



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TÍTULO:

“DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR ELÉCTRICO Y MONTAJE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ”.

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

Autor:

Herrera Alvarado José Ignacio.

Director:

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

La Maná – Ecuador.

Octubre, 2013.

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“Dimensionamiento de la Capacidad del Generador Eléctrico y Montaje en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Herrera Alvarado José Ignacio.

C.I. 120549354-5

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“Dimensionamiento de la Capacidad del Generador Eléctrico y Montaje en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná”**, de Herrera Alvarado José Ignacio, egresado de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, octubre 2013.

El Director.

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Coordinador Académico y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, tengo a bien certificar que el Trabajo del proyecto Macro **“Implementación de un Generador Trifásico con transferencia Automática para los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná”**, con el subtema: **“Dimensionamiento de la Capacidad del Generador Eléctrico y Montaje en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná”**, de Herrera Alvarado José Ignacio, con C.I. 120549354-5, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicha implementación cumple con los requerimientos técnicos de instalación y operación. Indicando al Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi su correcto funcionamiento a los diecinueve días del mes de junio del año dos mil trece.

Lcdo. Mg.Sc. Ringo López Bustamante
COORDINADOR ACADÉMICO Y ADMINISTRATIVO
Universidad Técnica de Cotopaxi – La Maná

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante:

- **HERRERA ALVARADO JOSÉ IGNACIO.**

Con la tesis, cuyo título es: “**DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR ELÉCTRICO Y MONTAJE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ**”.

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 02 de octubre del 2013

Para constancia firman:

Ing. Fernando Jácome.

PRESIDENTE

Ing. Rodrigo Sarabia.

MIEMBRO

Ing. Amable Bravo.

OPOSITOR

Ing. Adrián Villacrés.

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Herrera Alvarado José Ignacio, cuyo título versa “**DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR ELÉCTRICO Y MONTAJE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ**”; lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, junio 17, 2013

Atentamente

Lic. Sebastián Fernando Ramón Amores.

DOCENTE

C.I. 050301668-5

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos y admiración para mis catedráticos, quienes con nobleza y entusiasmo depositaron en mí sus vastos conocimientos y a la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná por las enseñanzas en ella recibidas.

Gracias a mi familia, en especial a mis padres por toda la confianza y sacrificio que depositaron en mí en todo el tiempo de estudio.

José Herrera.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dirigido con enorme gratitud a mis padres por el afán, amor y sacrificio, que hicieron posible la culminación de esta etapa estudiantil, que me ha capacitado para ser un profesional y así asegurarme un futuro próspero y éxitos profesionales.

José Herrera.

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Autoría	ii
Aval del director de tesis	iii
Certificado de Implementación	iv
Aprobación del Tribunal de Grado	v
Certificación del Abstract	vi
Agradecimiento	vii
Dedicatoria	viii
Índice general	ix
Índice de contenido	x
Índice de tablas	xiv
Índice de cuadros	xiv
Índice de gráficos	xv
Índice de anexos	xvi
Resumen	xvii
Abstract	xviii
Introducción	xix

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Fundamentación Teórica	1
1.1	Antecedentes Investigativos	1
1.1.1	Proyecto 1	1
1.1.2	Proyecto 2	3
1.2	Categorías Fundamentales	4
1.3	Marco Teórico	4
1.3.1	Fijación de los Grupos Electrógenos	4
1.3.1.1	Montaje y Fundición	5
1.3.1.2	Bloque Fijo de Hormigón	5
1.3.1.3	Procedimiento de Instalación de un Bloque de Hormigón	6
1.3.2	Sala de Grupo Electrógeno	8
1.3.2.1	Disposición Típica.	8
1.3.2.2	Sistema de Ventilación	9
1.3.2.2.1	Consumo de Aire Tomado desde Afuera de la Sala de Grupo	10
1.3.2.2.2	Ventilación Forzada	11
1.3.2.2.3	Cálculo de la Ventilación Requerida	12
1.3.3	Sistema de Escape	14
1.3.3.1	Condiciones Generales	14
1.3.3.2	Contrapresión en el Conducto de Escape	15
1.3.3.3	Silenciador	16
1.3.3.3.1	Tipo Absorbente	16
1.3.3.3.2	Silenciadores de Expansión (Reactivos)	16
1.3.3.3.3	Ubicación del Silenciador	17
1.3.3.4	Múltiples Salidas de Escape	17
1.3.3.5	Instalación del Sistema de Escape	18
1.3.4	Sistema de Enfriamiento	19
1.3.4.1	La Temperatura del Aire	19
1.3.4.2	Componentes Adicionales en el Sistema de Refrigeración	20
1.3.4.3	Sistema de Refrigeración del Agua	21
1.3.4.3.1	Refrigerante	21
		x

1.3.4.4	Circuito del Motor del Radiador	22
1.3.4.5	Tanque de Expansión	23
1.3.5	Sistema de Combustible	24
1.3.5.1	Tanque de Combustible Separado	25
1.3.5.2	Líneas de Combustible	26
1.3.5.3	Combustibles Gaseosos	26
1.3.5.4	Consumo de Combustible	27
1.3.6	Estudio de Cargas Eléctricas	28
1.3.6.1	Dimensionamiento de un Grupo Electrónico	28
1.3.6.2	Cargas con Factor de Potencia Cercano a la Unidad	29
1.3.6.3	Cargas Motrices	30
1.3.6.4	Potencia Total del Generador	31
2	Análisis e interpretación de resultados	33
2.1	Breve Caracterización de la empresa	33
2.1.1	Historia	33
2.1.2	Misión	37
2.1.3	Visión	37
2.2	Operacionalización de las Variables	38
2.3	Análisis e Interpretación de Resultados	39
2.3.1	Metodología de la Investigación	39
2.3.1.1	Tipos de Investigación	39
2.3.1.2	Metodología	40
2.3.1.3	Unidad de Estudio (Población y Muestra)	40
2.3.1.3.1	Población Universo	40
2.3.1.3.2	Tamaño de la muestra	41
2.3.1.3.3	Criterios de Selección de la Muestra	42
2.3.2	Métodos y Técnicas a ser Empleadas	43
2.3.2.1	Métodos	43
2.3.2.2	Técnicas	44
2.3.3	Resultados de las Encuestas	45

2.3.3.1	Resultados de la Encuesta Realizada	45
2.3.4	Análisis e Interpretación de los Resultados	55
2.4	Verificación de la Hipótesis	57
2.5	Diseño de la Propuesta	60
2.5.1	Datos Informativos	60
2.5.2	Justificación	60
2.5.3	Objetivos	60
2.5.3.1	Objetivo General	60
2.5.3.2	Objetivos Específicos	60
2.5.4	Descripción de la Aplicación	60
3	Validación de la Aplicación	62
3.1	Estudio de Carga y Dimensionamiento del Generador	62
3.1.1	Estudio de Carga de la UTC-La Maná	62
3.1.1.1	Estudios de Carga y Demanda	63
3.1.2	Cálculo del Generador	64
3.1.2.1	Datos Técnicos del Generador a ser instalado	64
3.1.2.1.1	Datos Técnicos del Motor a diesel	65
3.1.2.1.2	Datos Técnicos del Alternador	65
3.2	Dimensionamiento de los Equipos de Fuerza	66
3.2.1	Dimensionamiento del Disyuntor Principal	66
3.2.2	Dimensionamiento del Cableado de Fuerza	68
3.2.2.1	Datos Técnicos del Conductor	68
3.2.3	Dimensionamiento de la Transferencia	69
3.2.3.1	Datos Técnicos del Switch de Transferencia Automática	70
3.2.3.2	Datos Técnicos de Funcionamiento del Switch	70
3.2.3.3	Características Técnicas del Switch	71
3.3	Dimensionamiento de los Equipos de Control	72
3.3.1	Selección del Módulo de Control para el Grupo Electrónico	72
3.3.1.1	Datos Técnicos del ComAp IL-AMF 25	73
3.3.1.1.1	Suministro Eléctrico	73

3.3.1.1.2	Condiciones de Trabajo	73
3.3.1.1.3	Modificación de Baja Temperatura	74
3.3.1.1.4	Dimensiones y Peso	74
3.3.1.1.5	Red eléctrica y Generador	75
3.3.1.1.6	Entradas y Salidas Binarias	75
3.3.1.1.7	Entradas Analógicas	76
3.3.1.1.8	Entrada de Captación de Velocidad	76
3.3.2	Dimensionamiento del Cableado de Control	77
3.4	Montaje, Instalación y Operación	77
3.4.1	Montaje del Tablero de Control	77
3.4.2	Instalación Física del ComAp	78
3.4.3	Montaje del Generador	80
3.4.4	Acondicionamiento de la Sala del Generador	80
3.4.5	Apantallamiento y Conexión a Tierra	81
3.4.6	Cableado del Generador	82
3.4.7	Acoplamiento del Sistema	84
3.4.7.1	Conexión del ComAp IL-AMF 25	84
3.4.7.2	Medición de Corriente del ComAp IL-AMF 25	85
3.4.7.3	Medición de Tensión del ComAp IL-AMF 25	86
3.4.7.4	Conexión de Entradas y Salidas del ComAp IL-AMF 25	87
3.4.8	Ajuste del ComAp IL-AMF 25	88
3.4.8.1	Ajustes Básicos	88
3.4.8.2	Parámetros del Motor	89
3.4.8.3	Protección del Motor	89
3.4.8.4	Protección del Generador	90
3.4.8.5	Fallo Red Automático (AMF)	90
3.4.8.6	Fecha / Hora	91
3.4.8.7	Especificaciones de Sensores	91
3.4.9	Operación del Sistema de Generación	92
3.4.9.1	Operación en Automático	92
3.4.9.2	Operación en Manual	94
4	Conclusiones y Recomendaciones	96

4.1	Conclusiones	96
4.2	Recomendaciones	98
4.3	Referencias Bibliográficas	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	Densidad del Aire a Varias Temperaturas	13
Tabla No. 2	Factor K para Calcular Diámetro de Escape	18
Tabla No. 3	Factor de Corrección Según el Factor de Potencia	30
Tabla No. 4	Factor de Corrección Según el Aumento de Temperatura	32
Tabla No. 5	Factor de Corrección Según la Altura de Emplazamiento	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Operacionalización de Variables	38
Cuadro No. 2	Población 1	41
Cuadro No. 3	Aleatorio Estratificado Proporcional	42
Cuadro No. 4	Eficiencia de Energía Eléctrica	45
Cuadro No. 5	Instalaciones Eléctricas son Seguras	46
Cuadro No. 6	Implementación de Generador Eléctrico	47
Cuadro No. 7	Generador Eléctrico para que Continúen las Clases	48
Cuadro No. 8	Ha perdido Clase por Falta de Energía Eléctrica	49
Cuadro No. 9	Cómo Considera la Iluminación en la UTC	50
Cuadro No. 10	Distribución de Tomacorrientes en Aulas	51
Cuadro No. 11	Instalaciones Eléctricas Riesgos para la Seguridad	52
Cuadro No. 12	Protección Instalaciones Eléctricas	53
Cuadro No. 13	Ruido del Generador Afectaría el Aprendizaje	54
Cuadro No. 14	Planilla para la Determinación de Demandas Unitarias	63
Cuadro No. 15	Conexión de Entradas Binarias del ComAp	87
Cuadro No. 16	Conexión de Salidas Binarias del ComAp	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Bloque Fijo de Hormigón	6
Gráfico No. 2	Instalación del Bloque Fijo de Hormigón	7
Gráfico No. 3	Disposición de Elementos Accesorios	9
Gráfico No. 4	Recirculación Mínima	10
Gráfico No. 5	Instalación del Sistema de Escape	14
Gráfico No. 6	Manómetro para Medir la Contrapresión	15
Gráfico No. 7	Instalación del Sistema de Escape	19
Gráfico No. 8	Circuito del Motor y del Radiador	23
Gráfico No. 9	Eficiencia de Energía Eléctrica	45
Gráfico No. 10	Instalaciones Eléctricas son Seguras	46
Gráfico No. 11	Implementación de Generador Eléctrico	47
Gráfico No. 12	Generador Eléctrico para que Continúen las Clases	48
Gráfico No. 13	Ha perdido Clase por Falta de Energía Eléctrica	49
Gráfico No. 14	Cómo Considera la Iluminación en la UTC	50
Gráfico No. 15	Distribución de Tomacorrientes en Aulas	51
Gráfico No. 16	Instalaciones Eléctricas Riesgos para la Seguridad	52
Gráfico No. 17	Protección Instalaciones Eléctricas	53
Gráfico No. 18	Ruido del Generador Afectaría el Aprendizaje	54
Gráfico No. 19	Grupo Electrónico Adquirido	64
Gráfico No. 20	Disyuntor Adquirido	66
Gráfico No. 21	Conductor Adquirido	68
Gráfico No. 22	Transferencia Adquirida	70
Gráfico No. 23	ComAp IL-AMF 25	73
Gráfico No. 24	Tablero de Control	78
Gráfico No. 25	Instalación del ComAp	78
Gráfico No. 26	Dimensiones del ComAp	79
Gráfico No. 27	Montaje del Generador	80
Gráfico No. 28	Acondicionamiento de la Sala del Generador	81
Gráfico No. 29	Puesta a Tierra	82
Gráfico No. 30	Cableado de Control y Fuerza	83

Gráfico No. 31	Terminales del ComAp	84
Gráfico No. 32	Alimentación del ComAp	85
Gráfico No. 33	Medición de Corriente	86
Gráfico No. 34	Medición de Tensión	86
Gráfico No. 35	Conexiones del ComAp	88
Gráfico No. 36	Operación en Modo Auto	93
Gráfico No. 37	Operación en Modo Manual	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Encuesta Aplicada
Anexo No. 2	Llegada del Generador
Anexo No. 3	Ubicación del Generador
Anexo No. 4	Instalación del Tablero de Control
Anexo No. 5	Adecuación de la Sala del Generador
Anexo No. 6	Cableado de Fuerza
Anexo No. 7	Instalación del ComAp
Anexo No. 8	Instalación del Switch de Transferencia
Anexo No. 9	Cableado del Tablero de Control
Anexo No. 10	Fusibles de Protección del ComAp
Anexo No. 11	Transformadores de Corriente
Anexo No. 12	Terminales del ComAp
Anexo No. 13	Sala del Grupo Electrónico
Anexo No. 14	Pantalla de Operación Auto
Anexo No. 15	Pantalla de Variables del Generador
Anexo No. 16	Pantalla de Variables de la Red Normal
Anexo No. 17	Pantalla de Variables del Motor
Anexo No. 18	Pantalla de Entradas Binarias
Anexo No. 19	Pantalla de Salidas Binarias
Anexo No. 20	Pantalla de Históricos

RESUMEN

El presente proyecto fue desarrollado enmarcado en el área de energía de respaldo, que dio solución al desabastecimiento de energía eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, que ocurría cuando se daban los cortes de energía eléctrica en la ciudad, el objetivo principal de este proyecto era estudiar la carga instalada para dimensionar la capacidad del generador eléctrico, y se instaló con el propósito de abastecer la demanda de energía en la institución.

Se determinó la demanda y su relación con la potencia necesaria del generador, luego se diagnosticó la situación de las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, para determinar sus requerimientos energéticos basados en la demanda total, se propuso las características de los sistemas de protección eléctricos que se deben instalar, para el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones y alargar su tiempo de vida útil.

Los sistemas de generación son de mucha importancia por lo que se investigó las últimas innovaciones científicas para la automatización de grupos electrógenos para que el sistema pueda funcionar completamente automático con una interfaz hombre-máquina acorde a los requerimientos, se dio uso de los últimos recursos tecnológicos para evitar errores humanos en la operación del sistema.

La automatización del sistema de generación eléctrica con el módulo de control ComAp, funcionó correctamente, logrando los objetivos y metas planteadas, para la implementación del sistema. Se logró eliminar las pérdidas de las actividades académicas y administrativas por falta de energía eléctrica, aprovechándose al máximo el tiempo para que los estudiantes tengan una mejor preparación académica.

ABSTRACT

The present project was developed in the area framed backup power, giving solution to power shortages of Technical University of Cotopaxi La Maná, which occurred when the power outages took place in the city, the main objective of this project was to study the installed load to size the capacity of the electric generator, and the generator was installed with the purpose of supplying the demand for energy in the University.

Demand was determined and its relationship with the power generator, then diagnosed the situation of electrical installations of the Cotopaxi Technical University of La Maná, to find out their energy requirements, based on the total demand it was proposed systems characteristics of electrical protection that should be installed to the proper functioning of the equipment and facilities and extend their lifespan.

Generation systems are very important so it was investigated the latest scientific innovations for automation of generators for the fully automatic system to work with a man machine interface according to the requirements, it was used the latest technology to avoid human error in system operation.

Automation of the electrical generation system with the control module ComAp, worked properly, achieving the objectives and goals for the system implementation. It was achieved to eliminate the losses of academic and administrative activities for lack of electricity, profiting to the maximum the time for students to have a better academic preparation.

INTRODUCCIÓN

La electricidad, como todos podemos corroborar, ha sido, es y seguirá siendo un recurso importante para nuestra vida cotidiana. En la mayoría de nuestras actividades está presente, en hogares, en las calles, en los edificios, en los trabajos.

Para las instituciones de educación superior, es indispensable el suministro permanente de energía eléctrica, sin ésta la Universidad tendría grandes pérdidas debido al paro de las actividades académicas.

Este trabajo está dividido en tres capítulos que describen a continuación:

En el Capítulo I comprende toda la información teórica, se toma como referencia dos proyectos similares como punto de partida y antecedentes investigativos, se toman en cuenta seis categorías fundamentales para el desarrollo del proyecto desde el estudio de las principales partes de un grupo electrógeno hasta su dimensionamiento y se los explica cada uno de ellos en el marco teórico.

En el Capítulo II se expone una breve caracterización de la institución donde se realiza la aplicación, además se desarrolla un análisis e interpretación de resultados y se describen los métodos empleados, se proceden con los cálculos para seleccionar la muestra y se tabulan los resultados para obtener las conclusiones si es factible la implementación del proyecto.

En el Capítulo III se desarrolla la aplicación, se realiza el estudio de cargas, el dimensionamiento del grupo electrógeno y sus protecciones, el cálculo de los equipos de control y fuerza, se describen todas sus características técnicas de los equipos. Luego se documenta todo el proceso de montaje, instalación y configuración del sistema, además se realizan todas las pruebas pertinentes que aseguren el buen funcionamiento del sistema eléctrico y de control.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes Investigativos

Una vez realizadas las investigaciones en torno al tema, se presenta a continuación la información de dos proyectos similares.

1.1.1 Proyecto 1

Estudio de factibilidad para la instalación de un generador de energía eléctrica en el Laboratorio de Industrias Agropecuarias en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, Extensión Chone.

Resumen

El estudio de la presente tesis determina la factibilidad para instalar un generador de energía eléctrica en el Laboratorio de Industrias Agropecuarias en la Facultad de Ciencias Zootécnicas, desde los puntos de vista de demanda, técnico, financiero administrativo, legal y de rentabilidad económica.

Esta tesis comprende el estudio de la demanda del servicio (generador de energía eléctrica), se analiza desde la definición del servicio, pasando por el análisis de la demanda. Al culminar esta etapa, se deberá tener una clara visión de las condiciones actuales de la demanda de energía del Laboratorio de Industrias Agropecuarias, que permita decidir si es conveniente la instalación del generador de energía eléctrica desde el punto de vista de su demanda potencial.

Otra parte del estudio comprende el análisis técnico del proyecto, que implica la determinación de la localización óptima, el diseño de las condiciones óptimas, lo cual incluye la determinación del voltaje de cada máquina utilizada en el laboratorio tomando en cuenta los aspectos organizativos y legales concernientes a su instalación.

También se incluye un análisis financiero de todas las condiciones de operación, esto incluye determinar la inversión inicial, los costos totales de operación, el capital de trabajo, plantear diferentes esquemas de financiamiento para aceptar uno de ellos y de la tasa de ganancia que se obtendría instalando el generador de energía eléctrica.

En la evaluación financiera, económica y social de la inversión se determina la rentabilidad económica de toda la inversión bajo criterios claramente definidos, tales como VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa interna de Retorno). Esta parte también incluye un análisis de riesgo de la inversión. Terminando con el análisis del impacto ambiental del generador de energía eléctrica. (BRAVO Deyci *et al*, 2010, p.15)

1.1.2 Proyecto 2

Automatización de una unidad móvil de generación eléctrica con un panel de control EGCP-2 para grupos electrógenos, en la empresa RS ROTH S.A.

Resumen

El presente proyecto comprende la automatización de una unidad móvil de generación eléctrica con un panel de control EGCP-2 para grupos electrógenos en la empresa RS ROTH S.A.

Este trabajo está dividido en cinco capítulos que describen secuencialmente las etapas seguidas a lo largo del proyecto.

El Capítulo I comprende la descripción general de los distintos puntos donde RS ROTH presta servicio de generación eléctrica a lo largo de la región amazónica de nuestro país, así también, se describen las cargas que el sistema abastecerá al momento de realizar la transferencia de carga, los criterios para la elección de grupos electrógenos, las condiciones que deben cumplir para el trabajo en sistemas sincronizados en paralelo.

En el Capítulo II se expone las características que posee el grupo generador disponible, explica detalladamente el funcionamiento del sistema de transferencia automática y sincronismo de energía, en el cual se incluye la descripción del controlador de carga y gestión del motor EGCP-2 con sus respectivas configuraciones y circuitos auxiliares aplicados. Parte de este capítulo está dedicado al control de carga aplicado en los equipos para realizar la transferencia de carga. En esta sección se ha incluido el dimensionamiento de los equipos de fuerza como: conductoras y los switch de potencia.

El Capítulo III describe el montaje e instalación de los equipos de fuerza y control en el tablero de transferencia, las consideraciones de puesta a tierra de los dispositivos, los elementos de protección con los que cuenta el sistema de transferencia están de conformidad con los estándares ANSI y concluye con la

mención de las pruebas, ajustes, consideraciones previas para el buen desempeño del sistema garantizando la operación y seguridad del equipo cuando se lo requiera.

El Capítulo IV señala las funciones del sistema e indica los pasos a seguir para una operación adecuada y segura del sistema implementado para controlar el grupo generador, además sugiere las tareas de mantenimiento para la unidad de generación móvil.

El Capítulo V se dedica a la exposición de las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en este proyecto, en las cuales se rescatan varios criterios que pudieron ser obstáculos o a su vez, ventajas para su desarrollo. (GALLARDO Félix Daniel, 2010, p. 16).

1.2 Categorías Fundamentales.

1.2.1 Fijación de los Grupos Electrógenos.

1.2.2 Sala de Grupo Electrónico.

1.2.3 Sistema de Escape.

1.2.4 Sistema de Enfriamiento.

1.2.5 Sistema de Combustible.

1.2.6 Estudio de Cargas Eléctricas.

1.3 Marco Teórico.

1.3.1 Fijación de los Grupos Electrógenos.

Para el montaje del grupo electrógeno es necesario tener en cuenta que el tipo de fijación y fundición debe ser lo bastante firme para soportar el peso del equipo y esfuerzos producidos por el mismo.

1.3.1.1 Montaje y Fundición.

La forma más simple de montar el grupo electrógeno es fijándolo rígidamente a la fundición o soportes. Es muy importante tener un perfecto nivelado sobre el bastidor o cimiento. El montaje rígido debe tener las características que provean el funcionamiento normal del equipo y que el sistema grupo electrógeno-cimiento no entre en resonancia. La fundición sobre la cual debe ser instalado el equipo es de gran importancia porque debe:

- a) Soportar el peso estático del equipo y resistir cualquier tipo de esfuerzo o vibraciones.
- b) Ser firme y estable para evitar las distorsiones que pueden afectar la alineación del equipo.
- c) Absorber las vibraciones producidas por las partes móviles.

El terreno del lugar de instalación debe poder soportar el peso del equipo completo más el de la fundición de hormigón sobre el cual sea montado el grupo. (FERNÁNDEZ José, 2011, p. 123).

1.3.1.2 Bloque Fijo de Hormigón.

El bloque fijo de hormigón es un método probado y preferido en algunas circunstancias. En este caso la base del grupo electrógeno es fuertemente apretada por los bulones al bloque de hormigón. Las dimensiones recomendables del bloque de hormigón están presentadas en el gráfico 1. (FERNÁNDEZ Carlos, 2010, p.46)

La altura del bloque puede ser calculada con la formula siguiente:

$$D = \frac{W}{d \cdot B \cdot L}$$

Donde:

D = Altura del bloque de hormigón, [m]

W = Peso total del Grupo Electrónico, [Kg]

d = Densidad de hormigón, [kg/m³]

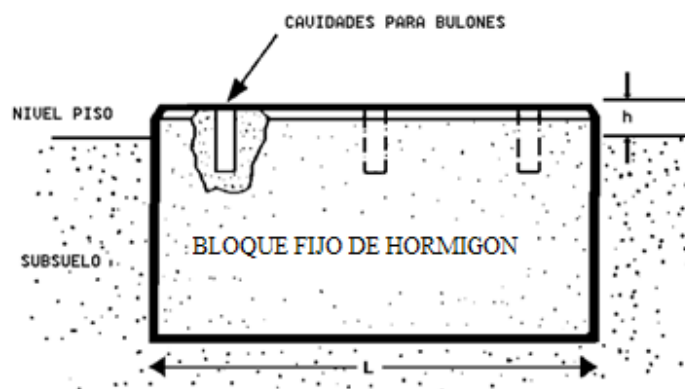
Nota:

La superficie superior del bloque está usualmente sobre el nivel de tierra ($h = 100$ a 230 mm).

B = Ancho del bloque de hormigón, [m]

L = Longitud del bloque de hormigón, [m].

GRÁFICO N° 1 BLOQUE FIJO DE HORMIGÓN.



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrónicos, pág. 4.

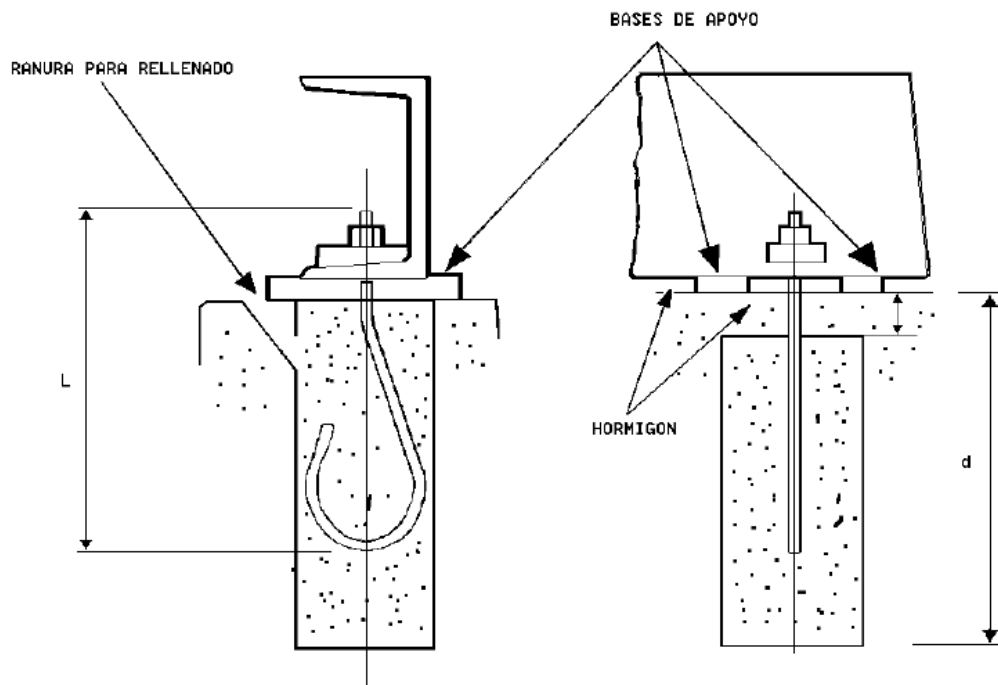
1.3.1.3 Procedimiento de Instalación de un Bloque de Hormigón.

En un bloque hay que hacer unas cavidades para los bulones de fijación (por ejemplo los bulones tipo gancho. Para hacer dichas cavidades hay que poner en el hormigón los tacos de madera. Las dimensiones de los tacos deben corresponderse a la de los bulones de fijación que serán usados. Cuando el hormigón sea razonablemente duro se puede remover los tacos. La superficie superior del bloque debe ser nivelada y lisa. Después de remover los tacos y antes de montar el equipo, se debe dejar los bloques secarse de 5 a 7 días. La profundidad “d” debe

ser un poco más de la longitud del bulón “L” para tener posibilidad de mover el bulón en la cavidad. (SÁNCHEZ Franco, 2012, p. 59).

El izaje o traslado del grupo electrógeno, deberá ser realizado por 2 o más personas juntamente con el equipo apropiado para dicha tarea. Después de ubicar el equipo y nivelarlo, se ponen los bloques de hormigón en las ranuras para llenado. Dejar los bloques secarse de 2 a 3 días. En esta etapa controlar la alineación de la unión para asegurarse que la base de fundición no sea deformada. El diseño de la base de fundición del grupo electrógeno debe tener en cuenta la posición de los cables eléctricos de potencia del equipo. (SÁNCHEZ Franco, 2008, p. 93).

GRÁFICO N° 2 INSTALACIÓN DEL BLOQUE FIJO DE HORMIGÓN.



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrógenos, pág. 5.

1.3.2 Sala de Grupo Electrónico.

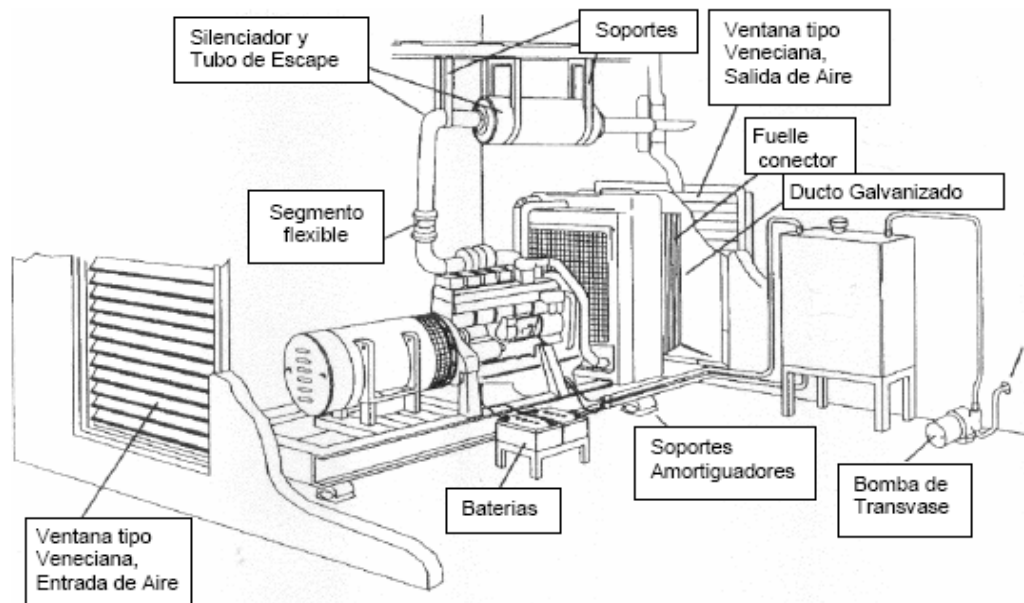
1.3.2.1 Disposición Típica.

Es importante que el aire caliente del radiador sea conducido fuera de la sala del grupo y que no se le permita recircular, para mantener la temperatura del ambiente tan baja como sea posible para el rendimiento requerido del motor. El tubo de escape del silenciador debe ser sostenido desde el techo, y los soportes deberían permitir la expansión de la tubería. Un tramo de tubo flexible o fuelle debería ser colocado entre la salida de escape del motor y el tramo del tubo rígido, especialmente si el grupo electrónico está montado sobre soportes anti-vibración. El sistema de tubo de escape debe ser tan corto como sea posible, y mantenerse al mínimo el número de curvas, para no exceder las recomendaciones de contrapresión apropiadas del motor. Donde las condiciones causen que la contrapresión exceda a la recomendada el diámetro del tubo de escape debería ser aumentado para equipararla. (SÁNCHEZ Luis, 2008, p. 122).

Los mismos comentarios se aplican para la conducción de salida del aire caliente y de cualquier otra conexión de motor/alternador, debe ser del tipo flexible, por ejemplo, tubo de combustible y conexiones eléctricas. El tanque diario de combustible (si está instalado) es alimentado con combustible desde un tanque al granel alojado a distancia desde la sala de máquinas. (LABOURET Anne, 2008, p.166).

El retorno de combustible desde el motor debe de ser entubado de vuelta al tanque de granel y no al tanque diario para evitar el sobrecalentamiento de combustible. Las baterías de arranque se deben mantener completamente cargadas durante periodos de descanso mediante un cargador estático. El cargador estático debe ser incorporado en el panel de control. La disposición del grupo electrónico y sus elementos accesorios en la sala se muestran en el gráfico 3.

GRÁFICO N° 3 DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS ACCESORIOS.

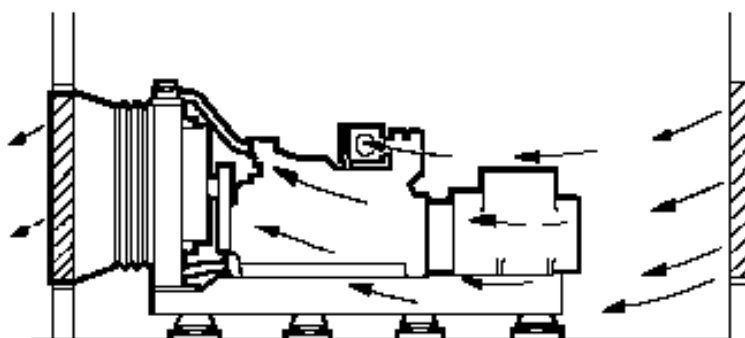


Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electr6genos, pág. 6.

1.3.2.2 Sistema de Ventilaci6n

Cuando un equipo montado integralmente con un radiador es instalado en una sala de m1quinas, el principio b1sico es extraer aire caliente de la sala e incluir aire a temperatura ambiente dentro del cuarto del motor con recirculaci6n m1nima. El objetivo es introducir aire frio al punto m1s bajo posible, presionarlo a trav9s del panel del radiador y luego expulsarlo fuera del edificio. Es eficiente colocar el grupo en forma que el radiador est9 continuo a la abertura de la pared. En la operaci6n, algo de aire caliente recircular1 por v1a del vac1o entre el radiador y la pared. Esto conducir1 a un eficiente enfriamiento y puede resultar en problemas de sobrecalentamiento. La abertura de salida en la pared deber1a tener 1reas de corriente libre de m1s o menos 25% mayor que el 1rea frontal del panel del radiador, y que sea de la misma forma rectangular. (FERN1NDEZ Jos9, 2008, p. 221).

GRÁFICO N° 4 RECIRCULACIÓN MÍNIMA.



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrógenos, pág. 6.

Un conducto de lámina de metal o plástico deberá estar fijo al marco de la abertura usando una conexión flexible o fuelle unida al contorno del radiador. La sección flexible es particularmente necesaria cuando el grupo está montado sobre un bloque de hormigón flotante o soporte anti-vibración. La abertura de la entrada de aire debería tener también un área de corriente libre al menos 25% más grande que el panel del radiador. (WATSON John, 2001, p. 209).

Cuando se diseñen las aberturas de entrada y salida, debe recordarse que el ventilador del radiador tiene una resistencia externa total admisible limitada, ésta no debe ser excedida o la corriente de aire frío será reducida. Las aberturas de entrada y salida son usualmente completadas con una rejilla persiana, paneles de atenuación de ruidos, que promoverá resistencia a la corriente de aire y tal vez sea necesario incrementar más el área de abertura.

1.3.2.2.1 Consumo de Aire Tomado desde Afuera de la Sala de Grupo.

El consumo de aire debe estar localizado de tal forma que el aire esté tan limpio como sea posible y que ningún humo de motor ni aire caliente de los radiadores puedan mezclarse con el consumo de aire. Debe tenerse en cuenta de no permitir la entrada al agua, nieve e impurezas. La máxima caída de presión permitida es de 300 mm de la columna de agua. Este valor incluye la caída de presión

considerando un filtro de aire nuevo más la propia del conducto. (CARRETERO Antonio, 2012, p.187).

El conducto de aire debe tener un interior liso, llano y no debe tener curvas cerradas. Si es usada una manga, ésta debe ser reforzada para evitar el colapso. La medida de la caída de presión se realiza normalmente con un vacuómetro. La caída de presión total en el sistema de consumo con filtro de aire sucio no debe exceder los 500 mm de la columna de agua. Si la caída de presión es excesiva el consumo de combustible y la cantidad de humo se incrementarán. También hay un riesgo en que la cantidad del aire al motor se vuelva insuficiente con posteriores deterioros en el motor. (AUTONELL Jordi, 2011, p.256).

Cuando el consumo de aire al motor es tomado desde el exterior del cuarto del motor, es importante controlar que la temperatura en el cuarto del motor no exceda los 60 °C. Si la temperatura excede este valor hay un riesgo de disturbios funcionales en los componentes eléctricos del motor (alternador, regulador de carga, solenoide de detención) Por lo tanto, tal vez sea necesario forzar la ventilación del cuarto del motor con un ventilador adicional si hay riesgo de que la temperatura exceda los 60 °C. El diseño del sistema de ventilación de la sala de máquinas debe tener en cuenta el consumo de aire por otras máquinas instaladas en la misma.

1.3.2.2 Ventilación Forzada.

Cuando es colocado un radiador distante, la ventilación del cuarto del motor debe ser considerada. Primero, el sistema de escape en la sala de grupo debe estar eficientemente revestido para que el calor irradiado sea mínimo. El múltiple de escape y el turbo cargador no deben ser revestidos, sólo deben serlo el tubo de escape y el silenciador. Para un mejor sistema de ventilación forzada es común usar dos ventiladores con motor eléctrico. Un ventilador presionando el aire dentro del cuarto y siendo montado en la pared enfrente alternador. El otro ventilador es un ventilador extractor, que saca el aire caliente del cuarto del motor.

Este ventilador debería ser montado en la pared al lado y encima del motor. (REY Francisco, 2006, p.187).

En el lado de entrada de aire, la conducción es necesaria si el aire enfriado no está llegando al alternador-motor. El conducto debe dirigir el aire al alternador y a lo largo del motor hacia el ventilador de extracción. Si un conducto no es adecuado cuando el ventilador de entrada está al nivel más alto, el aire enfriado entrante, sobrepasará al grupo electrógeno y será extraído por el ventilador extractor sin enfriar al grupo. Si una gran abertura de consumo de aire puede ser acomodada, y correctamente ubicada, entonces el ventilador de entrada de aire puede ser eliminado. (TORRES José, 2007, p.37).

Si es usado un ventilador extractor de gran potencia, puede ocurrir que el aire de combustión sea retirado del cuarto del motor debido a la depresión. La depresión en el cuarto del motor puede ser detectada con una manguera de plástico llena de agua y en forma de U. Uno de los extremos debe ser conectado al cuarto del motor y otro a presión atmosférica (exterior al cuarto). Mida la diferencia de presión que corresponde a la diferencia de nivel del agua en milímetros de la columna de agua, con el motor funcionando por, al menos, 5 minutos. La depresión no debería exceder 10 mm WC (0.8 mm Hg o 1 milibar). Para motores con radiador remoto sin ventilador y la depresión de 20 mm WC es aceptable.

1.3.2.2.3 Cálculo de la Ventilación Requerida.

Cuando se calcule la ventilación de la sala del grupo, deben observarse los siguientes parámetros importantes:

- La temperatura máxima del aire de entrada al motor es de 40 °C
- La temperatura máxima del aire en la sala del grupo, teniendo en cuenta que el aire de combustión es tomado desde afuera del cuarto del motor, es de 60 °C

- El tubo de escape completo y el silenciador en la sala deberían preferentemente estar revestidos.
- El escape múltiple y el turbo cargador no deben estar revestidos.
- Máximo flujo de aire según temperatura para el sistema de enfriamiento del radiador. (TORRES José, 2009, p.121).

La gran cantidad de aire movido por el ventilador de enfriamiento montado en el motor usualmente es suficiente para ventilar la sala del grupo. Cuando un radiador es montado a distancia con intercambiador de calor es instalado, la ventilación del cuarto del motor debe ser considerada. La cantidad de aire requerida para lograr un salto de temperatura determinado en el cuarto del motor, puede ser calculada como sigue:

$$\text{Flujo de aire requerido} = \frac{\text{Calor total irradiado al aire}}{\text{Densidad de aire} \times T(\text{Aumento}) \times \text{Constante}} + \text{Aire requerido para combustión}$$

Donde:

- Calor Total irradiado al aire = Calor irradiado desde el motor + alternador y otro equipamiento de generador de calor en el cuarto del motor (KW).
- T (aumento) = Máximo aumento de temperatura del aire en el cuarto del motor encima de la temperatura ambiente en °C.
- Constante = 0.0167
- Aire requerido para combustión = Consumo del aire del motor en m³/min.
- Densidad de aire = Densidad de aire a varias temperaturas como por la tabla que sigue, en kg/m³:

TABLA N° 1
DENSIDAD DEL AIRE A VARIAS TEMPERATURAS.

°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Kg/m ³	1.30	1.27	1.25	1.22	1.20	1.19	1.17	1.16	1.14	1.12	1.09	1.08

Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrónicos, pág. 10.

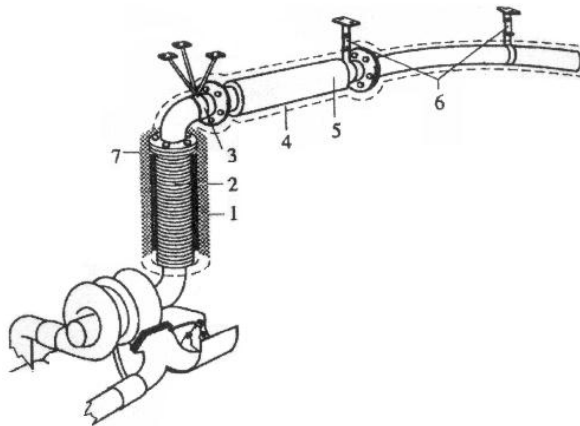
1.3.3 Sistema de Escape.

1.3.3.1 Condiciones Generales

Los objetivos principales son:

1. Asegurarse de que la contrapresión del sistema completo esté por debajo del límite máximo establecido por el fabricante del motor.
2. Alejar el peso del múltiple del motor y del turbo que soporta el sistema.
3. Permitir la expansión y la contracción térmica
4. Proveer flexibilidad si el equipo está sobre monturas anti-vibración.
5. Reducir el ruido de escape. Una instalación típica se muestra en el gráfico.

GRÁFICO N° 5
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ESCAPE.



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrógenos, pág. 11.

Donde:

1. Malla metálica
2. Manguera flexible
3. Instalación de tres puntos
4. Aislamiento (lana mineral)
5. Silenciador
6. Enlace flexible
7. Textura de fibra de vidrio

1.3.3.2 Contrapresión en el Conducto de Escape.

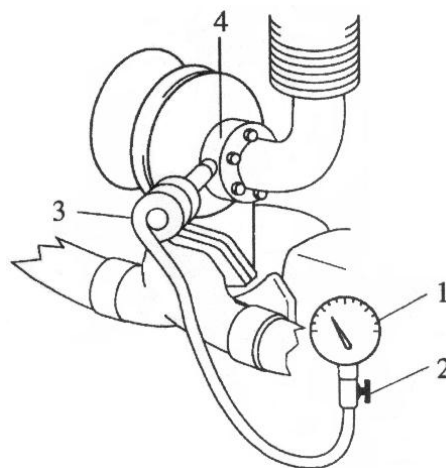
El sistema de escape producirá una cierta resistencia a los gases de escape. La resistencia o contrapresión debe ser mantenida dentro de límites específicos.

Una presión excesiva llevará a:

- a) Pérdida de producción de energía.
- b) Escasa economía de combustible
- c) Alta temperatura de escape

Estas condiciones producen sobrecalentamiento y humo excesivo desde la instalación, y reduce la vida de las válvulas y del turbo cargador. Las figuras con el máximo permitido de contrapresión para los motores pueden encontrarse en los manuales de ventas o consultar con fábrica. Un manómetro se usa para medir la contrapresión del escape a una potencia máxima estimada. (Ver Gráfico). Existen acoples especiales para medir la contrapresión, los cuales son montados directamente sobre el turbo-cargador. Los acoples tienen un agujero pasante para conectar un equipamiento de medición. (LLORENTE Manuel, 2007, p.85).

GRÁFICO N° 6
MANÓMETRO PARA MEDIR LA CONTRAPRESIÓN



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electr6genos, p11.

Donde:

1. Manómetro 2500 mm W.G.
2. Grifo o unidad de amortiguador.
3. Rollo para refrigeración.
4. Acople.

1.3.3.3 Silenciador.

Generalmente hoy dos tipos de silenciadores descritos como absorbente o reactivo.

1.3.3.3.1 Tipo Absorbente.

Trabaja sobre el principio de absorción de ruido a través de una tobera de absorción dentro del silenciador. Normalmente provee atenuación sobre un ancho rango de frecuencia. Este es generalmente diseñado como un tubo recto y crearía solamente una contrapresión marginal de poco valor. (DA COSTA Manoel, 2012, p.23).

1.3.3.3.2 Silenciadores de Expansión (Reactivos).

Trabaja sobre el principio de reflejamiento y de este modo contiene el sonido dentro del silenciador. Hay platos de pantalla acústica interna ajustados para dividir el silenciador en secciones, las cuales pueden ser individualmente sintonizadas a una frecuencia específica. Un silenciador reactivo crea una contrapresión relativamente alta debido al curso del flujo de gas tortuoso, por ejemplo, a través de los platos de la pantalla acústica, la cual invierte el flujo. Lo ideal es combinar el tipo reactivo y absorbente de silenciamiento. (DA COSTA Manoel, 2012, p.24).

1.3.3.3 Ubicación del Silenciador.

El silenciador reactivo podrá ajustarse tan cerca del múltiple de escape como sea práctico (para prevenir que el ruido estalle a través del tubo de trabajo) o al final del sistema, y la unidad absorbente ajustada en serie, generalmente, directamente después de la unidad reactiva. Debería haber solamente una cola corta (=1m) luego del silenciador, si está colocado en el final de la línea de escape. El alistamiento de largas líneas afectará la contrapresión y por lo tanto el diámetro del tubo de escape debe aumentarse.

1.3.3.4 Múltiples Salidas de Escape.

Los gases de escape de una instalación de varios motores no se deben combinar dentro de un sistema de escape común ya que esto puede ser muy peligroso y podría causar daño al motor. La razón es que si un motor está parado cuando otros están trabajando, los gases de escape con condensación y carbón serán forzados dentro del sistema de escape del motor parado y luego dentro de los cilindros del motor en los cuales pueden causar corrosión. Si una válvula FLAP de buena calidad está ajustada en cada línea de escape cerca al múltiple, las instalaciones de varios motores en una línea de escape pueden a veces ser aceptadas. Para calcular el diámetro total de un tubo de escape común use la siguiente fórmula:

$$***D total = D x K***$$

Donde:

D = Diámetro del tubo de escape para un motor

K = Factor para calcular el diámetro del escape

TABLA N° 2

FACTOR K PARA CALCULAR DIÁMETRO DE ESCAPE.

NÚMERO DE MOTORES	FACTOR K
2	1.32
3	1.55
4	1.74
5	1.90
6	2.05

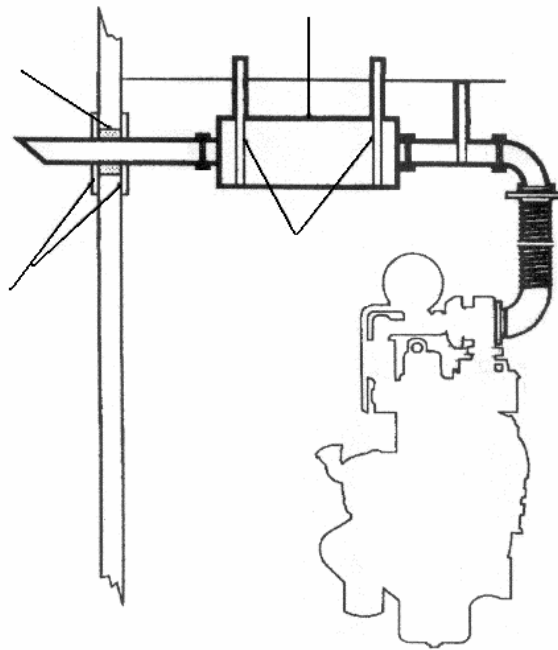
Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrógenos, pág. 12.

1.3.3.5 Instalación del Sistema de Escape.

Los tubos de escape están separados del motor con conexiones flexibles, instaladas cerca de la salida del escape del motor, las conexiones de escape flexibles tienen tres funciones:

1. Separar vibraciones y peso de la tubería de escape del motor.
2. Compensación para la expansión térmica de la tubería de escape.
3. Compensar para movimientos laterales cuando el motor arranca y para, si el motor está sobre monturas anti-vibraciones. El tubo flexible puede provocar pequeños movimientos radiales, pero no movimientos axiales o giros. No debe estar encorvado. El elemento flexible puede estar unido en diferentes posiciones, pero debería ser preferentemente unido verticalmente. La dilatación térmica de la tubería de escape debe estar planeada para evitar un peso excesivo sobre la estructura de soporte. La expansión de un metro del tubo de acero por aumento en la temperatura de 100°C es aproximadamente de 1.2mm. Por lo tanto es importante colocar soportes para permitir la expansión fuera del motor, evitar torceduras o distorsiones para el equipo conectado, y permitir la remoción del equipo sin soporte adicional. Los tramos de los tubos largos son seccionados con juntas de expansión. Cada sección está unida a un final y libre de expandirse a la otra. (TRASHORRAS Jesús, 2011, p.95).

GRÁFICO N° 7
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ESCAPE.



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electroógenos, pág. 15.

1.3.4 Sistema de Enfriamiento.

1.3.4.1 La Temperatura del Aire.

La calidad de la refrigeración en una instalación depende de la radiación de calor del motor y de todos los componentes en el sistema de refrigeración:

- Radiador
- Tipo de ventilador y diámetro
- Velocidad del ventilador
- Canalización del ventilador y su posición.
- Componentes adicionales en el sistema de refrigeración del aire.
- Sala de máquinas y conductos de aire

1.3.4.2 Componentes Adicionales en el Sistema de Refrigeración del Agua.

El Aire a Temperatura de Ebullición (ATB) con frecuencia se utiliza como una medición del rendimiento de un sistema de enfriamiento. La temperatura ATB se define como la temperatura ambiente que se obtiene con una temperatura de agua refrigerante a la salida de 100°C. ATB es calculada de acuerdo a la fórmula:

$$ATB = 100 - T_w + TAA \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Donde:

T_w = Temperatura del agua en la salida del motor ($^\circ\text{C}$)

TAA = Temperatura ambiente

La temperatura del aire entrante es otra medida del rendimiento del sistema. La temperatura del aire también está referida a una temperatura del agua de enfriamiento de 100°C a la salida del motor, pero es definido como la temperatura del aire refrigerante que ingresa al radiador. La diferencia entre la temperatura del aire entrante y la temperatura ATB es que debe usarse la temperatura del aire refrigerante en vez de la temperatura ambiente:

$$\text{La temperatura del aire entrante} = 100 - T_w + TEA \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Donde:

TEA = Temperatura del aire enfriante que ingresa al radiador.

Para un motor con un ventilador aspirante, la temperatura del aire es igual a la temperatura ATB. Si se utiliza un ventilador soplante, el aire refrigerante es calentado por el motor antes de que entre al radiador (o intercambiador de calor para motores con intercooler aire-aire). Para un grupo Electrónico, el aire es calentado por el generador y el ATB es igual a la temperatura del aire menos el aumento de la temperatura sobre el generador y el motor. La temperatura del aire está establecida en el manual de ventas industriales para cada motor con el sistema de refrigeración estándar del motor (o consultar con fábrica). Recomendación: la

temperatura ATB, debería ser por lo menos tan alta como la máxima temperatura ambiente esperada. Para climas tropicales la ATB debería ser de aproximadamente 50°C. Para un Grupo Electrónico la temperatura del aire se calcula como la suma del aumento de la temperatura sobre el generador y el motor. (ROLDAN José, 2007, p.65).

1.3.4.3 Sistema de Refrigeración del Agua.

La función del sistema de enfriamiento del agua es transportar la energía de calor del motor y de los componentes adicionales al radiador.

1.3.4.3.1 Refrigerante.

El agua refrigerante posee tres funciones diferentes:

1. Proveer la transferencia adecuada de calor.
2. Proteger todos los metales del sistema de refrigeración de la corrosión.
3. Proveer de una protección anti-congelación.

El refrigerante deberá contener una mezcla de agua y también de ethylene glicol (un aditivo anticorrosivo de reconocida marca). En áreas donde el agua tiene un alto contenido de sales debería usarse agua tratada o agua de lluvia para evitar incrustaciones. El agua de la refrigeración debería conformarse con los siguientes requerimientos (ASTM, D 4985 X1.1):

Partículas sólidas	máx.340ppm
Dureza total	máx.9.5°dH
Contenido de (cloro)	máx.40ppm
Contenido de sulfato	máx.100ppm
PH	5.5 - 9.0

Cuando existe algún riesgo de congelamiento, debería usarse un mínimo de 40% de ethylene glicol. Al 40% de glicol el punto de congelamiento del refrigerante es alrededor de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. A 60% de glicol el punto de congelamiento es disminuido a $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$. Incrementar el contenido de glicol a más de 60% no brinda una mejor protección ante el congelamiento. En áreas sin riesgo de congelamiento un aditivo anticorrosivo puede usarse en cambio del ethylene glicol, si es que brinda una mejor protección contra la corrosión y la cavitación. Después de colocar el aditivo el motor debería ser puesto en marcha y calentado para obtener una mejor protección contra la corrosión. (RAS Enrique, 2009, p.146).

Si se usa el aditivo anticorrosivo, el sistema de refrigeración debe ser llenado con 0.5L de aditivo concentrado cada 400 hs de operación. El glicol o cualquier otro tipo de anticongelante nunca deben ser usados en combinación con el aditivo anticorrosivo. Una espumosis densa puede presentarse, la cual puede reducir el rendimiento de la refrigeración. Con un 50% de glicol en el refrigerador la temperatura ATB se reduce aproximadamente $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ comparado con el agua pura. La temperatura del aire ubicada en el Manual de Ventas Industriales es válida para un 50% de glicol.

1.3.4.4 Circuito del Motor del Radiador.

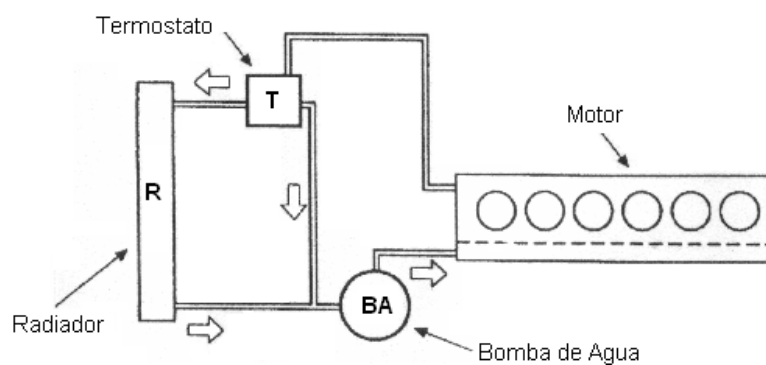
Este circuito consiste en los siguientes componentes principales:

- Bomba de agua
- Canales de agua en el block del motor y cabezas de cilindros
- Termostato
- Tubo de circulación entre la cámara del termostato y la bomba de agua.
- Radiador
- Tubos y mangueras

El radiador puede ser reemplazado con un intercambiador de calor agua-agua (fase de enfriamiento). Si se retira el termostato ocurrirá lo siguiente:

El tiempo de calentamiento del motor a temperatura de funcionamiento normal será mucho más largo, y el motor no podrá alcanzar su temperatura de funcionamiento normal cuando no esté en carga. Se debe llevar el motor a la mitad de su carga y moderar las temperaturas del ambiente. La temperatura del aceite del motor no alcanzará el nivel correcto, lo cual aumentará el consumo de combustible. Las emisiones de gases de escape aumentarán (más humo blanco) y se reducirá un poco la potencia del motor. Además esto aumentará el desgaste del motor y reducirá su vida útil. La capacidad de refrigeración del sistema también se reducirá, ya que no toda el agua de la refrigeración pasa a través del radiador (flujo de agua incontrolable). A pesar de que el instrumento de temperatura esté mostrando una correcta temperatura del agua, puede ocurrir una ebullición local en las camisas del agua del motor. No están cubiertos por la garantía los motores que funcionan sin termostato. (RAS Enrique, 2008, p.147).

GRÁFICO N° 8
CIRCUITO DEL MOTOR Y DEL RADIADOR.



Fuente: Manual de Instalación de Grupos Electrónicos, pág. 19.

1.3.4.5 Tanque de Expansión.

El tanque de expansión se utiliza en los casos que correspondan, dado que no todos los radiadores de grupos electrógeno los utilizan. El tanque de expansión se sitúa en la parte superior del tanque del radiador y tiene cuatro funciones diferentes:

1. Brindar espacio para la expansión térmica del agua refrigerante.
2. Separar el aire del agua refrigerante.
3. Mantener una presión estática en el lado de succión de la bomba de agua para prevenir la cavitación.
4. Brindar un sistema de presión produciendo una presión en el volumen de aire sobre el nivel del agua refrigerante.

El volumen total del tanque de expansión debería ser como mínimo del 18% del volumen total del sistema de refrigeración del agua. El volumen del aire sobre el nivel máximo deberá ser mínimo 6% del volumen total del refrigerante. El volumen del refrigerante por debajo del nivel mínimo debería ser de alrededor de 3 litros. Tanque de expansión recomendado:

Motor de 6 y 7 litros:.....Tanque de 8L

Motor de 10, 12 y 16 Litros:.....Tanque de 12 L

1.3.5 Sistema de Combustible

En general hay grupos electrógenos llevan el tanque de combustible incorporado en su base. Para el caso que los tanques de combustibles se instalan separadamente de la unidad, se debe tener en cuenta lo siguiente: La delicada naturaleza de los componentes del sistema de inyección de combustible de motores diesel requiere que el combustible suministrado a ellos esté limpio, sin aire y agua, y de presión correcta. En todo momento debe haber suficiente combustible en la bomba de inyección, para así garantizar un perfecto arranque y la entrega de su potencia nominal en un motor. Aire o vapores de combustible en el circuito dificultan el arranque y molestan en la marcha del motor y provocan fallas en el encendido. Estas razones obligan a una adecuada disposición del tanque y cañerías suficientemente dimensionadas. (LLORENTE Manuel, 2011, p.201).

1.3.5.1 Tanque de Combustible Separado.

Tanque de combustible debe ser instalado teniendo precaución que la altura máxima entre el punto de succión en el tanque, situado bajo y la bomba de inyección, no sea más de 2 m de elevación máxima. Se debe colocar un tanque de capacidad suficiente para la operación normal del equipo. El tanque debe ser hecho de acero SAE1010 y no debe ser pintado, galvanizado o zincado adentro, ya que puede afectar el equipo de inyección. El tanque debe tener la suficiente ventilación. (MORENO Julián, 2008, p.110).

El tanque debe ser equipado con:

- Respiradero.
- Boca de llenado con tapa.
- Indicador del nivel de combustible.
- Drenaje.
- Línea de succión de combustible (ubicada de aprox. 50 mm sobre el fondo del tanque para prevenir succión de agua o impurezas por el sistema de combustible).
- Línea de retorno.
- Descarga a tierra.

Se recomienda que cuando la altura máxima de succión sea más de 2 m o el tanque de suministro no pueda ser ubicado cerca del grupo electrógeno, deba ser instalado un tanque suplementario (para uso diario). Usualmente, el sistema con el tanque diario debe tener una bomba eléctrica (o manual) para llenarlo del tanque de suministro. Si el nivel máximo del tanque de combustible es más de 3,5 m sobre la bomba inyectora del motor, debe ser usada una válvula reductora de presión, colocada en la línea de combustible que va hacia la bomba inyectora, para evitar pérdidas o daños en la bomba. La válvula debe ser cerrada en períodos de no funcionamiento del grupo electrógeno. El tanque debe tener una inclinación entre 3 y 5 grados, y un drenaje en la parte más baja para extraer la condensación del agua.

1.3.5.2 Líneas de Combustible.

Las líneas de combustible deben ser trazadas en la manera que evite el calentamiento excesivo de combustible por el calor del motor. La temperatura máxima admisible de combustible a la entrada de la bomba de inyección es 60 °C. Por encima de esta temperatura no se puede garantizar un buen funcionamiento del motor dado que se forman burbujas de gas en el combustible que interrumpen el encendido. (BAUTISTA Miguel, 2009, p.96).

Debe tenerse en cuenta que los tanques de combustible no eleven temperaturas por irradiación de caños de escape u otros medios calientes cercanos. Es importante que las líneas de succión y retorno no tengan goteos. Las líneas de combustible deben tener el diámetro interno no menos de 8 mm para longitud de la línea hasta 6 m. Para líneas más largas el diámetro interno es 10 mm. Para largos mayores deben elegirse diámetros que impidan velocidades del combustible mayores de 0,8 m/s, tomando como base 3 veces el caudal de consumo máximo a plena carga. (BALCELLS Josep, 2011, p.69).

La línea de retorno nunca debe ser conectada con la línea de succión. La línea de retorno, por la cual retorna al tanque el combustible sobrante de la bomba y los inyectores, se coloca en el techo del tanque de combustible, sobre el nivel de combustible máximo (si el tanque está sobre el nivel de la bomba alimentadora. Cuando la diferencia de presión entre las líneas de succión y retorno es demasiado grande (altura del tanque > 1,5 m) o cuando el tanque está abajo del nivel de la bomba alimentadora, la línea de retorno se coloca en la parte del tanque más baja, siempre asegure que el combustible o el tanque esté libre de agua.

1.3.5.3 Combustibles Gaseosos.

La mayoría de las unidades que funcionan con gas están configuradas para funcionar a una presión determinada del gas expresada en mmHg. El uso de combustibles gaseosos disminuye la cantidad potencia que un grupo es capaz de

producir en cerca de un 20% dependiendo de la capacidad calorífica del gas utilizado. Los requisitos básicos de un sistema de combustible de motor diesel son los de contar con una tubería adecuada, la selección apropiada de filtros, y uniones completamente herméticas, con un número mínimo de accesorios para prevenir el ingreso de aire en las líneas del combustible, especialmente en instalaciones donde el depósito es más bajo que la bomba. (BAUTISTA Miguel, 2009, p.98).

Requisitos de los filtros.

1. Debe utilizarse un filtro de tipo papel con una buena área y mínima caída de presión capaz de filtrar al 75-80% de partículas de al menos 5 micrones.
2. Cuando el agua en el combustible es un problema conocido, es recomendable el uso de un filtro máster.

La caída de presión por el paso a través del filtro no deberá ser mayor a 2.5 pulgadas de Hg. (1.2 psi) a plena carga. Una caída de presión superior a 5 psi debido a filtros sucios u otras restricciones afectaran a la bomba de combustible y al rendimiento del motor o harán que este funcione de un modo errático.

1.3.5.4 Consumo de Combustible.

El consumo del combustible es especificado típicamente en el manual del usuario del generador y es expresado en una cantidad de combustible consumido por hora basada en una carga especificada. Refiérase al manual del usuario del generador para el consumo esperado de combustible basado sobre una carga específica. Mientras que el fabricante del generador no puede poder predecir el consumo para su situación específica debido diferentes tipos de carga, si es especificado el consumo a plena carga. (FÉLICE Érice, 2009, p.73).

Una forma sencilla de predecir el consumo a un porcentaje de carga específica es la siguiente. En base a la experiencia en general un grupo consume en vacío la

mitad de lo consumido a plena carga. Entre estas dos situaciones el aumento de consumo de combustible es lineal con el aumento de carga.

Consumo de combustible= (carga real del grupo/potencia máx. del grupo) x 0,5 x máximo consumo de combustible + 50% del máximo consumo de combustible.

Otros factores que necesitan para ser tenidos en cuenta son las temperaturas de las áreas donde los combustibles son almacenados.

1.3.6 Estudio de Cargas Eléctricas.

1.3.6.1 Dimensionamiento de un Grupo Electrónico.

La potencia nominal a instalar para cada grupo resulta de la suma de las potencias requeridas por los receptores a alimentar, multiplicada por un factor de simultaneidad y tomando en cuenta un futuro aumento del consumo de hasta un 10%. Para las cargas con sobrecorrientes iniciales, deben tomarse las debidas precauciones que eviten la aparición de caídas de tensión durante el arranque o el funcionamiento. (BAUTISTA Miguel, 2009, p.116).

Es muy importante tener definido si la utilización de esta fuente de suministro cubrirá la carga de la instalación completa o si abarcará solo una parte de los circuitos que serán indispensables para mantener las funciones más perentorias.

Esta definición decide como valorar las cargas a la hora de efectuar el cálculo:

1. Si se realiza la transferencia de conexión solo para un pequeño grupo de cargas (definidas como cargas en emergencia), será necesario considerar en el cálculo la máxima demanda de las mismas, que en la mayoría de los casos será igual a la suma de la potencia de todas estas cargas conectadas.

2. Si se conectan al generador del grupo electrógeno todas las cargas presentes en la instalación, habrá que considerar la demanda máxima y el factor de diversidad tal como si se estuviera trabajando con el suministro de la red de distribución.

En ambos casos, si existen cargas muy grandes y/o de arranque pesado, hay que valorar el escalonamiento en la entrada de estas para lograr que el grupo electrógeno funcione, en su régimen nominal, entre el 70 - 80% de su capacidad de generación. (ENRÍQUEZ Harper, 2012, p.185).

Durante el proceso de cálculo, las cargas con factor de potencia estable y cercano a la unidad (cargas resistivas y la iluminación fluorescente e incandescente, con un factor de potencia por encima de 0,9) se separan de las cargas motrices (motores de inducción) que pueden presentar un factor de potencia variable por la inestabilidad de la potencia útil requerida en el eje.

1.3.6.2 Cargas con Factor de Potencia Cercano a la Unidad.

Se definen por la siguiente expresión:

$$S_{1g} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ci}}{k\phi_i * \cos\phi_i}$$

Donde:

S_{1g} = Potencia necesaria del generador para alimentar las cargas. Con factor de potencia cercano a la unidad, en KVA.

P_{ci} = Carga conectada en el circuito i, en KW.

$k\phi$ = Factor de corrección que depende del factor de potencia

$\cos\phi_i$ = Factor de potencia de la carga en el circuito i.

n = Número de circuitos a considerar.

TABLA N° 3

FACTOR DE CORRECCIÓN SEGÚN EL FACTOR DE POTENCIA.

Valor del cosØ	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
Valor de KØ	0.88	0.94	1.00	1.06	1.13	1.19	1.25

Fuente: Caterpillar, USA Genset Sizing, Electric Power. Application and installation guide, pág. 46.

1.3.6.3 Cargas Motrices.

Los motores se analizan para dos condiciones diferentes:

- a) Funcionamiento normal o nominal.
- b) Período de arranque.

Como funcionamiento normal se define las cargas motrices que operan en regímenes estables y están sujetas a procesos muy poco frecuentes de arranque parada, considerándose como una carga ya alimentada por el grupo electrógeno, por lo que se utiliza el valor de potencia realmente demandada y no el valor nominal. Se calcula por la siguiente expresión:

$$S_{2g} = \sum_{j=1}^n \frac{P_{cj}}{k\cos\phi_j + R_j}$$

Donde:

S_{2g} = Potencia necesaria del generador para alimentar las cargas motrices en funcionamiento normal, en KVA.

P_{cj} = Potencia del motor, en KW. (Se toma el valor real práctico demandado por el motor; si se desconoce se toma el valor de la potencia nominal en la placa de características).

$K\phi$ = Factor de corrección dependiente del factor de potencia.

$\text{Cos}\phi_j$ = Factor de potencia de la carga en el circuito j.

R_j = Rendimiento del motor.

n = Número de circuitos a considerar.

El tratamiento a las cargas motrices con periodos de conexión desconexión frecuentes y breves periodos de trabajo, es diferente y hay que tener determinado, sea de forma práctica o a través de los parámetros de cada motor, la relación entre la corriente de arranque y la corriente nominal. (BARRERO Fermín, 2012, p.56).

1.3.6.4 Potencia Total del Generador.

La Potencia total del generador, expresada en KVA, será igual a la suma vectorial de las potencias P1g, P2g y P3g porque cada resultado obtenido tiene factores de potencia diferentes.

Se obtiene de las ecuaciones:

$$S_g = S_{1g} + S_{2g} + S_{3g}$$

O sea:

$$(S_g)^2 = (\sum KW)^2 + (\sum KVA_r)^2$$

Tanto la temperatura del medio ambiente, así como la altura de instalación inciden en la potencia del generador y del motor, por lo que es necesario incluir factores de corrección a partir de las condiciones de operación (PÉREZ José, 2011, p.215).

TABLA N° 4
FACTOR DE CORRECCIÓN SEGÚN EL AUMENTO DE
TEMPERATURA.

t° del ambiente	Hasta 30°	40°	45°	50°	55°
Aumento de t°	110°	110°	95°	90°	85°
Valores de kt	1.05	1	0.97	0.94	0.92

Fuente: Caterpillar, USA Genset Sizing, Electric Power. Application and installation guide. , pág. 52.

TABLA N° 5
FACTOR DE CORRECCIÓN SEGÚN LA ALTURA DE
EMPLAZAMIENTO DE INSTALACIÓN.

Altura, metros	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Kh prar t° ambiente 30° < t°a < 40°	1	0.97	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83
Kh para t° ambiente t° a < 30°	1.05	1.025	1	0.975	0.95	0.92	0.895

Fuente: Caterpillar, USA Genset Sizing, Electric Power. Application and installation guide. , pág. 54.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

2.1 Breve Caracterización de la Institución.

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná que está ubicada en las calle los Almendros y Pujilí, en el Barrio el Progreso, Cantón La Maná.

2.1.1 Historia.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná es el resultado de un proceso de organización y lucha. La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en el año de 1998. En 1999, siendo rector de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el Lcdo. Rómulo Álvarez, se inician los primeros contactos con este centro de educación superior para ver la posibilidad de abrir una Extensión en La Maná.

El 16 de mayo de 1999, con la presencia del Rector de la Universidad y varios representantes de las instituciones locales, se constituye el primer Comité, dirigido por el Lcdo. Miguel Acurio, como presidente y el Ing. Enrique Chicaiza, vicepresidente. La tarea inicial fue investigar los requisitos técnicos y legales para que este objetivo del pueblo Lamanense se haga realidad.

A inicios del 2000, las principales autoridades universitarias acogen con beneplácito la iniciativa planteada y acuerdan poner en funcionamiento un paralelo de Ingeniería Agronómica en La Maná, considerando que las características naturales de este cantón son eminentemente agropecuarias.

El 3 de febrero de 2001 se constituye un nuevo Comité Pro- Universidad, a fin de ampliar esta aspiración hacia las fuerzas vivas e instituciones cantonales. El 2 de mayo de 2001, el Comité, ansioso de ver plasmados sus ideales, se traslada a Latacunga con el objeto de expresar el reconocimiento y gratitud a las autoridades universitarias por la decisión de contribuir al desarrollo intelectual y cultural de nuestro cantón a través del funcionamiento de un paralelo de la UTC, a la vez, reforzar y reiterar los anhelos de cientos de jóvenes que se hallan impedidos de acceder a una institución superior.

El 8 de mayo del 2001, el Comité pidió al Ing. Rodrigo Armas, Alcalde de La Maná se le reciba en comisión ante el Concejo Cantonal para solicitar la donación de uno de los varios espacios que la Ilustre Municipalidad contaba en el sector urbano. La situación fue favorable para la UTC con un área de terreno ubicado en el sector de La Playita. El Concejo aceptó la propuesta y resolvió conceder en comodato estos terrenos, lo cual se constituyó en otra victoria para el objetivo final.

También se firmó un convenio de prestación mutua con el colegio Rafael Vásconez Gómez por un lapso de cinco años.

El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la escuela Consejo Provincial de Cotopaxi.

El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el colegio Rafael Vásconez Gómez y posteriormente en la Casa Campesina, con las especialidades

de Ingeniería Agronómica y la presencia de 31 alumnos; Contabilidad y Auditoría con 42 alumnos.

De igual manera se gestionó ante el Padre Carlos Jiménez(Curia), la donación de un solar que él poseía en la ciudadela Los Almendros, lugar donde se construyó el moderno edificio universitario, el mismo que fue inaugurado el 7 de octubre del 2006, con presencia de autoridades locales, provinciales, medios de comunicación, estudiantes, docentes y comunidad en general.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná cuenta con su edificio principal en el cantón del mismo nombre en La Parroquia El Triunfo, Barrio Los Almendros; entre la Avenida Los Almendros y la Calle Pujilí. Además posee en el mismo sector una propiedad que consta de dos cuerpos separados por una calle, en el norte formado por lotes N° 9 y 11. Linderos al norte con lote 10 de propiedad del Sr. Napoleón Moreno, al sur con la calle pública, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle Los Almendros.

En el Sur formado por los lotes N° 1 y 3. Linderos, al norte con calle pública, al sur con propiedad de Héctor Salazar, al este con propiedad de herederos Lozada y al oeste con la calle los Almendros.

Asimismo esta Extensión goza de un predio adicional en el sector La Playita destinado al funcionamiento de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná está comprometida con los intereses populares de la provincia. Pretende, a partir del desarrollo sostenido de la docencia, la investigación y la Extensión, llegar a comprender la realidad social y contribuir a su transformación. La labor universitaria no termina en el aula, está plenamente vinculada con el pueblo. De ahí que la UTC asume el desafío de plantear nuevas alternativas, asumiendo junto a la población y sus

organizaciones, acciones para buscar soluciones a los problemas provinciales y nacionales.

La afirmación de nuestra identidad como pueblo implica recuperar y potenciar lo mejor de la cultura popular, sus expresiones más trascendentes y progresistas, propiciar la interculturalidad sobre principios de respeto mutuo y equidad entre las culturas del país y de éstas con la cultura universal. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná es parte de este proceso con una intensa actividad de Difusión Cultural. Esta acción debe multiplicarse e involucrar a todos los universitarios y estrechar la interacción con la población.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) forma actualmente profesionales al servicio del pueblo en las siguientes unidades académicas: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, y Ciencias Administrativas y Humanísticas.

El sustento legal para la creación de los paralelos de la UTC en La Maná fue la resolución RCP. 508. No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 30 de abril del 2003. El Consejo Nacional de Educación Superior, resolvió que “para fines de docencia y formación profesional, el ámbito de acción de las universidades y escuelas politécnicas o institutos superiores, abarca la provincia y los cantones colindantes en la cual se encuentre el domicilio de la Sede de la institución.

Las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería en Contabilidad y Auditoría fueron aprobadas con la resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 10 de junio del 2003.

Posteriormente en Sesión Ordinaria del Honorable Consejo Universitario fueron aprobadas las carreras de Ingeniería en Ecoturismo, Abogacía, Medicina Veterinaria, Ingeniería Comercial, Licenciatura en Ciencias de la Educación

Mención Educación Básica, Ingeniería en Diseño Gráfico Computarizado, Ingeniería en Electromecánica e Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales bajo resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 01 y 02 de marzo del 2004.

Los programas de Ciencia y Tecnología y de Vinculación con la Colectividad tienen ámbito Nacional. El domicilio de las instituciones de Educación Superior, es independiente del de su ámbito y se rigen por las Normas del Código Civil.

2.1.2 Misión.

La Universidad "Técnica de Cotopaxi", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

2.1.3 Visión.

En el año 2015 seremos una Universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

2.2 Operacionalización de las Variables

CUADRO N° 1

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Carga	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda • Diagnóstico del Material • Protecciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo • Equipos Instalados • Conductores • Canalizaciones • Disyuntores 	<ul style="list-style-type: none"> • Oficina • Laboratorios • Aulas • Pasillos • Principales • Secundarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta • Encuesta • Observación
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de medición • Potencia • Voltaje • Perdidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltímetro • Amperímetro • Activa • Caída de Tensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablero 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Encuesta • Encuesta • Observación

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

2.3 Análisis e Interpretación de Resultados.

2.3.1 Metodología de la Investigación.

2.3.1.1 Tipos de Investigación.

Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizará la investigación exploratoria para conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características necesarias y suficientes del montaje e instalación de generadores de emergencia; estadísticas de algunos años anteriores de otras instituciones o industrias en el área del proyecto; estadísticas de fabricantes y comercializadores, datos técnicos importantes tales como: Demanda, dimensionamiento, precios, protecciones, entre otros.

Además, la investigación utilizará la investigación descriptiva que permitirá conocer en forma detallada las características de los potenciales de los generadores de emergencia y los procesos de instalación, administrativos, financieros y comerciales. Nos facilitará la evaluación de los estudios de técnicos, conocer las características técnicas de la demanda, los precios, la infraestructura, equipos, maquinarias y recursos humanos.

Adicionalmente, el trabajo investigativo a realizarse utilizará estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre la demanda de la carga instalada y el dimensionamiento de la capacidad del generador.
- Relación existente entre precio, tamaño, localización y la evaluación financiera.

Asimismo, la investigación que se va a realizar utilizará estudios explicativos, que servirá para conocer al detalle el fenómeno de estudio, causas, síntomas y efectos.

2.3.1.2 Metodología.

El trabajo a realizarse se fundamentará en el diseño experimental mediante el estudio de carga instalada que se deberá realizar de manera primordial, porque este estudio es el punto de partida del proyecto, el estudio de carga es un análisis de la potencia de todos los aparatos, elementos y equipos instalados en la Universidad.

Una demanda proyectada es la que se tiene utilizando el valor del transformador que se encuentra instalado en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, que es de un valor de 50 KVA puesto que para realizar el dimensionamiento de este transformador ya se realizó un estudio parecido al que vamos aplicar en el dimensionamiento del generador.

Mediante la experimentación del estudio de carga se podrá determinar las condiciones técnicas como calibres de conductores mediante cálculos aplicados a las instalaciones de la Universidad y con estos datos podremos experimentalmente dimensionar la capacidad del generador eléctrico que se plantea instalar en el proyecto.

2.3.1.3 Unidad de Estudio (Población y Muestra).

2.3.1.3.1 Población Universo.

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por las poblaciones de los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

**CUADRO N° 2
POBLACIÓN 1**

Estrato	Datos
Empleados	8
Docentes	55
Estudiantes	624
Total	687

Fuente: Secretaria UTC – La Maná, año 2011.
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

2.3.1.3.2 Tamaño de la muestra.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Donde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{687}{(0,05)^2 (687 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{687}{(0,0025) (686) + 1}$$

$$n = \frac{687}{1.715 + 1}$$

$$n = \frac{687}{2.715}$$

$$n = 253$$

Por lo expuesto, la investigación se fundamentará con los resultados de 253 personas a encuestar.

2.3.1.3.3 Criterios de Selección de la Muestra.

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio estratificado proporcional, por tal motivo se presenta el siguiente cuadro.

CUADRO N° 3
ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL

Estrato	Población	Fracción Distributiva	Muestra
Empleados	8	0.3682678	3
Docentes	55	0.3682678	20
Estudiantes	624	0.3682678	230
Total	687		253

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

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

$$f = \frac{253}{687}$$

$$f = 0.3682678$$

Donde:

f= Factor de Proporcionalidad

n= Tamaño de la Muestra

N=Población Universo

Por tanto, se debe aplicar 3 encuestas a empleados, 20 encuestas a docentes, 230 encuestas a los alumnos según los datos que se presentan en el cuadro.

2.3.2 Métodos y Técnicas a ser Empleadas

2.3.2.1 Métodos.

La investigación aplicará inducción por cuanto los resultados de la encuesta se generalizaran para todas las instalaciones existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, además los aspectos positivos que se obtendrán, serán recomendados para su aplicación a lo largo de todas las instituciones del país.

Se utilizará deducción en base a los siguientes razonamientos:

- Los proyectos de montaje eléctricos industriales necesitan estudio de cargas instaladas, entonces la instalación del generador debe complementarse con lineamientos que mitiguen los efectos negativos de los cortes de energía imprevistos.
- La tecnología electromecánica es la base de la instalación de generadores, por tanto la electromecánica será la base para la el montaje del generador en los predios de la Universidad.

Es importante que la investigación trabaje con el método de análisis, para identificar las partes del montaje del generador y las relaciones existentes entre ellas, con la finalidad de realizar adecuadamente el experimento.

- Se considera que los elementos son: Cálculo de la demanda requerida, Dimensionamiento de la capacidad del generador, Sistema de control.
- Y las principales relaciones entre los elementos son: La carga instalada, demanda de energía, y los sistemas de protecciones.

Finalmente mediante la síntesis, se estudiará los elementos establecidos del **Montaje de un Generador de Emergencia** (Se hace necesario incluir el estudio de carga y la elaboración de los manuales de especificaciones técnicas), con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

2.3.2.2 Técnicas.

El levantamiento de datos se realizará mediante encuestas y observaciones aplicables a las instalaciones eléctricas existentes, observaciones de campo según Operacionalización de variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se fundamentará con la utilización de frecuencias, moda, porcentajes, promedios.

2.3.3 Resultados de las Encuestas

2.3.3.1 Resultados de la Encuesta Realizada a los Empleados, Docentes y Estudiantes.

1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la UTC- La Maná?

CUADRO No. 4

EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

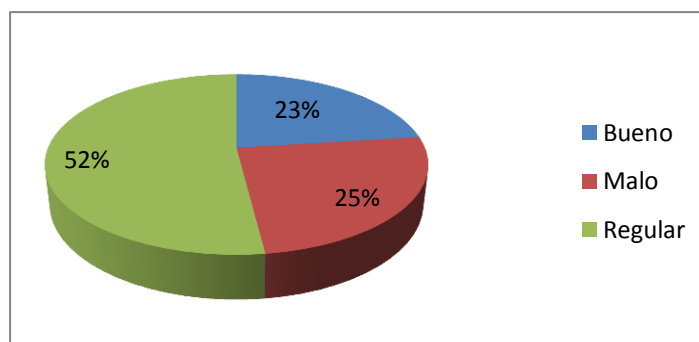
ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	58	23%
Malo	64	25%
Regular	131	52%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No. 9

EFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: En el gráfico se puede observar que el 52% de encuestados opinan que la eficiencia de la energía es regular, el 25% consideran que es malo y el 23% dicen que es bueno.

Interpretación: La mayor parte de los encuestados consideran que el servicio de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi no es eficiente debido a la falta de mantenimiento y las malas condiciones de las instalaciones.

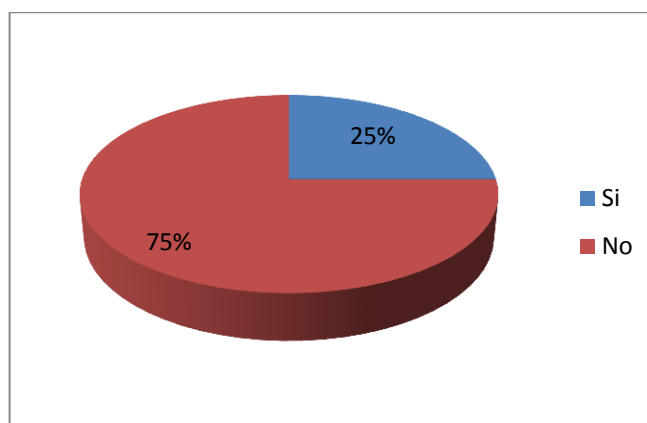
2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la UTC-La Maná son seguras?

CUADRO No. 5
INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON SEGURAS

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	64	25%
No	189	75%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.10
INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON SEGURAS



Fuente: Encuesta
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: La mayor parte de todas las personas encuestadas piensan que las instalaciones eléctricas en la UTC no son seguras y esto corresponde el 75%, y el 25% dicen que sí son seguras.

Interpretación: Como la mayor parte de los encuestado son estudiantes que día a día están dentro de la UTC y se dan cuenta de la malas condiciones de las instalaciones eléctricas, es normal que piensen que no son seguras y podrían ocasionar un accidente en cualquier momento.

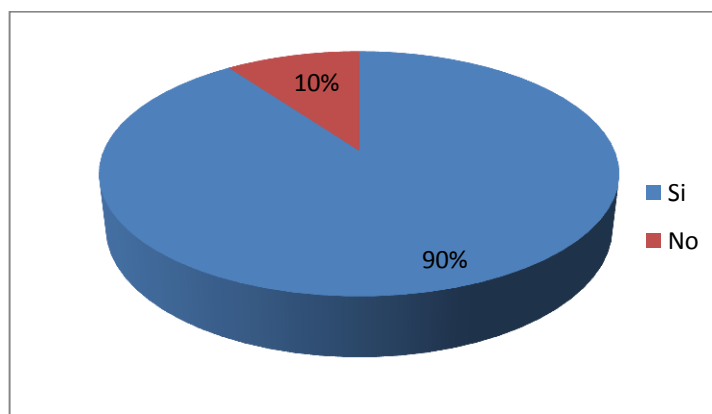
3. ¿Cree que es necesario la implementación de un generador eléctrico en la UTC-La Maná?

CUADRO No. 6
IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	228	90%
No	25	10%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No. 11
IMPLEMENTACIÓN DE GENERADOR ELÉCTRICO



Fuente: Encuesta
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: El 90% de las personas encuestadas en la Universidad Técnica de Cotopaxi expresan que si es necesaria la implementación de un generador eléctrico; y el 10% dicen que no es necesario.

Interpretación: La gran mayoría quienes conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi dicen que si es necesaria la implementación de un generador eléctrico, ya que es de mucha importancia tanto como en docentes y estudiantes para poder continuar con las labores académicas en caso de cortes de energía imprevistos.

4. ¿Cómo considera la instalación de un generador eléctrico para que continúen las clases si existiera un corte de energía?

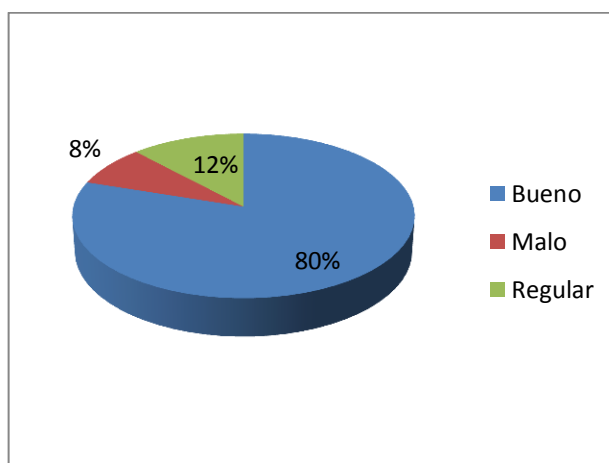
CUADRO No. 7
GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINÚEN LAS CLASES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	202	80%
Malo	20	8%
Regular	31	12%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.12
GENERADOR ELÉCTRICO PARA QUE CONTINÚEN LAS CLASES



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: En este gráfico se puede constatar que el 80% de las personas encuestadas consideran que es bueno la implementación de un generador eléctrico; el 12% que es regular; y el 8% que es malo.

Interpretación: Debido a los cortes de energía eléctrica imprevistos las actividades académicas se paralizan por lo que sería de mucho beneficio para la Universidad la instalación de un generador eléctrico, para así poder continuar con las horas de clases establecidas especialmente en la sección nocturna.

5. ¿Usted ha perdido horas clase por falta de energía eléctrica durante su carrera en la Universidad?

CUADRO No.8

HA PERDIDO CLASE POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

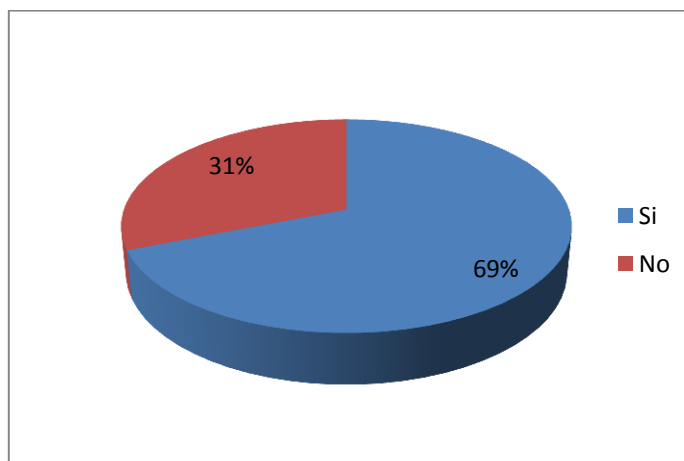
ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	175	69%
No	78	31%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.13

HA PERDIDO CLASE POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio

Análisis: En el gráfico se puede apreciar que el 69% de los encuestados dicen que si han perdido horas de clases por falta de energía eléctrica, y el 31% dicen que no han perdido horas de clases.

Interpretación: Para la mayor parte de los encuestados que son estudiantes, docentes y personal que labora en la Universidad, alguna vez han perdido de continuar con sus labores debido a un corte de energía, por lo que es evidente la necesidad de implementar un generador eléctrico.

6. ¿Cómo considera el grado de iluminación en la UTC- La Maná para el desarrollo de las actividades académicas?

CUADRO No.9

CÓMO CONSIDERA LA ILUMINACIÓN EN LA UTC

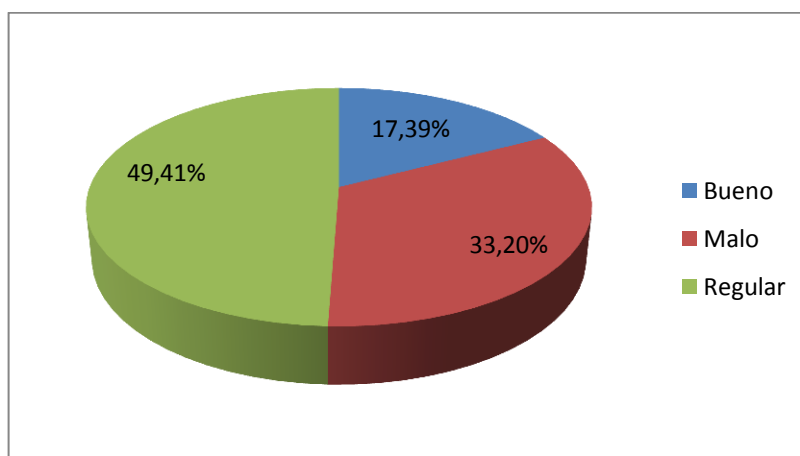
ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	44	17.39%
Malo	84	33.20%
Regular	125	49.41%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.14

CÓMO CONSIDERA LA ILUMINACIÓN EN LA UTC



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: Como podemos darnos cuenta en el gráfico que el 49,41% de los encuestados consideran que el grado de iluminación en la Universidad Técnica de Cotopaxi es regular; el 33,20% que es malo; y el 17,39% que es bueno.

Interpretación: El grado de iluminación en la institución es regular debido a la falta de luminarias en los pasillos al igual que en las aulas, la falta de mantenimiento perjudica al desarrollo de las actividades.

7. ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes en las aulas de la UTC-La Maná?

CUADRO No. 10

DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES EN AULAS

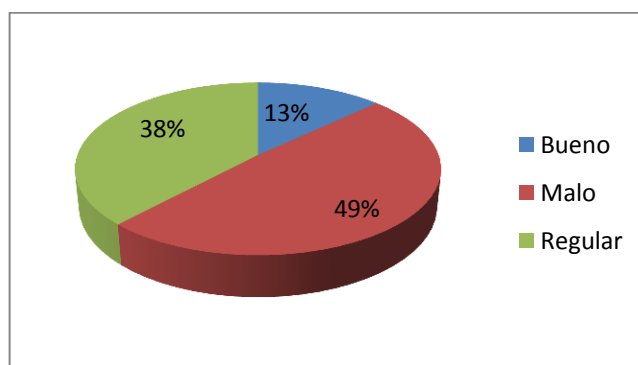
ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	33	13%
Malo	123	49%
Regular	97	38%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.15

DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES EN AULAS



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: En el gráfico podemos observar que el 49% de las personas encuestadas consideran que la distribución de los tomacorrientes en las aulas es mala, el 38% que es regular, y el 13% dice que el estado de los tomacorrientes es bueno.

Interpretación: La mayoría de las personas que usan las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi consideran que la distribución de los tomacorrientes es mala y que les gustaría que se encuentren en buen estado y de acuerdo a la necesidad que se lo requiera en cada aula, para así poder hacer uso de ellos sin ninguna dificultad.

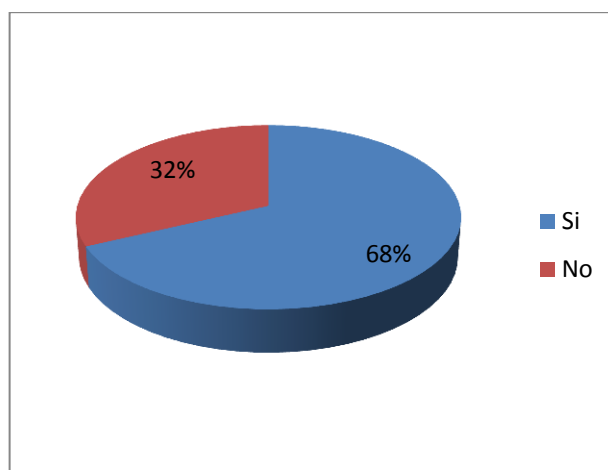
8. ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes?

CUADRO No. 11
INSTALACIONES ELÉCTRICAS RIESGOS PARA LA SEGURIDAD

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	173	68%
No	80	32%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No. 16
INSTALACIONES ELÉCTRICAS RIESGOS PARA LA SEGURIDAD



Fuente: Encuesta
Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: Como se observa en el gráfico el 68% de los encuestados nos dice que las instalaciones eléctricas existentes presentan un alto riesgo el mismo que atenta contra la seguridad de los estudiante, y el 32% nos dice que no afecta en nada.

Interpretación: El estado actual de las instalaciones eléctricas en la institución representa un gran riesgo para la seguridad de los estudiantes, y el personal que labora en ella, el estado las cajas de distribución y de las conexiones son malas, están expuestas y sin ajustar.

9. ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la UTC- La Maná cuentan con protecciones adecuadas?

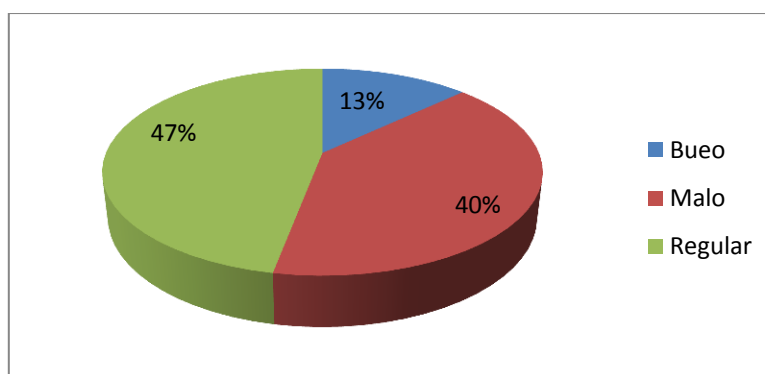
CUADRO No.12
PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	33	13%
Malo	100	40%
Regular	120	47%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.17
PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: Mediante el gráfico se puede observar que el 47% de encuestados opinan que las protecciones de las instalaciones eléctricas son regulares, el 40% dice que son malas y el 13% expresa que son buenas.

Interpretación: Los tableros primarios y secundarios existentes en la Universidad no cuentan con las protecciones eléctricas adecuadas para la manipulación, presenta ausencia de tapas y los cables se encuentran a la vista, como conexiones con falta de ajuste lo que podría provocar un corto circuito.

10. ¿Considera que el ruido provocado por el generador afectaría al aprendizaje?

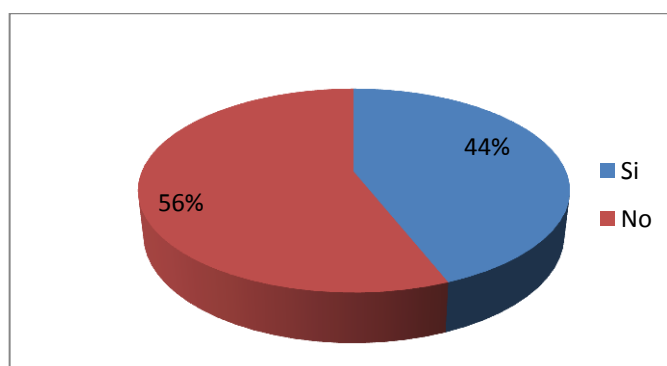
CUADRO No.13
RUIDO DEL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	111	44%
No	142	56%
TOTAL	253	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO No.18
RUIDO DEL GENERADOR AFECTARÍA AL APRENDIZAJE



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

Análisis: En el gráfico se puede observar que el 44% de los encuestados nos dice que si afecta el ruido del generador al aprendizaje mientras que el 56% de los encuestados manifiestan que el ruido no afectaría al aprendizaje.

Interpretación: El ruido que genera un grupo electrógeno no afecta la enseñanza aprendizaje de los estudiantes, ya que este se lo podría ubicar en un lugar apropiado y a una distancia determinada de las aulas.

2.3.4 Análisis e Interpretación de los Resultados.

Luego de haber realizado las encuestas a los docentes, estudiantes y empleados de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, se procede a analizar cada una de las preguntas que contiene el cuestionario de encuesta aplicado, información que nos permitirá establecer parámetros para realizar una correcta planificación del proyecto de estudios de cargas eléctricas para dimensionar un generador eléctrico a diesel como fuente de energía de respaldo, posteriormente será de mucha ayuda para el mejoramiento de las actividades académicas y administrativas.

Conclusión:

- En el Cantón La Maná la distribución de energía eléctrica se realiza a un voltaje de 13.8 Kv por parte de la empresa eléctrica local, pero el problema es que en las horas pico de consumo el voltaje sufre una caída de tensión que afecta a la Universidad debido a los equipos que están instalados en su mayoría son computadoras que se ven afectadas en su funcionamiento.
- En un inicio cuando se construyó el edificio académico de la Universidad el proyecto comprendía una alimentación de un voltaje de 230 Vac monofásico, pero luego debido al incremento de la demanda se instaló un transformador trifásico que se conectó a la instalación eléctrica antes existente, por lo que una de las líneas quedo sin carga y esto produce un desbalance en el transformador que afecta al funcionamiento normal.
- El estado de las instalaciones dentro de la institución están en malas condiciones, las cajas de distribución están totalmente dañadas y representan un gran riesgo para los estudiantes y equipos instalados por lo que requiere un mantenimiento adecuado.
- Debido a que los cortes de energía imprevistos afectan al desarrollo de las actividades académicas de la institución, especialmente en la noche que las

clases se suspenden, los encuestados manifiestan que si es necesario la instalación de un generador eléctrico para continuar con las actividades.

- La mayoría encuestados dijeron que alguna vez si han perdido clases por la falta de energía eléctrica, además la iluminación no es adecuada , la distribución de los tomacorrientes es mala y muchos se encuentran en mal estado, también consideran que las instalaciones eléctricas existentes representan un riesgo para ellos, adicional no cuentan con protecciones eléctricas adecuadas.
- Por todos los datos y opiniones obtenidas de los encuestados nos damos cuenta que es viables realizar un estudio de cargas apropiado, una reingeniería en las instalaciones eléctricas, además la instalación de un generador eléctrico provisto de protecciones, un balance de cargas y una adecuación en la distribución eléctrica de la institución.

Recomendaciones:

- Se recomienda inicialmente realizar un estudio de cargas mediante un cálculo de la demanda, tomando en cuentas los equipos instalados como luces, computadores, tomacorrientes. Mediante este cálculo obtendremos la potencia máxima y el consumo, para así poder dimensionar la potencia del generador eléctrico, la distribución de las cargas y los calibres de conductores que soporten carga de la Universidad.
- La red de alimentación actual de la institución es trifásica por lo que se recomienda realizar un proyecto para acoplar la instalación antigua a la red trifásica del transformador, además se debería instalar protecciones adecuadas como disyuntores para en caso de un cortocircuito o cualquier tipo de falla estén protegidas los demás equipos e instalaciones.

- El tablero de distribución principal debería dotarse de protecciones y los conductores que tengan menos empalmes ya que esto no es la forma en que se deberían tener las conducciones eléctricas por el riesgo que representan, los tableros secundarios ubicados en cada bloque no tienen cubierta ni están aislados.
- Tratar de mejorar la iluminación ya que esto es un factor importante en el aprendizaje, dar mantenimiento continuo a luces y tomacorrientes, debido a los cortes de energía se recomienda contar con un sistema de generación de energía eléctrica de respaldo como es el tema que vamos a tratar de solucionar en la presente investigación.

2.4 Verificación de la Hipótesis.

Para la realizar el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis, “EL ESTUDIO DE CARGA TIENE UN EFECTO SIGNIFICATIVO EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – LA MANÁ”.

A continuación redactamos algunos argumentos que confirman la hipótesis.

- La Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, no cuenta con un estudio de carga, que garantice el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos en la institución y el dimensionamiento de las protecciones.
- Las continuas pérdidas de labores en la institución por los cortes imprevistos de energía, donde se interrumpen las labores que ocasionan que los estudiantes tengan vacíos y limita su aprendizaje, a más de eso el número de estudiantes y docentes que pierden de trabajar.

- Se ha confirmado la inexistencia de un sistema de generación de energía eléctrica que respalde el normal funcionamiento de las instalaciones y el desarrollo de las actividades académicas.
- La implementación de un generador eléctrico, será de mucha utilidad a la institución que ayudará a trabajar y desempeñarse en una forma eficiente y segura.
- La instalación de un sistema de generación eléctrica servirá de punto de partida para futuras investigaciones que den solución a diferentes problemas que se presenten en la institución.

2.5 Diseño de la Propuesta

2.5.1 Datos Informativos

Nombre de la Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná.

Dirección: Av. Los Almendros y Pujilí.

Teléfono: (03) 2688443

Coordinador: Lcdo. Mg.Sc. Ringo López Bustamante.

Correo electrónico: extension.lamana@utc.edu.ec

2.5.2 Justificación

La razón para investigar el tema es el estudio y montaje de un generador eléctrico para la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, que satisfaga las necesidades de la carga instalada dentro de los predios de la institución en caso de emergencia por un corte de suministro eléctrico de la empresa distribuidora local, además ayudará a poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en la Universidad y así obtener un título profesional.

En la ejecución del proyecto se pondrá en práctica los resultados obtenidos en la investigación, además este sistema de generación de emergencia para un sector o institución tiene gran aplicación práctica en cualquier lugar, ya que es muy eficiente y contribuye a disminuir las pérdidas por paro de la producción en cualquier empresa.

Las razones de utilizar instrumentos metodológicos en el desarrollo del tema de estudio son muchas, por la importancia que han obtenido los sistemas de generación de emergencia en los últimos tiempos y en nuestro medio se encuentran proyectos similares implementados que servirán como punto de partida para ser mejorados con nuestro estudio, se utilizarán instrumentos tales como: encuestas, observaciones, entre otros. Todo este aporte metodológico constituye elementos importantes para futuras investigaciones de problemas similares y también podrán ser aplicados por otros investigadores.

La implementación de generadores de emergencia en los últimos tiempos se ha desarrollado de una manera paralela a la tecnología, uno de los objetivos del estudio es hacer uso de los últimos avances tecnológicos de instrumentos de control eléctrico y electrónico, para que el generador implementado interactúe de manera automática en caso de requerirse de su servicio, para lo cual se debe implementar una programación eficaz a los instrumentos a pruebas de fallas con una interfaz hombre-máquina ergonómica para satisfacer los requerimientos de la demanda.

Los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para la factibilidad y viabilidad del proyecto serán financiados por el alumno participante.

Los beneficiarios del proyecto serán la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, toda la comunidad universitaria, los estudiantes que forman parte del proyecto macro ya que podrán lograr su incorporación siendo profesionales que prestaran sus servicios a la sociedad en general que de una u otra forma se verá también beneficiada.

2.5.3 Objetivos.

2.5.3.1 Objetivo General.

Estudiar la carga instalada para dimensionar la capacidad del generador eléctrico, con el propósito de abastecer la demanda de energía, en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi.

2.5.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinar la demanda y su relación con la potencia necesaria del generador.
- Diagnosticar la situación actual de las instalaciones eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, para determinar sus requerimientos energéticos basados en la demanda total.
- Proponer las características de los sistemas de protección eléctricos que se deben instalar, para el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones y alargar su tiempo de vida útil.

2.5.4 Descripción de la Aplicación.

El suministro de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi se ve interrumpido ocasionalmente por cortes de energía, por ello no se puede continuar con las labores académicas ocasionando retrasos en el cumplimiento del pensum. Por lo que se plantea realizar un estudio de cargas tomando en cuenta la potencia nominal a instalar para el grupo electrógeno que resulta de la suma de las potencias requeridas por los receptores a alimentar, multiplicada por un factor de simultaneidad y tomando en cuenta un futuro aumento del consumo de hasta un 10%. Los grupos electrógenos desempeñan como proveedores de energía continua, de reserva, suplementaria o de emergencia. La selección del grupo

electrógeno a instalar y su potencia nominal de generación es el momento más importante, a partir del cual se derivan el resto de las etapas como la instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

El grupo eléctrico a ser dimensionado y posteriormente instalado básicamente está formado por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario (Diesel), un generador eléctrico de corriente alterna acoplado en el mismo eje y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, circuitos de lubricación, combustible, agua, excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos.

CAPÍTULO III

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.

3.1 Estudio de Carga y Dimensionamiento del Generador.

Para el dimensionamiento del grupo electrógeno recurrimos al estudio de cargas de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, para determinar la potencia total de la carga instalada y que el generador eléctrico o grupo electrógeno abastezca las necesidades del consumo total en las horas de mayor consumo, luego de esto se calcula la potencia nominal del grupo y el calibre del conductor que debe ser dimensionado en base a la máxima corriente consumida por la carga, todos estos cálculos se derivan del estudio de cargas por ello su importancia.

3.1.1 Estudio de Carga de la UTC-La Maná.

El estudio de cargas eléctricas es un cálculo que se aplica a un proyecto eléctrico para conocer la demanda de energía eléctrica que va a consumir todas las cargas instaladas en toda la instalación, generalmente este estudio sirve para determinar la potencia necesaria del transformador que va a suministrar de energía a los circuitos, en nuestro caso nos va a servir para dimensionar la potencia del generador, a continuación elaboramos una planilla de cálculo, en la que se toma en cuenta todos los equipos y artefactos eléctricos instalados y la suma de todos ellos nos va a dar como resultado la demanda requerida por la institución.

3.1.1.1 Estudios de Carga y Demanda.

**CUADRO No.14
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS.**

No.	APARATOS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO			F FUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn (W)				
1	Alumbrado	294	40	100	11760	90	10584
2	Cafetera	1	850	50	425	50	212.5
3	Computadoras	39	450	100	17550	90	15795
4	DVD	1	8	50	4	50	2
5	Impresoras	7	40	70	196	50	98
6	Proyectores	7	280	50	980	90	882
7	Equipo de sonido	2	25	80	40	50	20
8	Reflectores de luz exterior	4	400	100	1600	80	1280
9	Reloj biométrico	1	25	30	7.5	50	3.75
10	Teléfono	5	25	80	100	50	50
11	Televisión	1	85	50	42.5	80	34
12	Ventilador	12	25	100	300	60	180
13	Bomba de agua	1	1500	80	1200	50	600
14	Lámparas de sensor	4	15	70	42	70	29.4
15	Máquina pulidora de piso	1	7500	40	3000	50	1500
16	Amplificadores	2	12000	30	7200	50	3600
17	Copiadora	1	2600	20	520	70	364
TOTAL					44967		35234.6
Factor de Potencia			0.9	Factor de Demanda(FDM)		0.78	
DMU (VA)			39149.6	Demanda Requerida		40 KVA	

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

3.1.2 Cálculo del Generador.

El estudio de cargas eléctricas dio como resultado que la potencia total de la Universidad es igual a 40,0 KVA por lo que el grupo electrógeno a ser instalado será de 62,5 KVA, está sobredimensionado para que no exista ningún inconveniente en caso de cargas futuras o conexiones momentáneas de potencia alta que podrían afectar al funcionamiento del generador que va a suministrar de energía.

GRÁFICO N° 19 GRUPO ELECTRÓGENO ADQUIRIDO.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.1.2.1 Datos Técnicos del Generador Instalado.

El grupo electrógeno adquirido está compuesto de un motor Huafeng modelo 4105ZD (62KW - 84HP), 4 cilindros, turbo cargado, enfriando por agua, y un alternador o generador sincrónico marca Gexin modelo TFW-50 de 50 KW - 62.5 KVA Prime, 380V-225V, 60HZ.

Modelo del grupo	50 GF
Potencia Nominal	50 KW

3.1.2.1.1 Datos Técnicos del Motor a Diesel.

Modelo	4135D-1
Salida Nominal 12 horas	58.8/80 Kw/ps
Consumo de Combustible	231,1 g/Kw.h
Consumo de Aceite	≤ 1.63
Método de Enfriamiento	Enfriado por agua
Método de Arranque	Arranque Eléctrico
No. de Cilindros	4
Desplazamiento Total del Pistón (L)	3.93
Proporción de Presión	16:1
Orden de Encendido	1-3-4-2
Modo de Consumo de Aire	Supercargado
Condiciones de Trabajo Nominal	50/1800 (Kw/r/min)
Mayor Velocidad de Ralentí	≤ 2376
Menor Velocidad de Ralentí Estable	≤ 600
Max Torque / velocidad	250/1400 (N*m/r/min)
Promedio de Presión Efectiva	694 Kpa
Temperatura de Escape	≤ 600
Peso neto	410 Kg

3.1.2.1.2 Datos Técnicos del Alternador.

Modelo	TFW – 50
Voltaje Nominal	380V-225V
Frecuencia Nominal	50 – 60 Hz
Factor de Potencia	0.8
Estilo de Trabajo	Continuo
Excitación	Sin escobillas, auto excitado
Clase de Aislamiento	Clase H
Sistema de Regulación de Voltaje	AVR Regulación Automática
Clase de Protección	IP 22

Regulación Nominal de Estabilidad de Voltaje	$\pm 0,5 \%$
Regulación Nominal de Frecuencia Transitoria	$\pm 15 \%$
Regulación Nominal de Estabilidad de Frecuencia	$\leq 3s$
Sobrecorriente	$3 - 5 I_e \geq 5 s$
Capacidad en sobrecarga	$1,5 I_e \geq 2 \text{ min}$

3.2 Dimensionamiento de los Equipos de Fuerza.

Para la instalación y puesta en marcha del grupo electrógeno, necesitamos conectarlo al sistema eléctrico por medio de equipos como son: el cableado de fuerza y un disyuntor principal que proteja al generador en caso de alguna falla en el sistema cuando el grupo electrógeno esté en funcionamiento con toda la carga de la Universidad.

3.2.1 Dimensionamiento del Disyuntor Principal.

Los disyuntores son dispositivos para establecer y cortar la corriente nominal en un circuito o la corriente que pueda circular en condiciones de falla, como un cortocircuito, por medio de la separación mecánica de los contactos conectados en serie con el circuito, en un medio aislante, sea este aire o generalmente aceite, el cual ayuda a la extinción del arco que se forma entre los contactos.

**GRÁFICO N° 20
DISYUNTOR ADQUIRIDO.**



Fuente: Manual del fabricante.

El generador requiere un disyuntor que esté en la capacidad de trabajar con los valores de corriente y voltaje de conformidad con la característica del generador.

Se considera que la potencia desarrollada por el generador es de 62,5 KVA debido a las condiciones atmosféricas que experimenta (recomendaciones dadas por el fabricante) y 220 V, la corriente nominal se determina de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$S = \sqrt{3} * V * I$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

Donde:

S = Potencia Aparente

I = Corriente Nominal

V = Voltaje

Se conoce que:

S = 62,5 KVA

V = 225 V

Se tiene que:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

$$I = \frac{62,5 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 225 \text{ V}}$$

$$I = 160,38 \text{ A}$$

3.2.2 Dimensionamiento del Cableado de Fuerza.

La corriente de servicio de los equipos conectados, no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección, es decir del disyuntor principal, cuyo valor a su vez no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor.

Para la selección de conductor adecuado existen tablas establecidas con la sección del conductor y calibre para los distintos valores de corriente, la corriente máxima del generador ya antes calculada es de 160 A, por lo que el conductor seleccionado de acuerdo a la tabla va a ser tipo TTU, calibre 2/0 AWG.

GRÁFICO N° 21 CONDUCTOR ADQUIRIDO.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.2.2.1 Datos Técnicos del Conductor.

Calibre	2/0 AWG
No. de Hilos	19
Sección Aprox. del Conductor	67,35 mm ²
Diámetro Aprox. del Conductor	10,65 mm
Peso Aprox. del Conductor	610,72 Kg/Km
Espesor de Aislamiento	1,65 mm
Espesor de Chaqueta	1,14

Diámetro Exterior Aprox.	16,23 mm
Peso Total Aprox.	751,48 Kg/Km
Capacidad de Conducción *	175 Amp
Capacidad de Conducción **	265 Amp

(*) Capacidad de conducción no más de 3 conductores en conduit, bandeja o cable directamente enterrado, basado en una temperatura ambiente de 30 °C.

(**) Capacidad de conducción para 1 conductor en aire libre a temperatura ambiente de 30 °C.

Aplicaciones.- En distribución y fuerza, instalaciones aéreas o en ductos, tubería o directamente enterradas, en lugares secos o húmedos donde la temperatura del conductor no exceda los 75 °C.

Voltaje de Servicio.- 2000 V

Construcción.- Conductor de cobre aislado con una capa de polietileno natural y sobre esta colocada una chaqueta de PVC negro.

3.2.3 Dimensionamiento de la Transferencia.

Se toma en cuenta el cálculo del disyuntor principal teniendo que la máxima corriente que puede dar el generador es de 160 A, parecido a la establecida por el fabricante que dice 164 A. por fase y la total establece en 284 A, por lo que se selecciona una transferencia automática de 250 A. CAMSCO AUTOMATIC TRANSFER SWITCHING EQUIPEMENT, tipo W-2 250 A. 3F, la selección de una transferencia automática obedece a las necesidades de la institución ya que en caso de darse los cortes de energía, el módulo de control que va a gobernar al generador también controla a la transferencia de modo que todo sea automático y el servicio de energía eléctrica se restablezca en el menor tiempo posible (ver gráfico 22).

GRÁFICO N° 22
TRANSFERENCIA ADQUIRIDA.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.2.3.1 Datos Técnicos del Switch de Transferencia Automática.

Marca	Camsco
Modelo	W-2
Voltaje de Aislamiento	AC 690V
Voltaje Nominal	AC 380V/400V
Corriente Nominal (I_e)	250 A
Tipo de Contacto	Doble Contacto
Método de Cableado	Panel Frontal
Número de Polos	3 Polos
Peso	8 Kg
Corriente de Operación	4 A
Capacidad de Switch Auxiliares	AC 200V/220V 2,5A
Accesorios	Manejo Manual

3.2.3.2 Datos Técnicos de Funcionamiento del Switch de Transferencia Automática.

Corriente Admisible de Corta Duración	15 KA
Condición Nominal de Cortocircuito	37,5 KA
Tiempo de Transferencia de Conexión	55 ms

Tiempo de Transferencia de Desconexión	20 ms
Vida Útil Eléctrica	2000 Operaciones
Vida Útil Mecánica	6000 Operaciones
Frecuencia de Switch	120 Operaciones/Hora
Switch Auxiliares	2 NC y 2 NO

3.2.3.3 Características Técnicas del Switch de Transferencia Automática.

El switch de transferencia a utilizarse tiene las siguientes características:

- Entrecierre mecánico fiable: Construcción especial de selección excéntrica para asegurarse de que sólo una fuente de alimentación está conectada.
- Alto desempeño de corte de arco: Apaga el arco eléctrico anormal, corta duración de arco eléctrico y baja pérdida de contacto.
- Contrato de arco principal multidisco: Aumenta el área de contacto y la presión de las superficies de contacto, eliminando el sobrecalentamiento y soldadura de contacto y aumentando la vida útil de contacto.
- Alta velocidad de transferencia: Transferencia rápida entre la potencia activa y la potencia de reserva, que permite un retardo de transferencia personalizado para una transferencia automática con un controlador.
- Construcción simple y poco volumen: Con funcionamiento fiable, una tasa baja de fallos y son convenientes para instalar y dar mantenimiento. Permite la rotación con un mango durante la reparación para la detección conveniente de fallos y solución de problemas. Los ATS de la serie W están cuentan con una mayor capacidad nominal de corriente.

3.3 Dimensionamiento de los Equipos de Control.

El grupo electrógeno adquirido consta de un módulo de control de marca Harsen de la serie GU640A, que es un módulo electrónico con capacidad de gobernar al generador provisto de una pantalla que muestra las variables de funcionamiento y varios botones de configuración y operación que sirven para control y reconocimiento de alarmas entre otras funciones, pero el inconveniente de este módulo es que consta con la función de gobernar el generador a distancia a automáticamente, razón por la cual se decidió implementar un nuevo módulo de control mucho más sofisticado y con más funciones especializado para el tipo de requerimiento de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

3.3.1 Selección del Módulo de Control para el Grupo Electrónico.

El sistema de generación que se desea instalar en la institución debe cumplir con algunos requerimientos, el más importante es que todo el sistema debe funcionar automáticamente, es decir desde detectar el corte de energía por parte de la empresa eléctrica distribuidora, luego arrancar el generador y verificar sus condiciones normales, y hacer la transferencia automática por lo que se requiere de un equipo que tenga todas estas funciones. Buscando las últimas aplicaciones tecnológicas nos encontramos con un módulo versátil que cumple con todos los requerimientos como es el ComAp IL-AMF 25.

La gama IntelliLiteNT ofrece una amplia variedad de soluciones de control integrado de grupos electrógenos que funcionan en modo de emergencia. Basado en la arquitectura InteLite probada en campo, la familia de controladores cumple todos los requisitos desde el más simple al más complejo y desde aplicaciones AMF a las MRS – con modelos específicos que proporcionan control módem e internet, configuración de usuario y una visualización y protección completa del grupo electrógeno. Todos los controladores IntelliLiteNT son fáciles de usar con una interfaz de usuario intuitiva y pantalla gráfica. Todos estos modelos también cuentan con un registro de eventos y ejecuciones integrado. Algunos incorporan

un reloj en tiempo real y otros un contador de horas, lo que hace aún más sencilla la localización de problemas. Esto ofrece un mayor nivel de funcionalidad con usuarios capaces de mostrar una amplia gama de valores del motor en indicadores analógicos estándar y medición de verdadero valor eficaz de los valores eléctricos.

GRÁFICO N° 23

ComAp IL-AMF 25.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.3.1.1 Datos Técnicos del ComAp IL-AMF 25.

A continuación se detallan todos los datos técnicos y parámetros para la instalación del módulo de control.

3.3.1.1.1 Suministro Eléctrico.

Tensión	8-36V DC
Consumo	0,5-0,1A
Caída de tensión de alimentación permitida:	50 ms de min. 10V, vuelta a mín. 8V
Tolerancia de medición de tensión de la batería	2 % a 24V

3.3.1.1.2 Condiciones de Trabajo.

Temperatura de trabajo IL-CU	-20...+ 70o C
Temperatura de trabajo IL-CU-LT [#]	-30...+ 70o C

Temperatura de almacenaje	-30...+ 80o C
Protección panel frontal	IP65
Humedad	95% sin condensación
Conformidad con las normas	
Directiva sobre baja tensión	EN 61010-1:95 +A1:97
Compatibilidad electromagnética	EN 50081-1:94, EN 50081-2:96 EN 50082-1:99, EN 50082-2:97
Vibración	5 - 25 Hz, ±1,6mm 25 - 100 Hz, a = 4 g
Golpes	a = 200 m/s ²

3.3.1.1.3 Modificación de Baja Temperatura.

La pantalla LCD limita el rango de temperatura de trabajo del controlador a -20°C - $+70^{\circ}\text{C}$ incluso si los demás componentes electrónicos trabajan en un rango más amplio de temperatura. El interior de IntelliLite LT lleva una película de precalentamiento para ampliar el rango de temperatura de trabajo de la pantalla .El precalentamiento se inicia a una temperatura por debajo de 5°C y su potencia depende de la temperatura y la tensión de la fuente de alimentación. IntelliLite LT empieza a trabajar inmediatamente después de haber sido conectado a -30°C y la pantalla se hace visible después de unos minutos. Las caídas de tensión a corto plazo (p. ej. durante el arranque del motor) no afectan el funcionamiento en absoluto.

3.3.1.1.4 Dimensiones y Peso.

Dimensiones	180 x 120 x 55 mm
Peso	800 g

3.3.1.1.5 Red eléctrica y Generador.

Frecuencia Nominal	50-60Hz
Tolerancia de medición de frecuencia	0,1Hz
Entradas de corriente	
Corriente de entrada nominal (desde TC)	5 A
Carga (Impedancia de salida TC)	< 0,1 Ω
Capacidad de entrada de TC	< 0,2 VA por fase (In = 5A)
Max. Corriente medida del CT	10 A
Tolerancia de medición de corriente	2% de la corriente nominal
Máx. Corriente de pico del TC	150 A / 1seg.
Max. Corriente continua	12 A
Entradas de tensión	
Tensión de medición	231 VCA fase a neutro 400 VCA fase a neutro
Tensión máx. Medida	290 VCA fase a neutro
Resistencia de la entrada	0,6 M Ω fase a neutro 0,3 M Ω fase a neutro
Tolerancia de medición de la tensión	2 % de la tensión nominal
Clase de sobretensión	III (EN61010)

3.3.1.1.6 Entradas y Salidas Binarias.

Entradas binarias	
Número de entradas	7
Resistencia de la entrada	4,7 k Ω
Rango de la entrada	0-36 VCC
Nivel de tensión de cambio para indicación de contacto cerrado	0-2 V
Nivel máx. de tensión para indicación de contacto abierto	8-36 V

Salidas de relé de contacto

Número de salidas	2
Ciclo de vida eléctrica	mín. 100.000 ciclos de cambio
Corriente máxima	Carga resistiva 12 A CC Carga inductiva 4 A CC
Tensión máx. de cambio	36 VCC
Carga mín.	24 V / 0,1 A
Tensión de aislamiento	500 Veff

Salidas binarias de colector abierto

Número de salidas	5
Corriente máxima	0,5 A
Tensión máx. de cambio	36 VCC

3.3.1.1.7 Entradas Analógicas.

Sin separar eléctricamente

Resolución	10 bits
Rango de resistencia del sensor	0 Ω -2,4 k Ω
Tolerancia de medición de resistencia	4 % \pm 2 Ω fuera del valor medido

3.3.1.1.8 Entrada de captación de velocidad.

Tipo de sensor	captación magnética
Mín. tensión de entrada	2 Vpk-pk (de 4 Hz a 4 kHz)
Máx. Tensión de entrada	50 Veff
Mín. Frecuencia medida	4 Hz
Máx. Frecuencia medida	10 kHz (tensión mín. de entrada 6Vpk-pk)
Tolerancia de medición de frecuencia	1,5 %

3.3.2 Dimensionamiento del Cableado de Control.

Para la conexión de los circuitos de control dentro del tablero se ha empleado cable #16 AWG ya que cumple con las características exigidas por el fabricante del equipo que va a controlar al generador eléctrico que es el ComAp IL – AMF – 25 (Controlador Modular de Grupos Electrónicos). Para de las señales desde el tablero de control hacia el generador (entradas o salidas de relé) se empleó cable sucre #16AWG de seis hilos con recubrimiento para choques mecánicos.

3.4 Montaje, Instalación y Operación.

La ubicación del grupo electrógeno fue designada por las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, previa consulta y autorización de la matriz, se designó ubicarlo detrás del área administrativa por el espacio que es adecuado y cumple con los requerimientos de ventilación y disipación del ruido para que no afecte al normal desarrollo de las actividades de la institución.

3.4.1 Montaje del Tablero de Control.

El módulo de control y la transferencia automática esta montados en un mismo tablero, ubicado a lado del tablero principal de distribución de la institución, el tablero está diseñado para uso en interiores, con protección contra el polvo, goteo de líquidos no corrosivos y caída de suciedad.

Es necesario que exista una separación apropiada entre los equipos y elementos de potencia para evitar la generación del efecto inductivo o capacitivo por la cercanía de ellos.

GRÁFICO N° 24
TABLERO DE CONTROL.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.4.2 Instalación Física del ComAp.

La distribución de los equipos y la alimentación de los circuitos de control no superan los 600 V y 1000 VA, de acuerdo a la norma NEC 725-21, nos permite instalar en forma física el ComAp en la puerta del tablero de control.

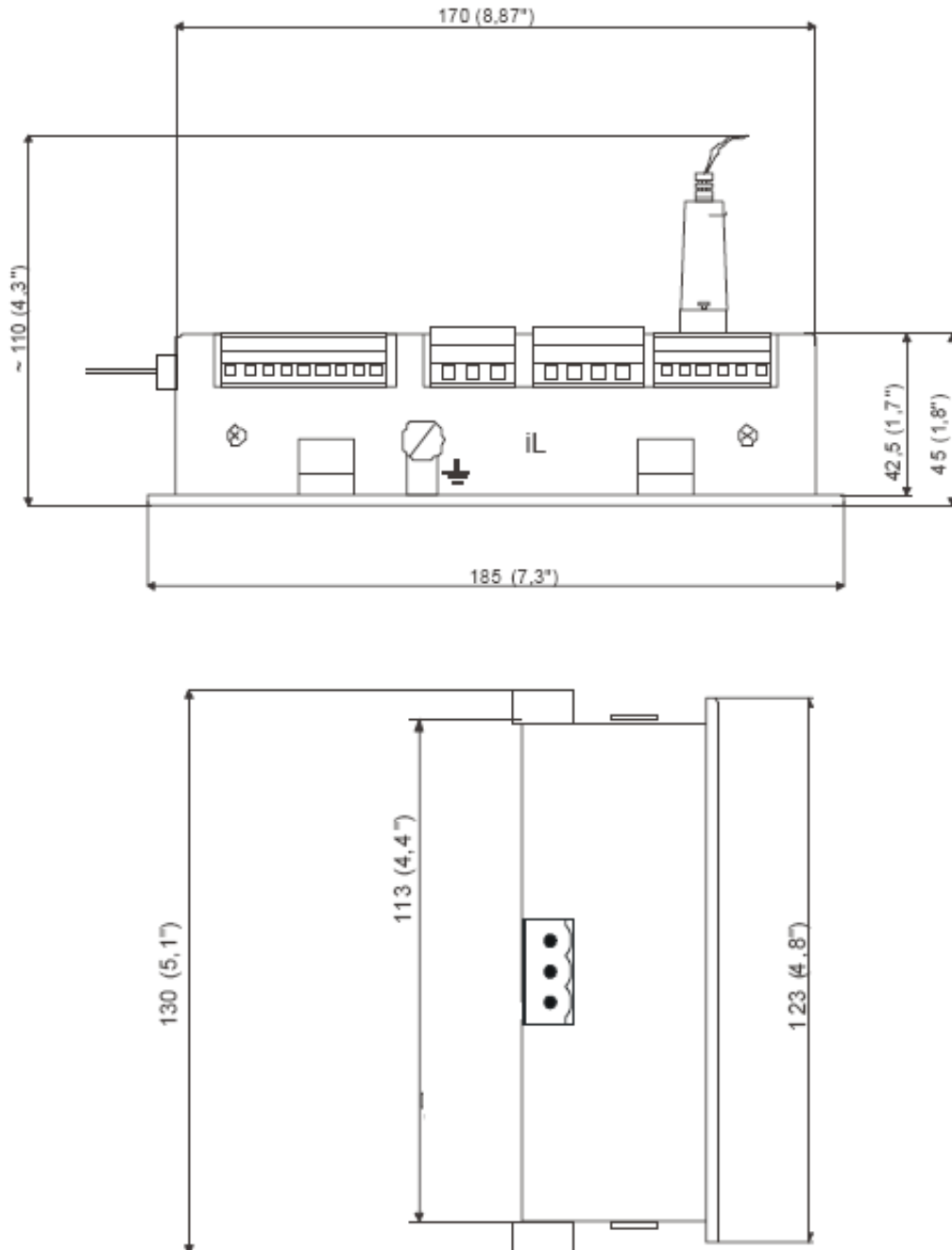
GRÁFICO N° 25
INSTALACIÓN DEL ComAp.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

La mayoría de las regletas terminales del ComAp se han diseñado para ser desmontadas a mano, una vez desconectada la alimentación eléctrica, las regletas de terminales pueden desmontarse mediante los tornillos de las borneras.

GRÁFICO N° 26
DIMENSIONES DEL ComAp.



Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

3.4.3 Montaje del Generador.

Para el montaje del generador se tomó en cuenta el tipo de fijación y fundición, el lugar destinado es un terreno firme y con una plancha de hormigón lo bastante firme para soportar el peso del equipo y esfuerzos producidos por el mismo. El piso que sirve de soporte se comprobó que este nivelado y a más de ese se instaló entre el piso y el generador una tira de caucho para que absorba las vibraciones producidas por las partes móviles.

GRÁFICO N° 27

MONTAJE DEL GENERADOR.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.4.4 Acondicionamiento de la Sala del Generador.

Es importante que el aire caliente del radiador sea conducido fuera de la sala del generador por lo que el radiador se colocó hacia la parte que tiene libre acceso para expulsar el calor y no vaya a recircular, para tener el generador con la temperatura más baja posible para aprovechar el máximo rendimiento del motor.

El tubo de escape del silenciador se fabricó con tubo EMT de dos pulgadas sostenido desde el techo con soporte y lo más corto posible, con una sola curva para dirigir los gases de escape hacia afuera al extremo opuesto de la salida de aire

del radiador, para no exceder las recomendaciones de contrapresión apropiadas del motor.

La salida de aire caliente de la conexión motor/alternador esta libre, el tanque de combustible diario tiene tuberías flexibles, que conectan al motor y está alojado a distancia del motor desde la sala de máquinas.

El alimentación y el retorno de combustible esta entubado de vuelta al tanque y con válvulas que permiten el control del flujo en caso de mantenimientos, la batería de arranque siempre permanece cargada ya que tiene un mantenedor de carga conectado a la red eléctrica de la institución.

GRÁFICO N° 28

ACONDICIONAMIENTO DE LA SALA DEL GENERADOR.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.4.5 Apantallamiento y conexión a tierra.

El grupo electrógeno y todos los sistemas de bajo voltaje requieren ser unidos a tierra, la necesidad específica de poner a tierra los sistemas de control y fuerza es un asunto de desempeño. Todos los sistemas eléctricos están conectados a tierra para limitar el voltaje existente en los circuitos de líneas de alimentación y estabilizar el voltaje durante su operación normal.

El grupo electrógeno está conectado a tierra mediante una varilla de cooperweld de 5/8" X 1,8 M, provista de un conector y conducido desde el grupo con un cable de cobre desnudo de conexión a tierra número 6x7 hilos. El alternador está el neutro aterrizado mediante una malla de tierra instalada para la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná.

GRÁFICO N° 29

PUESTA A TIERRA.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.4.6 Cableado del Generador.

Una vez instalado el generador en su sitio e implementada la sala del grupo electrógeno se procedió a conectarse al tablero de control, esto comprende el circuito de control y el circuito de fuerza. El cableado se lo realizó mediante tubería EMT desde la sala del grupo electrógeno hasta el tablero de control que está ubicado en el interior del edificio de la institución, la longitud aproximada de la conducción es de 30 metros.

Anteriormente se había establecido que el control se lo realizaría mediante un conductor calibre 16 AWG, como recomienda el fabricante de los equipos de control, por lo que se procedió a llevar las señales de control del generador como son de presión de aceite, de temperatura del motor, alimentación de la batería del

generador para el módulo de control ComAp, la señal de retorno de la solenoide de encendido, la señal de la solenoide de apagado, en total se necesitaron 6 conductores de señales de control que fueron conducidos mediante una tubería EMT de 1/2 ”

GRÁFICO N° 30

CABLEADO DE CONTROL Y FUERZA.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

El cable seleccionado mediante el cálculo establecido nos dio un conductor de calibre 2/0 AWG tipo TTU, procediendo a la adquisición de 150 metros de este conductor para iniciar los trabajos de cableado de fuerza, el generador es trifásico a 4 hilos necesitando la instalación de 4 conductores de fuerza que parten desde las terminales de conexión del generador hasta la transferencia automática instalada en el tablero de control del generador.

El cableado se realizó utilizando tubería EMT de 2” de diámetro desde la sala del generador partiendo desde el generador ayudados en los cambios de dirección de la tubería mediante codos y uniones de tipo EMT subiendo por la pared de la sala del generador, siguiendo por la loseta ubicado al lado de la sala del generador y llegando a una caja de revisión eléctrica ubicada justo en el piso de donde se encuentra instalado el tablero de transferencia y control, de aquí parten por tubería

empotrada en la pared y llegan al tablero principal y se conectan en los terminales del switch de transferencia automática.

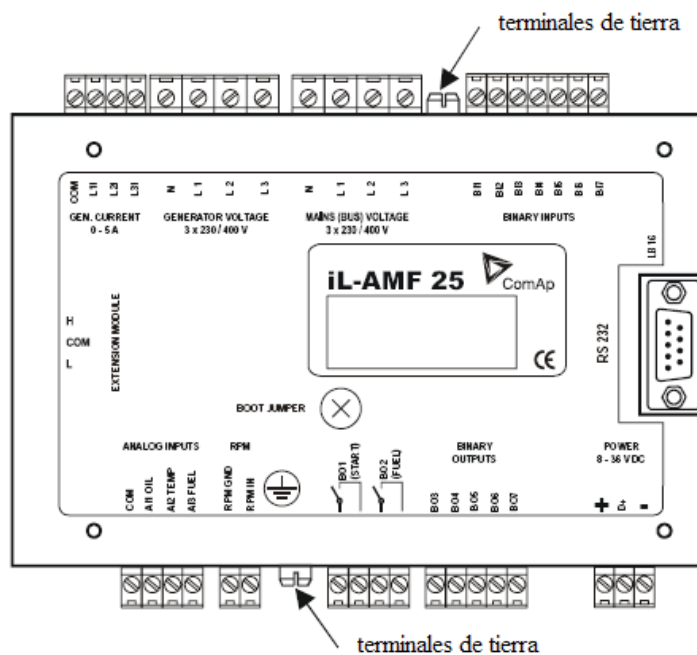
3.4.7 Acoplamiento del Sistema.

La calibración del sistema se realizó posteriormente de tener todos los equipos instalados y fijados en su lugar, desde ahí se empezó todas las conexiones necesarias para calibrar el sistema y tenga el funcionamiento esperado, de acuerdo a los requerimientos de La Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.4.7.1 Conexión del ComAp IL-AMF 25.

Para garantizar un funcionamiento correcto se conectó los terminales de tierra, el cableado de las entradas binarias, salidas binarias y analógicas se las realizó con cables de control. Para tener en claro la conexión eléctrica del ComAp se debe conocer sus terminales como se muestra a continuación.

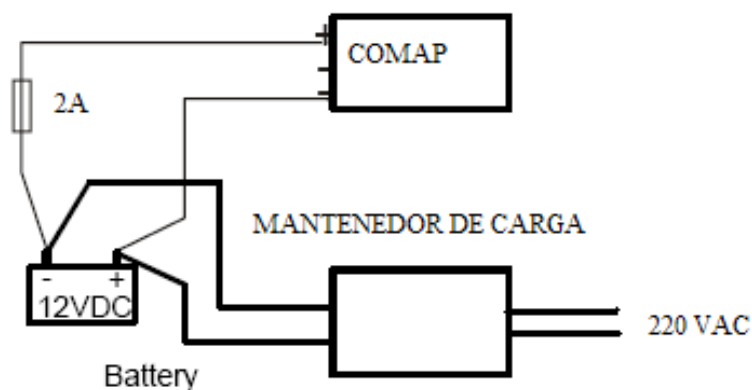
GRÁFICO N° 31
TERMINALES DEL ComAp.



Fuente: Manual de instalación del ComAp.

La alimentación eléctrica se tomó directamente de la batería del generador a 12 VDC protegida mediante un fusible de 2A y respaldada la batería mediante un mantenedor de carga conectado a la red de alimentación de 220 VAC. Para las conexiones a una fuente de alimentación de 12 VCC, ComAp dispone de condensadores internos que permiten al controlador continuar funcionando durante el arranque si se produce un hueco de tensión de la batería.

GRÁFICO N° 32
ALIMENTACIÓN DEL ComAp.

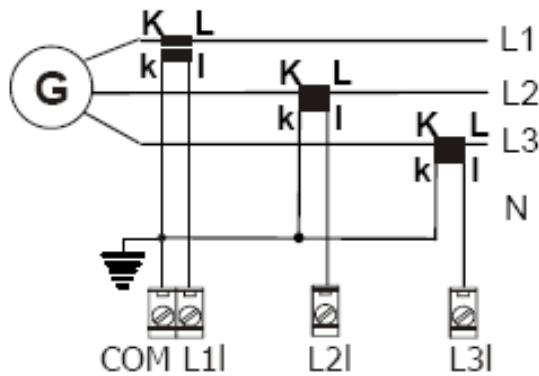


Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

3.4.7.2 Medición de Corriente del ComAp IL-AMF 25.

El módulo de control mide la corriente que entrega el generador al sistema mediante transformadores de corriente, cuenta con terminales destinados para la conexión de los TC, esta medición la muestra en su pantalla gráfica y le sirve para controlar al generador en caso de sobrecarga, los transformadores de corrientes vienen incorporados en el grupo electrógeno, pero en esta aplicación los retiramos y los instalamos en el tablero de control para reducir el cableado de control desde el generador hasta el tablero de transferencia, la relación de transformación de los TC es de 200/5 A. El módulo de control ComAp únicamente acepta valores de transformadores de corriente que en el secundario sean de 5 A, se conectan los transformadores de corriente según el siguiente plano.

GRÁFICO N° 33
MEDICIÓN DE CORRIENTE.

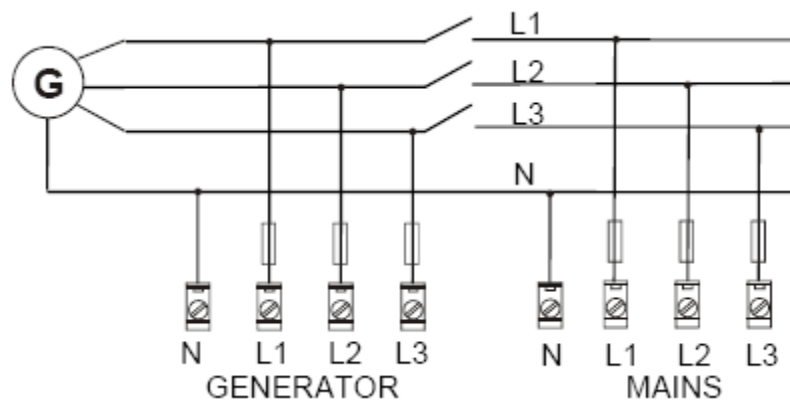


Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

3.4.7.3 Medición de Tensión del ComAp IL-AMF 25.

El módulo de control realiza la medición de voltajes tanto del generador como de la red de la empresa eléctrica local, esta medición la realiza directamente tomando sus variables ya que consta de terminales de conexión específicos para esta función. Los valores obtenidos de tensión los utiliza para detectar los cortes de energía y automatizar el sistema, también detecta cuando el generador está en condiciones de funcionamiento normales como son frecuencia y sobre o bajas tensiones para las protecciones integradas en el módulo de control.

GRÁFICO N° 34
MEDICIÓN DE TENSIÓN.



Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

3.4.7.4 Conexión de Entradas y Salidas del ComAp IL-AMF 25.

Para controlar y monitorear al sistema de generación, el módulo de control necesita obtener datos tanto del generador como de la transferencia y del sistema eléctrico, para lo cual está provisto de entradas y salidas, a continuación se detalla cómo se conectó el ComAp en cada una de sus entradas y salidas.

CUADRO No.15
CONEXIÓN DE ENTRADAS BINARIAS DEL ComAp.

Borne	Descripción
BI1	Retroalimentación de la transferencia posición A
BI2	Retroalimentación de la transferencia posición B
BI3	Parada de Emergencia
BI4	Bloque de acceso
BI5	Desconexión a distancia
BI6	Prueba a distancia
BI7	Rociante

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

CUADRO No.16
CONEXIÓN DE SALIDAS BINARIAS DEL ComAp.

Borne	Descripción
BO1	Motor de arranque
BO2	Solenoides de combustible
BO3	Cierre y apertura del contacto del generador en la transferencia
BO4	Cierre y apertura del contacto de la empresa eléctrica en la transferencia
BO5	Pre arranque
BO6	Listo para carga
BO7	Alarma

Elaborado por: Herrera Alvarado José Ignacio.

GRÁFICO N° 35

CONEXIONES DEL ComAp.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

3.4.8 Ajuste del ComAp IL-AMF 25.

Para la operación y análisis de las señales que ingresan al ComAp de deben ajustar los parámetros del generador como son los valores de potencia del generador, relación de transformación de los TC, entre otros que se muestran luego en la pantalla. Los datos que se ingresaron en el módulo de control se detallan a continuación.

3.4.8.1 Ajustes Básicos.

Nombre del Grupo Electrónico	IL-NT
Potencia Nominal	50 KW
Corriente Nominal	155 A
Relación TC	200 A /5 A
Relación TP	1 V / 1 V
Relación TP V red Eléctrica	1 V / 1 V
Tensión Nominal Ph-N	128 V

Tensión Nominal Ph-Ph	222 V
Frecuencia Nominal	60 Hz
RPM Nominales	1800 RPM
Modo de Controlador	Auto
Reinicio Fallo ir a Manual	Deshabilitado

3.4.8.2 Parámetros del Motor.

RPM de Arranque	25%
Pres. Aceite de Arranque	4,5 Bar
Tiempo de Pre arranque	0 seg.
Tiempo Máximo de Arranque	5 seg.
Pausa entre Arranques	8 seg.
Intentos de Arranque	3
Tiempo de Ralentí	12 seg.
Tiempo Mín. de Estb.	2 seg.
Tiempo Máx. de Estb.	10 seg.
Velocidad de Refrigeración	Nominal
Tiempo de Refrigeración	200 seg.
Tiempo de Parada	60 seg.
Solenoides de Combustible	Diesel
Función D+	Deshabilitado

3.4.8.3 Protección del Motor.

Demora de Protección del Motor	5 seg.
Tiempo Límite de Bocina	10 seg.
Sobre velocidad	115%
Presión de Aceite Wrm	2 Bar
Presión de Aceite Sd	1 Bar
Demora para Presión de Aceite	3 seg.
Temperatura del Motor Wrm	80 °C

Temperatura del Motor Sd	90 °C
Demora para Temperatura del Motor	5 seg.
Sobretensión de la Batería	15,5 V
Subtensión de la Batería	11 V
Próximo Mantenimiento	10000 horas

3.4.8.4 Protección del Generador.

Sobrecarga	120%
Demora de Sobrecarga	5 seg.
Corriente de Cortocircuito	250 %
Demora de Cortocircuito	0,0 seg.
Desequilibrio de la Corriente	50%
Demora de Desequilibrio de la Corriente	5 seg.
Gen >V de Parada	108 %
Gen <V de Parada	75 %
Demora de V del Gen	3 seg.
Desequilibrio de Tensión	10 %
Demora de Desequilibrio de Tensión	3 seg.
Gen >f	110 %
Gen <f	85 %
Demora de f del Generador	3 seg.

3.4.8.5 Fallo Red Automático (AMF).

Retorno desde Isla	Auto
Demora de Arranque de Emergencia	5 seg.
Demora de Retorno de Red	180 seg.
Pausa de Retorno de Avance	1 seg.
Demora del Cierre del MCB	1 seg.
Red Eléctrica >V	110 %
Red Eléctrica <V	60 %

Demora de Tensión de la Red	2 seg.
Desequilibrio Tensión de la Red	10 %
Demora de Desequilibrio Tensión de la Red	2 seg.
Red Eléctrica >f	103 %
Red Eléctrica <f	97 %
Demora de f de la Red	0,5 seg.
Lógico del MCB	Close-On
Retorno desde Test	Manual
MCB Abierto	Fallo de la Red

3.4.8.6 Fecha / Hora.

Tiempo 1 Función	No Funciona
Test Periodo	7 días
Test Duración	10 Min

3.4.8.7 Especificaciones de Sensores.

AI 1 Calibración	0,0 Bar
AI 2 Calibración	0 °C
AI 3 Calibración	0 %

3.4.9 Operación del Sistema de Generación.

La operación del sistema de generación tiene como finalidad transferir la carga eléctrica de forma automática y segura entre dos fuentes de alimentación, una de la red de la Empresa Eléctrica local, y otro de Emergencia que es el Generador Eléctrico instalado.

El sistema de generación de emergencia cuenta con un tablero de control constituido por un módulo de control y una transferencia automática, el control está alimentado de la batería del generador la cual permite arrancar el generador cuando se produce un corte de energía.

Todo el sistema integrado está diseñado y sobredimensionado para que funcione automáticamente, en caso de una emergencia no necesita ningún operador, además cuenta con un modo de funcionamiento opcional del tipo manual para ser operado mediante la interfaz del módulo de control, tomando en cuenta dos modos de operación: automático y manual.

Se debe de tomar en cuenta revisiones físicas periódicas al generador para comprobar los niveles de aceite, agua del radiador, carga de baterías, nivel de combustible y realizar una limpieza periódica de la sala del generador.

3.4.9.1 Operación en Automático.

En este modo de operación solo es necesaria una configuración inicial del módulo de control ComAp y la selección correcta de los dispositivos del tablero de control, los pasos a seguir se detallan a continuación.

1. El pulsador de parada de emergencia debe estar desactivado.
2. El selector de bloqueo/desbloqueo debe estar en posición de desbloqueo, en la posición de bloqueo la pantalla del ComAp permanece apagada,

mientras que en la posición de desbloqueo la pantalla del ComAp permanece encendida.

3. Se debe seleccionar el modo de operación Auto en el ComAp. Mediante la tecla $\text{MODE} \rightarrow$ o $\leftarrow \text{MODE}$, hasta seleccionar el modo AUTO.

GRÁFICO N° 36 OPERACIÓN EN MODO AUTO.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

Una vez realizado estos pasos de configuración previa el sistema está listo para funcionar completamente automatizado, en caso de existir un corte de energía el sistema espera un tiempo prudente para afirmar la falta de tensión en la red, luego envía a arrancar el generador en forma automática, espera hasta que el generador se estabilice en sus condiciones normales y esté listo para entrar a abastecer la carga, luego envía al switch de transferencia automática a desconectar la carga de la Universidad de la red normal y a conectarse del generador.

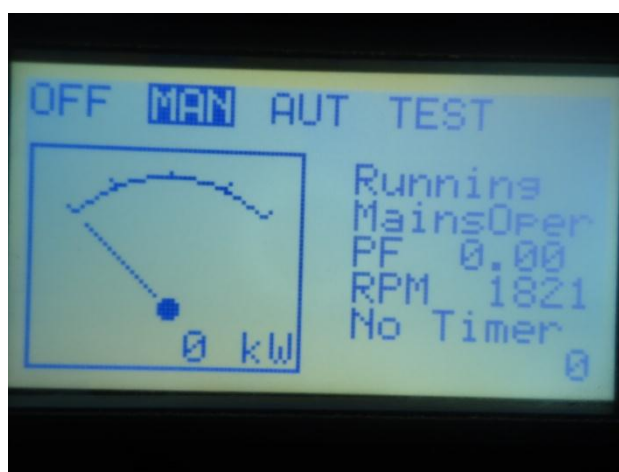
Cuando el sistema de alimentación de la empresa eléctrica local se restablece, el módulo de control ComAp detecta la presencia de tensión y vuelve a realizar la transferencia de carga a la red normal, desconecta al generador y luego envía a apagar el generador.

3.4.9.2 Operación en Manual.

En este modo de operación es necesario que una persona con conocimientos realice esta operación, ya que su proceso requiere de la selección correcta de los botones y pasos para realizar el proceso de transferencia de la carga al generador, los pasos a seguir se detallan a continuación.

1. El pulsador de parada de emergencia debe estar desactivado.
2. El selector de bloqueo/desbloqueo debe estar en posición de desbloqueo, en la posición de bloqueo la pantalla del ComAp permanece apagada, mientras que en la posición de desbloqueo la pantalla del ComAp permanece encendida.
3. Se debe seleccionar el modo de operación Auto en el ComAp. Mediante la tecla $\text{MODE} \rightarrow$ o $\leftarrow \text{MODE}$, hasta seleccionar el modo MANUAL.

GRÁFICO N° 37
OPERACIÓN EN MODO MANUAL.



Fuente: José Ignacio Herrera Alvarado.

4. Pulsar en el módulo de control la tecla START de color verde en el ComAp para enviar a encender el generador. Se debe esperar hasta que el generador alcance las revoluciones nominales de funcionamiento y

verificar sus variables en la pantalla como voltajes, frecuencia, temperatura del motor, presión de aceite.

5. Pulsar la tecla I/O izquierda del ComAp para enviar abrir el contacto de la red normal en el switch de transferencia automática.
6. Pulsar la tecla I/O derecha del ComAp para enviar a cerrar el contacto del generador en el switch de transferencia automática, en este paso el generador entra a funcionar y abastecer de energía la Universidad.
7. Una vez que la red normal se restablezca se encienden dos luces led sobre el símbolo de transformador dibujado en el ComAp y se deben verificar los niveles de tensión en la pantalla del ComAp.
8. Después de un tiempo prudente que se mantenga restablecido la red normal procedemos a realizar la transferencia a la red normal desconectando el contacto del generador en el switch de transferencia y conectando el contacto de la red normal por medio de las teclas antes utilizadas I/O. Se debe tomar en cuenta primero desconectar el contacto del generador caso contrario no se realiza la transferencia.
9. Finalmente se debe enviar a apagar el generador mediante la tecla STOP, luego el generador espera un tiempo de enfriamiento y se procede a apagar.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 Conclusiones.

- Al finalizar el proyecto se llegan a las siguientes conclusiones:

- El estudio de carga fue la base principal para el dimensionamiento del grupo electrógeno instalado en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, puesto que permite abastecer toda la carga instalada de la institución.

- Se determinó la demanda actual de energía eléctrica de la institución y se realizó un balance de cargas para que el generador eléctrico funcione en las mejores condiciones.

- Se mejoraron las instalaciones eléctricas en la institución durante el proceso de instalación del grupo electrógeno.

- La automatización del sistema de generación eléctrico con el módulo de control ComAp, funciona correctamente, logrando los objetivos y metas planteadas, para la implementación del sistema.
- El módulo de control ComAp propone las características de protección para el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones y alargan su tiempo de vida útil.
- Se logró eliminar las pérdidas de las actividades académicas y administrativas por falta de energía eléctrica, aprovechándose al máximo el tiempo para que los estudiantes tengan una mejor preparación académica.
- Se redujeron los costos de operación, mantenimiento al eliminar errores humanos por medio de la integración de sistemas innovadores, tecnológicos y la automatización.

4.2 Recomendaciones.

- Impedir al personal no calificado al acceso de configuración u operación del sistema, ya que este es automatizado.
- Evitar señales parasitas, separando los cables que transportan corrientes débiles de los que transportan corrientes intensas.
- Revisar con frecuencia el estado de mangueras, uniones, acoples del sistema de combustible del grupo electrógeno para evitar una para mientras se encuentre en operación.
- Inspeccionar el estado de conductores de potencia, las conexiones en los tableros y todos los circuitos de fuerza y control para detectar posibles daños.
- Dar un mantenimiento continuo al tablero de transferencia debido a la humedad presente en el ambiente, acumulación de partículas de polvo u oxidación de los contactos, estado de fusible y ajuste de conexiones
- Que este proyecto sirva como punto de partida para futuras investigaciones a favor del mejoramiento de las instalaciones de la Universidad.

4.3 Referencias Bibliográficas.

LIBROS

- AUTONELL Jordi, *Eficiencia en el Uso de la Energía Eléctrica*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2011, p.256. ISBN: 9788426716958.
- BALCELLS Josep, *Calidad y Uso Racional de la Energía Eléctrica*. Editorial Circutor. 2011, p.69. ISBN: 978-84-699-2666-7.
- BARRERO Fermín, *Sistemas de Energía Eléctrica*. Editorial Thomson. 2012, p.56. ISBN: 978-84-9732-283-5.
- BAUTISTA Miguel, *Grupos Electrógenos*. Editorial Paraninfo. 2009, p.96, 98, 116. ISBN: 978-84-283-1525-6.
- BRAVO, Deyci. *Estudio de factibilidad para la instalación de un generador de energía eléctrica en el Laboratorio de Industrias Agropecuarias en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí*. Director Patricio Muñoz. Chone, Ecuador, 2010, p.15.
- CARRETERO Antonio, *Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, Indicadores y Mejora*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p.187. ISBN: 9788481437522.
- DA COSTA Manoel, *Centros de Transformación. Criterios de Diseño*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p.23, 24. ISBN: 978-84-89850-39-9.
- ENRÍQUEZ Harper, *La Calidad de la Energía en los Sistemas Eléctricos*. Editorial Limusa. 2012, p.185. ISBN: 978-968-18-6736-2

- FÉLICE Érice, *Perturbaciones Armónicas*. Editorial Paraninfo. 2009, p.73. ISBN: 978-84-283-2827-7.
- FERNÁNDEZ, Carlos. *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2010, p.46. ISBN: 9788497325813.
- FERNÁNDEZ, José. *Eficiencia Energética en los Edificios*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2011, p.123. ISBN: 978-84-96709-71-3.
- FERNÁNDEZ José, *Guía Completa de la Energía Solar Térmica y Termoeléctrica*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 221. ISBN-13: 978-84-96709-11-9.
- GALLARDO, Félix. *Automatización de una Unidad Móvil de Generación Eléctrica con un Panel de Control Egcp-2 para Grupos Electrógenos, en la Empresa RS ROTH S. A.* Director Miguel Lucio. Latacunga, Ecuador, 2010, p.16.
- LABOURET Anne, *Energía Fotovoltaica. Manual Práctico*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p.166. ISBN-13: 978-84-96709-00-3.
- LLORENTE Manuel, *Cables Eléctricos Aislados. Descripción y Aplicaciones Prácticas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2007, p.85. ISBN: 978-84-283-2065-9.
- LLORENTE Manuel, *Riesgos Laborales en la Industria Eléctrica*. Editorial Ediciones de Autor Técnico. 2011, p.201. ISBN: 978-84-89850-16-3.

- MORENO Julián, *Cálculo de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión*. Editorial Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Andalucía Oriental. 2008, p.110. ISBN: 978-84-922396-1-1.
- PÉREZ José, *Instalaciones Eléctricas en Edificios*. Editorial Creaciones Copyright. 2011, p.215. ISBN: 978-84-96300-03-3.
- RAS Enrique, *Teoría de Líneas Eléctricas*. Editorial Marcombo. 2009, p.146, 147. ISBN: 978-84-600-5892-1.
- REY Francisco, *Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2006, p.187. ISBN: 9788496709713.
- ROLDAN José, *Formulas y Datos Prácticos para Electricistas*. Editorial Paraninfo. 2007, p.65. ISBN: 978-84-283-1243-5.
- SÁNCHEZ Franco, *Locales Técnicos en los Edificios*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p. 59. ISBN: 978-84-96709-73-7.
- SÁNCHEZ Franco, *Manual de Instalaciones Eléctricas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 93. ISBN: 978-84-96709-05-8.
- SÁNCHEZ Luis, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en el Sector Agrario y Agroalimenticio*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 122. ISBN: 9788484763246.
- TORRES José, *Choques Eléctricos en Baja Tensión. Riesgos y Protecciones*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2007, p.37. ISBN: 978-84-8143-124-9.

- TORRES José, *Sobreintensidades en Baja Tensión. Riesgos Protecciones y Aparamentos*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2009, p.121. ISBN: 978-84-8143-290-3.
- TRASHORRAS Jesús, *Proyectos Eléctricos. Planos y Esquemas*. Editorial Paraninfo. 2011, p.95. ISBN: 978-84-283-2664-9.
- WATSON John, *Manual Práctico de Electricidad y Electrónica*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2001, p. 209. ISBN: 978-84-89922-51-9.

Anexos

Anexo 1. Encuesta Aplicada.

Universidad Técnica de Cotopaxi

La Maná.

Señores:

Estudiantes, Docentes y Empleados.

Proyecto de tesis: **“DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR ELÉCTRICO Y MONTAJE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LA MANÁ”.**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar la siguiente encuesta.

1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la UTC- La Maná?

Bueno ()

Malo ()

Regular ()

2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la UTC-La Maná son seguras?

Si ()

No ()

3. ¿Cree que es necesario la implementación de un generador eléctrico en la UTC-La Maná?

Si ()

No ()

4. ¿Cómo considera la instalación de un generador eléctrico para que continúen las clases si existiera un corte de energía?

Bueno ()

Malo ()

Regular ()

5. ¿Usted ha perdido horas clase por falta de energía eléctrica durante su carrera en la Universidad?

Si ()

No ()

6. ¿Cómo considera el grado de iluminación en la UTC- La Maná para el desarrollo de las actividades académicas?

Bueno () Malo () Regular ()

7. ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes en las aulas de la UTC- La Maná?

Bueno () Malo () Regular ()

8. ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los estudiantes?

Si () No ()

9. ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la UTC- La Maná cuentan con protecciones adecuadas?

Bueno () Malo () Regular ()

10. ¿Considera que el ruido provocado por el generador afectaría al aprendizaje?

Si () No ()

Anexo 2. Llegada del Generador.



Anexo 3. Ubicación del Generador.



Anexo 4. Instalación del Tablero de Control.



Anexo 5. Adecuación de la Sala del Generador.



Anexo 6. Cableado de Fuerza.



Anexo 7. Instalación del ComAp.



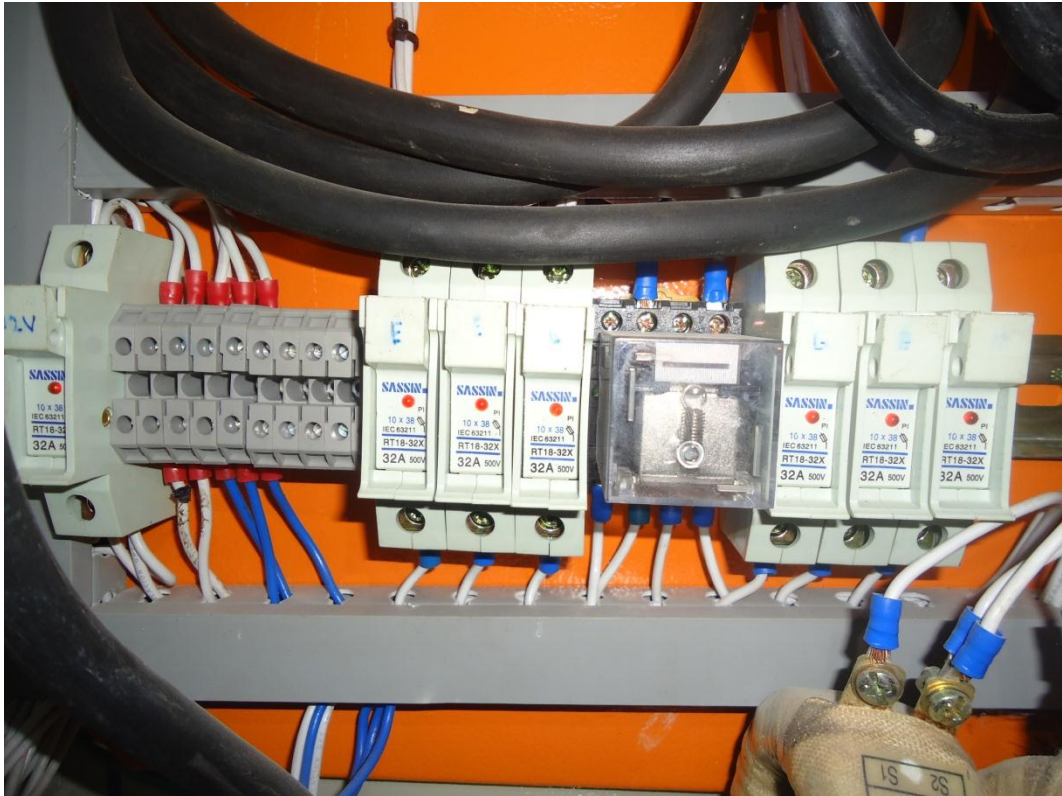
Anexo 8. Instalación del Switch de Transferencia.



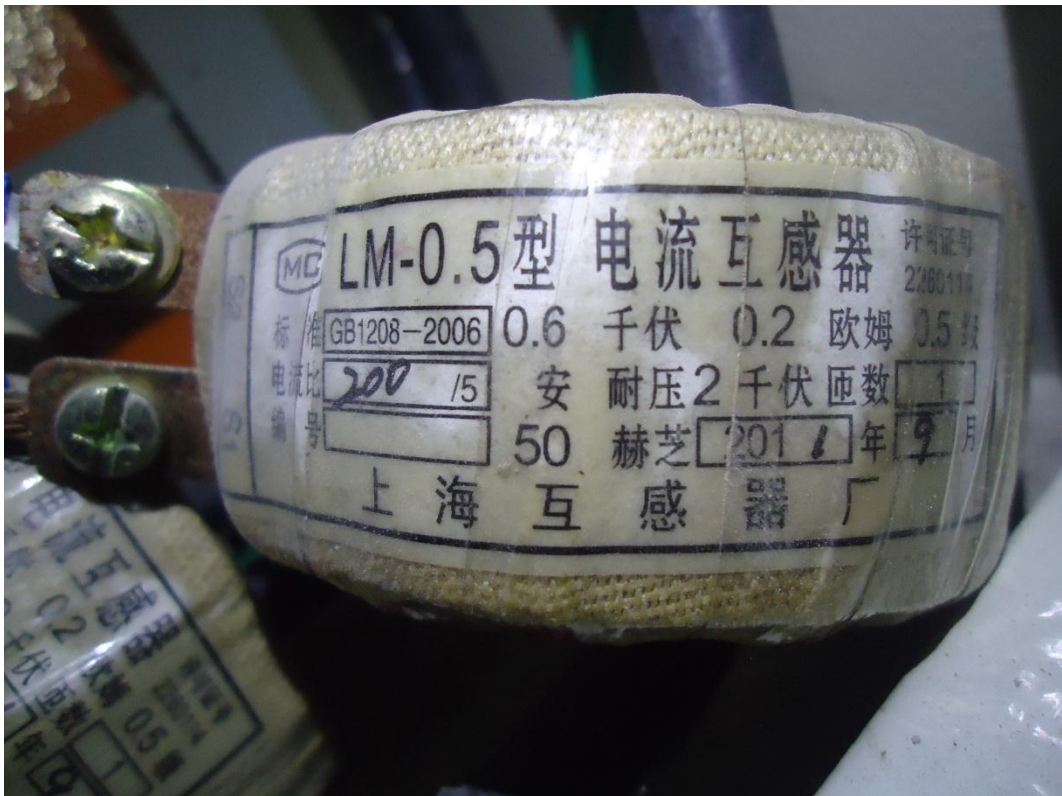
Anexo 9. Cableado del Tablero de Control.



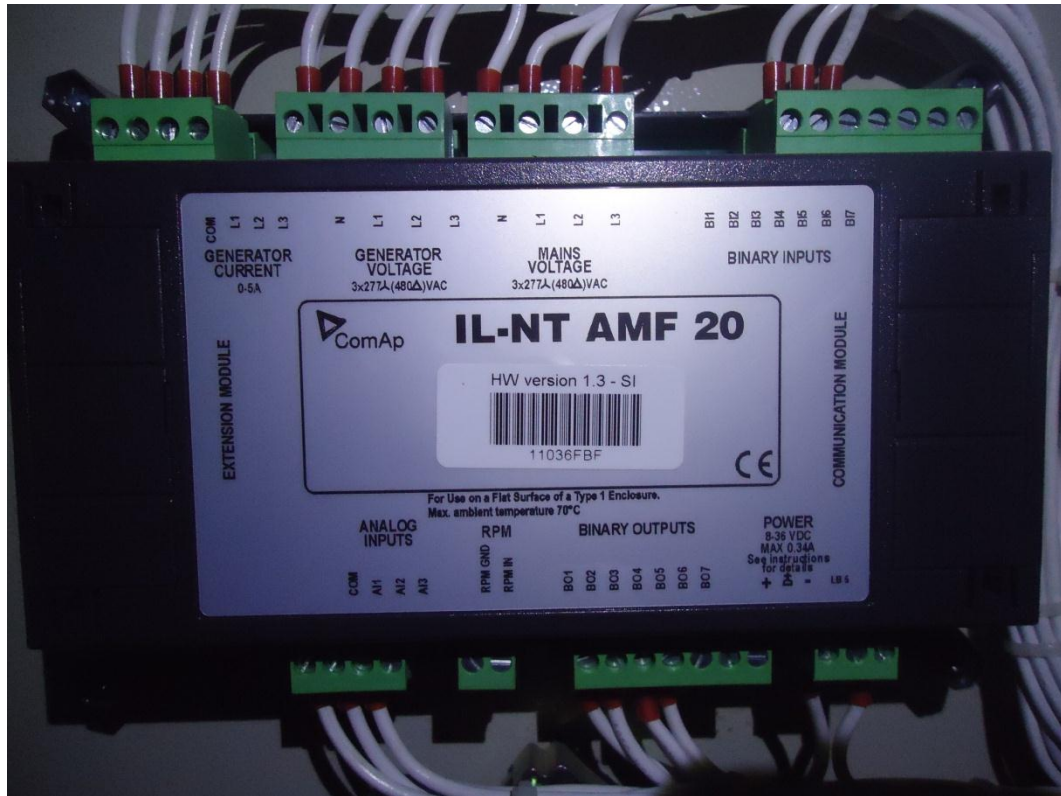
Anexo 10. Fusibles de Protección del ComAp.



Anexo 11. Transformadores de Corriente.



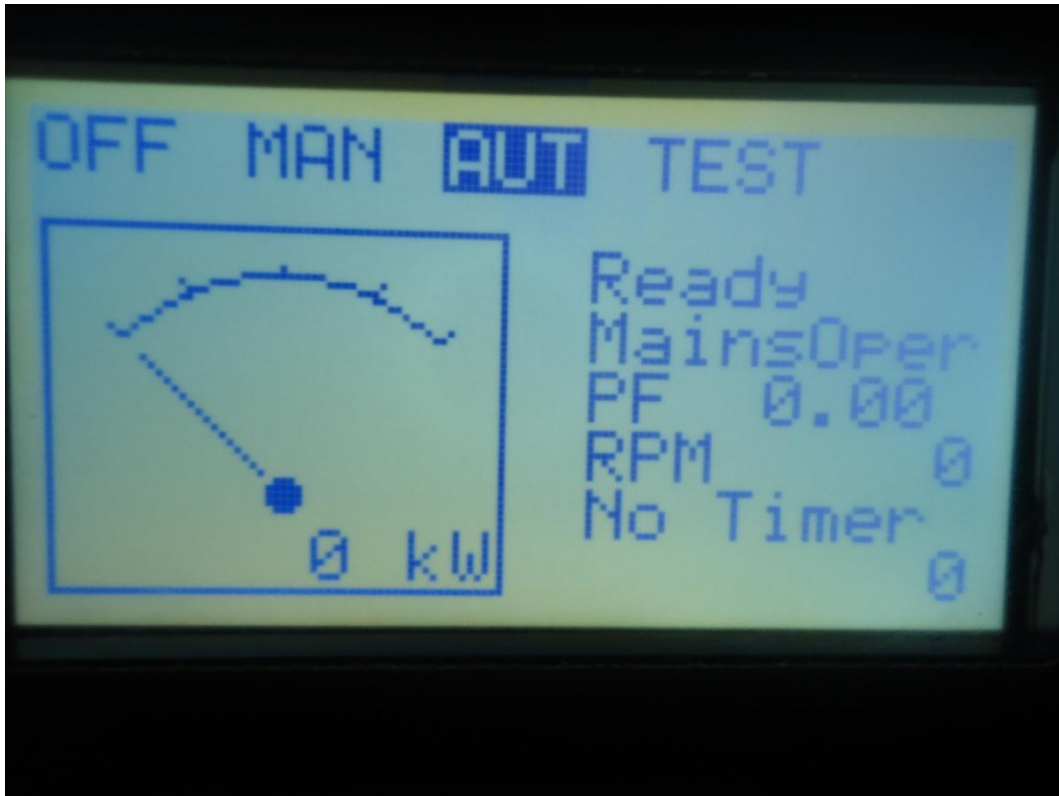
Anexo 12. Terminales del ComAp.



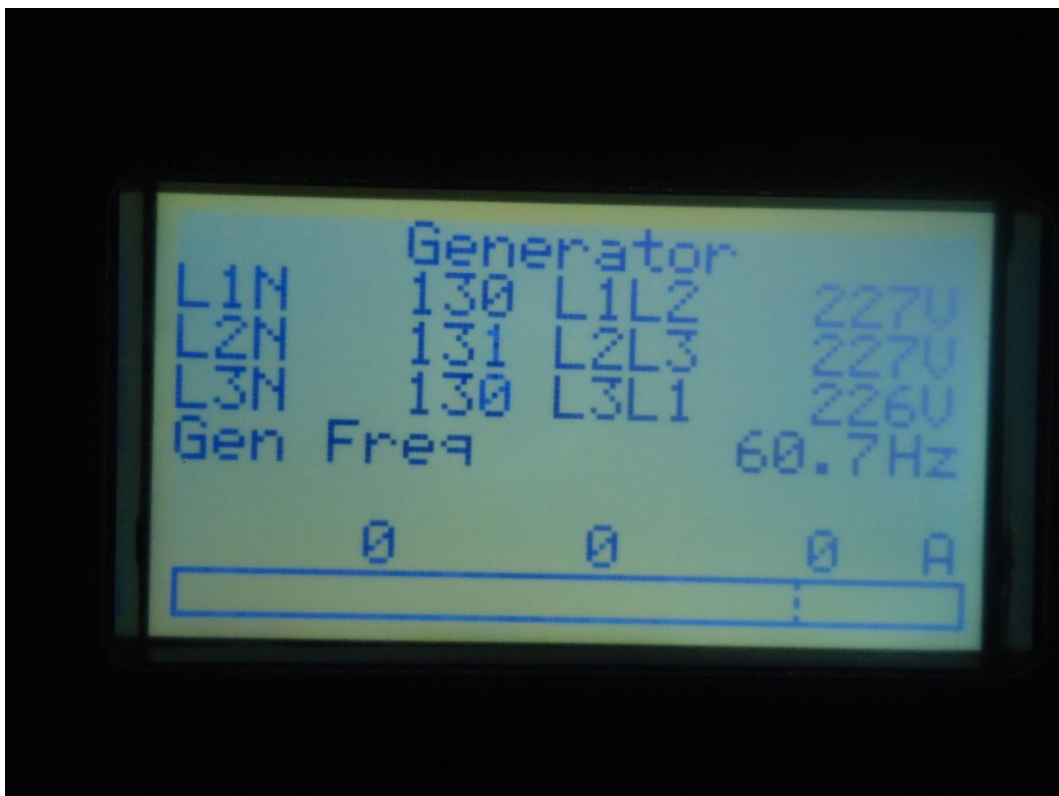
Anexo 13. Sala del Grupo Electrónico.



Anexo 14. Pantalla de Operación Auto.



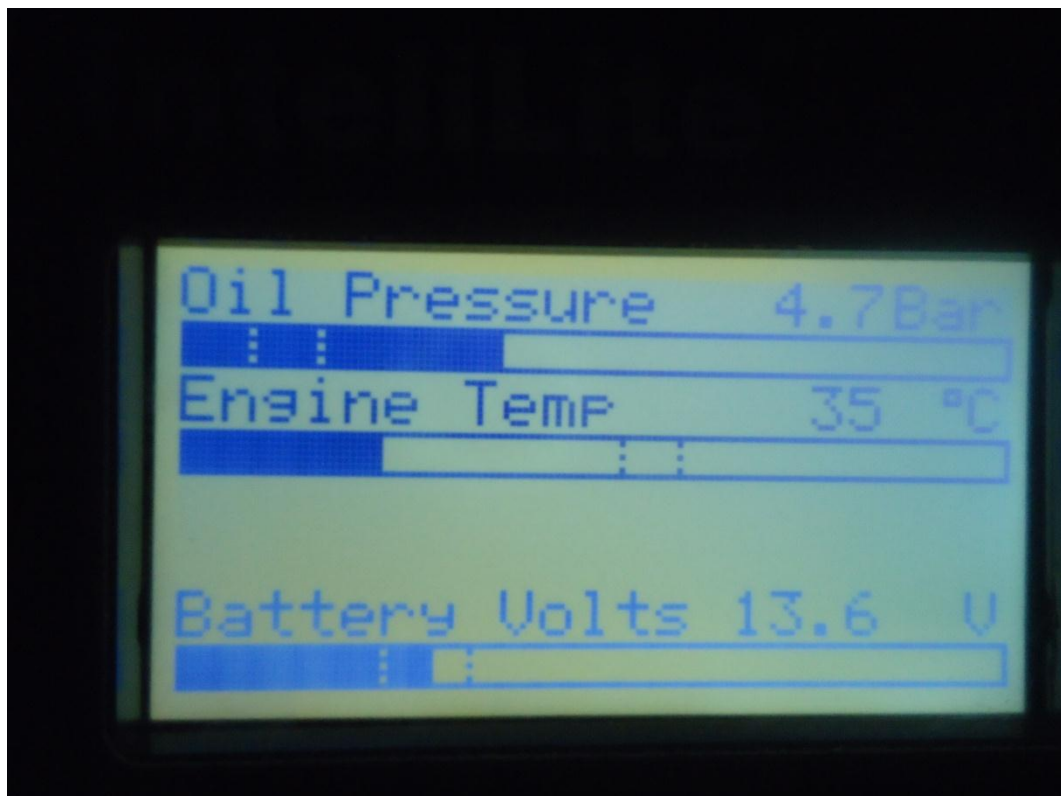
Anexo 15. Pantalla de Variables del Generador.



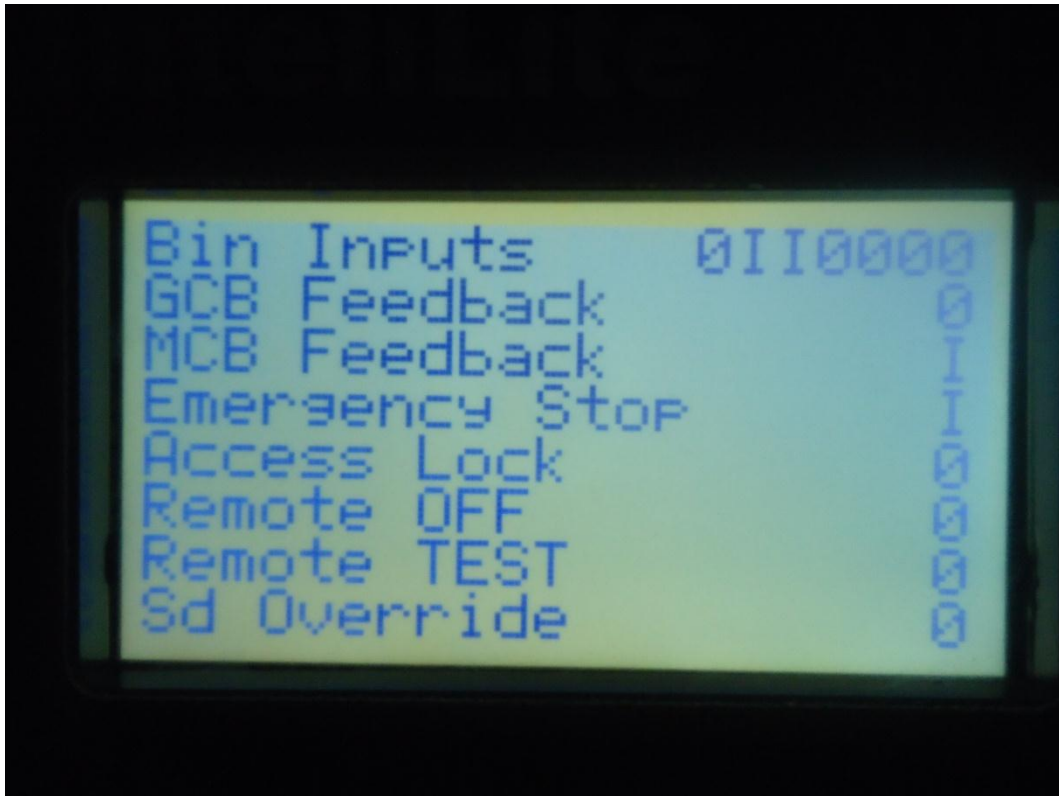
Anexo 16. Pantalla de Variables de la Red Normal.



Anexo 17. Pantalla de Variables del Motor.



Anexo 18. Pantalla de Entradas Binarias.



Anexo 19. Pantalla de Salidas Binarias.



Anexo 20. Pantalla de Históricos.



A photograph of a digital display screen showing historical data. The screen is black with blue text. The data is organized into two columns. The first column lists metrics: Run Hours, Num Starts, Num E-Stops, Shutdowns, and Maintenance. The second column shows the corresponding values: 9.9, 45, 2, 12, and 9990.

Run Hours	9.9
Num Starts	45
Num E-Stops	2
Shutdowns	12
Maintenance	9990