



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

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD INVESTIGACIÓN**

TÍTULO:

“ANÁLISIS DEL IMPACTO DE DESASTRES NATURALES EN GRUPO
ELECTRÓGENO CON SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DEL
EDIFICIO OCEAN BAY TOWERS RESORT DE LA CIUDAD DE BAHÍA DE
CARÁQUEZ”

AUTORES:

HENRY JAVIER LAZ ZAMBRANO
ABELARDO RAÚL MARTÍNEZ CEDEÑO

TUTOR:

ING. JORGE ANDRADE ANDRADE

CHONE - MANABÍ - ECUADOR

2018

Yo, Jorge Washington Andrade Andrade Ingeniero Eléctrico, en calidad de director del trabajo de Titulación.

CERTIFICO:

Que el trabajo de titulación: “Análisis del Impacto de Desastres Naturales en Grupo Electrónico con Sistema de Control Automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la Ciudad de Bahía de Caráquez”, ha sido exhaustivamente revisado en varias secciones de trabajo, y se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos plasmados en esta Investigación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Laz Zambrano Henry Javier y Martínez Cedeño Abelardo Raúl, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, enero 2018

Ing. Jorge Andrade Andrade
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Laz Zambrano Henry Javier y Martínez Cedeño Abelardo Raúl, declaramos ser los autores del presente trabajo de titulación: “Análisis Del Impacto de Desastres Naturales en Grupo Electrógeno con Sistema de Control Automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la Ciudad de Bahía de Caráquez”, siendo el Ing. Jorge Andrade Andrade Tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente cedemos 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, enero del 2018

Laz Zambrano Henry Javier

AUTOR

Martínez Cedeño Abelardo Raúl

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

FACULTAD DE INGENIERA ELECTRICA

INGENIEROS ELECTRICOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación siguiendo la modalidad de Proyecto de Investigación, titulado: **“Análisis Del Impacto de Desastres Naturales en Grupo Electrónico con Sistema de Control Automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la Ciudad de Bahía de Caráquez”**, elaborado por los egresados: Laz Zambrano Henry Javier y Martínez Cedeño Abelardo Raúl.

Chone, enero del 2018

Ing. Odilón Schnabel Delgado
DECANO

Ing. Jorge Andrade Andrade
TUTOR

MIEMBRO DE TRIBUNAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

SECRETARIA

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios por permitirme estar con vida y guiar cada uno de mis pasos.

A mi familia porque por ellos soy una persona perseverante, llena de principios y valores. A mis padres por sus invaluable consejos que fortalecieron mi alma y encaminaron mi vida. A mis hermanos por ser incondicionales en todo momento; a ellos quienes con su amor me han acompañado durante mi preparación como profesional.

A una persona muy especial por su amor, cariño y comprensión a lo largo de este proceso. A mi abuelita y abuelito que desde el cielo me guían y bendicen. A mis tíos y a todos los que de una u otra forma me ofrecieron su ayuda, y aportaron con un granito de arena para llegar a culminar este gran reto en mi vida.

Les agradezco no solo por estar presente aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes momentos de felicidad y diversas emociones que siempre me han causado.

Henry Javier

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis se lo dedico principalmente a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. A mi esposa por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles. A mis hijos quienes con su amor y compañía han alegrado mis días; gracias a ustedes por enseñarme a ser una persona fuerte, perseverante, capaz y con el coraje suficiente para alcanzar mis metas.

Gracias de todo corazón a todos por estar siempre presente acompañándome en todo momento para poder ser un profesional.

Abelardo Raúl

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de titulación en modalidad de proyecto de investigación es el resultado del esfuerzo en conjunto realizado por los autores.

Por esto agradecemos a nuestro tutor de tesis, el Ing. Jorge Andrade Andrade, por todo el apoyo, paciencia y aconsejarnos en este largo caminar que no ha sido tan fácil, pero a la vez satisfactorio.

A nuestros compañeros de clases, quienes a lo largo de todo este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos para llegar hasta aquí con éxito, y cumpliendo nuestras expectativas.

A nuestras madres, esposas, y hermanos quienes a lo largo de toda nuestra vida han apoyado y motivado nuestra formación académica, creyeron en nosotros en todo momento y nunca dudaron de nuestras habilidades.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa institución la cual abrió sus puertas, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Gracias.

Henry y Abelardo

SÍNTESIS

Este trabajo de titulación, se desarrolla desde un punto de vista documentado y un análisis de valoración, basados en información recabada para la preparación de un estudio del impacto en grupos electrógenos en el edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez, sabiendo, que la transferencia de carga se la realiza de manera manual y con el dispositivo Com Ap que es un controlador lógico programable que realiza la función de automatización y mejora las condiciones de operación ante desastres naturales.

A partir de esta necesidad, se realizaron las respectivas exploraciones para cuantificar el sistema 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 módulo Com Ap (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 voltaje, corriente, frecuencia, fases, sincronización y en generación otras variables.

PALABRAS CLAVES

Desastres naturales; Automatización del proceso; grupo electrógeno; Com Ap módulo de 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 group electrogen of the building Ocean Bay Towers of city Bahía of Caráquez, 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

Natural disaster; Automation processing control system; Generator set; Com Ap Programmable Logic Control; Actuator devices; Sensors.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA 1.....	IV
DEDICATORIA 2.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
SÍNTESIS	VII
ABSTRACT	VIII
TABLA DE CONTENIDOS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1 Marco teórico.....	11
1.1 Sistema de control automatizado.....	11
1.1.1 Transferencias de energía eléctrica.....	11
1.1.2 Sistemas automáticos de transferencia de energía eléctrica.....	15
1.1.3 Sistemas automáticos de transferencia entre dos fuentes diferentes...	16
1.1.4 Funcionamiento del interruptor automático de transferencia.....	21

1.1.4.1 Condiciones de funcionamiento del interruptor automático de transferencia.....	22
1.1.5 Enclavamiento.....	23
1.1.6 Diagrama unifilar de la transferencia.....	24
1.1.7 Algoritmo interruptor de transferencia automático.....	25
1.1.8 Características eléctricas deseables del circuito de conmutación	25
1.1.9 Condiciones de operación (cierre y apertura).....	25
1.1.10 Protección.....	26
1.1.11 Cualidades mecánicas.....	26
1.1.12 Limitaciones de la sincronización manual.....	26
1.1.13 Periferia.....	27
1.1.14 Relé de sincronización automática.....	27
1.2 Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno.....	28
1.2.1 Historia de la tectónica de placas.....	28
1.2.2 Evidencias de la deriva de continentes.....	29
1.2.3 Tectónica de placas.....	30
1.2.4 Movimientos de las placas tectónicas.....	33
1.2.4.1 Borde convergente Oceánico – Continental.....	33
1.2.4.2 Corrientes convectivas de magma.....	34
1.2.4.3 Tipos de fallas tectónicas.....	34
Capítulo II.	
2.1 Referido al diagnóstico de materiales y métodos.....	36

2.1.1	Diseño metodológico.....	36
2.1.1.1	Población y Muestra.....	36
2.1.1.2	Métodos y Técnicas.....	36
2.2	Descripción del proceso de recopilación de la información.....	37
2.3	Procesamiento de la información.....	38
2.4	Resultados de la investigación de campo con sus respectivas interpretaciones.....	38
CAPÍTULO III		
3.1	Diseñar la propuesta para el uso del sistema de control automático para grupo electrógeno del Edificio Oean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez.....	52
3.1.1	Antecedentes del grupo electrógeno diésel PERKINS.....	53
3.1.2	Rendimiento eléctrico del grupo electrógeno.....	54
3.1.3	Características del sistema de control del grupo electrógeno.....	55
3.1.4	Especificaciones del sistema eléctrico del edificio Ocena Bay Towers...56	
3.1.5	Consumo eléctrico del edificio Ocean Bay Towers.....	56
3.1.6	Especificaciones grupo electrógeno diésel PERKINS.....	58
3.1.7	Modo de operación del sistema automático de transferencia propuesto.....	59
3.1.7.1	Sistema de transferencia modo manual.....	59
3.1.7.2	Sistema de transferencia modo automático.....	59
3.1.8	Funcionamiento del interruptor de transferencia.....	60
3.1.9	Transferencia automática al sistema de emergencia.....	60

3.1.10 Sistema de visualización y alarma.....	61
3.1.11 Circuito de mando para una transferencia con sincronización automática.....	62
3.1.12 Componente de la periferia.....	63
3.1.13 Componentes de control.....	63
3.1.14 Componentes de medición.....	64
3.1.15 Consideraciones para el montaje del tablero de transferencia automática.....	65
3.1.16 Características principales del Com Ap Controller Inteli Lite ^{NT} MRS 10.....	65
3.1.17 Características y dimensiones de los principales instrumentos en el diseño del tablero de transferencia y sincronización.....	66
3.1.18 Disposición de los equipos en el tablero del transferencia y sincronización.....	67
3.1.19 Montaje e instalación.....	67
3.1.20 Puesta a tierra.....	68
3.1.21 Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno.....	70
CAPÍTULO IV	
4.1 Conclusiones Y Recomendaciones.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Resultado de la pregunta encuesta #1.....	42
Tabla 2.2 Resultado de la pregunta encuesta #2.....	43
Tabla 2.3 Resultado de la pregunta encuesta #3.....	44
Tabla 2.4 Resultado de la pregunta encuesta #4.....	45
Tabla 2.5 Resultado de la pregunta encuesta #5.....	46
Tabla 2.6 Resultado de la pregunta encuesta #6.....	47
Tabla 2.7 Resultado de la pregunta encuesta #7.....	48
Tabla 2.8 Resultado de la pregunta encuesta #8.....	49
Tabla 2.9 Resultado de la pregunta encuesta #9.....	50
Tabla 2.10 Resultado de la pregunta encuesta #10.....	51
Tabla 3.1 Consumo eléctrico del edificio Ocean Bay Towers.....	57
Tabla 3.2 Rango de voltajes, frecuencias y velocidad de los generadores.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 2.1 TABULACIÓN ENCUESTA	42
GRAFICO 2.2 TABULACIÓN ENCUESTA	43
GRAFICO 2.3 TABULACIÓN ENCUESTA	44
GRAFICO 2.4 TABULACIÓN ENCUESTA	45
GRAFICO 2.5 TABULACIÓN ENCUESTA	46
GRAFICO 2.6 TABULACIÓN ENCUESTA	47
GRAFICO 2.7 TABULACIÓN ENCUESTA	48
GRAFICO 2.8 TABULACIÓN ENCUESTA	49
GRAFICO 2.9 TABULACIÓN ENCUESTA	50
GRAFICO 2.10 TABULACIÓN ENCUESTA	51

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1.1 Diagrama de transferencia.....	11
Figura 1.2 Tablero en construcción.....	12
Figura 1.3 Tablero completo.....	13
Figura 1.4 Diagrama unifilar de un arreglo con alimentación doble.....	17
Figura 1.5 Diagrama eléctrico de una transferencia a transición cerrada.....	18
Figura 1.6 Diagrama eléctrico de una transferencia a transición abierta.....	19
Figura 1.7 Diagrama unifilar de un sistema de transferencia con dos fuentes de la compañía suministradora y una de emergencia.....	20
Figura 1.8 Distribución mundial de sismos.....	28
Figura 1.9 Los triángulos representan los volcanes activos, los puntos los sismos.....	30
Figura 1.10 Volcanes activos, placas tectónicas y el cinturón de fuego.....	31
Figura 1.11 Movimiento de placas tectónicas.....	32
Figura 1.12 Borde convergente Oceánico - Continental.....	33
Figura 1.13 Tipo de falla tectónica inversa.....	34

CAPITULO III

Figura 3.1 Tablero automatizado.....	53
Figura 3.2 Grupo electrógeno.....	53
Figura 3.3 Tablero existente.....	55
Figura 3.4 Tablero de transferencia y medición.....	58
Figura 3.5 Tablero de control y medición.....	63

Figura 3.6 Tablero de mediciones CNELEP.....	64
Figura 3.7 Puesta a tierra del grupo de electrógeno.....	68
Figura 3.8 Diagrama de grupo electrógeno.....	68
Figura 3.9 Diagrama de transferencia automática.....	69
Figura 3.10 Diagrama de conmutación.....	69
Figura 3.11a Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno.....	71
Figura 3.11b Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno.....	72

INTRODUCCIÓN

Los grupos electrógenos bien diseñados están en condiciones de funcionar en ambientes desfavorables como desastres naturales y bajo condiciones meteorológicas extremas. Para alargar la vida útil de un grupo electrógeno y evitar, por ejemplo, que ocurra un cortocircuito, se oxide o prevenir un mal funcionamiento, se aconseja protegerlo de la intemperie. “Debemos resolver estas complejas situaciones asociadas a la industrialización y urbanización para satisfacer la demanda creciente de seguridad y servicio de la energía eléctrica en los mismos y así responder a retos presentes y futuros”, menciona Enriquez (2014).

Luego del terremoto del 16A, resumiremos que “la posibilidad de ocurrir otro sismo de gran magnitud en la ciudad de Bahía de Caráquez está latente, no sabemos el tiempo y la magnitud del evento”, indica Argudo (2011).

Por lo tanto, en los edificios, centros comerciales, industrias no es posible sustentar el derecho a la seguridad y servicio de energía eléctrica que sean de buena calidad, ello significa ofrecer a los usuarios los mayores beneficios posibles con los menores riesgos para sus trabajos y sus vidas. “Para que los edificios proporcionen su servicio de energía eléctrica con calidad y la seguridad requerida, es necesario que cumplan con requisitos mínimo en la infraestructura y en las instalaciones físicas, eléctricas y del equipo de respaldo que garantice la seguridad eléctrica de funcionamiento del edificio en todas las áreas que así lo precisen con el objeto de evitar interrupciones innecesarias”, indica un estudio de Building Seismic Safety Council BSSC (2004), es decir, garantizar la continuidad del suministro eléctrico, mediante el análisis y el dimensionamiento del equipo de respaldo de energía asociado.

Los equipos de respaldo de energía son sumamente importantes en el funcionamiento básico del edificio, por lo tanto, debe no sólo adaptarse a las características de la red sino cumplir, además, con todas las exigencias de las normas de construcciones. Ante fallas de la red o de la propia fuente de

alimentación, es necesario adoptar las medidas dirigidas a preservar la seguridad del servicio, según la norma NEC-SE-DS.

“A pesar de que el estudio de las instalaciones es extenso, muestra la necesidad e importancia de buscar la renovación permanente, el cual servirá para establecer soluciones para el ahorro de recursos económicos, que en la actualidad es tan necesaria para el sector público y aún mejor disminuir el consumo de energía” menciona Harper (2009), lo cual en épocas de crisis resulta importante, de la misma manera la de brindar máxima seguridad e integridad ciudadana.

El propósito de este trabajo es realizar un análisis y proponer mejoras en los sistemas de emergencias para alimentación de energía eléctrica implementadas en los edificios y centros comerciales, donde es indispensable la continuidad y operatividad de los sistemas de energía eléctrica, debido a que en situaciones de falla del suministro de energía eléctrica este contingente represente una alternativa de seguridad para los usuarios.

Un Tablero de transferencia (Automatic Transfer Switch) es una unidad que se instala para que cuando ocurra un fallo en el suministro de energía eléctrica público, inmediatamente se encienda el grupo electrógeno, menciona Artero David (2003).

“La transferencia automática es un complemento muy útil para el grupo electrógeno. Cuando la necesidad de energía eléctrica debe ser constante para garantizar la operación y funcionamiento de los edificios, locales comerciales, conservación de alimentos, funcionamiento de equipos y maquinarias para procesos productivos y de atención al cliente y lo más importante la vida de las personas”, menciona Enrique Mandado Pérez (2001).

El proceso de Transferencia automática tiene la ventaja de adaptarse a las necesidades del cliente, pudiéndose programar tiempos de encendido y apagado con un reloj que es adaptado y sincronizado, el cual puede reprogramarse cuando los usuarios así lo requieran.

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

Existe un grave inconveniente con respecto a la electricidad y otros tipos de energía y es que no permite su almacenamiento en cantidades significativas, lo cual implica que hay que generarla y transportarla en el preciso momento de su utilización. Esto obliga a diseñar y dimensionar las instalaciones para prever la demanda máxima y por consiguiente implica la infrutilización de tales instalaciones en los momentos de menor demanda. (Balcells, 1990).

Las instalaciones eléctricas en los edificios son cada vez más complejas, al mismo tiempo que los usuarios directos son más exigentes en la calidad de sus prestaciones y los administradores son más acuciosos en los temas presupuestales, entonces estamos en la disyuntiva de buscar la mejor solución al menor costo sin arriesgar la seguridad, este es el reto de los ingenieros de diseño en este tipo de instalaciones. Lo cual nos lleva al propósito del presente trabajo que es el de analizar el impacto de desastres naturales sobre grupos electrógenos y fijar los principales aspectos al diseñar estos sistemas vigilando la normatividad existente, donde se definirán las principales recomendaciones y buenas prácticas de diseño para el análisis del impacto de desastres naturales en grupo electrógeno con sistema de control automatizado.

En investigación realizada por Coto (2002), se encontró que “Las redes eléctricas, extendidas como los sistemas completos que permiten la generación y reparto de energía eléctrica, constituyen un conjunto de complejos dispositivos y mecanismos de control, cuya misión es proporcionar, de forma ininterrumpida y con unos parámetros de calidad, seguridad y fiabilidad, un servicio y suministro de energía eléctrica ininterrumpido a los consumidores. Los sistemas de potencia forman por tanto una compleja red interconectada.”

Mantener apagadas las luces de los espacios comunes cuando no hay ninguna persona, puede reducir efectivamente el consumo excesivo de energía en diferentes tipos de comunidades, ciudadelas, edificios, etc. Los sensores activan las luces cuando se detectan movimiento o presencia de las personas, al mismo tiempo las apagarán cuando ya no sean necesarias. “Representa la capacidad de un circuito para realizar un trabajo en un tiempo dado”. (Enríquez, 2005).

Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía, tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etcétera. Cuando se habla de la demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

Para realizar el análisis de la calidad de la red eléctrica, lo hacemos en un punto de suministro o punto común de conexión, que es el punto de la red de distribución al que se conectan las diferentes cargas que utilizan los consumidores. Usualmente, “para consumidores residenciales y pequeños consumidores industriales, el punto de la red corresponde al secundario del transformador de distribución”. (Ibáñez, Míguez, Torres & Del Valle, 2013)

Se sugiere que las instalaciones eléctricas de los consumidores deben ser primero chequeadas cuidadosamente antes de comprar equipos acondicionadores de potencia. “Estudios recientes indican que del 80% al 90% de las fallas de equipo electrónico sensible son atribuidas a una mala calidad de potencia resultante de un alambrado y puesta a tierra inadecuados en las instalaciones de los usuarios, o de interferencias con otras cargas dentro de las instalaciones. En muchos casos el alambrado y puesta a tierra adecuados pueden corregir el problema” (Ramírez & Cano, 2006).

“El consumo energético no es constante a lo largo del día. Esta va a depender de factores como son la estación del año, el tipo de día, la temperatura ambiente, la hora de luz, el tipo de usuario, etc.”, menciona Martín, Ricardo, (2004).

El elevado crecimiento de la economía en los últimos años se ha traducido en una extraordinaria expansión de energía así como el desarrollo tecnológico, esto implica un alta proliferación de controles y dispositivo electrónicos, electrodomésticos con elementos de estado sólidos y carga no lineales, tales como hornos o soldadores de arco, sistema de tracción eléctrica, maquinas eléctricas con controles de estado sólido, transformadores, etc., los cuales han producido una gran cantidad de perturbaciones en las ondas de tensión y corrientes del sistema eléctrico nacional creando un nuevo problema llamado perturbaciones eléctricas.

“Un equipo electrógeno es aquel que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Los grupos electrógenos más usados son aquellos en los cuales el generador (alternador) es accionado por un motor ya sea diésel, gasolina o gas. En grupos electrógenos de pequeñas potencias es común encontrar motores a gas y un nivel intermedio de potencia son empleados comúnmente los motores diésel” (Enríquez, 1993)

Enríquez Harper (2005) refiere “En principio, en una instalación eléctrica intervienen como elementos principales para conducir, proteger y controlar la energía eléctrica y los dispositivos receptores, los siguientes: Conductores eléctricos, canalizaciones eléctricas, conectores para las canalizaciones eléctricas, accesorios adicionales y dispositivos de protección. También hay que considerar que las instalaciones eléctricas pueden ser visibles, ocultas, parcialmente ocultas y a prueba de explosión, según sea las necesidades que se requieren en el servicio que se preste.”

En la actualidad, existen algunos edificios, condominios y ciudadelas que no solo tienen instalado luces de bajo consumo de energía, sino que también incluyen luces con sensores de movimiento. “Un sensor se define como un dispositivo que es sensible al movimiento, calor, luz presión, energía eléctrica, magnética u otro tipo de energía.” (Enríquez, 2009)

Analizando el concepto de calidad según Scardo, (1982) en lo que se refiere al servicio eléctrico, este comprende tres niveles esenciales: “Calidad del producto técnico suministrado: Se vincula con el nivel de tensión en el punto

del suministro y sus perturbaciones, Calidad del servicio técnico prestado: involucra la frecuencia y duración media de las interrupciones en el suministro; calidad del servicio comercial: se refiere a la correcta atención al cliente (tiempos utilizados para responder a los pedidos de conexión, errores en la facturación, demoras en la atención de reclamos etc.)”

Cabe destacar, que los grupos electrógenos han sido empleados en una gran cantidad de proyectos energéticos industriales como residenciales, al realizar el estudio del impacto de desastres naturales en grupos electrógenos este proyecto se mantendrá enfocado en aquellos equipos que tengan el dispositivo de encendido automático y como mantener el funcionamiento del mismo ante desastres naturales. Siendo una de las razones de favorecer este trabajo de titulación, en el que se desarrollará un producto que se adaptará a las necesidades del usuario como al equipo a automatizar y que ayuden a mantener siempre en funcionamiento el grupo electrógeno aun ante desastres naturales.

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.

Los grupos electrógenos están constituidos por un motor de combustión interna, un generador sincrónico, un tablero comando de motor y un tablero control del generador. Se emplean para la generación de energía durante el tiempo que no está presente la tensión de red, y dada la potencia que son capaces de manejar, pueden alimentar toda o una parte de la instalación eléctrica de un edificio. Se pueden encontrar grupos desde unos pocos KVA hasta 3500 KVA, lo que determina el tamaño y volumen. Si es necesario suministrar mayores potencias pueden emplearse grupos en paralelo.

Los equipos estacionarios con potencias mayores a 5 KVA suelen venir provistos con motores Diésel que resultan muy económicos, y el valor nominal es la potencia aparente en KVA entregada en servicio permanente por el generador, según la norma VDE 0530. Hay distintas maneras de conectar un

grupo a los receptores a partir del momento que falla la red. (Schneider-Electric, 1999)

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas, como universidades, centro de datos, centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc. (Fink, Beaty, D. Wayne, H, 1996)

La función principal del grupo electrógeno es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico. Generalmente son zonas apartadas, zonas vulnerables a desastres naturales. Otro caso sería en locales de concurrencia pública: edificios, centros comerciales, universidades, fábricas, etc., lugares en los que la energía eléctrica de red es insuficiente y es necesaria otra fuente de energía alterna para abastecerse. (Fink, Beaty, D. Wayne, H, 1996)

El estator principal de los generadores es controlado por los transformadores los que proporcionan energía para excitar el campo de excitación por medio del transformador rectificador. El transformador combina elementos de tensión y corriente derivados de la salida del estator principal para formar la base de un sistema de control de circuito abierto, el cual es de naturaleza autorregulador. El propio sistema compensa las magnitudes de intensidad y factor de potencia, mantiene la corriente de cortocircuito y tiene adicionalmente buenas características de arranque de motores eléctricos. (Harper, 2002)

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 arranque 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. (Acosta, 2011)

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estas centralitas o cuadros electrónicos 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. (Basantes, 2008)

Lo antes mencionado permite a los autores de esta investigación plantearse:

El Problema Científico: El grupo electrógeno del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez permite su activación automática.

Siendo su Objeto: Sistema de Control Automatizado.

Y su Campo: Sistemas Eléctricos de Potencia.

Hipótesis de Investigación

Con un análisis del impacto de desastres naturales en grupo electrógeno, se valoran posibles soluciones que permitan corregir el encendido con sistema de control automatizado.

Objetivo General

Realizar un análisis del impacto de desastres naturales en grupo electrógeno con sistema de control automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez.

Variables

Variable Dependiente

Impacto de desastres naturales en Grupo Electrónico.

Variable Independiente

Sistema de Control Automatizado.

Tareas de Investigación

- Realizar un análisis del estado del arte sobre la automatización de los sistemas electrónicos.
- Definir los fundamentos teóricos sobre el funcionamiento automático de los sistemas electrónicos y determinar los tipos y capacidades de los mismos.
- Diseñar la propuesta para el uso del sistema de control automático para grupo electrónico del Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez.

Siguiente problema científico.

Capítulo I

Se ejecuta el marco teórico: Sistema de Control Automatizado e impacto de desastres naturales en Grupo Electrónico, se detalla los conceptos principales de la investigación.

Capítulo II

Se realiza el análisis de los métodos de recolección de información del Edificio Ocean Bay Towers Resort de Bahía de Caráquez, lugar donde desarrolla las actividades diarias. Este análisis se lo realizó con los señores usuarios del edificio y el administrador del mismo.

Capítulo III

Se efectúa el diseño de la propuesta para el uso del sistema de control automático para grupo electrógeno del Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez.

Es necesario destacar que esta investigación fue escogida, por la importancia de tener y garantizar un suministro de energía eléctrica estable ante cualquier desastre natural, 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 comunidad, elemento esencial para el desarrollo de este proyecto.

El análisis del impacto de desastres naturales en grupo electrógeno con sistema de control automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez, tiene razones que son válidas y que están en concordancia con la necesidad de mejorar la deficiencia de funcionamiento en grupo electrógeno.

La importancia que tiene este trabajo, es que va a contribuir al crecimiento y desarrollo de la sociedad en la ciudad de Bahía de Caráquez lugar y sitio propenso a movimientos sísmicos, proponiendo soluciones para disminuir los riesgos y problemas que se presentan con desastres naturales en el Edificio Ocean Bay Towers Resort uno de los más importantes de la ciudad. Así también que esta investigación llegue a otras instituciones, que tengan el mismo problema y sirva de sustento para darle solución. El propósito de este trabajo de investigación, es realizar el correcto análisis del impacto de desastres naturales en grupo electrógeno con sistema de control automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez, y poder proponer medidas que mejoren la calidad del servicio.

CAPÍTULO I

1. Marco teórico

1.1 Sistema de control automatizado

1.1.1 Transferencias de energía eléctrica

Son muchas las situaciones que requieren la continuidad de suministro de energía eléctrica permanente, por lo que no basta con tener el mejor grupo electrógeno, si no tenemos la seguridad de que comienza a actuar en forma inmediata al momento que se produce el corte de ese suministro. Para poder contar con la continuidad de suministro, nada mejor que un excelente tablero de grupo electrógeno. El tablero de *transferencia automática* de un grupo electrógeno, asegura un constante monitoreo de la red externa, de modo que, si se produce una falla en la misma, se pongan en marcha de inmediato el funcionamiento del grupo electrógeno. Esto es lo que da la seguridad de un suministro eléctrico permanente. El funcionamiento es bastante simple.

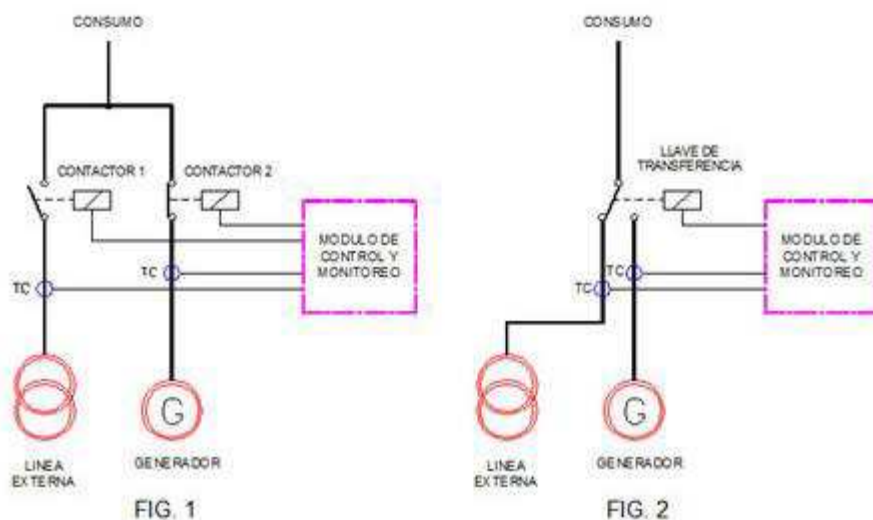


Figura 1.1: Diagrama de transferencia

Fuente: <http://www.consorciodeingenieria.com/tableros-electricos-peru.html>

El primer paso para realizar el proceso de control automático comienza en el tablero del grupo electrógeno, es detectar la falla en el momento que se produce. Esto puede ser por la caída incluso de una sola fase. Existe un criterio de tiempo programable para definir una caída. Una baja de tensión por debajo de 180 Volts durante ese tiempo preestablecido permite pasar al siguiente paso.

El arranque del motor se produce en ese momento. Se puede programar a su vez el tiempo de precalentamiento del motor.



Figura 1.2: Tablero en construcción

Fuentes: http://cramelectro.com/blog/imagenes/tta_03.png

La transferencia de cargas es lo que sigue al arranque del motor. Una vez que se ha alcanzado la tensión necesaria, se produce esta transferencia automática. Por supuesto que se desconecta la red exterior y se conecta al grupo electrógeno.

Una vez que se ha producido una correcta transferencia de cargas, el grupo electrógeno funciona perfectamente y el suministro es seguro se controlan dos aspectos. En primer lugar, se comprueba el retorno o no de la fuente externa, y en segundo lugar el funcionamiento del grupo electrógeno.

Cuando se produce el retorno de la energía eléctrica de la fuente externa, se espera su estabilización y se procede a revertir todo lo anterior. Se desconecta el equipo generador y se reconecta la red externa. El período de espera de estabilización es programable.

El paso final es el apagado del motor, pero recordando que queda en alerta por si se repite la situación.

El tablero de grupo electrógeno tiene una importancia fundamental a la hora de asegurar una fuente constante, necesidad que en muchos casos es especialmente relevante. Es clave determinar previamente al comprar un grupo electrógeno, cuales son las prestaciones que vamos a necesitar, para tener el equipo adecuado a las mismas.

Los sistemas de transferencia automática resultan ser un complemento de gran utilidad para los grupos electrógeno, en los casos en que se necesite un suministro de energía constante. El sistema de transferencia automática brindara comodidad y seguridad al momento de una falla en la red externa de energía, poniéndose en marcha el equipo previamente a un precalentamiento del motor. Los sistemas de transferencia automática son programables según las necesidades, con fuente de energía propia para asegurar su funcionamiento.



Figura 1.3: Tablero Completo

Fuente: http://cramelectro.com/blog/imagenes/tta_05.png

El sistema de transferencia automática es un dispositivo que permite ante la falla del suministro de energía eléctrica externa, poner en marcha el grupo electrógeno, se accionan los contactores, o llave de transferencia (ATS) o llave motorizada correspondientes a la entrada externa para poder dar la energía eléctrica desde el grupo generador interno, luego claro está de cumplir con los parámetros de encendido previstas para el mismo.

En el sistema de transferencia automática se realiza la siguiente serie de acciones cronológicamente ante una falla de energía, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

- ✓ Comportamiento frente a una falla de energía externa: La unidad se encuentra supervisando la presencia de las fases de entrada de red. La supervisión de la red la realiza un módulo de control en modo permanente y permanece en modo espera. (Modo automático). Será considerada falla de suministro de energía externa ante una caída de las fases o solo una de ellas.
- ✓ Arranque de motor: Ante la falla, el módulo de control pone en contacto el grupo y seguidamente energiza el motor de arranque para iniciar la secuencia de encendido del motor. El motor arranca y estabiliza la marcha al rpm establecidas (1500 o 1800 rpm) y el generador llega a la tensión de generación.
- ✓ Transferencia de cargas: Cuando la tensión en el generador es la adecuada, se inicia la transferencia de cargas. El módulo de control de transferencia procede a desconectar la red y conectar el grupo.
- ✓ Espera de normalización de red externa: Una vez terminada la rutina de transferencia de cargas, el módulo de control queda en espera del retorno de la red externa y controla permanentemente el normal funcionamiento del grupo electrógeno.
- ✓ Reconexión a red externa: Cuando se detecta el retorno de red externa, la unidad esperará que la misma se mantenga normal por un periodo programable. Superado tal tiempo se producirá a la desconexión del grupo y conexión a la red externa.

- ✓ Finalización de maniobra de reconexión a red externa: Una vez devuelta la carga a Red Externa, se esperará un tiempo programado de apagado del motor. Este tiempo es utilizado para permitir una baja de temperatura del motor por encontrarse sin carga antes de ser detenido. Luego de este tiempo se quitará el contacto al grupo finalizando así el ciclo de transferencia por falla en el suministro de la Red Externa. Una vez apagado el grupo normalmente, el sistema permanecerá en alerta para una nueva llamada de transferencia.

El sistema de transferencia automática cuenta con su propia alimentación permanente de 12/24 Vcc conformada por un cargador automático de fondo flote. Esto garantiza que el sistema cuente con alimentación estable y que las cargas de baterías estén listas en el momento del arranque. Esto garantiza que el grupo electrógeno y los sistemas de transferencia automática funcionaran correctamente ya que en muchos casos si las baterías no están en perfecto estado, la tensión de alimentación del tablero puede caer por debajo del mínimo permitido y generar fallas.

1.1.2 Sistemas automáticos de transferencia de energía 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 nuestro medio CNELEP es la compañía que suministra energía eléctrica y un sistema motor- generador conocido como grupo electrógeno 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 de la red normal y el grupo electrógeno sale de funcionamiento.

1.1.3 Sistemas automáticos de 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 1.4, 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.

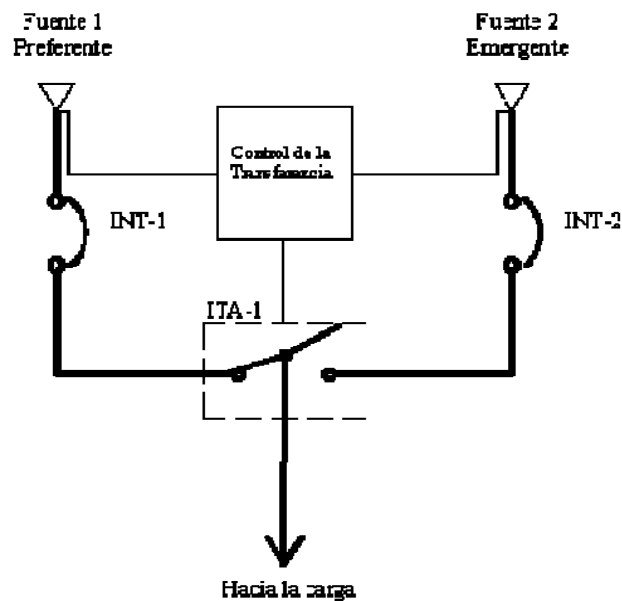


Figura 1.4: Diagrama unifilar de un arreglo con alimentación doble

Fuente: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/4960/1/calcsyde>

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.

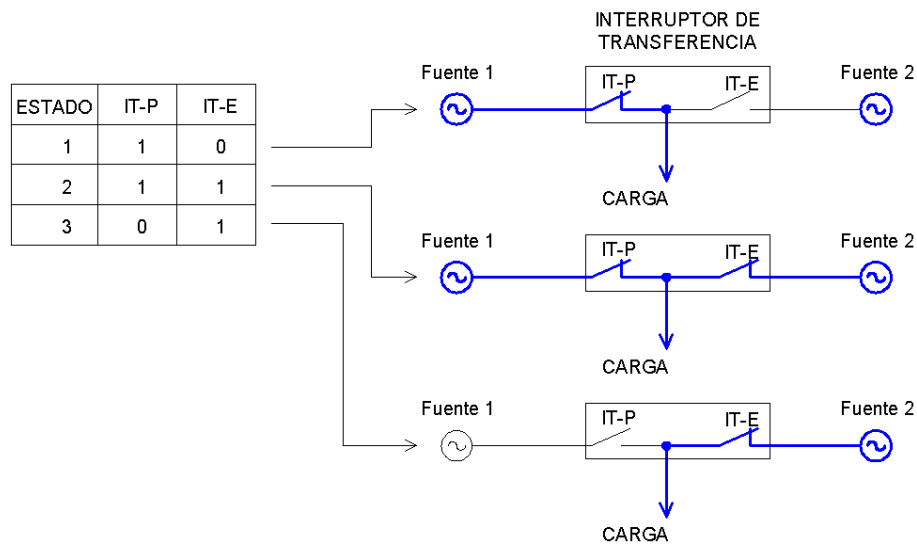


Figura 1.5: Diagrama eléctrico de una transferencia a transición cerrada

Fuente: http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/4960/1/calcsysde_unsist.pdf

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.

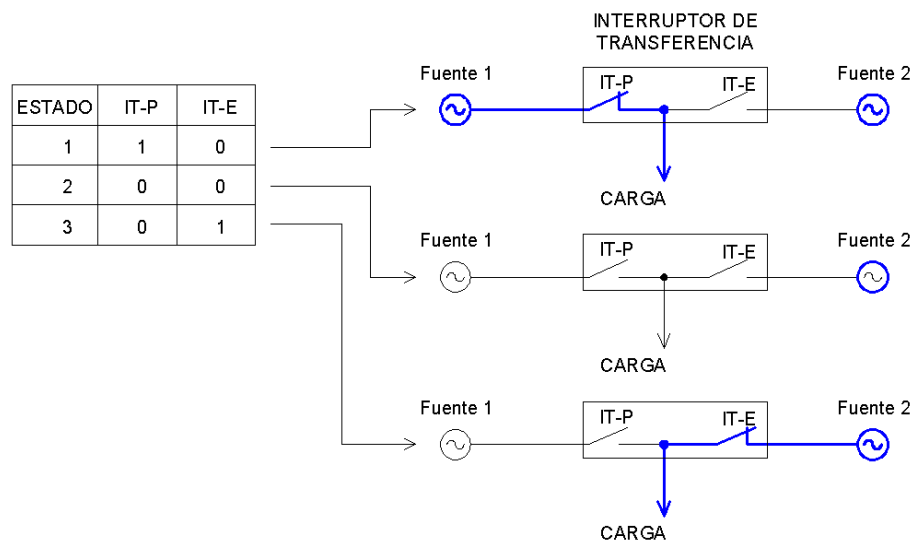


Figura 1.6: Diagrama eléctrico de una transferencia a transición abierta

Fuente: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/4960/1/calcsyde>

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.

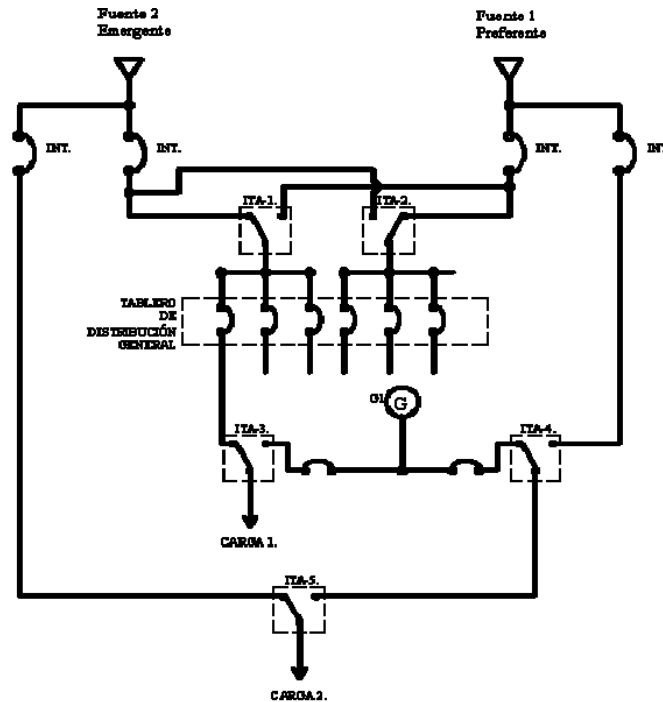


Figura 1.7: Diafragma unifilar de un sistema de transferencia con dos fuentes de la compañía suministradora y una de emergencia.

Fuente:<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/4960/1/calcysde>

En la figura 1.6, 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 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).

1.1.4 Funcionamiento del interruptor automático de transferencia

Un interruptor automático de transferencia es en esencia un sistema de relevación automatizado que asociado a una subestación y 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.

Los interruptores automáticos de transferencia están compuestas de un circuito de fuerza y uno de mando, circuito de fuerza 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.

Por su parte el controlador lógico programable actúa de acuerdo con el algoritmo de decisión dependiendo de la información obtenida de su periferia que está compuesta por relés de medición, la existencia de un controlador lógico programable supone la ventaja de adaptar el sistema a las necesidades del usuario, lo anterior es significativo respecto de los relés de transferencia dedicados o bien de los sistemas de transferencia electromecánicos, debido a que el algoritmo del controlador lógico programable puede ser modificado a voluntad y la capacidad de manejo de periferia aumentada al agregar módulos, controlando más de un interruptor automático de transferencia con un solo

controlador lógico programable, llegando a ser tantos los interruptores automáticos de transferencia como el controlador lógico programable lo permita

1.1.4.1 Condiciones de funcionamiento del interruptor automático de transferencia

La marcha de una transferencia automatizada está regida 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 el adecuado. 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.

De antemano se define cuál será la secuencia de funcionamiento básica para nuestra transferencia, decimos entonces que, si la transferencia se encuentra en espera, y que en un determinado momento se produce una alteración en el voltaje de la acometida, esto provocará la secuencia siguiente:

- ✓ Se abre el interruptor de la acometida.
- ✓ Los generadores se activan y sincronizan a la barra de generadores.
- ✓ Se verifica el voltaje los generadores en paralelo.
- ✓ Se cierra el interruptor de la barra común de generadores.

Con lo anterior, se cumple con la secuencia de transferencia desde el suministro de energía eléctrica comercial al servicio de emergencia, el proceso de transferencia es simplificado; sin embargo, ¿qué sucedería si el generador no se activa?, o bien si éste se apaga después de realizada la transferencia;

todas estas condiciones se expondrán cuando se diseñe el algoritmo de la transferencia.

Cuando el voltaje en la acometida del servicio eléctrico comercial se normaliza se realiza la transferencia desde el suministro de emergencia al servicio comercial, el proceso simplificado será el siguiente:

- ✓ Se abre el interruptor de la barra común de generadores, produciendo un pequeño corte en el suministro de energía eléctrica a las cargas.
- ✓ Se cierra el interruptor de la acometida del servicio comercial.
- ✓ Los generadores sincronizados a la barra común abren sus interruptores liberándose de la barra.
- ✓ Luego de un tiempo estipulado por el fabricante los generadores se enfrían para posteriormente apagarse.
- ✓ 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. Cada una de ellas se analiza de forma detallada a continuación.

1.1.5 Enclavamiento

Se emplean 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 corto circuito o sobre carga (se verifica por medio del contacto auxiliar de disparo de interruptor, impide que cierre cualquiera de los interruptores, esto debido a un corto circuito en la barra de la carga).
- ✓ Disparo de interruptor de generadores por corto circuito o sobre carga (se verifica por medio del contacto auxiliar de disparo de interruptor, impide que cierre cualquiera de los interruptores, esto debido a un corto circuito 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 corto circuito 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 corto circuito).

1.1.6 Diagrama unifilar de la transferencia

El interruptor de transferencia automático con sincronización de generadores a una barra común consta de generadores dotados de un interruptor motorizado, sistema de medición de voltaje (59, 60, 80), protección contra corriente inversa (67). Cada uno de los generadores está conectado a la barra común, y por seguridad los generadores se sincronizan a esta antes de suministrar potencia a la carga, la barra común cuenta con medición de voltaje y de frecuencia, el relé de frecuencia envía señales de campo al controlador lógico programable para que este acelere o des-acelere el generador que hará las veces de barra infinita, a la barra común está también conectado el interruptor principal, que, a su vez, está motorizado.

Conectado a la barra de carga están los interruptores principales y de barra común, ambos están motorizados y cuentan con enclavamiento mecánico, en la barra de carga hay un sistema de medición de potencia que sirve para comunicarle al controlador lógico programable si debe sincronizar otro

generador más a la barra común para abastecer la carga o si por el contrario deberá sacar uno de servicio.

El interruptor principal abre el suministro que viene de un transformador, al interruptor principal se conecta un relé de voltaje que es quien determina si procede activar el interruptor de transferencia automático.

1.1.7 Algoritmo interruptor de transferencia automático

El algoritmo del interruptor de transferencia automático está compuesto por un conjunto de instrucciones y procedimientos que el controlador lógico programable debe de ejecutar. Este conjunto de instrucciones se organiza en forma de segmentos, para su mejor administración.

1.1.8 Características eléctricas deseables del circuito de conmutación

Es una transferencia se compone de los interruptores de potencia, éstos protegen tanto a las cargas como a las personas, actuando como seccionadores con capacidad de selectividad, además de cumplir con otras aplicaciones, como: interruptores de acometida y derivación en instalaciones trifásicas, para conectar y proteger tantos transformadores como generadores y interruptores principales.

1.1.9 Condiciones de operación (cierre y apertura)

Como mínimo los interruptores de una transferencia deberán ser capaces de cerrar y abrir de forma remota manejados por un controlador lógico programable, hay una gran variedad de mecanismos de apertura y cierre, pero en general la mayoría de los interruptores actúan por medio de la energía mecánica acumulada en un resorte, o bien por la acción directa de un motor; están provistos de un mecanismo de disparo muy similar al gatillo de un revolver que se activa por medio de una bobina actuadora que se energiza por las salidas del controlador lógico programable.

1.1.10 Protección

Los interruptores de la transferencia tienen una doble función, primeramente, sirven como seccionadores que conmutan entre dos fuentes de energía, no menos importante es la función que desempeñan como dispositivos de protección, puesto que los interruptores de la transferencia son también los primeros en ubicación entre el suministro de energía y la carga actuando como interruptores principales.

1.1.11 Cualidades mecánicas

La protección por derivación o falla a tierra consiste en un transformador que conectado al disparador (relé de protección por derivación o diferencial), este sondea la corriente de retorno por el neutral, en situaciones normales dicha corriente debería de ser igual (en el caso de la suma vectorial) a la suma de las tres fases, de ser menor, la diferencia de corriente seguramente estará circulando por tierra, esto debido a problemas con el aislamiento o bien humedad. Como la corriente de falla por derivación puede ser muy reducida es posible que la protección por sobre corriente no actúe hasta que el daño a la red sea mayor, los relés de protección por derivación a tierra pueden detectar hasta 6mA de falla.

1.1.12 Limitaciones de la sincronización manual

La sincronización de un generador a una barra infinita debe de ser una operación de gran exactitud puesto que las fuerzas relacionadas con tal operación son potencialmente destructivas, íntimamente vinculado con el fenómeno de la sincronización esta la transferencia de energía entre el generador entrante y la barra infinita, la magnitud de la transferencia de energía depende en este caso de la energía cinética del generador entrante, la que depende a su vez de la naturaleza giratoria del generador, de la misma forma, la energía cinética de la barra infinita es la suma de las energías individuales de cada uno de los generadores sincronizados a la misma.

La magnitud de la transferencia de energía está claramente dada en función de la diferencia de frecuencias entre la barra infinita y el generador entrante y de la inercia de los generadores, como bien es sabido, la inercia depende de la forma de construcción de los generadores, para este caso también la inercia de la barra infinita es la suma de las inercias individuales de los generadores conectados a la barra, en este sentido la inmunidad a los cambios de frecuencia depende en gran medida de la inercia del sistema, a dicha inercia por comodidad le llamaré reserva de energía.

1.1.13 Periferia

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

1.1.14 Relé de sincronización automática

El funcionamiento de los relés de voltaje es supervisar la calidad del voltaje de la acometida como el de los generadores, todos los relés de voltaje son ajustables, pudiendo ser el ajuste por medio de potenciómetros analógicos o bien de una interfaz digital para el usuario. Entre las magnitudes medidas están: una ventana ajustable de tensión, la frecuencia, la secuencia de fases y también la presencia de las tres fases.

Por lo regular la salida hacia el controlador lógico programable es un contacto libre de potencial que puede ser, ya sea normalmente cerrado o normalmente abierto, sin embargo, en algunos casos la salida puede ser discreta, como una señal analógica de corriente o de voltaje (0-10V ó de 4-20mA) o bien, como una señal de campo por medio de un BUS de comunicaciones, en todo caso es el controlador lógico programable el encargado de interpretar dicha señal y tomar una decisión.

1.2 Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno

Según Yépez (2010), vivimos en un país con alta peligrosidad sísmica. Siendo los sismos una de las acciones que se realizan con mayor incertidumbre, los estudios dicen que pueden pasar decenas hasta centenas de años para tener un sismo devastador, pero sabemos que esto va a ocurrir pero hay una incertidumbre de cuando, por tal motivo tenemos que estar preparados y atentos a este fenómeno y no esperar que suceda sin poder hacer algo.

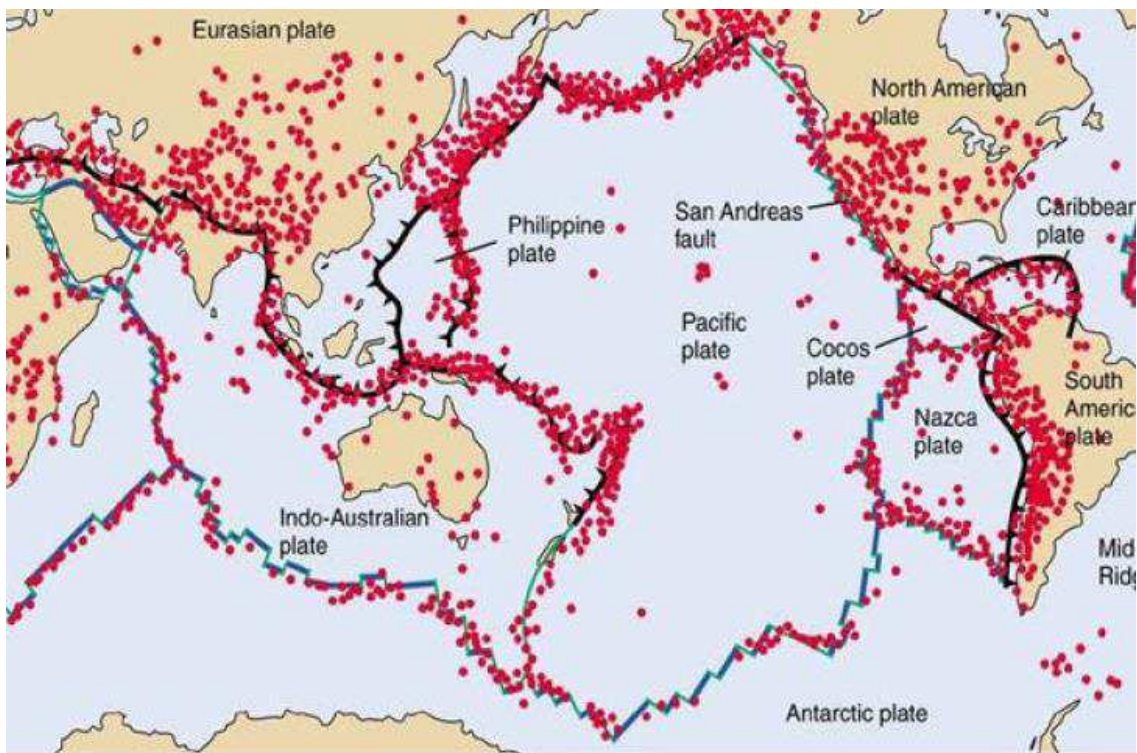


Figura 1.8: Distribución mundial de sismos

Fuente: <https://images.search.yahoo.com/yhs/search>

1.2.1 Historia de la tectónica de placas

Una placa es una “plancha” rígida de roca sólida. Tectónica proviene del griego y significa construir. La Tectónica de Placas estudia la construcción de la tierra en forma de placas y los mecanismos geofísicos que las originaron y las mueven. La Tierra está construida de cerca de una docena de placas grandes y pequeñas, que componen la corteza terrestre, y se mueven relativamente unas a continuación de otras sobre un material viscoso y “móvil” (magma) que las

arrastra. Antes del desarrollo de la Tectónica de Placas como una ciencia, ya existían filósofos que creían que los continentes de hoy eran piezas fragmentadas de una gran masa pre-existente (“supercontinente”).

Pangea (“todas las tierras” en griego) sería el supercontinente del cual provienen todos los continentes; es la pieza clave de teoría de la “deriva de los continentes”, menciona el Dr. Jaime F. Argudo, Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Las evidencias la observamos en los límites de África y América del Sur los cuales encajan de manera casi perfecta.

En 1596, Abraham Ortelius, un cartógrafo holandés, propuso en su trabajo *Thesaurus Geographicus* que “América había sido separada de África y Europa, mediante terremotos y fluidos”, y que “los vestigios de las rupturas se revelan si se lleva a un mapa antiguo y se consideran cuidadosamente las costas de los tres continentes”.

1.2.2 Evidencias de la deriva de continentes

A principios de los años 60 el geofísico H.H. Hess sugirió un mecanismo que podría explicar la deriva continental, basándose en las variaciones topográficas de los océanos. Propuso que, conforme las rocas de los fondos marinos se apartaban, material fundido ascendía de las profundidades llenando ese espacio y formando una cadena volcánica.

Para evitar el crecimiento indefinido de la Tierra era necesario consumir el material cortical, lo que ocurriría en las fosas que bordeaban continentes y arcos de islas. El manto astenosférico asciende a la superficie y se esparce lateralmente, transportando océanos y continentes como en una cinta transportadora. La velocidad de este movimiento es de algunos centímetros por año (2 -12 cms/año).

La corteza oceánica creada se va enfriando con el tiempo, y se hace más densa, por lo que subducta por debajo de la corteza continental en la zona de colisión.

La placa subductada crea un vacío que ayuda a la formación del arco magmático en la zona de extensión donde se forman abismos (ridge).



Figura 1.9: Los triángulos representan los volcanes activos, los puntos los sismos.

Fuente: <https://es.slideshare.net/bioge1/tema-3-biogeografa-en-el-tiempo-moderno-20260660>

La postulación de Hess, de que en las fosas se consumía el material litosférico, fue comprobado en los años 30, cuando Wadati, geofísico japonés, documentó el incremento en la profundidad de los sismos en función de la distancia tierra adentro del continente. Al mismo tiempo, el sismólogo Hugo Benioff resaltaba que las zonas de alta sismicidad estaban concentradas en franjas más o menos continuas asociadas a bordes continentales.

1.2.3 Tectónica de placas

La corteza y la parte más superior del manto forman la litosfera, de aproximadamente 100 Km. De espesor, la que se quiebra en varias placas rígidas que se deslizan como sobrecarga encima del manto, que es más caliente y más plástico. En los espacios producidos por la separación entre una placa y otra, emerge magma caliente proveniente del manto, creando nueva corteza. Este proceso se llama ridge dorsales oceánicas, y rift (si ocurren en el continente).



Figura 1.10: Volcanes activos, Placas tectónicas y el Cinturón de Fuego

Fuente: <https://es.scribd.com/document/21442115/Deriva-Continental>

Los volcanes activos coinciden con los bordes de placas (círculos rojos), se ven las dorsales oceánicas y las placas tectónicas.

La gran mayoría se encuentra en el borde del Océano Pacífico, en áreas de subducción, por lo que se llama “El Anillo de Fuego”.

Esta zona se caracteriza por su alta sismicidad, y su alto número de volcanes. Los sismos más dañinos han ocurrido en este sector, incluso desastres asociados a erupciones de dichos volcanes “de límite de placa”.

Los volcanes más activos están localizados a lo largo o cerca de los bordes de placas, por ello son llamados “volcanes de límite de placa”. Sin embargo, algunos volcanes activos no están asociados a los bordes, son llamados “volcanes intraplaca” y forman cadenas montañosas en el interior de los océanos. Algunos de ellos están asociados a los llamados “Hot spots” que es un punto de generación de magma que asciende desde el interior del manto como una pluma.

Los sismos, no se distribuyen al azar en la Tierra. Tomando en cuenta la diferencia en la cantidad de esfuerzos generados en los diferentes tipos de zona, es conocido que es en las Zona de Convergencia es donde ocurren los más grandes terremotos, en segundo lugar en la Zona de Transformación (que a pesar de ser muy destructivos, tienden a ser menos frecuentes) y al final en las de Divergencia.

Por lo general, los sismos volcánicos son de pequeña o baja magnitud y se limitan al aparato volcánico. Las frecuencias predominantes de un sismo permiten diferenciar una actividad sísmica tectónica o volcánica. Los sismos cuyas frecuencias predominantes son bajas ($f < 3$ Hz), usualmente son de actividad volcánica. Es por ello que los sismos tectónicos son de mayor impacto que los volcánicos. Terremotos tipo intraplaca pueden también ser destructivos, pero son menos frecuente.

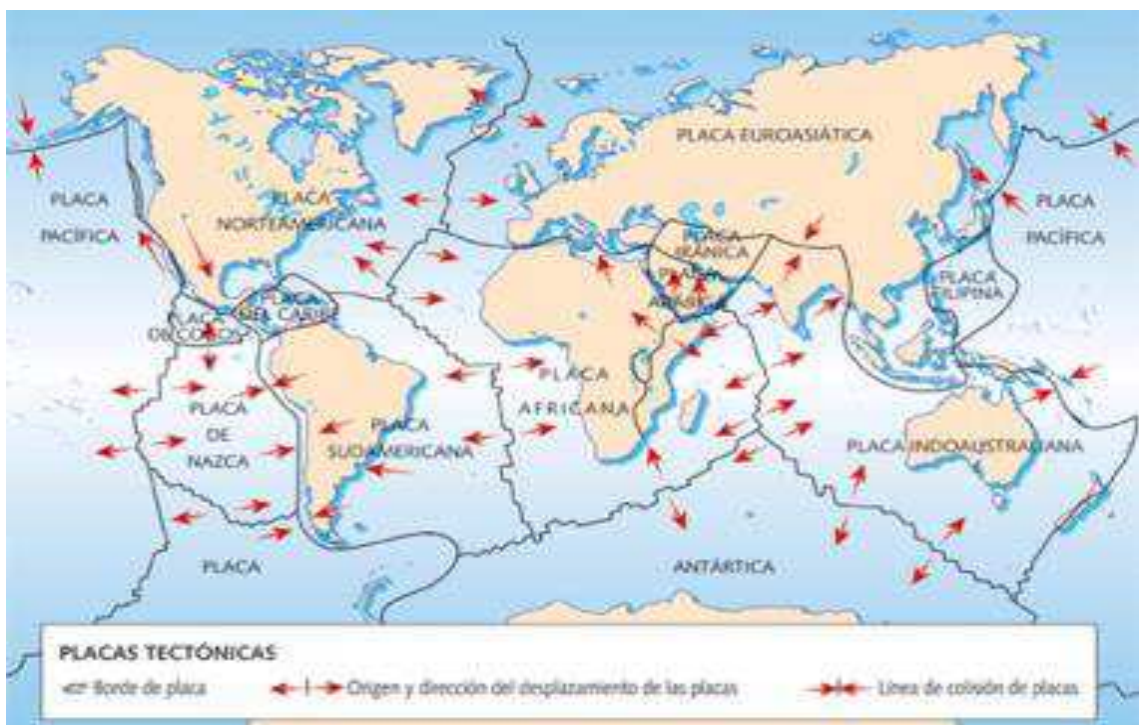


Figura 1.11: Movimiento de placas tectónicas

Fuente: <https://es.scribd.com/document/21442115/Deriva-Continental>

Maraboto, Feb. (2003), Menciona que “En la parte sur a lo largo de toda la costa sur del este del pacífico esta la zona de subducción en donde la placa de

Cocos que es básicamente una parte de la placa del Pacífico se está metiendo debajo de la zona continental y esa es la razón de tener a futuro fenómenos de magnitudes más grandes, hasta ahora una de las máximas es de 8.6 registrada en el siglo XVIII.”

1.2.4 Movimientos de las placas tectónicas

Existe una relación directa entre el lugar de ocurrencia de los sismos y los bordes de placas tectónicas. Al acercarse o alejarse, las distintas placas provocan bordes distintos: Divergente, Convergente y Transformante.

Los sismos se producen en los bordes de fallas activas.

Existen tres tipos básicos de interacción entre las placas tectónicas: Bordes Convergentes, Bordes Divergentes, y Bordes de Fallas Transformantes y todos producen terremotos. Veremos el que está relacionado con el estudio del impacto de desastres naturales en grupo electrógeno

1.2.4.1 Borde Convergente Oceánico -Continental



Figura 1.12: D Borde Convergente Oceánico –Continental

Fuente: <https://es.scribd.com/document/21442115/Deriva-Continental>

La corteza oceánica, al ser más densa que la continental, subducta bajo ella, generando magmatismo, cuña astenosférica y arcos volcánicos, junto con contacto sismogénico interplaca y sismicidad intraplaca. Colombia, Ecuador,

Perú y Chile se encuentra en el borde entre el encuentro de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana.

1.2.4.2 Corrientes convectivas de magma

Las placas se mueven por corrientes convectivas causadas por el ascenso de calor desde el centro de la Tierra. El ascenso del magma en la superficie crea nueva corteza. Esta se esparce creando nueva placa hasta que se topa con otra. Ahí esta será empujada hacia el interior, o bien se comprimirá y creará montañas, o simplemente se moverá a lo largo en fallas transformantes.

1.2.4.3 Tipos de fallas tectónicas

Las montañas pueden formarse tanto por fallas normales como inversas. Pero todo movimiento a lo largo de la falla provoca sismos.

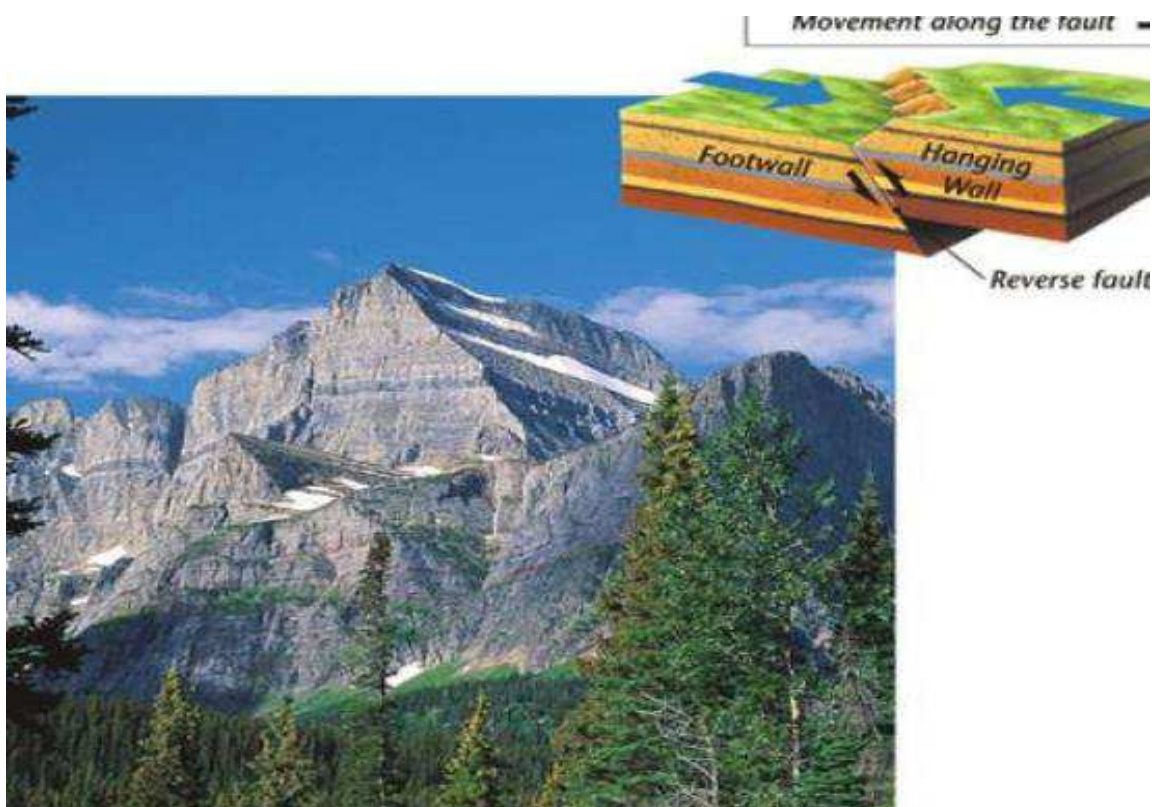


Figura 1.13: Tipo de falla tectónica inversa

Fuente: <https://es.scribd.com/document/252854696/Fallas-tectonicas>

El roce entre ambas placas puede provocar sismos tanto profundos como superficiales. En un ridge, al enfriarse y partirse la corteza, se provocan sismos superficiales de moderada intensidad.

La teoría del rebote elástico, manifiesta (H. F. Reid, 1906), "Las rocas sometidas a esfuerzos sufren deformaciones elásticas, se reducen o amplían los espacios de separación entre sus partículas, durante años se acumula esta energía elástica, hasta cierto límite. Superada la resistencia del material se origina una falla y se libera en segundos la energía almacenada. El Terremoto es la vibración producida por la liberación paroxísmica de la energía elástica almacenada en las rocas."

Analizando las referencias de los estos autores, resumiremos que la posibilidad de ocurrir otro sismo de gran magnitud está latente, no sabemos el tiempo y el lugar.

Los grupos electrógenos bien diseñados están en condiciones de funcionar en ambientes desfavorables como desastres naturales y bajo condiciones meteorológicas extremas. Para alargar la vida útil de un grupo electrógeno y evitar, por ejemplo, que ocurra un cortocircuito, se oxide, fallas debido a mal funcionamiento, sin mantenimiento o fallas debido justamente a desastres naturales se aconseja protegerlo de la intemperie y de otros causales. Debemos resolver estas complejas situaciones asociadas a la industrialización, urbanización, centros comerciales, edificios y otros para satisfacer la demanda creciente de seguridad y servicio de la energía eléctrica en los mismos y así responder a retos presente y futuros.

Los equipos de respaldo de energía son sumamente importantes en el funcionamiento básico de un edificio, por lo tanto, se debe no sólo adaptarse a las características de la red sino cumplir, además, con todas las exigencias de las normas de construcciones. Ante fallas de la red o de la propia fuente de alimentación o ante desastres naturales es necesario adoptar las medidas dirigidas a preservar la continuidad y seguridad del servicio.

CAPÍTULO II

2.1 Referido al diagnóstico de materiales y métodos

2.1.1 Diseño metodológico

2.1.1.1 Población y Muestra

Población

La población estará formada por 1 Administrador/Propietarios, 22 ocupantes del Edificio Ocean Bay Towers Resort, con un total de 31 participantes.

Muestra

La muestra se aplica a la totalidad de la población, por tratarse de un número reducido de participantes.

Población

Propietarios/Administradores	1
Ocupantes	22
TOTAL	23

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

2.1.1.2 Métodos y Técnicas

Este trabajo de investigación utilizó métodos, técnicas e instrumentos que permitieron conseguir el objetivo planteado.

Métodos teóricos: Los métodos teóricos que se emplearon en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

Análisis – Síntesis: Se realizó un análisis para obtener datos que tienen relación con el problema que se investigó y que permitió describir el estado

actual del grupo electrógeno con sistema de control automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez.

Inducción – Deducción: Este tipo de metodología permitió realizar una evaluación para saber cómo se encuentra el grupo electrógeno de emergencia con sistema de control automatizado del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez, lo cual nos permitió concluir y recomendar las acciones para evaluar las posibles variantes de los dispositivos automáticos a instalar.

Bibliográfico: Se utilizó en la investigación material que permitió realizar la búsqueda de información con relación a las variables del tema, el cual abarco los sistemas de control automático y los grupos electrógenos para describir el estado actual de la misma y de esta manera mejorar la activación automática y el impacto que pueda tener los desastres naturales en el grupo electrógeno del Edificio Ocean Bay Towers Resort.

La obtención de la información se hizo a través de textos de ingeniería civil, eléctrica y electrónica, tesis de grado realizadas por estudiantes profesionales en la Carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la actualidad, revistas o artículos científicos.

Métodos Empíricos: Los métodos empíricos que se emplearon en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

Entrevista: Se realizó una entrevista al Administrador/Propietario del Edificio Ocean Bay Towers Resort.

Encuesta: Se realizaron encuestas a los ocupantes del Edificio Ocean Bay Towers Resort

2.2 Descripción del proceso de recopilación de la información

Se ofició al Administrador del Edificio Ocean Bay Towers Resort de Bahía de Caráquez y por su intermedio a los señores ocupantes del edificio, para tener la autorización en la recopilación de la información.

Obtenida la aprobación, se procedió a recopilar la información, la misma que consistió en encuestar a los ocupantes involucrados en la investigación y en aplicar la entrevista al administrador.

Posteriormente se procedió a la tabulación de los datos.

2.3 Procesamiento de la información

Para realizar el procesamiento de textos de la información recopilada se utilizó parte del paquete de office y se procedió de la siguiente manera:

Tabulación y elaboración de cuadros y gráficos estadísticos a través de la hoja de cálculo Excel, para el proceso de texto se utilizó Word.

2.4 Resultados de la investigación de campo con sus respectivas interpretaciones

Preguntas de entrevista dirigida al Administrador del Edificio Ocean Bay Towers Resort de Bahía de Caráquez

1. ¿Por qué pensó usted en la necesidad de contar con un grupo electrógeno?

Para protegerme frente a la posibilidad de pérdidas periódicas o inhabituales de energía eléctrica, perdidas económicas, riesgos de desastres naturales debido a que vivimos en una zona de influencia sísmica lo cual puede ocasionar, entre otras cosas, pérdidas de potencia, de luz, de apagado de equipos, de mantenimiento, Y además pérdida de imagen, de datos archivados y de productos e incluso de vidas humanas.

2. ¿Qué criterio técnico utilizo para seleccionar el tipo de grupo electrógeno?

El tipo de grupo electrógeno seleccionado dependía de las exigencias energéticas para el edificio, del lugar donde se ubicaría y como funcionaria si lo haría de forma continua o bien sólo cuando haya interrupciones de suministro eléctrico. Para determinar el tipo de grupo electrógeno también nos

contactamos con distintos proveedores, quienes nos ayudaron a medir y a cuantificar nuestras necesidades.

3. ¿Qué sabe usted acerca del momento de instalar un grupo electrógeno y del impacto que represente este ante desastres naturales?

- ✓ Ubicación: se deberá primero pensar en el lugar donde instalar el grupo electrógeno, lo ideal es instalarlo en un lugar de fácil acceso e iluminado para facilitar las operaciones de mantenimiento, de igual manera prever que cualquier desastre natural sea un sismo o un tsunami ponga en riesgo su funcionamiento, pensar si debemos colocarlo en el subterráneo en un primer piso o último piso. Los grupos electrógenos se pueden instalar fuera o en el interior de su edificio.
- ✓ Montaje: los grupos electrógenos deben montarse sobre superficies niveladas, utilizando soportes anti vibratorios si fuera necesario. La mayoría de las superficies niveladas son idóneas, aunque se puede consultar con un ingeniero civil para montajes sobre tierra o techo.
- ✓ Ventilación y refrigeración: los catálogos mencionan que es importante asegurarse de que el grupo electrógeno disponga de suficiente ventilación para mantenerlo refrigerado y eliminar el exceso de emanaciones gaseosas y de calor producidas por la combustión del motor.
- ✓ Sistema de alimentación de combustible: de igual manera los catálogos mencionan que se debe pensar en la modalidad de aprovisionamiento de combustible para el grupo electrógeno. Para ello existen varias opciones de aprovisionamiento de combustible, desde las bombas manuales, hasta los sistemas completamente automáticos. El manual indica que los grupos electrógenos pequeños tienen una bomba manual que funciona mecánica o eléctricamente, y puede llenar el depósito de la unidad desde una cisterna de combustible.

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

Si, la CENEL-EP comunica la suspensión del servicio eléctrico a la ciudadanía de manera programada ya sea por la radio o por la prensa en nuestro medio, pero han ocurrido apagones que surgen por daños que no están previstos. Estos son los apagones que no se esperan y es justo el momento en el cual el sistema eléctrico ocasiona daños a los diferentes equipos eléctricos y otras molestias a los ocupantes del edificio.

5. ¿Qué sabe usted de transferencia automática de energía eléctrica con grupo electrógeno?

Menciono que la energía eléctrica que llega de manera constante por medio de la red principal llega al lugar por medio de cables eléctricos. Cuando se produce una interrupción del suministro de energía eléctrica de la red principal como consecuencia de algún fallo, conocemos que el conmutador de transferencia envía una señal al grupo electrógeno, para que entre en funcionamiento y este suministre la electricidad generada al edificio y todas sus instalaciones. Este proceso se lo realiza hasta el momento de forma manual. El propósito de este proyecto es hacerlo automáticamente. Cuando se restablezca el suministro de la red principal, el conmutador de transferencia bloqueará la salida de energía del grupo electrógeno y volverá de nuevo la red principal a entrar en funcionamiento. Existen dos tipos de conmutadores el manual y el automático. Por el momento tenemos instalado el manual, necesitamos automatizar con un conmutador de transferencia conectado al sistema de distribución eléctrico de forma automática para permitir el uso del grupo electrógeno.

Análisis e interpretación

Una vez realizada la entrevista al administrador, en cuanto a la pregunta uno dice que pensó contar con un grupo electrógeno por protección, para estar listo ante cualquier desastre natural y además por evitar pérdidas económicas y estar a la par del otros Resort.

En cuanto a la segunda pregunta dijo que dependía de las necesidades energéticas el lugar y el modo de funcionamiento continuo o discreto.

El administrador sabe que al momento de instalar un grupo electrógeno debe saber dónde estará ubicado, la superficie donde se va a montar, la ventilación y la refrigeración de igual manera los sistemas de alimentación de combustible.

En cuanto a la cuarta pregunta dijo que cuando la empresa programa algún corte de energía eléctrica por mantenimiento si se realizan los avisos, pero que cuando surgen los apagones imprevistos no hay como saberlo ya que ni ellos saben en qué momento va a ocurrir.

En la última pregunta el administrador del edificio dice conocer lo más importante del sistema de transferencia de energía en base a ciertos criterios técnicos que domina y cualquier anomalía siempre se asesora de técnicos especialistas, al momento el funcionamiento es manual, necesitamos automatizar con un conmutador de transferencia conectado al sistema de distribución eléctrico de forma automática para permitir el uso del grupo electrógeno, ya que su intención es mantener siempre un buen servicio para la comodidad de los ocupantes del edificio de Bahía

Preguntas de encuestas dirigidas a los ocupantes del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez.

1. ¿Usted conoce que siete grandes terremotos de magnitud 7 o superior han ocurrido desde 1900 en Ecuador?

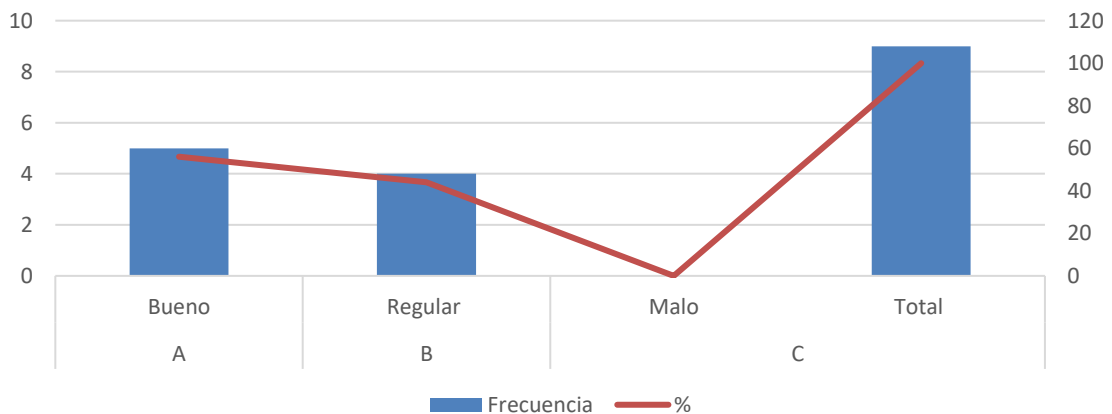
Tabla # 2.1

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Mucho	11	50,00
B	Poco	5	22,73
C	Muy Poco	4	18,18
D	Ninguno	2	9,09
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Gráfico # 2.1



Análisis e interpretación

En cuanto a la pregunta, si tiene conocimiento que 7 grandes terremotos han ocurrido desde 1900 en Ecuador, se obtuvieron los siguientes resultados once de los ocupantes del edificio que representan el 50% manifestaron tener mucho conocimiento de estos eventos, cinco encuestados que representan el 22,73% manifestaron que tienen poco conocimiento y dos arrendatarios manifestaron no tener ningún conocimiento el cual representa el 9,09%.

2. ¿Usted sabe que la posibilidad de ocurrir otro sismo de gran magnitud está latente debido a que estamos en la zona de subducción?

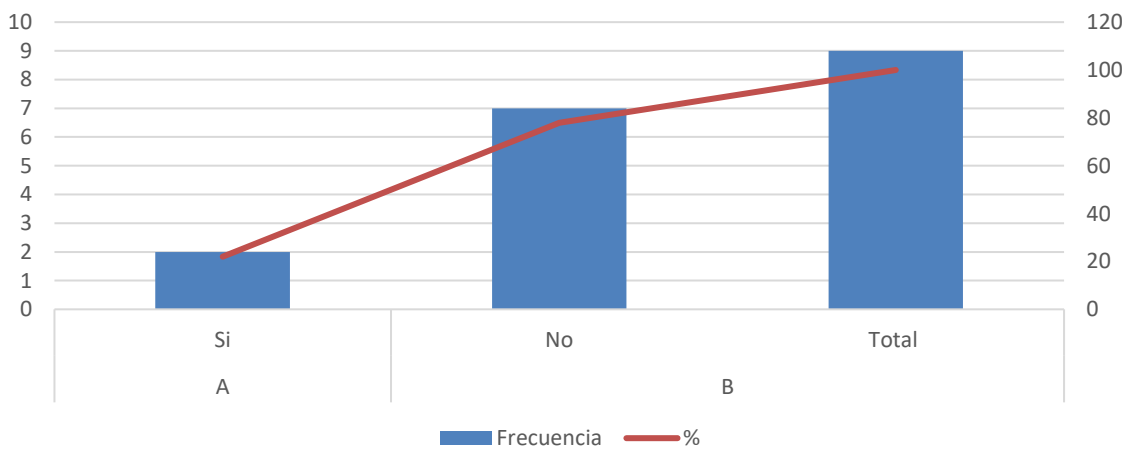
Tabla # 2.2

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Mucho	13	59,09
B	Poco	5	22,73
C	Muy Poco	2	9,09
D	Ningun	2	9,09
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Gráfico # 2.2



Análisis e interpretación

De acuerdo a la pregunta, conoce usted de la posibilidad de ocurrir otro sismo de gran magnitud está latente debido a que estamos ubicados en la zona de subducción se obtuvieron los siguientes resultados trece encuestados que representan el 59,09% manifestaron que si conocen de la posibilidad de ocurrencia de otro gran sismo, cinco personas que corresponden al 22,73% manifestaron tener poco conocimiento y tener muy poco y ningún conocimiento lo expresaron dos personas en cada caso lo cual representa el 9,09%.

3. ¿Cómo califica usted el servicio eléctrico que ofrece el Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez?

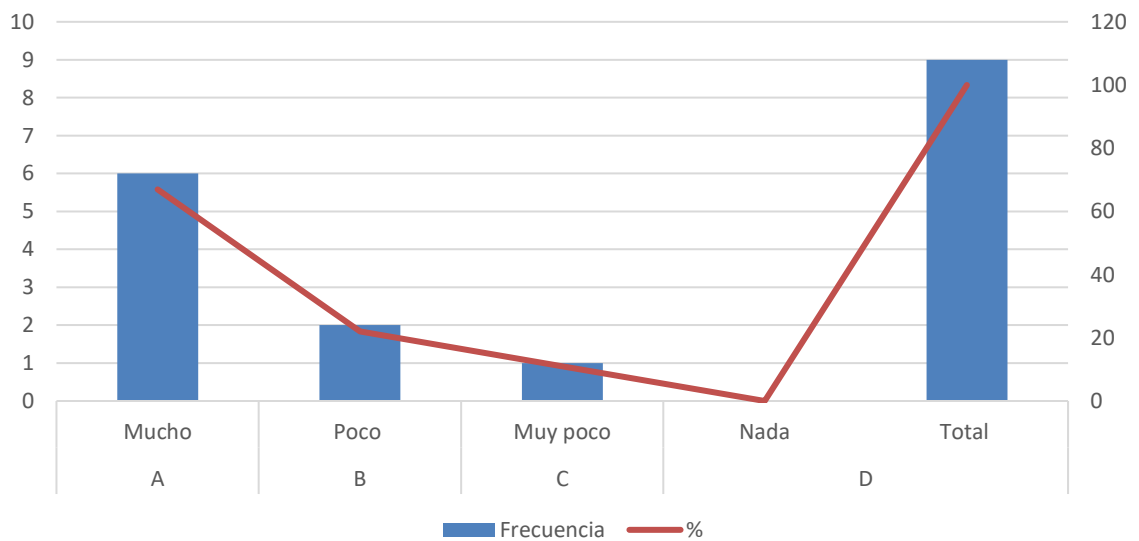
Tabla # 2.3

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Bueno	15	68,18
B	Regular	7	31,82
C	Malo	0	0
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Grafico # 2.3



Análisis e interpretación

En relación a esta pregunta, como califica usted el servicio eléctrico que ofrece el edificio Ocean By Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez, se concluye lo siguiente: que el 68,18% que representan a 15 encuestados indican que es bueno el servicio eléctrico pero la diferencia que es el 31,82% manifestaron que el servicio eléctrico es regular.

4. ¿Conoce usted que el edificio cuenta con un grupo electrógeno propio como fuente de energía alternativa?

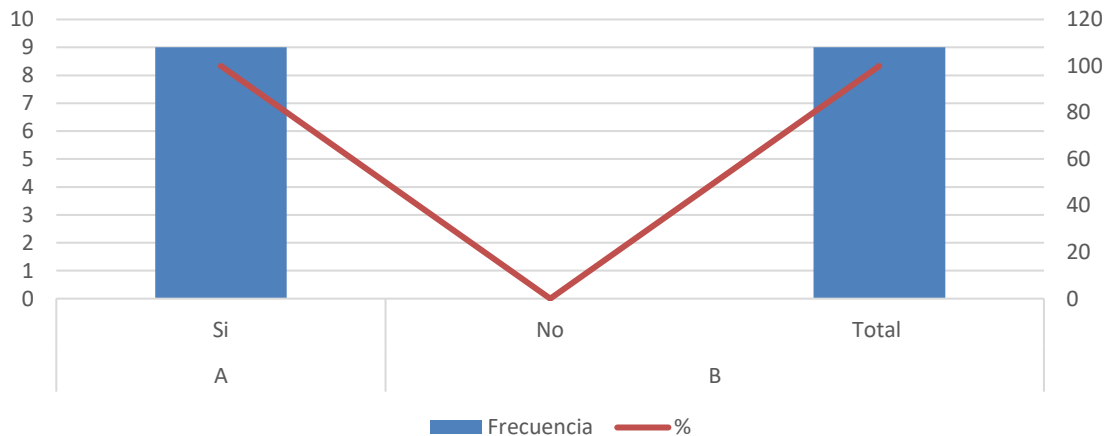
Tabla # 2.4

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Si	18	81,82
B	No	4	18,18
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Grafico # 2.4



Análisis e interpretación

Con respecto a esta pregunta, tiene conocimiento que el edificio cuenta con grupo electrógeno propio como fuente de energía eléctrica alternativa, se obtuvieron los siguientes resultados dieciocho encuestados que representan el 81,82% manifestaron que sí, que el edificio cuenta con una fuente alternativa de suministro de energía eléctrica y el 18,18% que es la diferencia manifestó que no.

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

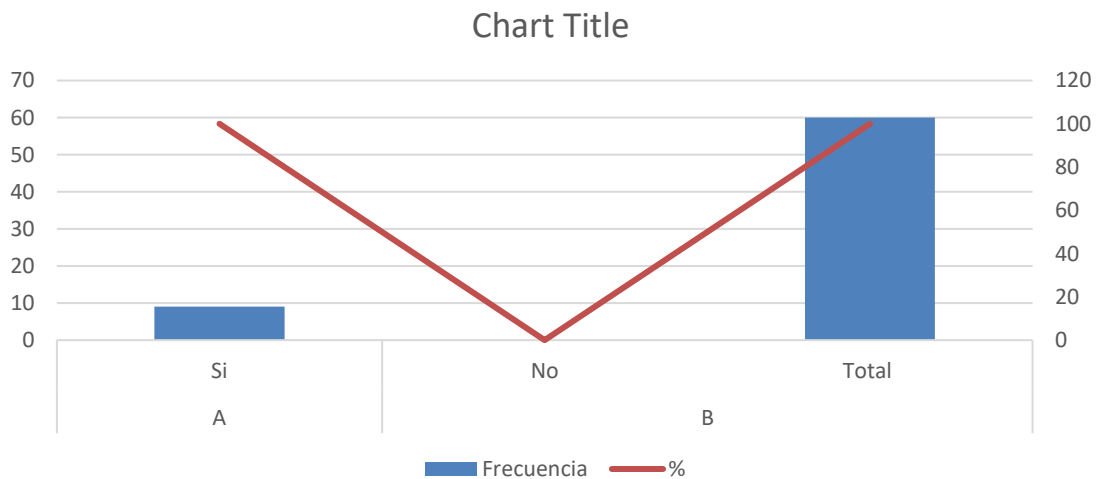
Tabla # 2.5

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Muy interesado	15	68,18
B	Interesado	5	22,73
C	Poco interesado	2	9,09
D	Nada	0	0
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Grafico # 2.5



Análisis e interpretación

La siguiente pregunta, le gustaría conocer las características de los grupos electrógenos, las respuestas arrojaron los siguientes resultados, quince personas encuestadas que representan el 68,18% manifestaron estar muy interesados en recibir una charla, cinco que representa el 22,73% de los encuestados manifestaron estar interesados que de haber una oportunidad si lo pensarían tres veces y dos personas que corresponde al 9,09% dijeron estar poco interesados. Es muy fácil notar que existe una necesidad de conocer las bondades de los grupos electrógenos.

6. ¿Se han generado desperfectos en los aparatos eléctricos a causa de interrupciones no programadas del servicio eléctrico?

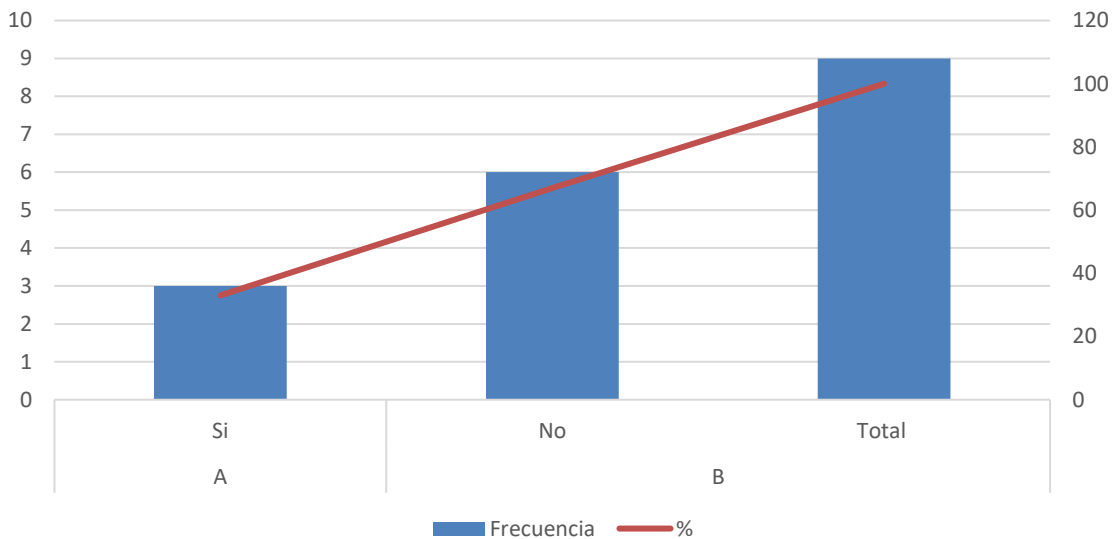
Tabla # 2.6

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Siempre	0	0
B	A menudo	0	0
C	De vez en cuando	4	18,18
D	Nunca	18	81,82
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Grafico # 6



Análisis e interpretación

En esta pregunta, se han generado desperfectos en los aparatos eléctricos a causa de interrupciones no programadas del servicio eléctrico las respuestas fueron las siguientes cuatro personas encuestadas que representan el 18,18% manifestaron que de vez en cuando sí han sufrido desperfectos en sus equipos eléctricos y catorce ocupantes que corresponden al 81,82% contestaron que no nunca han sufrido daño en sus aparatos eléctricos.

7. ¿Conoce usted de algún otro tipo de generación eléctrica?

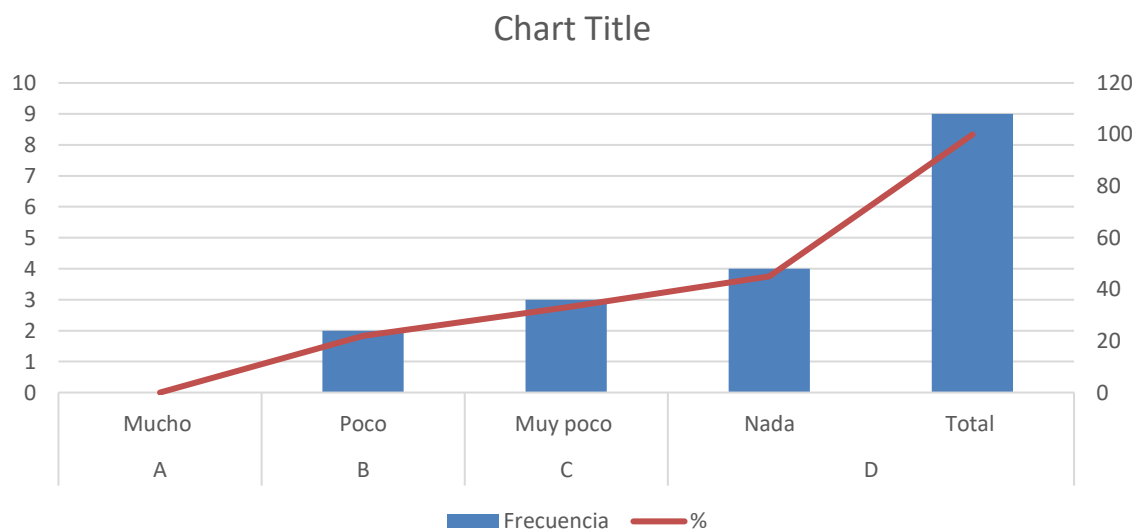
Tabla # 2.7

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Fotovoltaica	4	18,18
B	Eólica	4	18,18
C	Biomasa	0	0
D	Otra	14	63,64
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Gráfico # 2.7



Análisis e interpretación

Con respecto a la pregunta, conoce usted de algún otro tipo de generación eléctrica, se pudo obtener las siguientes respuestas cuatro personas que representan el 18,18% manifestaron conocer la generación fotovoltaica, otras cuatro personas encuestadas que representan el 18,18% dijeron conocer acerca de la generación eólica y catorce encuestados que corresponde al 63,64% se manifestaron por otro tipo de generación que es la hidroeléctrica.

8. ¿Conoce usted que beneficios ofrece la utilización de grupos electrógenos como fuente de energía eléctrica propia?

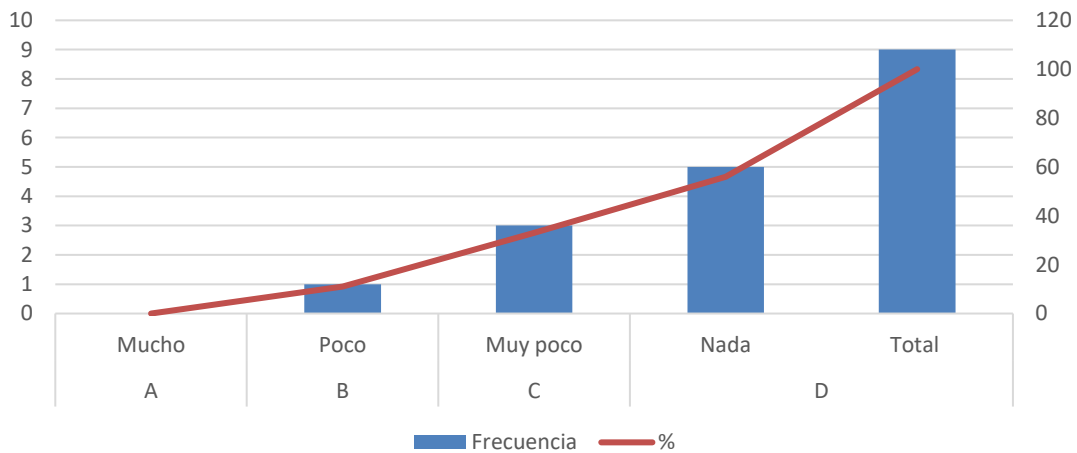
Tabla # 2.8

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Descuento en factura	11	50,00
B	Es igual para todos	2	9,09
C	Seguridad y confianza	9	40,91
D	Otro	0	0
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Gráfico # 2.8.



Análisis e interpretación

En relación a esta pregunta, conoce usted que beneficios ofrece la utilización de grupos electrógenos como fuente de energía eléctrica propia se obtuvieron los siguientes resultados once personas encuestadas que representan el 50% manifestaron conocer que existe un descuento en factura, dos personas que representa el 9,09% dijeron que es igual para todos, nueve ocupantes que representa el 40,91% manifestaron que existe un beneficio de seguridad y confianza.

9. ¿Considera usted que la automatización del grupo electrógeno en el edificio traerá beneficios a los ocupantes del mismo?

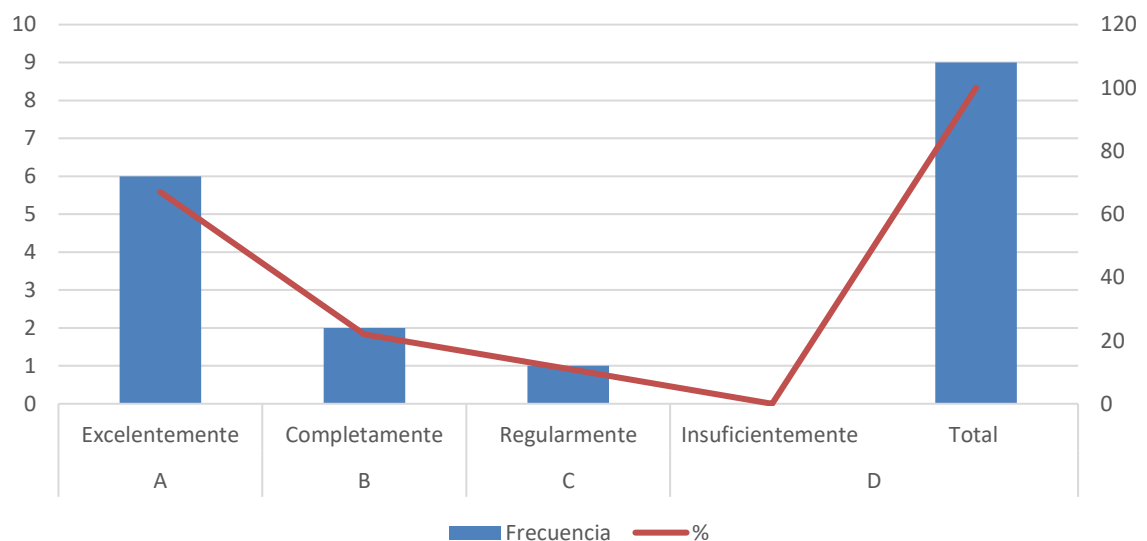
Tabla # 2.9

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Muy de acuerdo	18	81,82
B	De acuerdo	4	18,18
C	Poco	0	0
D	En desacuerdo	0	0
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Gráfico # 2.9



Análisis e interpretación

Con respecto a la pregunta conoce usted que la automatización del grupo electrógeno en el edificio traerá beneficios a los ocupantes del mismo, se obtuvieron los siguientes resultados dieciocho ocupantes del edificio que representan el 81,82% manifestaron estar muy de acuerdo, cuatro personas que representan el 18,18% manifestaron estar de acuerdo. Lo que refuerza el propósito de este trabajo de titulación.

10. ¿Considera usted que, automatizando el sistema de control en grupos electrógenos, se reducirá el impacto de desastres naturales en el funcionamiento del edificio?

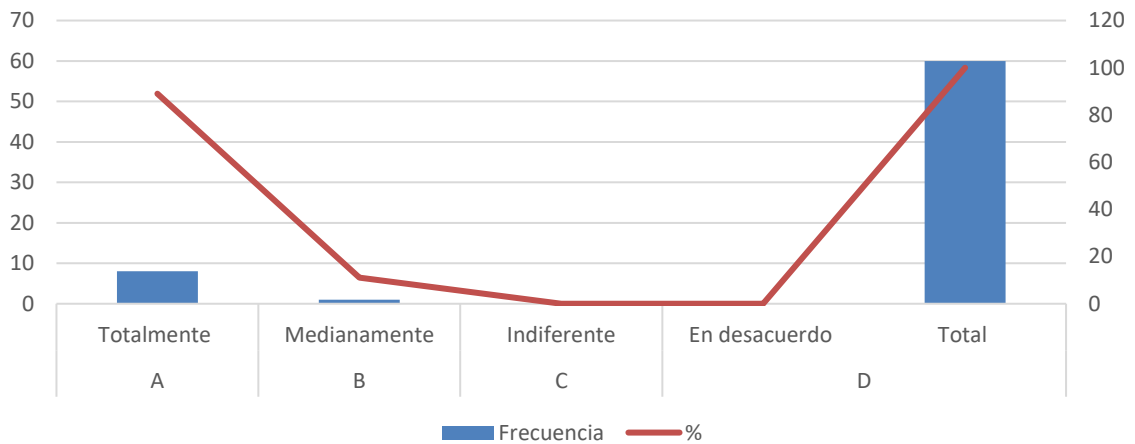
Tabla # 2.10

Orden	Alternativas	Frecuencia	%
A	Totalmente	20	90,91
B	Medianamente	2	9,09
C	Indiferente	0	0
D	En desacuerdo	0	0
	Total	22	100,00

Fuente: Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez

Elaborado: Laz Zambrano Henry – Martínez Cedeño Abelardo.

Gráfico # 2.10



Análisis e interpretación

Con respecto a la última pregunta, considera usted que automatizando el sistema de control en grupo electrógeno se reducirá el impacto de desastres naturales en el funcionamiento del edificio, se pudo obtener los siguientes resultados veinte personas encuestadas que representan el 90,91% manifestaron que totalmente de acuerdo y dos ocupantes que corresponde al 9,09% manifestaron estar medianamente de acuerdo.

CAPÍTULO III

3.1 Diseñar la propuesta para el uso del sistema de control automático para grupo electrógeno del Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez.

El propósito de los sistemas de respaldo de energía eléctrica o grupo electrógeno es estar presente en situaciones donde no hay suministro de red o bien como equipo de respaldo o de seguridad cuando se produzcan cortes y/o fallos en el suministro eléctrico y así poder entregar la energía eléctrica necesaria para que puedan funcionar las diferentes cargas del edificio que están conectadas a la red, la elaboración del circuito para el tablero, la sincronización del generador en paralelo y su visualización con el software del módulo de control Com Ap es lo que diseñaremos para beneficio de los propietarios del edificio.

Con el uso del módulo de control Com Ap se podrá realizar y comprender los principios y automatización del tablero de transferencia, disminuyendo así la dificultad en obtención de datos, mediciones o cableado del sistema.

Para el diseño y construcción del tablero de transferencia y sincronización del grupo electrógeno, se ha considerado que, debe ser o estar constituido de tal forma que facilite el montaje e ilustre claramente las partes más importantes del trabajo de titulación.

Este tablero está diseñado para que se acople perfectamente a los elementos del grupo electrógeno Perking que se encuentra instalado en el edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez, el que toma en cuenta todas las normas establecidas para la instalación de diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos.



Figura 3.1: Tablero Automatizado

Grupo electrógeno del edificio Ocean Bay Towers después del terremoto del 16A



Figura 3.2: Grupo electrógeno

3.1.1 Antecedentes del grupo electrógeno diesel PERKINS

La compañía de motores Perkins es una reconocida productora de motores. Esta compañía es precedida por su considerable historia participativa en el mercado mundial. Fundada en 1932 por el empresario británico Frank Perkins en la Gran Bretaña, el motor Perkins-Rolls-Royce, ha aplicado el más avanzado sistema de control de inyección electrónica. Se caracteriza por su menor volumen y bajo peso, desempeño confiable y bajo consumo de

combustible. Las emisiones de gases cumplen los estándares alemanes TALUFT, americanos EPA Tier 3 y el estándar EU-III.

El Grupo electrógeno diesel PERKINS puede ser combinado con alternador sin escobillas sincrónico SCOPE POWER series A.C. Puede ser también combinado con alternador STAMFORD, LEROY SOMER o MARATHON de acuerdo con los requerimientos del cliente.

Los grupos electrógenos pueden ser de tipo abierto o a prueba de ruidos (silencioso).

3.1.2 Rendimiento eléctrico del grupo electrógeno

El grupo electrógeno SCOPE POWER-PERKINS, incorpora un motor PERKINS original provisto por la compañía Perkins Engine (UK) Company. Incluye también un alternador STAMFORD, marco de base, brida de conexión, tanque de combustible, sistema de control, etc.

Grupo electrógeno Perking, modelo P350A que tiene el edificio Ocena Bay Towers, cumple con:

Los principales estándares, como: GB/T2820, ISO8528, IEC34, VDE0875-N

Salida de potencia principal: 201.6 kw (252 kva)

Tensión nominal: 415/240v.

Frecuencia nominal: 50/60 Hz

Velocidad nominal: 1600/1800rpm

Modo de excitación: Sin escobillas, autoexcitación o PMG

Aislamiento: Clase H (mecánica)

Grado de protección IP: IP21 ~ IP23

Regulación de tensión: Control automático AVR

Altura sobre el nivel del mar: ≤ 1000 metros

Temperatura del aire ambiente: $\leq 40^{\circ}\text{C}$

Humedad del aire relativa: $\leq 90\%$

Corriente: 350.6 A / 758 A

Conexión del Alternador: s'star

Voltaje de excitación: 42 V

Corriente de excitación: 2.3 A

3.1.3 Características del sistema de control del grupo electrógeno

El grupo electrógeno diesel PERKINS incorpora un panel de control estándar, incluyendo voltímetro, medidor de frecuencia, amperímetro, indicador de temperatura de agua, indicador de temperatura de aceite, indicador de presión de aceite, módulo de control AMF, indicador de nivel de aceite, botón de emergencia, botón de precalentamiento, indicador de voltaje de batería, y contador de horas de funcionamiento para protección y transferencia.



Figura 3.3: Tablero existente

3.1.4 Especificaciones del sistema eléctrico del edificio Ocean Bay Towers

El servicio de energía eléctrica que suministra **CNEL_{EP}** posee las siguientes especificaciones:

Fase/método de conexión: trifásico 4 hilos/conexión tipo Y

Tension 120/240 V

Frecuencia 60 Hz

Fases 3 Ø

3.1.5 Consumo eléctrico del edificio Ocean Bay Towers

El edificio posee 8 pisos y 24 departamentos en total, más servicios generales que incluyen (ascensor, iluminación en gradas, bombas de piscinas, jacuzzi e hidromasaje) para determinar el consumo eléctrico que tiene el edificio Ocean Bay Towers, se procede a cuantificar cada uno de los departamentos que se encuentran instalado al interior del circuito de la edificación, para ello nos valemos de un cuadro con los consumos en Kw.

Departamento	Piso	Potencia instalada (KW)
1	1	5
2	1	6
3	1	6
1	2	6
2	2	6
3	2	6
1	3	6

2	3	6
3	3	6
1	4	5
2	4	6
3	4	7
1	5	4
2	5	6
3	5	5
1	6	6
2	6	6
3	6	6
1	7	5
2	7	6
3	7	6
1	8	6
2	8	6
3	8	5
SERVICIOS GENERALES	0	30
TOTAL	24	168 (KW)

Tabla 3.1: Consumo eléctrico del edificio Ocean Bay Towers.

3.1.6 Especificaciones grupo electrógeno diesel PERKINS

Con los detalles de placa que esta adjunta a la carcasa del estator del generador el cual coincide con el rendimiento eléctrico del grupo electrógeno que se detalla en la sección 3.1.2 detallamos de manera general otras de las características del grupo electrógeno.

El sistema manual encargado de encender, apagar y realizar la transferencia de carga desde la red pública hacia el generador y viceversa, se encuentra en perfecto estado de funcionamiento, por lo que se debe realizar un nuevo sistema automatizado que supla dicho funcionamiento, para tal efecto se debe comprender el funcionamiento del equipo a automatizar.

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 relejes 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.



Figura 3.4: Tablero de transferencia y medición

3.1.7 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.

3.1.7.1 Sistema de transferencia modo manual

En este modo de operación el sistema de control enciende el grupo electrógeno, activa los disyuntores y la carga de forma manual. Hasta el momento funciona de esta manera.

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 de funcionamiento para actuar cuando se suscite una falla de red de la empresa eléctrica **CNEL**_{EP}.

3.1.7.2 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 de 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 y 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 el edificio toma la carga desde el grupo electrógeno. Al retorno de la red el conmutador cambia de posición ejecutando la maniobra generadores-red y los generadores se desacoplan de la barra común.

3.1.8 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.

3.1.9 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.

3.1.10 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.

- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ 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.

- ✓ 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.
- ✓ Voltajes, frecuencias y velocidad de los generadores. Se activarán unas alarmas visuales de color rojo en la pantalla táctil cuando sobrepase los rangos establecidos.
- ✓ 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.

Magnitudes	Mínimo	Máximo
Frecuencia	57 Hz	61 Hz
Voltaje	220 V	260 V
Velocidad	1710 rpm	1830 rpm

Tabla 3.2: Rango de voltajes, frecuencias y velocidad de los generadores

3.1.11. 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 es un conjunto de aparatos e instrumentos que trabajan para proporcionar a la transferencia una operación completamente automática.

El circuito de mando está compuesto por:

- ✓ Periferia
- ✓ Control
- ✓ Medición
- ✓ Red de adquisición de datos

- ✓ Visualización
- ✓ Actuadores.

3.1.12 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.

3.1.13 Componentes de control

El control está constituido por el Com Ap Controller Inteli Lite NT MRS 10 como el dispositivo controlador lógico programable propiamente dicho.



Figura 3.5: Tablero de control y medición

El 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.

3.1.14 Componentes de medición

Cada departamento posee su propio contador de energía más cuatro contadores de servicios generales, en total 28 contadores (medidores).



Figura 3.6: Tablero de medidores **CNELEP**

3.1.15 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 Optional Standby System (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 simultáneo 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.

3.1.16 Características principales del Com Ap Controller Inteli Lite ^{NT} MRS 10

Sistema de monitoreo y protección completo gen – set.

Posibilidad de conectar hasta 8 compuertas para mostrar distintos valores.

Las mediciones RMS muestran voltajes y corrientes verdaderos.

Medición de Potencia trifásica.

Tres tipos de configuraciones para entradas analógicas.

Entrada de capsula magnética.

D + terminal de preexcitación.

6 entradas binarias.

6 salidas binarias.

Central automática GCB.

Capacidad para conectar módulos en extensión.

Alarma automática SMS.

Control y monitoreo en línea sobre páginas web, via IB – Lite.

Sistema opcional GSM / GPRS moden / wireless Internet vía IL – NT – GPRS.

Dos lenguajes (user changeable).

3.1.17 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.
- ✓ Com Ap. Multi medidor digital para medir las variables eléctricas del generador y la red pública para conmutarlo; 96 x 96 x 51 mm.
- ✓ Pantalla táctil siemens OP/177B. Pantalla gráfica donde se puede parametrizar, 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.

3.1.18 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.

3.1.19 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; caída de suciedad y otros imprevistos como desastres naturales.

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 power limit circuit. Para la distribución de los equipos se basó en la norma NEC 725-24 (Class 1, class 2 and class 3 signalling and power limit circuit).

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.

3.1.20 Puesta a tierra

Consiste en conectar al sistema de tierras un circuito eléctrico o electrónico. Todos los sistemas eléctricos están conectados a tierra para limitar el voltaje existente en los circuitos de señalización, equipos eléctricos y electrónicos, objetos metálicos, líneas de alimentación y estabilizar el voltaje durante su operación normal. Todos los equipos construidos de material conductivo están conectados a tierra para limitar el voltaje a tierra de estos materiales.



Figura 3.7: Puesta a tierra del grupo de electrógeno

Diagrama unifilar general del grupo de electrógeno del Edificio Ocean Bay Towers.

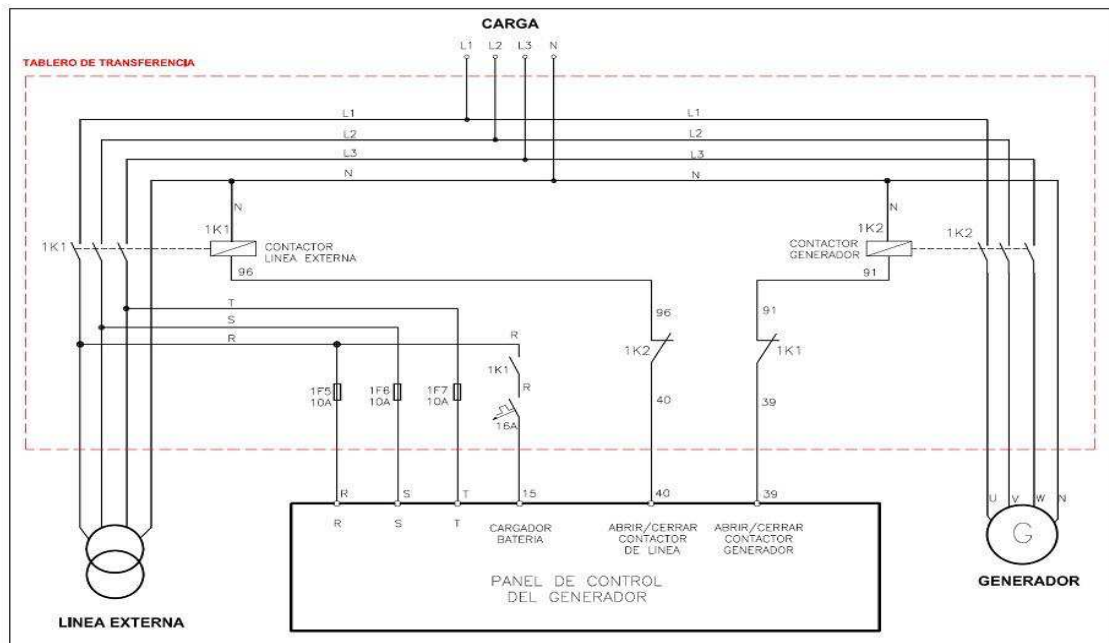


Figura 3.8: Diagrama de grupo electrógeno

Diagrama unifilar de transferencia automática.

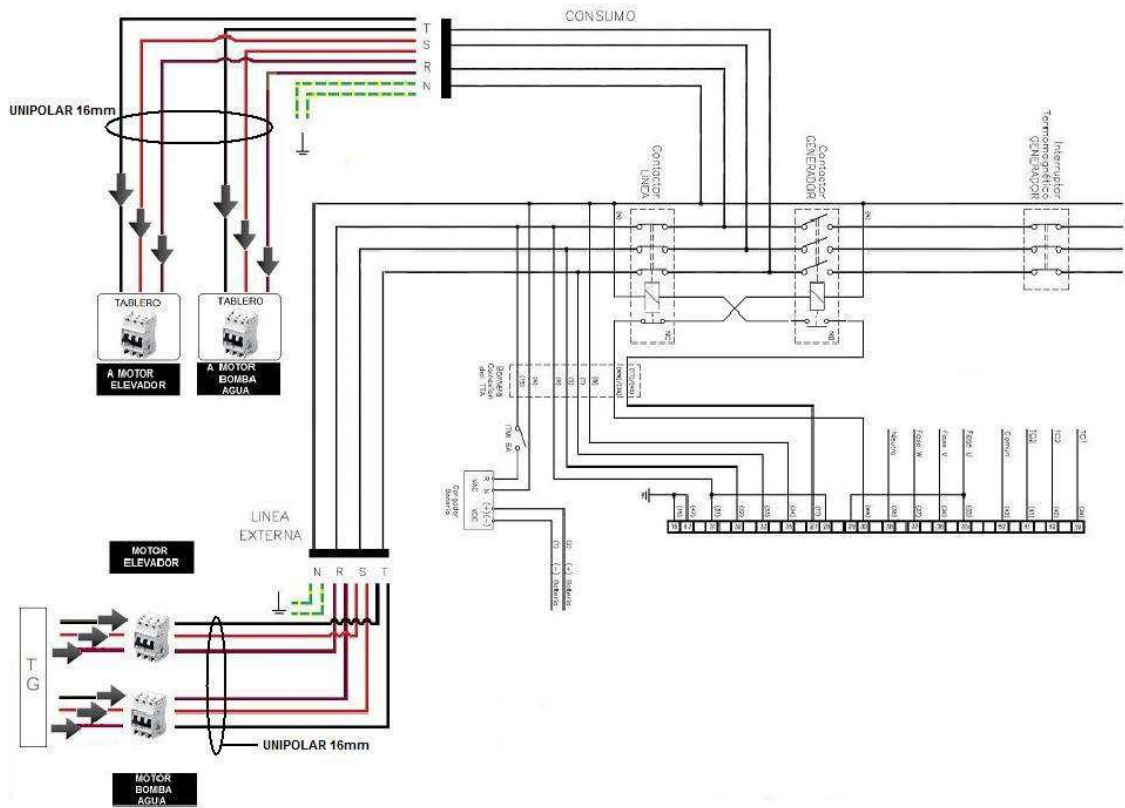


Figura 3.9: Diagrama de transferencia automática

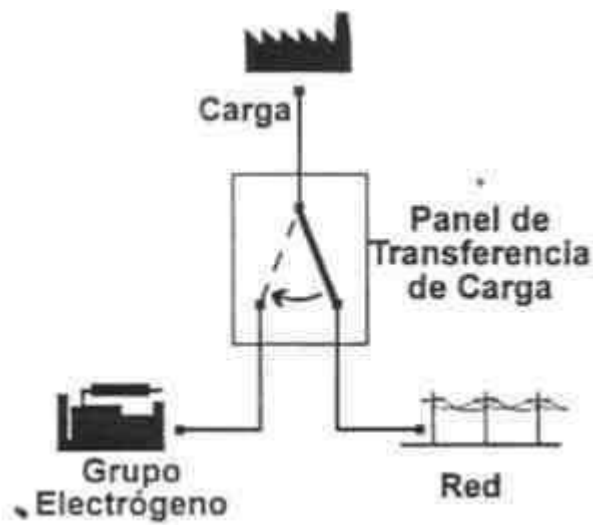


Figura 3.10: Diagrama de conmutación

3.1.21. Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno

Según el tipo de desastres naturales la gravedad de los daños depende de la intensidad del fenómeno, las categorías de los fenómenos se dividen en meteorológicos, los originados por terremotos y otros que puedan resultar en pérdidas de infraestructura y aquellos que produzcan pérdidas en la producción agrícola.

Adicionalmente existen efectos comunes a todos los desastres naturales y que son: la disminución importante de la disponibilidad de viviendas e instalaciones de salud, la reducción temporal de los ingresos de los estratos sociales de los menos favorecidos, las interrupciones temporales de algunos servicios básicos y por último la escasez temporal de alimentos.

La naturaleza de los daños puede ser por efectos directos, se refiere a la pérdida de bienes duraderos, como lo son la infraestructura, los equipos y maquinarias, los medios de transporte, las materias primas, tierra cultivada, los embalses de agua y los efectos indirectos, o los efectos secundarios trae la pérdida de producción que conlleva la no producción de bienes y servicios durante el tiempo que toma la recuperación.

Los criterios de valorización deben hacerse por el monto total que costaría reponerlos y no su valor depreciado para el momento ya que el bien no existe ya, y reponerlo es lo que nos interesaría en situaciones como esta.

Ecuador es un país que está ubicado en el denominado cinturón de Fuego del Pacífico; o sea, en la zona de mayor riesgo sísmico en el mundo, ya históricamente ha sufrido grandes tragedias, como en el reciente pasado, el terremoto de Pedernales (2016) está latente el hecho de que hay varias fallas sísmicas que pueden destruir o afectar a grandes provincias como Guayas y Manabí y se presagian graves problemas con las posibles y probables tragedias de crónicas de muertes anunciadas, como la eventual erupción del volcán Cotopaxi, por lo que se requiere de gran inteligencia para precautelar a más de un millón de personas que viven actualmente en las laderas y, también

están pendientes otras erupciones en la cadena de volcanes que tiene el Ecuador, rodeados de poblaciones aunque sean dispersas se ven afectadas.

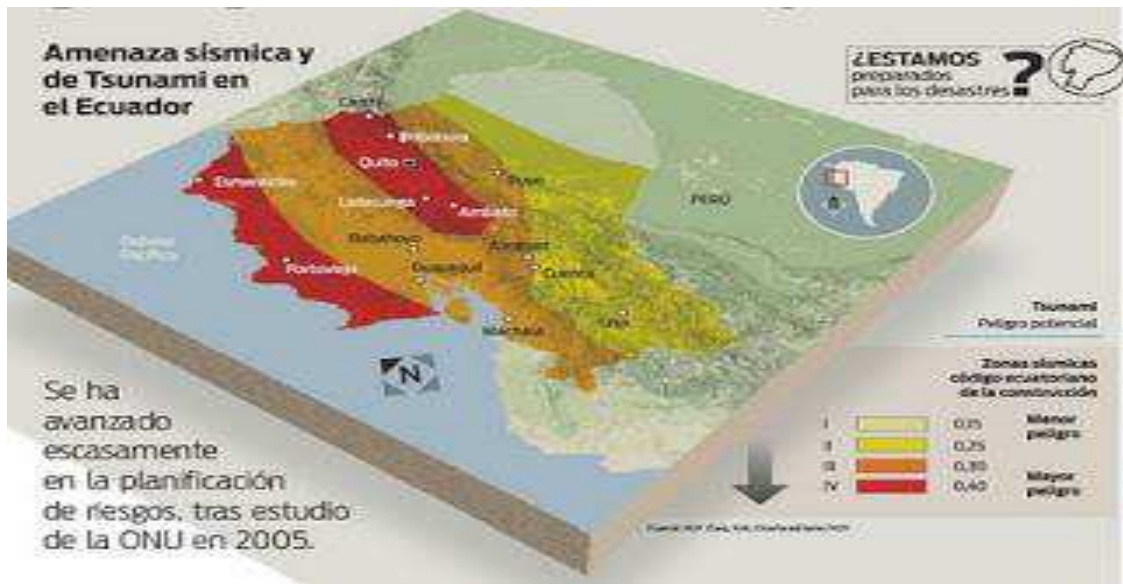


Figura 3.11a: Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno

Por otra parte, el fenómeno del Niño ya ha originado grandes inundaciones, generando angustia y quiebra económica, como sucedió en dos ocasiones al término del siglo XX.

Estas condiciones, entre otras, exigen de conciencia y acción ciudadana, como prevenir los desastres naturales y sobre todo para tener la inteligencia para disminuir al mínimo posible contingencias, muertes y calamidades que estos desastres generan; y, la diferencia esta, en estar preparados, como se puede observar desde la perspectiva histórica en el caso del Japón, que ha tenido sismos, terremotos de gran intensidad con un costo mínimo en vidas humanas por los buenos sistemas de construcción y por la acción inteligente de su ciudadanía, que está preparada para hacer frente a estos riesgos.

En nuestro caso para reducir el impacto de desastres naturales en grupo electrógeno del edificio Ocean Bay Towers se tomarán acciones tendientes a proteger el grupo electrógeno elevándolo 5 metros sobre el primer piso.

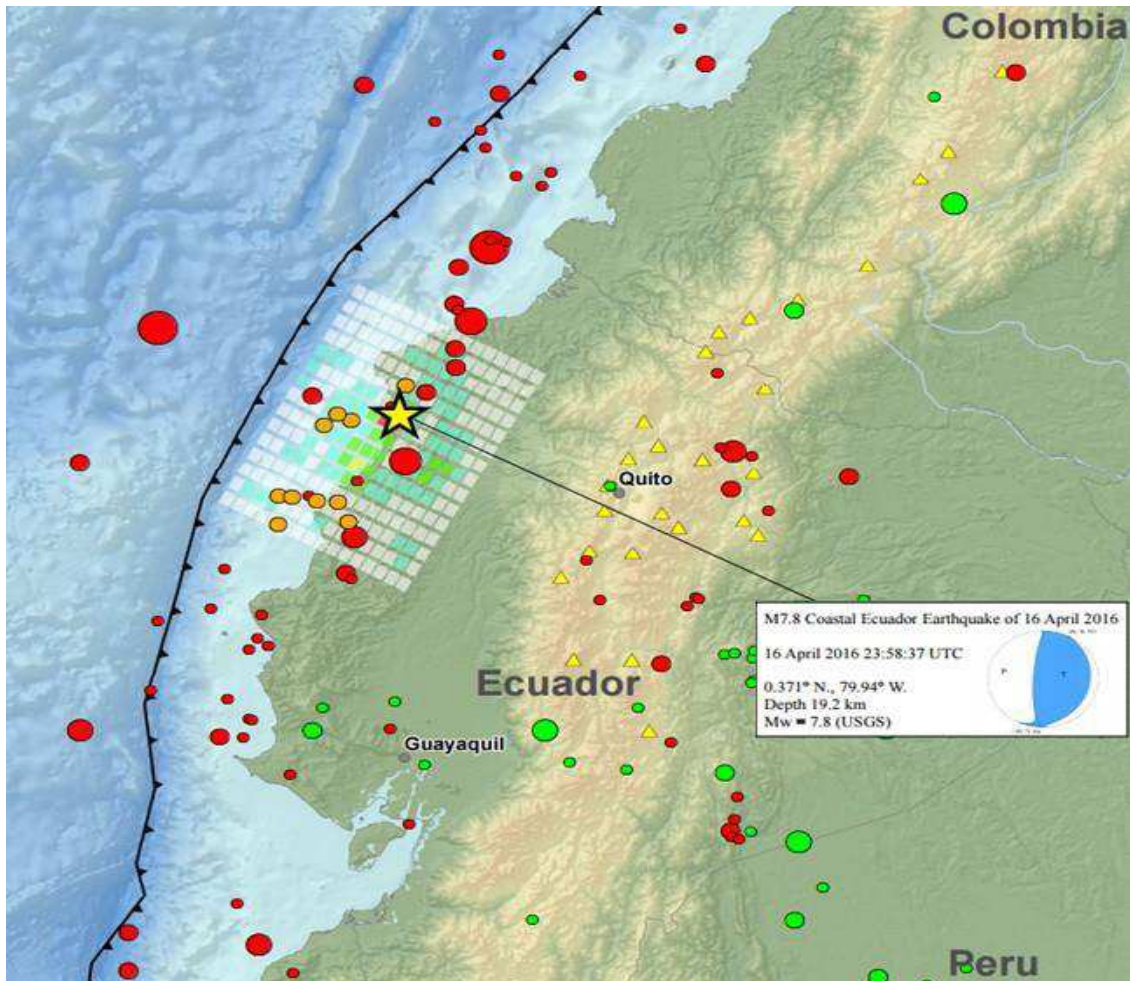


Figura 3.11b: Impacto de desastres naturales en grupo electrógeno

Además, debemos crear una conciencia local y provincial para enfrentar los desastres naturales y responder con prontitud frente a las grandes calamidades que generan la naturaleza y entender que los desastres naturales son parte inherente al desenvolvimiento del universo y de la vida; y, que estas tragedias, tenemos que aprender a enfrentarlas, con tranquilidad y sabiduría.

En primer término, que se incorpore al sistema de educación integralmente que los desastres naturales son parte de la vida social de todos los ciudadanos y, lo que es más importante, la movilización, participación, sobre todo, la organización para enfrentarlos.

No menos importante es extremas exigencias y evaluación permanente de todas las estructuras del edificio, incluyendo los materiales antisísmicos.

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El diseño eléctrico, la adecuada selección de los equipos y elementos, que componen el tablero, permitió realizar una satisfactoria sincronización y transferencia de carga de la red al grupo electrógeno y viceversa con el equipo Com Ap que actúa como controlador lógico programable.

Se establecieron los parámetros de sincronización y los dispositivos de comunicación los que nos ayudó a entender su composición, estructura y funcionamiento, en sus diferentes etapas para llevar a cabo la transferencia y sincronización del grupo electrógeno.

La instalación está basada en las normas NATSIM, y estándares internacionales para tener una calidad de servicio eléctrico integro, estético, y rentable. La programación en el PLC se realizó tomando en cuenta la disponibilidad que tiene el Edificio Ocean Bay Towers de la ciudad de Bahía de Caráquez, y las facilidades de comunicación entre los diferentes dispositivos de comunicación.

Satisfacer la necesidad del servicio eléctrico en un sector tan importante ante la inminente presencia de algún desastre natural, no solo ayudará a mejorar la imagen del edificio, sino que también producirá un aumento de confianza en los propietarios, es por esto que para cualquier imprevisto sea un terremoto o un tsunami tendremos un equipo eléctrico como el grupo electrógeno del edificio en pleno funcionamiento.

El tablero tiene una gran versatilidad puesto que con él se puede realizar diferentes modos de trabajo del sistema de control y automatización.

Recomendaciones

Reubicar el grupo electrógeno sería la recomendación primordial para tener el equipo protegido ante cualquier desastre natural, realizar un diseño adecuado para poder ubicarlo.

Es importante el manejo de los elementos para cuando hay variación de voltajes, corriente, frecuencia y potencia, esta operación 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.

Se debe proteger el equipo manipular el equipo por personal especializado familiarizado con la puesta en servicio y operación para asegurar el funcionamiento correcto del equipo.

Tener 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.

Los componentes del tablero y la circuitería se diseñaron para trabajar integrando con diferentes tipos de comunicaciones y protocolos

Tomar en cuenta el tiempo de uso continuo y el mantenimiento que se le dé al equipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez, M. (2009). Transformadores, Calculo fácil de transformadores y autotransformadores, monofásicos y trifásicos de baja tensión. España, Marcombo.

Artero David, (2003). Automatismo eléctrico y electrónico. Prentice hall hispanoamericana España.

Balcells, J., Autonell, J., Barra, V., Brossa, J., Fornieles, F., García, B., Ros, J., Sierra, J., (2011). Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica.

Basantes, M (2008). Diseño de la Red de distribución eléctrica del barrio “La Garzota”, Parroquia Chillogallo, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.

Barrero, G.F, (2004). Sistemas de energía Eléctrica. Magallanes, Madrid, España. Paraninfo.

BETTEGA Eric, (2000). Armónicos: rectificadores y compensadores activos.

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

Chapman Stephen, (2000). Máquinas eléctricas.3ra. ed. Colombia

Collombet, Christian, (1999) Los armónicos en las redes perturbadas y su tratamiento; Septiembre.

Cortes, M., (1994), La máquina eléctrica en general, Reverte ISBN 8471460211, 97884714602219

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

Enríquez G. (2005) El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos. México. Editorial Limusa.

Enríquez, G (2014). Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas. México, Editorial Limusa

Enríquez, G (1999), El ABC de la calidad de la energía eléctrica, México, Editorial. Limusa.

Ferracci, Philippe, (2004). La calidad de la energía eléctrica Original francés: octubre 2001 Versión español.

Fournier, L., (1983). Recursos Naturales, EUNED, ISBN 9977640181,9789977640181

Iwshitz Garick, Whipple E. (1972). Máquinas de corriente alterna, Editorial continental

Kosow Irvin. (1993). Máquinas eléctricas y transformadores. 2da ed. México

Martin, Ricardo, (2004) Manual Práctico Electricidad, Editorial de Cultura S.A., Colombia

Muhammad Rashid. (1996) Electrónica de Potencia. Prantice hall hispanoamericana, México

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

River, J. (2000), Calidad del Servicio, Universidad Pontifica de Comillas, ISBN 8489708886, 9788489708884.

Schonek Jacques (2000). Las peculiaridades del 3er armónico

ANEXOS



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

ENTREVISTA

Por favor lea detenidamente cada una de las preguntas y marque la opción correcta.

1. **¿Usted conoce que siete grandes terremotos de magnitud 7 o superior han ocurrido desde 1900 en Ecuador?**

MUCHO
POCO
MUY POCO
NINGUNO

2. **¿Usted sabe que la posibilidad de ocurrir otro sismo de gran magnitud está latente debido a que estamos en la zona de subducción?**

MUCHO
POCO
MUY POCO
NINGUNO

3. **¿Cómo califica usted el servicio eléctrico que ofrece el Edificio Ocean Bay Towers Resort de la ciudad de Bahía de Caráquez?**

BUENO
REGULAR
MALO

4. **¿Conoce usted que el edificio cuenta con un grupo electrógeno propio como fuente de energía alternativa?**

SI
NO

5. **¿Le gustaría conocer las características de los grupos electrógenos?**

MUY INTERESADO

INTERESADO

POCO INTERESADO

NADA

6. **¿Se han generado desperfectos en los aparatos eléctricos a causa de interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

SIEMPRE

A MENUDO

DE VEZ EN CUANDO

NUNCA

7. **¿Conoce usted de algún otro tipo de generación eléctrica?**

FOTOVOLTAICA

EÓLICA

BIOMASA

OTRAS

8. **¿Conoce usted que beneficios ofrece la utilización de grupos electrógenos como fuente de energía eléctrica propia?**

DESCUENTO EN FACTURA

ES IGUAL PARA TODOS

SEGURIDAD Y CONFIANZA

OTROS

9. **¿Considera usted que la automatización del grupo electrógeno en el edificio traerá beneficios a los ocupantes del mismo?**

MUY DE ACUERDO

DE ACUERDO

POCO

EN DESACUERDO

10. ¿Considera usted que, automatizando el sistema de control en grupos electrógenos, se reducirá el impacto de desastres naturales en el funcionamiento del edificio?

TOTALMENTE

MEDIANTEMENTE

INDIFERENTE

EN DESACUERDO

ANEXO N° 1 Imagen Uleam



ANEXO N° 2 Vista panorámica del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la Ciudad de Bahía de Caráquez



ANEXO N° 3 Recepción del Edificio Ocean Bay Towers Resort de la Ciudad de Bahía de Caráquez



**ANEXO N° 4 Entrevista al administrador del Edificio Ocean Bay Towers
Resort de la Ciudad de Bahía de Caráquez**



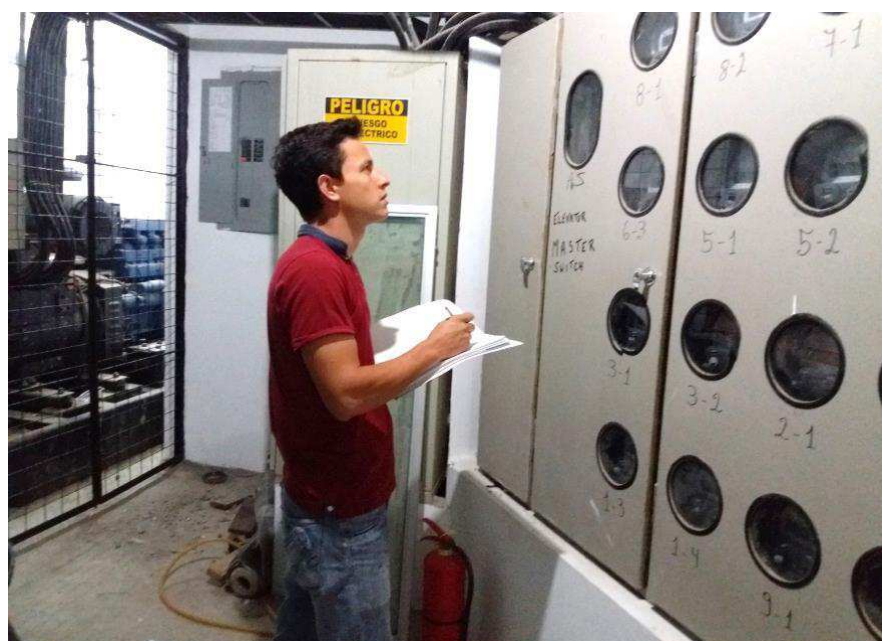
ANEXO N° 5 Realizando la encuesta a uno de los inquilinos



ANEXO N° 6 Tomando lectura del consumo eléctrico



ANEXO N° 7 Medición del consumo eléctrico de cada departamento



ANEXO N° 8 Inspección de las características del grupo electrógeno



ANEXO N° 9 Inspección del sistema de transferencia manual



ANEXO N° 10 Maniobra del sistema de transferencia manual

