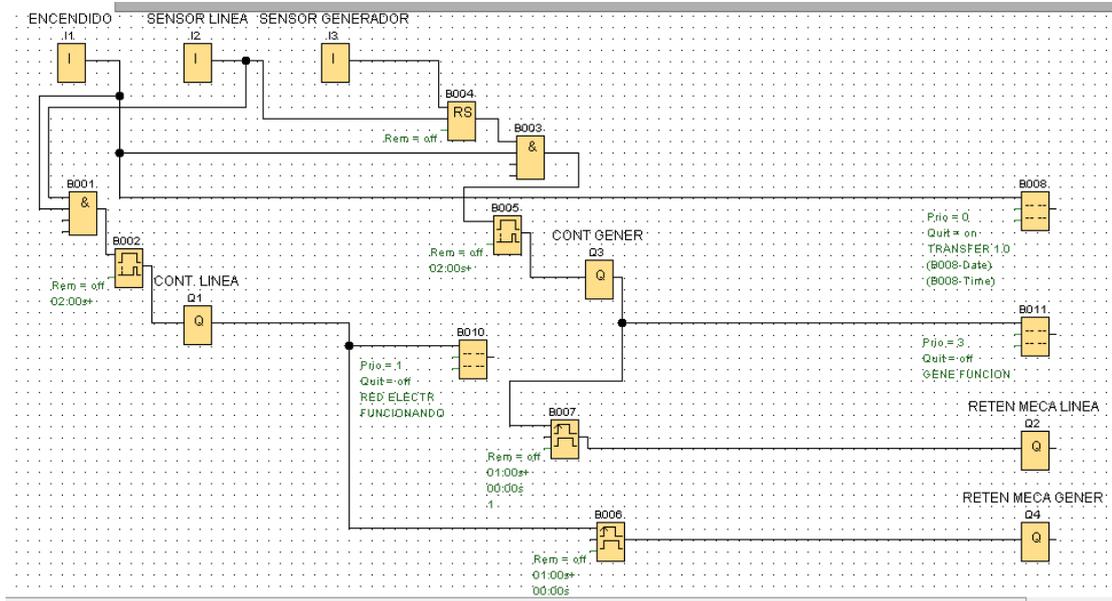
CARACTERÍSTICAS DEL ALTERNADOR



8

ANEXO 4

MODELO DE PROGRAMA BASADO EN LOGO DE SIEMENS





UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE.

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

FORMULARIO DE ENCUESTA

Dirigida a: Los residentes y trabajadores de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone.

Objetivo: Diseñar un sistema de control automático para grupo electrógeno de la casa deportiva La Moderna de la ciudad de Chone.

Instrucciones: Mucho agradeceremos se sirva responder con sinceridad marcando con una X dentro del paréntesis de la alternativa de su elección.

DATOS INFORMATIVOS.

Lugar y fecha:.....

Ubicación: Rural () Urbana () Urbana Marginal ()

Barrio/Recinto:.....Parroquia:.....Cantón.....

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS.

1.- ¿Cree usted que la energía eléctrica es primordial para el desarrollo de los pueblos y ciudades?

Si ()

No ()

2.- ¿Sabe usted que son los grupos electrógenos?

SI ()

No ()

3.- ¿Le gustaría conocer las características de los grupos electrógenos?

Si ()

No ()

4.- ¿Se ha enterado de interrupciones no programadas en el servicio eléctrico?

Si ()

No ()

5.- ¿Usted recibe avisos sobre interrupciones programadas del servicio eléctrico?

SI ()

NO ()

6.- ¿Sabe usted de algún tipo de generación eléctrica alternativa?

Si ()

No ()

7.- ¿Sabe usted que criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica mediante el uso de grupos electrógenos?

SI ()

NO ()

8.- ¿Conoce usted que beneficio presta a su economía la utilización de equipos electrógenos?

Si ()

No ()

9.- ¿Sabe usted si la automatización del grupo electrógeno acelerará la conexión al circuito eléctrico de su establecimiento?

SI ()

No ()

10.- ¿Cree usted saber cómo se les conoce a los sistemas de generación eléctrica que utilizan derivados del petróleo para su funcionamiento?

SI ()

NO ()

Gracias por su aporte y colaboración