

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica AC con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG

AUTOR:

Morocho Ushca Xavier Bolívar

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

TUTOR:

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo M. Sc

Guayaquil, Ecuador

20 de septiembre del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Morocho Ushca Xavier Bolívar** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico**.

TUTOR (A)

f.  _____

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, M. Sc

DIRECTOR DE LA CARRERA

f.  _____

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, M. Sc

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Morocho Ushca, Xavier Bolívar**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica AC con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR:

f. 
Morocho Ushca, Xavier Bolívar



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Morocho Ushca, Xavier Bolívar**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica AC con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR:

f. _____

Morocho Ushca, Xavier Bolívar

REPORTE DE URKUND



Document Information

Analyzed document	MOROCHO USHCA XAVIER BOLIVAR.docx (D143972546)
Submitted	9/13/2022 1:34:00 AM
Submitted by	
Submitter email	efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / TESIS HARNISTH 29 Agosto.docx Document TESIS HARNISTH 29 Agosto.docx (D15110967) Submitted by: orlandophilco_7@hotmail.com Receiver: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com	 1
-----------	--	---

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Celso Bayardo Bohórquez Escobar", written over a horizontal line.

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar M.Sc.
DOCENTE - TUTOR

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi mayor agradecimiento en primer lugar a Dios por guiarme y darme fuerza para sobresalir en las adversidades a lo largo de mi etapa educativa.

A mi papá que cada día me ayudó con su consejo para culminar esta etapa profesional.

Un reconocimiento especial a mi mamá, siempre estuvo pendiente de mi formación por darme los ánimos y los recursos económicos para culminar este objetivo que al inicio era solo un sueño.

Gracias a mi tutor de tesis el Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar por su gran ayuda y asesoramiento para culminar este trabajo de titulación.

Gracias a mis mejores amigos Ángeles Febres y David Arrata, por su gran amistad, por compartir buenos y malos momentos y sé que siempre voy a contar con ellos incondicionalmente.

Xavier Bolívar Morocho Ushca

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico en primer lugar a Dios por guiarme en este camino, darme la madurez y la perseverancia para seguir adelante con mis metas y poder lograr este triunfo en mi formación profesional.

A mis padres Pedro Morocho y Juana Ushca quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido que cumpla uno de mis sueños más importante, gracias por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo y perseverancia, no temer ante adversidades porque Dios siempre estará conmigo.

A mis hermanos por acompañarme en los malos y buenos momentos y por su apoyo total, en especial a mi hermano Marco quien partió de este mundo, pero sé que estará orgulloso de que haya concluido mi carrera profesional.

Xavier Bolívar Morocho Ushca



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

Ing. Romero Paz, Manuel De Jesús, M.Sc.

DECANO

f.

Ing. Efraín Oliverio Vélez Tacuri, M.Sc.

COORDINADOR DEL ÁREA DE TITULACIÓN

f.

Ing. Jacinto Gallardo Posligua, M.Sc.

OPONENTE

ÍNDICE

RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I	2
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO	2
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS	3
1.3.1. <i>Objetivo Principal</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
2. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	4
3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	4
4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 SISTEMA ELÉCTRICO	6
2.1.1. <i>Sistema de Distribución Eléctrica</i>	9
2.1.2. <i>Alimentador</i>	12
2.1.3. <i>Distribuidor</i>	12
2.1.4. <i>Red de Servicio</i>	13
2.1.5. <i>Clasificación del Sistema de Distribución</i>	13
2.1.6. <i>Sistema de distribución de CC</i>	14
2.1.7. <i>Distribución de energía CC de dos Hilos</i>	15
2.1.8. <i>Distribución de energía CC de tres Hilos</i>	15

2.1.9.	<i>Sistema de distribución de CA</i>	15
2.1.10.	<i>Sistema de Puesta a Tierra</i>	17
2.1.11.	<i>Tablero de Distribución</i>	20
2.1.12.	<i>Componentes que conforman un Tablero Eléctrico</i>	22
2.1.13.	<i>Disyuntor principal</i>	22
2.1.14.	<i>Disyuntores en miniatura (MCB)</i>	22
2.1.15.	<i>Disyuntor de corriente residual (RCCB)</i>	22
2.1.16.	<i>Disyuntor de caja moldeada (MCCB)</i>	23
2.1.17.	<i>Aisladores</i>	23
2.1.18.	<i>Barras colectoras</i>	23
2.1.19.	<i>Interruptores</i>	23
2.1.20.	<i>Etiquetas de identificación</i>	23
2.2.	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA	24
2.2.1.	<i>Tecnología del UPS ONLINE</i>	26
2.2.2.	<i>Componentes del UPS ONLINE</i>	28
2.2.3.	<i>Rectificador</i>	28
2.2.4.	<i>Batería</i>	28
2.2.5.	<i>Inversor</i>	28
2.2.6.	<i>Interruptor estático</i>	29
2.2.7.	<i>Interruptor de derivación manual</i>	29
	CAPÍTULO III	31
	APORTACIONES Y RESULTADOS	31
3.1.	<i>Levantamiento de Cargas del Sistema Eléctrico</i>	31
3.1.1.	<i>Medición de Corriente</i>	36
3.1.2.	<i>Potencia Activa</i>	37
3.1.3.	<i>Potencia Reactiva</i>	37
3.1.4.	<i>Potencia Aparente</i>	38

3.1.5. <i>Factor de Potencia</i>	38
3.2. ESTUDIO DEL SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA	39
3.2.1. <i>Ubicación</i>	39
3.2.2. <i>Cargas Críticas del Sistema Eléctrico</i>	39
3.2.3 SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA CON LA TECNOLOGÍA UPS ONLINE	52
3.2.3. <i>Conductores del UPS online</i>	54
3.2.4. <i>Propuesta para la instalación del UPS online en la FETD</i>	55
3.2.5. <i>Diseño del Diagrama unifilar</i>	58
3.2.6. <i>Especificaciones del UPS NETION de 30 kVA</i>	61
3.2.7. ESTUDIO ECONÓMICO DEL SISTEMA	62
3.2.8. <i>Costo de la instalación de respaldo de energía</i>	62
3.2.9. <i>Costo del equipo</i>	63
3.2.10. <i>Costo de Mano de Obra</i>	65
CAPÍTULO IV	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
4.1 CONCLUSIONES	66
4.2 RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS	68
ANEXOS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1	10
DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	10
FIGURA 2. 2	11
ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	11
FIGURA 2. 3	13
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.	13
FIGURA 2. 4	16
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA.....	16
.....	17
FIGURA 2. 5	17
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SECUNDARIA	17
FIGURA 2. 6	25
RESPALDO DE ENERGÍA EN DC Y AC	25
FIGURA 2. 7	27
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL UPS-LINE	27
FIGURA 2. 8	29
SECCIÓN 1 (VETERINARIA-LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN) DE LA FETD.....	32
FIGURA 3. 1	39
UBICACIÓN DE LA FETD EN LA UCSG	39
FIGURA 3. 2	53

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO NORMAL DEL UPS-LINE	53
FIGURA 3. 4	53
DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL UPS-LINE EN CORTE DE ENERGÍA	53
FIGURA 3. 7	54
DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL UPS-LINE EN CASO DE FALLA	54
FIGURA 3. 9	58
DIAGRAMA UNIFILAR ACTUAL DE LA FETD	58
FIGURA 3. 10	59
DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO DE LA FETD.	59
FIGURA 3. 11	62
UPS NETION DE 30 KVA	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1	27
DIFERENCIAS ENTRE EL UPS INTERACTIVO Y EL UPS ON-LINE	27
TABLA 3. 1	32
SECCIÓN 1 (VETERINARIA-LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN) DE LA FETD.....	32
TABLA 3. 2	32
SECCIÓN 2 (LABORATORIO CARRERA AGROPECUARIA) DE LA FETD	32
TABLA 3. 3	33
SECCIÓN 3 (LABORATORIOS GENERALES) DE LA FETD	33
TABLA 3. 4	34
SECCIÓN 4 (AULAS DEL PISO 1) DE LA FETD.....	34
TABLA 3. 5	35
SECCIÓN 5 (AULAS DEL PISO 2) DE LA FETD.....	35
TABLA 3. 6	35
SECCIÓN 6 (AULAS DEL PISO 3) DE LA FETD.....	35
.....	39
TABLA 3. 7	41
CARGA CRÍTICA (LABORATORIO DE ELECTRICIDAD)	41
TABLA 3. 8	42
CÁLCULOS DE PROTECCIONES (LABORATORIO DE ELECTRICIDAD).....	42

TABLA 3. 9	43
ACOMETIDA PRINCIPAL (LABORATORIO DE ELECTRICIDAD)	43
TABLA 3. 10	43
CARGA CRITICA (LABORATORIO DE NEUMÁTICA)	43
TABLA 3. 11	44
CÁLCULOS DE PROTECCIONES (LABORATORIO DE NEUMÁTICA).....	44
TABLA 3. 12	45
ACOMETIDA PRINCIPAL (LABORATORIO DE NEUMÁTICA)	45
TABLA 3. 13	45
CARGA CRITICA (LABORATORIO DE ELECTRÓNICA).....	45
TABLA 3. 14	46
CÁLCULOS DE PROTECCIONES (LABORATORIO DE ELECTRÓNICA)	46
TABLA 3. 15	47
ACOMETIDA PRINCIPAL (LABORATORIO DE ELECTRÓNICA).....	47
TABLA 3. 16	47
CARGA CRITICA (LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES)	47
TABLA 3. 17	48
CÁLCULOS DE PROTECCIONES (LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES)	48
TABLA 3. 18	49
ACOMETIDA PRINCIPAL (LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES)	49
TABLA 3. 19	49

CARGA CRITICA (ÁREA ADMINISTRATIVA)	49
TABLA 3. 20	50
CÁLCULOS DE PROTECCIONES (ÁREA ADMINISTRATIVA).....	50
TABLA 3. 21	51
ACOMETIDA PRINCIPAL (ÁREA ADMINISTRATIVA)	51
TABLA 3. 25	56
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS CRÍTICAS.....	56
.....	56
TABLA 3. 26	56
CÁLCULOS DE PROTECCIONES (TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS CRÍTICAS).....	56
TABLA 3. 27	57
ACOMETIDA PRINCIPAL (TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS CRÍTICAS).....	57
TABLA 3. 28	63
COSTO DEL UPS ONLINE	63
TABLA 3. 29	63
MATERIALES PARA EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS CRÍTICAS.....	63
TABLA 3. 30	65
COSTO DE MANO DE OBRA	65
TABLA 3. 31	65
COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	65

RESUMEN

En este proyecto de grado con el tema “Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG”, se realizará un levantamiento de las cargas actuales de la FETD para analizar el actual sistema de respaldo de emergencia y mejorarlo con la tecnología UPS ONLINE en las cargas críticas del sistema. En donde, constará de 4 capítulos correspondientes a la descripción de trabajo de titulación, el primer capítulo es el marco teórico que resaltarán los conceptos más importantes, el segundo es las aportaciones donde se desarrollará el estudio del status del sistema actual de emergencia de energía eléctrica obteniendo ventajas y desventajas para implementar el sistema automático de respaldo de energía con la nueva tecnología (UPS ON-LINE) y su respectivo estudio económico. Finalmente, el proyecto tendrá conclusiones basadas en los resultados verificando su factibilidad para futura implementación en la facultad.

Palabras Clave: Energía, Energía eléctrica, UPS ONLINE, generador Sistema de respaldo de energía, Cargas Eléctricas.

ABSTRACT

In this degree project with the theme "Study of improvement of the electrical power backup system with UPS ONLINE technology in the Faculty of Technical Education for Development of the UCSG", a survey of the current loads of the FETD will be conducted to analyze the current emergency backup system and improve it with UPS ONLINE technology in the critical loads of the system. The first chapter is the theoretical framework that will highlight the most important concepts, the second is the contributions where the study of the status of the current emergency power system will be developed obtaining advantages and disadvantages to implement the automatic power backup system with the new technology (UPS ON-LINE) and its respective economic study. Finally, the project will have conclusions based on the results verifying its feasibility for future implementation in the faculty.

Keywords: Energy, Electric Power, UPS ONLINE, Generator, Power Backup System, Electrical Loads.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de titulación se plasmará un estudio actual del sistema eléctrico de baja tensión en la FETD de la UCSG.

El objetivo de este proyecto es restaurar el sistema eléctrico ya que está deteriorado, por falta de mantenimiento, falta de recursos, falta de información, falla en la alimentación eléctrica, fallas del aterrizamiento puesta a tierra, etc. Se pretende aplicar un plan del sistema de respaldo de energía, porque no existe en la FETD.

En la FETD solo existe un sistema de emergencia que contiene un generador este procedimiento solo esta aplicado manualmente, por ejemplo, cuando falta el servicio eléctrico algún encargado tiene que ir a seccionar el switch del generador, este origina inconvenientes por falta de mantenimiento. Con la solución de la tecnología UPS ONLINE se proveerá el servicio automático en un tiempo determinado cuando inexistiera el suministro de energía.

Para evitar los desperfectos cuando se produzca una suspensión en el suministro de energía, se realizará la integración de un sistema de respaldo de energía para proteger los equipos electrónicos, maquinarias, evitar que se suspendan las actividades académicas y administrativas, perdidas de datos académicos, etc.

Finalmente, este proyecto de titulación se basará en el levantamiento actual de cargas aplicando un estudio de mejora en el sistema de respaldo de energía con la tecnología UPS ONLINE, la cual tiene integrado un banco de baterías con los siguiente beneficios: fiabilidad, alta eficiencia energética, bajo coste, ahorro en infraestructura y ofrece una eficiencia de conversión de energía mejorada en comparación con otros sistemas que nos ayudará a disponer de electricidad cuando se caiga la red exterior en la FETD de la UCSG para prevenir daños en los equipos electrónicos, perdida de datos, paralizar la jornada laboral y proteger el sistema eléctrico.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO

Antecedentes del Problema

En los últimos años el impulso tecnológico en las carreras de ingenierías es fundamental para el desarrollo de nuevas tecnologías, contribuyendo mejoras a todos los proyectos en el mercado.

Los antecedentes de este proyecto, son escasos ya que no existe información actual de los datos del sistema eléctrico de la FETD. El último levantamiento de información del sistema eléctrico de la FETD fue en el año 2015, donde se documentó los diagramas unifilares, infraestructura eléctrica, memoria técnica y el respectivo planillaje. Por este motivo se actualizarán los datos y se implementará un sistema de respaldo de energía porque el sistema eléctrico de la FETD no cuenta con un sistema de respaldo eléctrico, esto ocasiona inconvenientes a los equipos críticos (computadoras, equipos electrónicos, maquinarias industriales del área de agroindustria, paneles de neumática, etc.) todos estos dispositivos están sin ninguna protección.

Los sistemas de respaldo de energía en la actualidad son muy ventajosos porque evitan el daño en los componentes del sistema eléctrico y una suspensión general del servicio.

Con el avance de diversas tecnologías, la interrupción del sistema de suministro de energía tiene sus innovaciones como en la fusión de un generador alimentado por un banco de baterías (UPS ONLINE). Está formado por baterías o elementos de almacenamiento de energía, cuando se interrumpe el servicio de alimentación, proporcionará suministro durante un tiempo limitado, por lo que, si el sistema de alimentación tiene únicamente estos dispositivos como sistema de

emergencia, realmente no puede considerarse un sistema de emergencia a un periodo de tiempo sustancial solo están determinados a un periodo temporal.

Planteamiento del Problema

Con el paso del tiempo en la FETD no se han actualizado los datos del sistema eléctrico, se desconoce el estado y el valor de las cargas ya que en los últimos años se han realizado nuevas implementaciones de cargas, es necesario el levantamiento actual del sistema eléctrico.

En este estudio se pretende tener actualizado todo el sistema de baja tensión para agregar el sistema de respaldo de energía con un banco de baterías, en este caso se utilizará la tecnología UPS ONLINE para prevenir que los equipos sufran daños por una falta de energía inesperada o que se suspendan las labores académicas. El proyecto contribuirá inmensamente a la FETD demostrando su factibilidad e importancia de tener implementado el sistema de respaldo de energía, mejorando la infraestructura en esta área de la ingeniería eléctrica.

Objetivos

1.3.1. Objetivo Principal

Estudiar el sistema eléctrico actual de la FETD con una propuesta de análisis del sistema automático de respaldo de energía aplicando la tecnología UPS ONLINE en la FETD de la UCSG.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar y levantar la información de las cargas del sistema de energía eléctrica de la FETD.
- Proponer el sistema de respaldo de energía con la tecnología UPS online.

- Analizar las ventajas y desventajas del sistema actual de energía vs el estudio con el sistema de respaldo de energía.

2. Justificación y Alcance

En la actualidad para las empresas es importante contar con un sistema de respaldo de energía protegiendo sus equipos y no suspender sus labores. En este caso la FETD en la UCSG no cumple con un sistema general de respaldo de energía, cuando el suministro se suspende se paralizan las actividades laborales y estudiantiles también se corre el riesgo que las maquinarias, centros de cómputo lleguen a presentar daños y habrá un gasto extra para la universidad.

La implementación de un sistema de respaldo de energía alimentado de baterías depende de la naturaleza de las cargas actuales y las necesidades específicas del sistema a respaldar, en este proceso no requiere de un sistema tan excesivo para este proyecto, pero si la seguridad del mismo.

En la FETD solo algunos tomacorrientes tienen conectado un UPS para que los equipos conectados no sufran daño por alguna suspensión abrupta del servicio eléctrico, pero el fin de este estudio es que toda la facultad tenga un UPS o en los sectores más críticos con cargas que requieran protección y evitar daños materiales.

Finalmente, este proyecto tendrá beneficios de seguridad, fiabilidad, confiabilidad, con menor costo para una futura implementación, mejorando la funcionalidad del sistema eléctrico y garantizando la protección de los dispositivos de la FETD ante sucesos desprevénidos.

3. Tipo de Investigación

Como tipo de investigación de este trabajo de titulación será correlacional al estudiar las variables principales del objetivo de este trabajo, se estudiarán los conceptos científicos de los elementos de un sistema eléctrico y de la tecnología UPS ONLINE.

El enfoque de este estudio es una investigación científica cuantitativa por la recopilación de los conocimientos hipotéticos en diversos artículos científicos y de la recopilación de los datos actuales del sistema eléctrico de la FETD, para su respectivo análisis y proponer el sistema de respaldo de energía que sea eficaz adaptado a las respectivas necesidades de la FETD.

4. Metodología de Investigación

En este proyecto el método de investigación es analítico, ya que, se estudiará los fenómenos del sistema eléctrico actual de la FETD recolectando información descriptiva del mismo y los datos reales de las cargas del sistema. También se aplicará la metodología de proyecto por el motivo de cumplir los objetivos específicos establecidos como en la recolección de datos, planificación, organización, control y la proyección del mismo.

El enfoque de este estudio es cuantitativo porque se manejará datos cuantificables para levantar los datos actuales de las cargas del sistema eléctrico y tener las mediciones y observaciones correspondientes para la propuesta de aplicar el sistema de respaldo de energía con este método se indaga dar una solución eficaz ante el carecimiento del sistema de respaldo de energía en la FETD.

También tiene un enfoque cualitativo porque el análisis de esta tesis es profundo debido a la comparación del sistema deteriorado de energía vs al levantamiento actual de los datos del sistema eléctrico en la FETD.

En definitiva, el estudio de este sistema eléctrico será de un gran apoyo para revisar sus falencias y también comprobar si cumple con los estándares de infraestructura, con el beneficio que le proveerá el sistema de respaldo de energía para evitar gastos no presupuestados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema Eléctrico

Los sistemas eléctricos de baja tensión son los que utilizan tensiones cambiantes entre 50 V y 1000 V rms, alternativamente se pueden utilizar tensiones continuas entre 75 V y 1500 V. Este tipo de sistema eléctrico se utiliza básicamente para convertir la energía eléctrica en otra representación de energía porque un gran conjunto de receptores eléctricos está diseñado para operar en baja tensión. Todas las infraestructuras de baja tensión se apoyan en corriente alterna, típicamente 220 V efectivos para monofásicos y 380 V efectivos para trifásicos.

Un sistema eléctrico está definido por múltiples mecanismos, como condensadores, motores, transistores, resistencias. Estos módulos están diseñados para ser interconectados en un circuito eléctrico. La característica principal es transferir el circuito eléctrico con dos tipologías eléctricas, es decir, la tensión y la corriente, que se midan para controlar los sistemas eléctricos con los resultados eficaces.

La tensión es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, es una medida de la cantidad de energía que se gana o se pierde al mover una unidad de carga positiva de un punto a otro. La tensión se mide en unidades de julios por columbio, lo que se conoce como voltio (V). Es importante recordar que la tensión no es una magnitud absoluta.

Por otro lado, la corriente eléctrica es la velocidad en que fluye la carga eléctrica a través de un área determinada. La corriente se mide en la unidad de columbios por segundo, que se conoce como amperio (A).

Tres parámetros importantes de los componentes eléctricos se derivan del voltaje y la corriente entre los extremos de una resistencia. La resistencia en sí es un

elemento que limita el flujo de electricidad a través de ella, lo que hace que haya un voltaje entre los extremos y una cantidad medible de corriente que fluye a través de ella. (Mo, JPT, Cheung, SCP y Das, R.,2019)

$$R = \frac{v}{i} \quad (1)$$

Un condensador es un mecanismo eléctrico que recolecta carga eléctrica. Como carga eléctrica fluye hacia el condensador, puede medirse como una corriente.

$$C = \frac{\int idt}{v} \quad (2)$$

Un inductor es un componente eléctrico que emite una fuerte fuerza electromagnética en su entorno cuando se excita poniendo una tensión a través del inductor. El campo electromagnético induce una corriente electromagnética de retorno opuesta a la tensión de excitación.

$$v = L \frac{di}{dt} \quad (3)$$

Coefficiente de Resistividad

El coeficiente de resistividad es un valor que se altera dependiendo del material utilizado en las instalaciones eléctricas, los más consumidos son el aluminio y cobre.

Potencia Eléctrica

La potencia eléctrica es la transmisión o impregnación de energía en cierto tiempo a un circuito eléctrico, o la rapidez con la que se efectúa un trabajo eléctrico.

Potencia Activa

La potencia activa es la que consumen todos los dispositivos eléctricos para deshacer desiguales resultados, esta potencia es la que las empresas de abastecimiento brindan a través de sus diferentes estaciones de distribución y viene dada en la unidad de Vatios (W). (Javier et al., 2018)

Potencia Reactiva

La potencia reactiva se modifica de positiva a negativa a medida que libera y almacena energía magnética. Cuando el generador entrega potencia a la carga, es positiva, y cuando el reactor proporciona potencia instantánea al generador, es negativa, para distinguirse se representa con un símbolo que es la letra Q y se mide en voltaje reactivo (VAR).

Potencia Aparente

La potencia aparente de un circuito de corriente alterna es el producto de los valores eficaces de la tensión y la corriente, expresados en voltios-amperios. La especificación voltio-amperio se utiliza en los circuitos de corriente alterna, pero es menos precisa que en los circuitos de corriente continua, porque representa la potencia aparente, que a menudo difiere de la potencia real.

Factor de Potencia

El factor de potencia se define como el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente. Idealmente, en los circuitos de CA, la diferencia de fase entre la tensión y la corriente es cero. Pero, en la práctica, existe una cierta diferencia de fase entre ambas. El coseno de la diferencia de fase entre ambos se define como el factor de potencia. (Winder, S, 2017)

Caída de Voltaje

La caída de voltaje ocurre como resultado de las cargas acumuladas en un extremo de un conductor o dispositivo eléctrico debido a su resistencia. La resistencia del dispositivo ralentiza los movimientos de las cargas a través del dispositivo, lo que provoca un cambio de voltaje entre sus dos puntos.

Cada circuito eléctrico tiene cables eléctricos. La resistencia del cable (R) depende de su longitud (L), el área de la sección transversal (A) y la constante de resistividad (ρ) del material del alambre dado por la fórmula $R = \rho \frac{L}{A}$ (4). La resistencia del alambre es directamente proporcional a su longitud, pero inversamente proporcional al área de su sección transversal. El área de la sección transversal del cable está relacionada con su diámetro, llamado calibre del cable.

2.1.1. Sistema de Distribución Eléctrica

El sistema de distribución eléctrica es muy importante en el sistema eléctrico, ya que se construye, opera, se diseña este sistema porque de él depende que la distribución eléctrica sea eficiente en la operación. En su sentido más amplio, el sistema de distribución se refiere a la forma en que la energía eléctrica se transmite desde los generadores hasta los numerosos puntos de uso. En su sentido más especializado, se refiere a las líneas y circuitos por los que la energía eléctrica transita por todos los territorios de una ciudad hasta llegar al consumidor final.

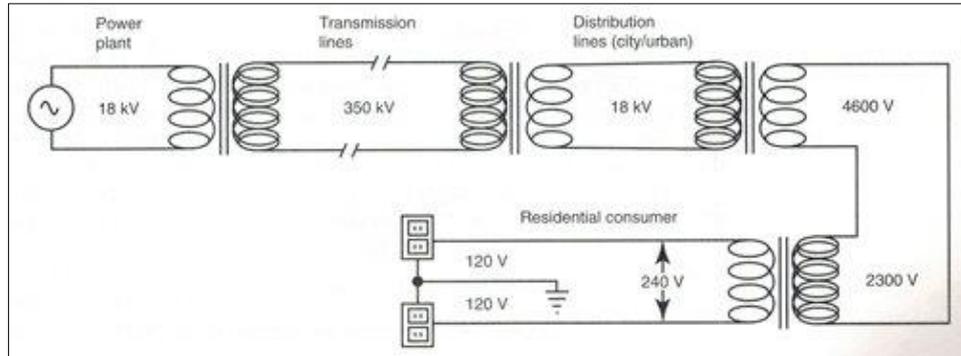
El sistema de distribución eléctrica consta de tres componentes principales: red de transmisión, generación y el sistema de distribución. El "traspaso" de la transmisión eléctrica a la distribución eléctrica suele producirse en la subestación. Las subestaciones de distribución están proporcionadas con instalaciones de control y vigilancia a distancia para activar a distancia la maniobra de la aparamenta y los equipos auxiliares.

Los diagramas unifilares o unifilares se manipulan colectivamente para manifestar la distribución principal de energía en las grandes instalaciones comerciales e industriales. El diagrama unifilar se conoce de esa manera porque usa

una sola línea para representar los conductores trifásicos, el conductor neutro o el conductor de tierra.

Figura 2. 1

Diagrama del Sistema de Distribución eléctrica



Nota. Diagrama del Sistema de Distribución Eléctrica. Adaptado de Electrical engineering, por Mo, JPT, Cheung, SCP y Das, R, 2019.

La energía transmitida al voltaje al que se utiliza se conoce como distribución secundaria. El procedimiento de líneas y circuitos que abastecen energía al sistema de distribución secundario a un voltaje más elevado es el sistema de distribución primario. La dependencia de conexión entre el sistema de distribución primario y secundario es el "transformar la distribución eléctrica". Los voltajes de distribución son los voltajes conectados a los primarios de estos transformadores. Los voltajes de manejo son aquellos voltajes que están conectados a las cargas. (Chan & Chan, 2020)

Un sistema de distribución debe ser capaz de satisfacer las necesidades y requerimientos de todos los usuarios desde el más pequeño hasta el más grande de manera segura y económica. Para hacer esto, los crecientes requisitos de los usuarios de electricidad deben anticiparse y tomar las medidas necesarias. Los factores que se consideran en el diseño de un sistema de distribución incluyen los siguientes:

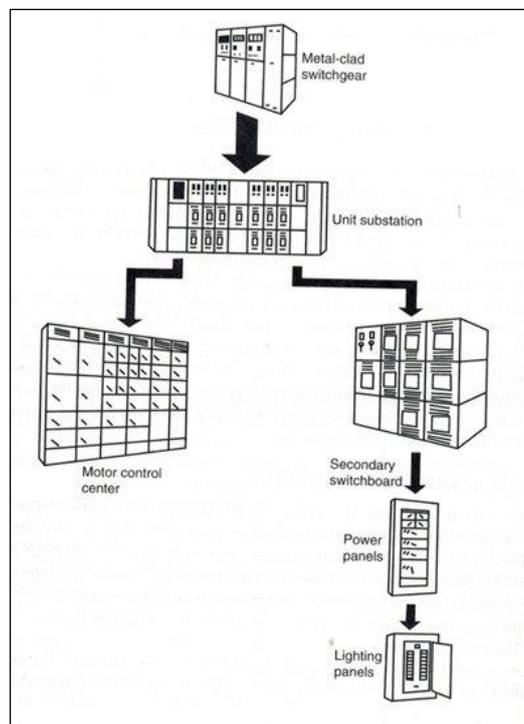
- El tipo de estructura de distribución utilizada dependerá del tipo de equipos de utilización y las peticiones por el cliente. En la mayoría de las instalaciones,

la energía se suministra al edificio a la tensión de utilización y se emplea un sistema radial simple para la distribución de la energía.

- Los requerimientos actuales y las actualizaciones futuras implican cierto grado de previsión de carga. El costo de mantener una capacidad excesiva como inversión ociosa se compara con el costo de reemplazar equipos más pequeños por otros más grandes y otros métodos para aumentar la capacidad cuando sea necesario.
- Vida proyectada de la estructura.
- Flexibilidad de la estructura
- Los requisitos de carga, estos pueden incluir demanda máxima e intervalos de tiempo para demanda máxima.
- Ubicación de entrada del servicio y equipos de carga.

Figura 2. 2

Estructura del Sistema de Distribución



Nota. Estructura de los elementos del Sistema de Distribución. Adaptado de Energy engineer eléctrica (p. 2), por Chan & Chan, 2020.

Aparte de los cables y las torres, otro elemento importante de la red de distribución son los aisladores, que rodean y soportan los hilos y cables. Con ellos es posible prevenir accidentes eléctricos, minimizando los costes de pérdidas.

Los diferentes tipos de empalmes de cables son: roscados, contraíbles en frío. Los componentes principales de un empalme son: adaptadores de cable, carcasa de empalme, contacto conductor, anillos/tubo de retención, ajuste de interferencia y ojo de puesta a tierra. Los diferentes tipos de terminaciones de cable son: la cinta y el cono de tensión, la terminación de cable moldeada de una pieza, los terminadores de porcelana, los termo retráctiles y los cabezales.

2.1.2. Alimentador

Es una línea o conductor que conecta la subestación principal con el distribuidor se conoce como alimentador. Sirve para nutrir la potencia eléctrica (o energía) al distribuidor. Dado que no se obtienen tomas del alimentador, generalmente lleva la misma corriente en toda su longitud. La capacidad de carga actual es la principal consideración que se tiene en cuenta al diseñar un alimentador.

2.1.3. Distribuidor

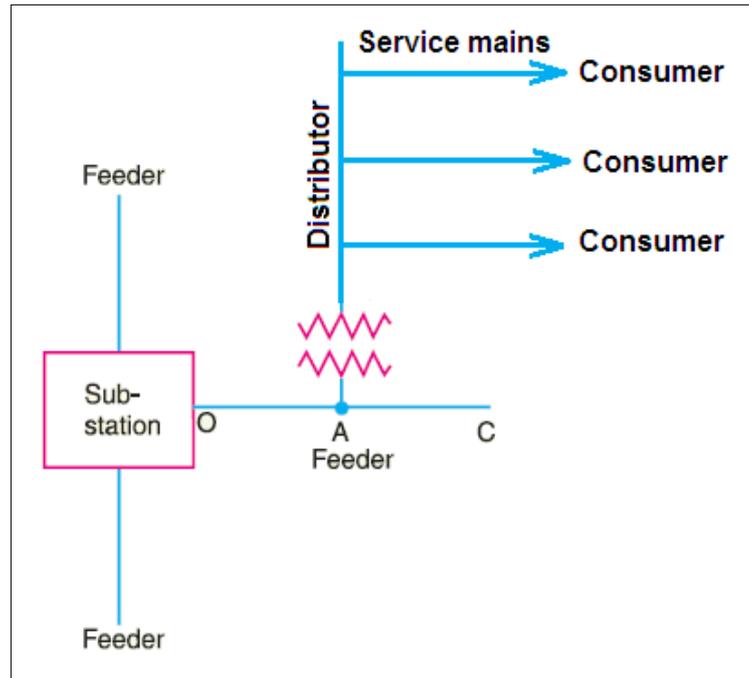
Es un conductor al que se vinculan varios consumidores a través de la red de servicio se conoce como distribuidor. Es para distribuir potencia (o energía) eléctrica a varios consumidores, por lo que se toman una serie de tomas del distribuidor. Por lo cual, traslada diferentes corrientes a lo largo de su longitud. Al diseñar un distribuidor, la principal consideración es la caída de voltaje a lo largo del distribuidor. Es porque las fluctuaciones de voltaje en los terminales del consumidor no deben aumentar más allá de los límites permisibles.

2.1.4. Red de Servicio

Una línea (conductor o cable) que conecta al consumidor con el distribuidor se conoce como red de servicio. Está diseñado según la carga conectada del consumidor.

Figura 2. 3

Sistema de Distribución en baja tensión.



Nota. Estructura de los elementos del Sistema de Distribución. Adaptado de Energy engineer eléctrica (p. 3), por Chan & Chan, 2020.

2.1.5. Clasificación del Sistema de Distribución

El método de distribución puede clasificarse en:

Según la naturaleza de la corriente, el sistema de distribución de energía eléctrica puede clasificarse en:

- Sistema de distribución de CC.
- Sistema de distribución de CA.

El sistema de distribución de energía eléctrica de CA se emplea casi universalmente debido a sus varias ventajas sobre el sistema de distribución de CC. Según el ambiente de la construcción, el sistema de distribución de energía se puede clasificar en:

- Sistema de distribución aérea.
- Sistema de Distribución Subterránea.

El sistema aéreo, al ser más económico, se emplea mayoritariamente en los países. Sin embargo, el sistema subterráneo se explota en áreas densamente pobladas donde el sistema aéreo puede no ser verosímil. También se emplea en las grandes ciudades por su mejor aspecto.

Según el esquema de conexiones el sistema de distribución de energía eléctrica se puede clasificar en:

- Sistema Radial.
- Sistema principal de anillo.
- Sistema Interconectado.

2.1.6. Sistema de distribución de CC

Aunque la energía eléctrica se crea, transfiere y comercializa casi exclusivamente como CA. pero para ciertas aplicaciones (por ejemplo, para trabajos electroquímicos, para el funcionamiento de motores de corriente continua de maquinaria de velocidad variable, etc. y en barcos) es definitivamente obligatorio. Para esta intención, la CA se convierte en CC y luego se comercializa por el sistema de 2 hilos o el sistema de 3 hilos.

2.1.7. Distribución de energía CC de dos Hilos

Son dos cables, uno es conductor saliente (positivo) y el otro es conductor de retorno (negativo). Las cargas (lámparas, motores, etc.) están interconectadas en paralelo entre el conductor positivo y negativo.

2.1.8. Distribución de energía CC de tres Hilos

Se constituye de tres hilos, dos exteriores (positivo y negativo exterior) y un hilo medio o neutro que está conectado a tierra. El voltaje entre cualquier exterior y neutro es V , mientras que el voltaje entre los dos exteriores es el doble de este valor, es decir, $2V$. Por lo tanto, dos voltajes están disponibles para los consumidores. Las cargas de las lámparas (cargas de bajo voltaje) están conectadas entre cualquier exterior y el neutro, mientras que las cargas del motor (cargas de alto voltaje) están conectadas entre los dos exteriores.

La corriente que fluye a través del neutro es muy pequeña (solo la corriente de desequilibrio que será cero cuando la carga esté equilibrada), por lo tanto, generalmente el área del componente perpendicular del neutro se toma la mitad en comparación con el exterior.

2.1.9. Sistema de distribución de CA

La potencia eléctrica se compone invariablemente, se transmite y distribuye en forma de corriente alterna. La principal razón para adoptar un sistema de CA para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica es que el voltaje alterno se puede cambiar convenientemente a cualquier valor deseado con la ayuda de un transformador. Puede amplificar a un valor económico para la transmisión y puede reducir a un valor seguro para la utilización de energía eléctrica. En general, el sistema de distribución de energía eléctrica de CA se clasifica en:

- Sistema de Distribución Primaria.
- Sistema de Distribución Secundaria.

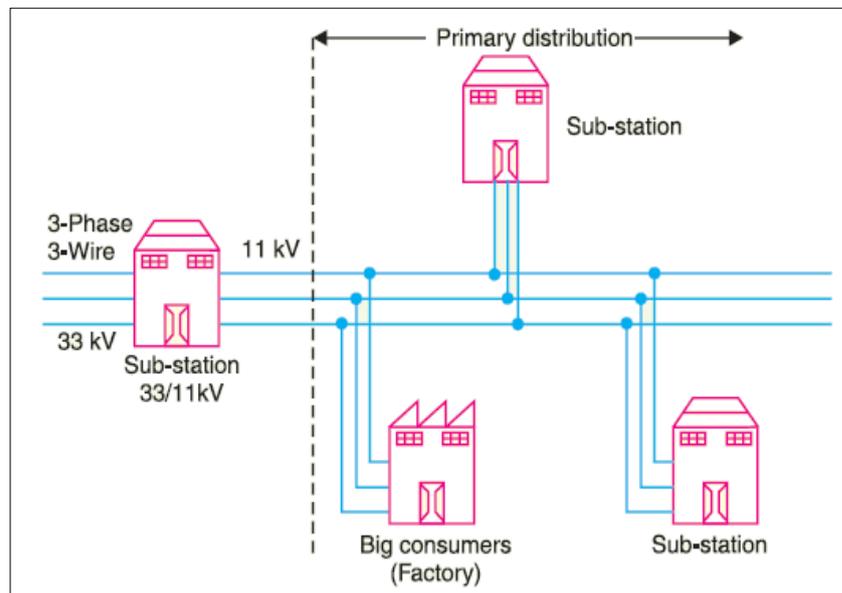
Sistema de distribución de energía eléctrica primaria

Los grandes consumidores se alimentan generalmente en alta tensión (11 kV) y el sistema por el que se alimentan se denomina sistema de distribución primaria de energía eléctrica. Los consumidores colocan sus propios transformadores para bajar el voltaje y potenciar el uso de energía.

La distribución primaria se produce mediante un sistema trifásico de 3 hilos debido a consideraciones económicas. La energía elegida es recibida en alto voltaje (33 kV) por la subestación ubicada en las afueras de la ciudad, donde el voltaje se reduce a 11 kV. Este distribuidor primario de 11 kV viaja las múltiples rutas de la ciudad. Los grandes consumidores y las subestaciones de distribución de baja tensión (400 V) son alimentados por los distribuidores primarios. Como se muestra en la *Figura 2.4*.

Figura 2. 4

Sistema de Distribución de energía primaria



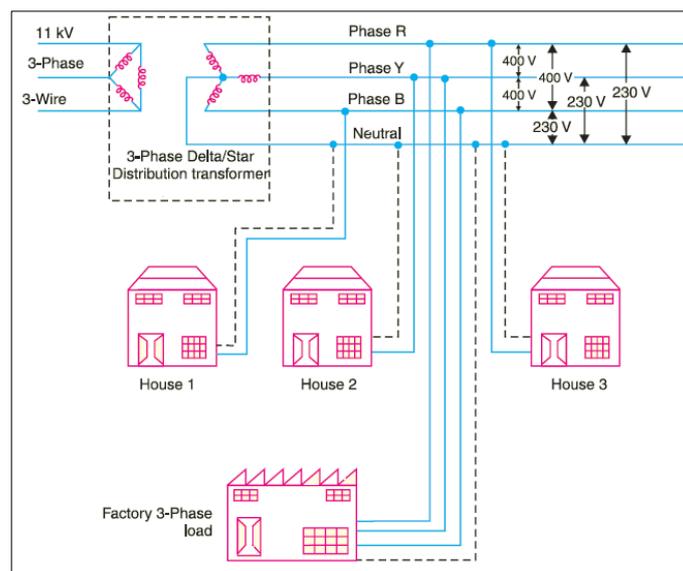
Nota. Estructura del Sistema de distribución de energía eléctrica primaria. Adaptado de Energy engineer eléctrica (p. 4), por Chan & Chan, 2020.

Sistema de distribución de energía eléctrica secundaria

Los pequeños consumidores se alimentan en líneas de baja tensión (400/230 V) y el sistema por el que se alimentan se denomina sistema de distribución secundaria de energía eléctrica. La distribución secundaria aprovecha un sistema trifásico de 4 hilos de 400/230 V. Donde 400 V es el voltaje de línea y 230 V es el voltaje de fase. El distribuidor primario entrega energía a una subestación de distribución, donde un transformador de distribución trifásico en triángulo/estrella reduce el voltaje de 11 kV a 400 V. El distribuidor secundario de baja tensión (trifásico, 4 hilos) circula por las calles de la zona a nutrir. Las cargas domésticas monofásicas se enlazan entre cualquier fase y el neutro, en cambio las cargas de motor trifásicas de 400 V se conectan a través de líneas trifásicas.

Figura 2. 5

Sistema de Distribución de energía eléctrica secundaria



Nota. Estructura del Sistema de distribución de energía eléctrica primaria. Adaptado de Energy engineer eléctrica (p. 5), por Chan & Chan, 2020.

2.1.10. Sistema de Puesta a Tierra

Lorenzo Mari (2020) considera que el sistema puesta a tierra es la conexión del sistema eléctrico, los dispositivos eléctricos y los materiales metálicos a la tierra, se fundamenta un vínculo de caída de la impedancia con la tierra. La tierra es un

preceptor necesitado pero lo competentemente bueno para este sistema. Existen sistemas eléctricos sin conexión a tierra porque están exceptuados de la conexión a tierra por las normas o por conocimientos operacionales, la gran parte de las instalaciones están conectadas a tierra de una forma u otra. Las características principales son:

- Ayuda a detectar y eliminar los fallos de tierra.
- La puesta a tierra de los equipos proporciona una vía de retorno para la corriente de falla a tierra.
- La conexión a tierra mantiene la continuidad y la conductividad eléctrica.
- La toma de tierra estática evita la acumulación de electricidad estática, reduciendo la posibilidad de incendios o explosiones cuando se manipulan materiales peligrosos.
- La conexión a tierra para la protección contra los rayos ayuda a proteger las estructuras y los equipos de las descargas directas.
- Los cables de tierra aéreos y los descargadores de sobretensiones, conectados a tierra, pueden limitar las sobretensiones peligrosas del sistema a valores seguros.

Sistema Puesta a tierra en Baja Tensión

En las redes de baja tensión, es decir, el abastecimiento a beneficiarios residenciales y de pequeñas industrias, el sistema de puesta a tierra puede ser TN, TT o IT. La principal letra demuestra la conexión entre el transformador y la tierra (T - conexión directa a tierra y I - Sin conexión a tierra). La segunda letra indica la conexión entre el equipo eléctrico en el consumidor y la tierra (T: vínculo a tierra particular y N: el proveedor de electricidad facilita la conexión a tierra).

En el sistema de puesta a tierra TN, el punto estrella del transformador (neutro) está conectado a tierra, en el lado del consumidor, el cable de tierra de los aparatos eléctricos está conectado con esta conexión. Hay tres tipos de sistemas TN.

- TN-S: Los conductores de tierra y neutro son independientes y se conectan al transformador.
- TN-C: Los conductores de tierra y neutro son iguales.
- TN-CS: Conductores neutros y de tierra separados, pero solo cerca del lado del consumidor.

En el sistema TT, la puesta a tierra en el transformador y en el consumidor son independientes, es decir, el punto neutro en el transformador está conectado a tierra y un electrodo de tierra local funciona como un espacio de puesta a tierra en el consumidor, estos dos puntos no tienen conexión. En la conexión a tierra de TI, no hay vínculo a tierra en el transformador, pero hay una conexión a tierra local mediante un electrodo de tierra en el consumidor. (Rehman,2020)

Sistema Puesta a tierra en Alta Tensión

Según el conocimiento de (Prasad, 2022), las estaciones de generación de energía, las subestaciones, etc. forman la red de alta tensión que son bastante diferentes de los transformadores y consumidores de distribución de baja tensión. En estos sistemas de alta tensión, preexisten tres tipos primordiales de conexión a tierra.

Como:

- Sistemas sin conexión a tierra
- Puesta a tierra de resistencia
- Sistemas sólidamente conectados a tierra

En las técnicas de conexión a tierra, no existe una conexión directa entre el punto neutro y tierra. En estos sistemas, las fallas a tierra fundamentalmente no

tienen recorridos cerrados, por lo tanto, su magnitud es muy inferior. En hipótesis, no hay potencial entre los conductores y la tierra, pero en los sistemas de CA, siempre hay una capacitancia entre los conductores. Por lo tanto, se llama a estos sistemas acoplados capacitivamente a tierra. Un punto importante sobre los sistemas sin conexión a tierra es que, aunque las corrientes de falla a tierra de línea a línea son muy bajas, es muy difícil identificar la falla de línea a tierra.

En sistemas sólidamente conectados a tierra o directamente conectados a tierra, el punto de estrella del transformador (neutro) está conectado directamente a tierra sin ninguna resistencia adicional para limitar la corriente.

En la puesta a tierra resistiva, hay una resistencia (conocida como resistencia de puesta a tierra neutra) entre el punto de estrella (neutro) del transformador y la tierra. Esta resistencia limita la corriente de falla que fluye a través del conductor neutro.

En la puesta a tierra de alta resistencia, la corriente de falla es relativamente baja, alrededor de 10 A o la corriente equivalente a la corriente de carga capacitiva.

En la puesta a tierra de baja resistencia, la corriente de falla es relativamente alta, alrededor de 50 A en algunas áreas. El valor de la corriente de falla varía de un área a otra.

2.1.11. Tablero de Distribución

Los tableros de distribución albergan todos los interruptores de contacto, las unidades de fuga a tierra, los timbres y los temporizadores, etc. Básicamente, se encarga de distribuir la electricidad por toda la estructura. La red suministra toda la energía eléctrica al edificio a través del cable principal. La electricidad se traslada desde la red eléctrica hasta el edificio a través de este cable, que está conectado al cuarto de distribución eléctrica. (Mohammed, 2020)

Los tableros de distribución eléctrica suelen incluir los siguientes componentes: fusibles, enlaces, interruptores, equipos de derivación y detectores de corriente residual (RCD), varían en sus características estructurales y técnicas según el país y los requisitos eléctricos.

Los tableros de distribución se clasifican por su aplicación y el diseño de un sistema eléctrico:

- Centro de control de motores.
- Tablero de Baja Tensión.
- Tableros de distribución de terminal.
- Tableros de distribución secundario.

Otros elementos que son parte del tablero de distribución son los:

- Breakers
- Barrajes
- Elementos de conexión
- Elementos de medición.

Según el uso, la ubicación y el amperaje, existen varios tipos de tableros de distribución en la actualidad.

Panel de interruptores principal: este tipo se usa para una unidad comercial o residencial completa. Están aguas abajo del suministro desde el cable del medidor. Contienen el disyuntor principal que puede cortar todos los suministros a la unidad. También indican el amperaje, es decir, toda la corriente eléctrica que el circuito puede tomar con seguridad.

Panel de conexiones principal: este tipo se utiliza cuando hay un panel de interruptores principal aguas arriba. Tienen un seccionador separado que puede ayudar a desconectarlo durante incendios y otras calamidades.

Subpanel: Al igual que los paneles de terminales principales, toman el suministro del panel de interruptores principal y lo dividen en circuitos más pequeños para electrodomésticos especializados y secciones de la casa. Sin embargo, no tienen desconexiones separadas.

Conmutadores de transferencia: Esta es una variante de un subpanel, que se utiliza en serie con generadores de energía de respaldo, para cambiar del suministro principal. Estos son especialmente útiles en regiones tormentosas cuando los cortes de energía son frecuentes.

2.1.12. Componentes que conforman un Tablero Eléctrico

2.1.13. Disyuntor principal

Este es el dispositivo electromecánico principal que puede cortar la energía del cable del medidor.

2.1.14. Disyuntores en miniatura (MCB)

Un disyuntor en miniatura controla el suministro a varios circuitos en miniatura en el circuito principal. Se apagan si detectan una sobrecorriente, es decir, una corriente que supera la clasificación actual del circuito. Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares, en función de la capacidad de cada circuito y del consumo energético necesario de los aparatos conectados.

2.1.15. Disyuntor de corriente residual (RCCB)

En pocas palabras, los RCCB son salvavidas, obligatorios en los códigos eléctricos de muchos estados. Pueden detectar si la corriente se está filtrando hacia un cuerpo humano o hacia el agua (es decir, una falla a tierra) y luego apagarse automáticamente. Son disyuntores de alta sensibilidad que se utilizan en serie con MCB y pueden detectar cualquier ligero desequilibrio entre los conductores de fase.

2.1.16. *Disyuntor de caja moldeada (MCCB)*

Estos dispositivos tienen la misma función que los MCB, excepto que tienen una clasificación de corriente mucho más alta. Esto significa que tiene más versatilidad y puede interrumpir rangos de corriente más grandes, lo que le permite usarse tanto en aplicaciones residenciales como industriales.

2.1.17. *Aisladores*

Son dispositivos electromecánicos controlados manualmente para aislar una parte del circuito para mantenimiento. A menudo se usan en serie con MCB para cuando falla un MCB. Los electricistas usan esto para cortar la corriente en un circuito para que puedan reparar el circuito sin recibir una descarga eléctrica.

2.1.18. *Barras colectoras*

Las barras colectoras son tiras conductoras de cobre o aluminio que transportan una gran cantidad de corriente desde la línea del medidor entrante hasta los diversos interruptores automáticos en el tablero de distribución.

2.1.19. *Interruptores*

Están presentes en todos los disyuntores y se apagan automáticamente en caso de detección de sobrecorriente y cortocircuitos.

2.1.20. *Etiquetas de identificación*

Estas etiquetas adhesivas ayudan a nombrar los diferentes circuitos en miniatura en función de las habitaciones que controlan, de modo que los usuarios finales puedan comprender qué interruptor deben accionar para apagar o encender una sección específica de la casa/unidad.

2.2. Sistema de Respaldo de Energía

El sistema de respaldo de energía proporciona energía cuando la fuente de alimentación principal se debilita. Las pilas de combustible utilizadas para la energía de reserva vienen en muchos tamaños y tipos y suelen utilizar hidrógeno como combustible. Las pilas de combustible de sustitución pueden comercializarse más rápidamente que otras pilas de combustible porque no dependen de la ejecución de una infraestructura de hidrógeno. Algunas aplicaciones de energía de reserva consisten en sistemas informáticos, instalaciones de fabricación, hogares e instalaciones auxiliares. (Horoz, S. y Sahin, O, 2018).

Los sistemas de respaldo pequeños dependen tradicionalmente de las baterías para el almacenamiento de energía, mientras que los sistemas más grandes pueden utilizar generadores o sistemas menos comunes, como volantes de inercia, almacenamiento de energía magnética superconductora o pilas de combustible para instalaciones más grandes. Aunque puede ser necesaria una solución basada en baterías, éstas tienen una vida útil limitada. Su vida útil se basa en el número de descargas y cargas que sufren.

Las instalaciones de baterías son difíciles debido a la larga lista de reglamentos y normas que deben cumplir. Sus instalaciones deben cumplir las normas locales y nacionales de salud y seguridad. La normativa medioambiental, que afecta principalmente a las instalaciones más grandes, puede incluir requisitos de ventilación, manipulación y eliminación de las baterías. Los volantes de inercia, por ejemplo, requieren un mantenimiento extremo. Además, los sistemas que utilizan grupos electrógenos y pilas de combustible tienen una respuesta de encendido pobre y no son muy fiables.

En el UPS que se utiliza varias se combina una fuente de alimentación, con un cargador de baterías, un módulo de cuidado de baterías o un módulo de respaldo. La solución de batería "todo en uno" se basa en el funcionamiento de la batería como

dispositivo de almacenamiento. La energía disponible se distribuye automáticamente entre la carga y la batería, mientras que el suministro de energía a la carga es siempre la primera prioridad.

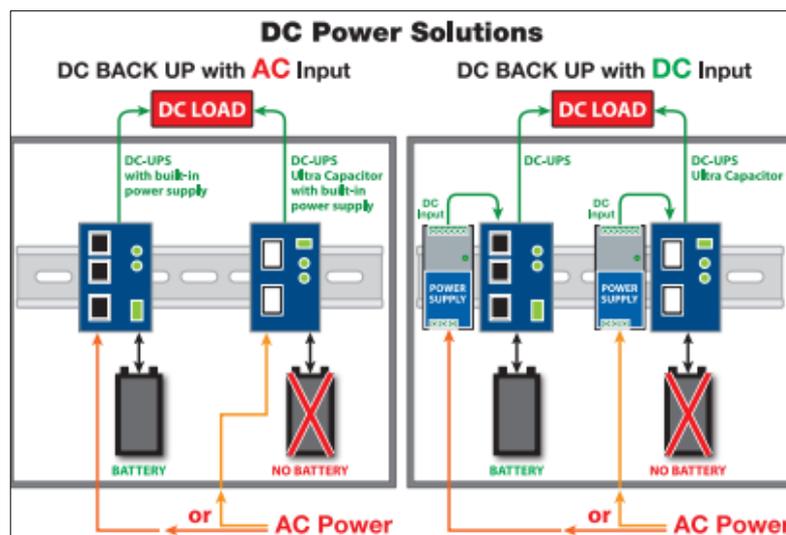
La corriente máxima disponible de la salida de carga es dos veces el valor de la corriente nominal del dispositivo. Si el dispositivo se desconecta de la fuente de alimentación principal, la batería suministrará la carga hasta que la tensión de la batería alcance 1,5 V por celda. Esto evita que la batería se descargue en profundidad. La carga de la batería se controla mediante un microprocesador. Mediante algoritmos, se detecta el estado de la batería y, en función de ello, se elige el modo de carga adecuado. (Sabry et al. 2018)

El sistema de diagnóstico en tiempo real supervisará continuamente el progreso de la carga e indicará los posibles fallos que se produzcan, como elementos en cortocircuito, conexión o desconexión accidental de la batería por medio del LED de fallo de la batería y un código intermitente del LED de diagnóstico.

En la *Figura 2.6* Se detalla el procedimiento de un sistema de respaldo de energía en corriente alterna y continua.

Figura 2. 6

Respaldo de energía en DC y AC



Nota. Funcionamiento del sistema de respaldo de energía Ac y DC.
Adaptado de Sistema de energía de respaldo de batería para
electricidad. (p. 3), por Sabry et al. 2018.

2.2.1. Tecnología del UPS ONLINE

Los sistemas UPS en línea (o de doble conversión) están diseñados para la protección de energía continua de equipos críticos contra los nueve problemas principales de energía. Certifica una particularidad constante del suministro de energía libremente de las perturbaciones en la red de entrada. El voltaje de salida se regenera completamente mediante una secuencia de conversión de CA a CC seguida de conversión de CC a CA para instaurar una fuente de alimentación sin interferencias eléctricas. El UPS de doble conversión se puede usar con cualquier tipo de equipo ya que no hay transitorios cuando se cambia a energía de batería. La tecnología ups es definida por su funcionamiento en el nombre que se le atribuye y es integrada por tres componentes, que son

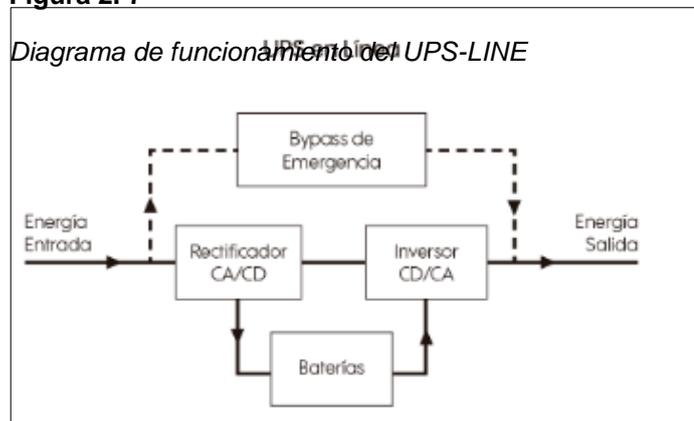
- Rectificador.
- Batería.
- Inversor.

En el sistema del Ups funciona primero cuando el inversor está siempre encendido, asegurando el flujo de energía de alta calidad debido a sus características de estabilización de voltaje y frecuencia. El sistema de derivación de energía permite que el rectificador realice su función de usar la energía almacenada para cargar la batería para uso final después de que el inversor haya procesado la energía.

Este tipo de UPS se utiliza en equipos de carga crítica como quirófanos, módems de alta demanda para telecomunicaciones y transmisores de TV, por mencionar algunos. Con las capacidades de UPS interactivo y UPS en línea, puede

ver su funcionamiento. Sin embargo, la comparación entre los dos es importante para comprender lo que no hacen en relación con el otro.

Figura 2. 7



Nota. Diagrama de funcionamiento del UPS-LINE. Adaptado de Grupo Industronic (p. 1), por Grupo Industronic, 2020.

Tabla 2. 1

Diferencias entre el UPS interactivo v el UPS On-Line

Diferencias	UPS Interactivo	UPS On-Line
Tipos de situaciones eléctricas	No Críticas	Críticas
Regulación de voltaje a la salida	±10 -15% (Normal) ±5% (Modo Inversor)	±1% (Siempre)
Tiempo de transferencia	2 - 10 milisegundos	0.0 milisegundos
Capacidad sugerida	0.75 - 3 kVA	1 - 1000 kVA
Nivel de protección	Resuelve 5 de los problemas eléctricos	Resuelve 9 de los problemas eléctricos
Inversor	Solo se enciende cuando hay un corte eléctrico	Siempre encendido, mejor calidad de energía
Factor de Potencia	0.7	0.9
Forma de onda de salida	Onda sinusoidal	Onda senoidal pura
En caso de falla del UPS	Deja de energizar a los equipos conectados	Bypass; sigue energizando a los equipos conectados

Nota. Diferencias del UPS interactivo y el UPS on-line. Adaptado de Grupo Industronic (p. 1), por Grupo Industronic, 2020.

2.2.2. Componentes del UPS ONLINE

2.2.3. Rectificador

Tiene la función de convertir la tensión AC de la red de alimentación principal en tensión DC, el modelo del rectificador está mezclado por un transformador de aislamiento, un puente rectificador de tiristores o IGBT de 6 o 12 pulsos y el rectificador es trifásico. Incluye protección contra sobretensiones y picos, también tiene una etapa de filtro para mejorar la ondulación de la tensión de salida y una lógica de control. El rectificador está planteado para nutrir el paquete de baterías en el peor de los casos mientras alimenta el inversor para cargas críticas.

2.2.4. Batería

La batería del SAI tiene la función de almacenar energía eléctrica en forma de energía química. Una batería consiste originalmente en un conjunto de celdas electroquímicas que se interconectan para lograr el potencial o voltaje requerido por el sistema. Una batería es un dispositivo electroquímico que consta de placas positivas y negativas alternas, separadas entre sí por separadores microporosos, sumergidas en un compuesto electrolítico. Cuando un circuito externo se cierra (por ejemplo: cuando falla un rectificador en un UPS), se consume corriente, la batería se descarga y la batería pierde su potencial electroquímico, lo que hace que su voltaje caiga.

2.2.5. Inversor

La función del inversor es convertir el voltaje de CC del rectificador o la batería en un voltaje de CA que sea estable en frecuencia y amplitud, lo que permite que las cargas críticas funcionen en cualquier circunstancia. Utiliza dispositivos IGBT de estado sólido con tecnología de modulación de ancho de pulso (PWM) para construir la forma de onda de voltaje de CA y contiene un oscilador apto de utilizar y conservar

la frecuencia de salida del inversor dentro de los límites explícitos y aceptados por la carga. El oscilador del inversor logra armonizar la frecuencia y el bloqueo de fase con la frecuencia de la red. Maneja cuando falla la red de derivación.

2.2.6. Interruptor estático

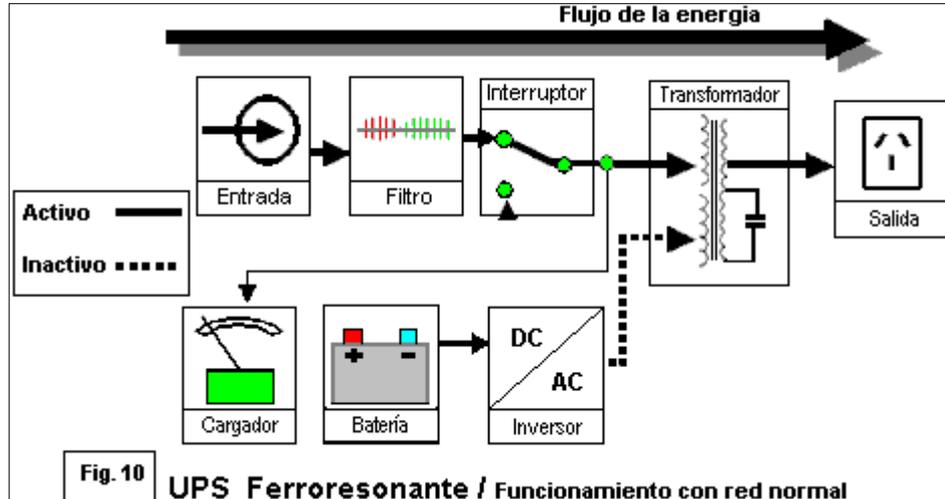
El interruptor estático tiene la función de conectar la carga del SAI a la salida del inversor o salida de la red de emergencia. En condiciones normales, la carga será alimentada por la salida del inversor, cualquier condición anormal que se presente en el inversor.

2.2.7. Interruptor de derivación manual

Su función principal es alimentar la carga durante el mantenimiento final del UPS o la falla a largo plazo del módulo inversor.

Figura 2. 8

Componentes del UPS ONLINE



Nota. Componentes del UPS ONLINE Adaptado de Grupo Industronic (p. 5), por Grupo Industronic, 2020.

Beneficios del UPS ONLINE

La tecnología UPS ONLINE tiene como beneficios los siguientes puntos:

- Falla de energía: generalmente causada por un rayo o una falla en el equipo de su proveedor de energía. Sin un UPS, esto provocará un apagado forzado, poniendo en riesgo los datos.
- Caída de la potencia: reducción de voltaje a corto plazo, a menudo causada por el arranque de grandes cargas cercanas. Las caídas de energía logran ocasionar fallas en el equipo y daños en el hardware.
- Sobretensión: alto voltaje a corto plazo, generalmente causado por un rayo cerca. Los picos muy a menudo conducen a la pérdida de datos y/o daños al hardware.
- Bajo voltaje: voltaje de suministro reducido que dura de minutos a días. Suele acontecer cuando la red de suministro está sobrecargada, puede hacer que los ordenadores se empleen de manera impredecible.
- Sobretensión: aumento de la tensión de alimentación que dura de minutos a días. A menudo provocada por reducciones rápidas en la demanda de energía, la sobretensión puede dañar el hardware.
- Ruido eléctrico: interferencia típicamente de transmisores de radio, equipos de soldadura, etc. El ruido alcanza problemas interrumpidos difíciles de localizar.
- Variación de frecuencia: cambios en la frecuencia del suministro, que generalmente solo se encuentran en los suministros de los generadores.
- Transitorio de conmutación: sub tensión instantánea, que suele durar unos segundos.
- Distorsión armónica: voltaje de suministro que dura desde minutos hasta días, suele suceder cuando la red de suministro está sobrecargada.

CAPÍTULO III

APORTACIONES Y RESULTADOS

En este capítulo se demostrará el estudio del proyecto de levantamiento de carga de toda la FETD y el análisis de implementar el sistema de respaldo de energía a las cargas críticas que existan en la FETD de la UCSG. También su estudio socioeconómico y los beneficios de mejora que existirán si existe una falla en el servicio eléctrico.

3.1. Levantamiento de Cargas del Sistema Eléctrico

En las cargas en la energía eléctrica, las cargas pueden ser positivas, negativas o nulas. Para que haya flujo de energía eléctrica a través de un conductor o corriente, los átomos de este deben ionizarse, es decir, cargarse eléctricamente. Cuando un átomo gana electrones, se carga negativamente, convirtiéndose en un ión negativo o anión; si pierde electrones, se transforma en un ión positivo o catión.

La magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de la magnitud de ambas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa y tiene la dirección de la línea que las une. La fuerza es de repulsión si las cargas son de igual signo, y de atracción si son de signo contrario. (Cynthia & Vital Martínez, 2019)

Para el estudio de este proyecto se procedió con el levantamiento de cargas en la FETD, la cual está compuesta por 7 bloques donde se encuentran los laboratorios y los cursos. Toda la recolección de los datos, cargas eléctricas (carga 110/220 v, etc.) serán consideradas como tableros, eléctricos, computadores, fotocopiadoras, armarios de red, etc. Cada sección fue medida con los debidos instrumentos y se obtuvo los valores actuales de este sistema eléctrico. En la Tabla 3.1 se especificará los valores de la sección uno que corresponde a la parte de

Veterinaria-Laboratorio de automatización de la FETD donde se detalla las cargas y puntos eléctricos en esa sección.

Tabla 3. 1

Sección 1 (Veterinaria-Laboratorio de automatización) de la FETD

AREA		PUNTOS ELÉCTRICOS					CARGAS ELÉCTRICA							
		TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM.(3X32W)	ALUM.(2X100W)	ALUM.40W	COMPUTADORA	A.A. SPLIT	A.A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORA/COP IADORA	DISPENSADOR REF. AGUA	TV	OTROS EQUIPOS
MODULO 1	LAB. CONTROL	16	15	8		1	7	1		1				
	LAB. Automatización	16	15	8		1	7	1		1	1			
	LAB. VETERINARIA	14	4	7			1	4						
	SALA DE Recreación	24		15										
	PASILLO/M1				2	2								
	TOTAL	70	34	38	2	4	15	6		2	1	0	0	0

Nota. Consumos de las cargas eléctricas del a sección 1 de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 2

Sección 2 (Laboratorio carrera agropecuaria) de la FETD

PUNTOS ELECTRICOS		CARGAS ELECTRICICA	

MUDOLO 2	AREA													
	DEPARTAMENTO/AULAS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM.(3X32W)	ALUM.(2X100W)	ALUM.40W	COMPUTADORA	A.A. SPLIT	A.A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORA/COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	TV	OTROS EQUIPOS
	INDUSTRIA LACTEA PB	4	1		9		3	1			1			2
	INDUSTRIA LACTEA PB-1	2 3	6	7	1 5	9			2					
	PASILLO/M2			6										
	TOTAL	2 7	7	1 3	2 4	9	3	1	2		1			2

Nota. Consumos de las cargas eléctricas del a sección 2 de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 3

Sección 3 (Laboratorios Generales) de la FETD

MODULO 3	DEPARTAMENTO/AULAS	PUNTOS ELECTRICOS					CARGAS ELECTRICAS							
		TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM.(3X32W)	ALUM.(2X100W)	ALUM.40W	COMPUTADORA	A.A. SPLIT	A.A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORA/COPIADORA	DISPENSADOR DE AGUA	TV	OTROS EQUIPOS
	LAB. TELECOMUNICACIONES	18	3	6			9	1		1				
	LAB. ELECTRONICA	36	6	6	3		2 1	2						

LAB. ELECTRICIDAD	35	2 5	7			8		2	1	1			
LAB. NEUMATICA	15	1 5		8	1 5		1						
PASILLO/M			5										
TOTAL	10 4	4 9	2 4	1 1	1 5	3 8	4	2	2	1	0	0	0

Nota. Consumos de las cargas eléctricas del a sección 3 de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 4

Sección 4 (Aulas del piso 1) de la FETD

AREA	DEPARTAMENTO/AULAS	PUNTOS ELECTRICOS						CARGAS ELECTRICAS					
		TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM.(3X32W)	ALUM.(2X100W)	ALUM.40W	COMPUTADORA	A.A. SPLIT	A.A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORA/COPIADO	DISPENSADOR DE	TV
MODULO 4	FT -1	1 0	1	7			1	1		1			
	FT -2	1 2	1	7			1	1		1			
	FT -3	8	1	7			1	1		1			
	SALON DE USO MULTIPLE	1 1	2	6	2		1	2		1			
	PASILLO/M5				6								
	TOTAL	4 1	5	2 7	8	0	4	5	0	4	0	0	0

Nota. Consumos de las cargas eléctricas del a sección 4 de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 5

Sección 5 (Aulas del piso 2) de la FETD

AREA	DEPARTAMENTO/AULAS	CARGAS ELECTRICAS											
		TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM.(3X32W)	ALUM.(2X100W)	ALUM.(3X17W)	COMPUTADORA	A.A. SPLIT	A.A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORA/COPIADOR	DISPENSADOR DE AGUA	TV
MODULO 5	FT -14	11	1		6		1	1		1			
	FT -5	11	2		6		1	2		1			
	FT -6	12	1	8			1	1		1			
	SALA DE COMPUTO	23	2			15	34	2		1			
	AULA VIRTUAL	41	2	9			20	2		1			
	PASILLO/M6	1		10									
	TOTAL	99	8	27	12	15	57	8	0	5	0	0	0

Nota. Consumos de las cargas eléctricas del a sección 5 de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 6

Sección 6 (Aulas del piso 3) de la FETD

DEPARTAMENTO/AULAS	CARGAS ELECTRICAS												
	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM.(3X32W)	ALUM.(2X100W)	ALUM.40W	COMPUTADORA	A.A. SPLIT	A.A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORA/COPIADOR	DISPENSADOR DE AGUA	TV	OTROS EQUIPOS
FT-4	10	2	12			1	2		1				
FT-5	10	2	12			1	2		1				

FT-6	10	2	12			1	2		1				
FT-7	10	2	12			1	2		1				
FT-8	10	2	12			1	2		1				
FT-9	9	2	16			1	2		1				
PTC1	6	2	12			3	2		1				
PTC2	11	2	12			6	2		1				
PTC3	11	2	12				2		1				
FT12	11	2	12			1	2		1				
FT13	11	2	12			1	2		1				
SALA DE LECTURA	34	2	12			8	2		1	1			
PASILLO/M7 PLANTA BAJA	0		6	1									
PASILLO/M7 PLANTA ALTA			0	0									
TOTAL	14 3	24	15 4	1		25	24	0	12	1	0	0	0

Nota. Consumos de las cargas eléctricas del a sección 6 de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

3.1.1. Medición de Corriente

Para la medición de corriente y tensión se utilizan los equipos llamados amperímetros y voltímetros. Los dispositivos que pueden medir tanto la corriente como el voltaje se denominan multímetros o analizadores de potencia. Para medir los componentes el amperímetro se conecta en serie porque, la misma corriente fluye a través del amperímetro y el componente. Si el amperímetro estaría conectado en paralelo con el componente, se mediría una corriente diferente.

Al mismo tiempo, un amperímetro debe tener una resistencia interna muy baja. Debido a esta baja resistencia interna, el dispositivo de medición apenas influye en el circuito. Si la resistencia interna fuera grande, entonces (según la ley de Ohm)

también fluiría menos corriente en el circuito. En este caso, la medida influiría en el sistema. Debido a esta baja resistencia interna, nuevamente es una muy mala idea usar un amperímetro en paralelo. En este caso, podría fluir mucha corriente a través del amperímetro. Esta sobrecorriente activará la protección de sobrecorriente interna y al menos se quemará el fusible. El amperímetro dejará de funcionar hasta que se reemplace el fusible.

En las mediciones que se realizó en los tableros de distribución se midió la línea a, la línea b, la línea c y se obtuvieron los siguientes valores totales de las corrientes.

$I_a=322.24$ A, en la línea $I_b=307.08$ A., en la fase $I_c=397.98$ A. (5)

Los valores individuales de las líneas son:

$I_a=25.49$ A, en la línea $I_b=11.58$ A., en la fase $I_c=47.17^a$ (6)

3.1.2. Potencia Activa

La potencia activa, o potencia real, es la que se utiliza realmente para una carga específica. Esto es importante porque es la potencia activa la que utilizan las compañías eléctricas y es la que pagan los clientes en sus facturas.

Su fórmula es $P= VI \cos \theta$ (7), su símbolo es P y su unidad es en Watts.

Se puede observar que la demanda de la energía real en kw durante la medición, el valor de la potencia promedio durante el período de prueba fue de 61.25W, en la cual registra un valor máximo de 115.37KW. En la cual culminando la prueba de operación da una potencia real mínima de 7.14 KW.

3.1.3. Potencia Reactiva

Cuando la impedancia es una resistencia pura, la potencia aparente es la misma que la potencia real. Pero cuando existe una reactancia, la potencia aparente es mayor que la potencia real.

La diferencia vectorial entre la potencia aparente y la real se llama potencia reactiva, que se mide en términos de voltios-amperios reactivos, o VAR. La potencia reactiva es la energía que se almacena y luego se libera como un campo magnético en el caso de un inductor y un campo electrostático en el caso de un condensador.

Se puede obtener que la demanda de la energía real en KVAR durante la medición, el valor de la potencia promedio durante el período de prueba fue de 6.46 KVAR, en la cual registra un valor máximo de 12.040 KVAR. En la cual culminando la prueba de operación no da una potencia real mínima de 0.887 KVAR.

Su fórmula es $Q = VI \sin \theta$ (8), su símbolo es Q y su unidad es en VAR.

3.1.4. Potencia Aparente

La potencia aparente es la potencia total disponible para hacer funcionar un ordenador, iluminar una bombilla y alimentar un sistema de fabricación.

Su fórmula es $S = VI$, su símbolo es S y su unidad es en VA.

El valor de la potencia promedio durante el período de prueba fue de 61.68 KVA, en la cual registra un valor máximo de 115.94 KVA. En la cual culminando la prueba de operación no da una potencia real mínima de 7.42 KVA.

3.1.5. Factor de Potencia

La relación entre la potencia activa y la potencia aparente se denomina factor de potencia. Es un número entre 0,0 y 1,0. Su fórmula es $\cos \theta = \text{Potencia real} / \text{Potencia aparente}$.

El valor de la potencia promedio durante el período de prueba fue de 93.28%(inductivo), en la cual registra un valor máximo de 98.2%(Inductivo). En la cual culminando la prueba de operación no da una potencia real mínima de 88.37%.

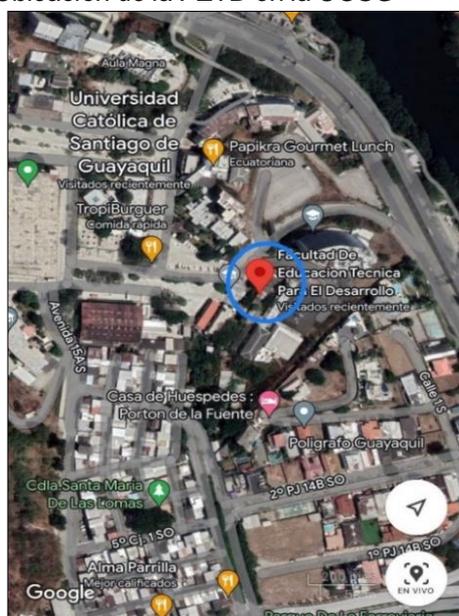
3.2. Estudio del Sistema de Respaldo de Energía

3.2.1. Ubicación

El estudio del sistema de respaldo de energía que abastecerá algunas áreas de la facultad de educación técnica para el desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, en la cuales la coordenada es -2.182986028070741, -79.90306169755429.

Figura 3. 1

Ubicación de la FETD en la UCSG



Nota. Ubicación en mapa de la FETD en la UCSG. Elaborado por el Autor, 2022.

3.2.2. Cargas Críticas del Sistema Eléctrico

Cuando los sistemas electrónicos de seguridad, son considerados de misión crítica, (en muchos casos así se les considera), debe existir redundancia en la UPS, debe tener elementos que puedan cambiarse sin desenergizar (hot swappable) y para dar mayor estabilidad deben usarse distribuidores de potencia (PDU) cruzados en configuraciones redundantes que tomen energía eléctrica de dos circuitos diversos. Recordar que una buena medida de redundancia en el sistema de

generación eléctrica lo da la presencia de un generador eléctrico que se alimente de combustibles naturales con una potencia de 1,5 a 3 veces la potencia de la UPS.

Después del levantamiento de cargas de todos los puntos eléctricos de la FETD de la UCSG, se procedió a identificar las cargas que tienen mayores demandas. Las cargas críticas son las que no pueden ser interrumpidas porque contienen informaciones valiosas o al desconectarlas abruptamente pueden sufrir daños físicos.

En las *Tablas* que se detallarán a continuación esta la descripción de los equipos conectados con su cantidad de tomas corrientes en los laboratorios de la FETD, la potencia es en (W), la potencia del circuito es en (W), el factor de coincidencia está planteado según la normativa del (NEC) que es del Ecuador. También está registrado cuantos puntos tiene en el panel, factor de demanda, voltaje de la toma corriente que está conectado a los dispositivos, el factor de potencia que es 0,92, la corriente nominal, disyuntor de capacidad de 1 Polo de 20 (A), el calibre es en línea, neutro y de aterrizaje y la distancia (M) de los puntos desde el Brecker hasta el punto planteado en las tablas correspondientes.

Tabla 3. 7

Carga Crítica (Laboratorio de Electricidad)

CK T	DESCRIPCION	CANT	P. U. (W)	P. CIR (W)	F.C	DMU (W)	VOLT (V)	F.P	In (A)	DISYUNT OR	CALIBRE	DISTANCIA (M)
1	TC1/COMPUTADOR A	3,00	300,00	900,00	0,90	810,00	127,00	0,9 2	6,93	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5,00
2	TC3/COMPUTADOR A	3,00	300,00	900,00	0,90	810,00	127,00	0,9 2	6,93	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
3	TC4/IMPRESORAS	1,00	300,00	300,00	1,00	300,00	127,00	0,9 2	2,57	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
4	ILUMINARIA 3X32	3,00	96,00	288,00	1,00	288,00	127,00	0,9 2	2,46	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3,00

5	TC SSGG/CAJA DE RED	1,00	180,00	180,00	1,00	180,00	127,00	0,9 2	1,54	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
6	TC/TABLERO	1,00	180,00	180,00	1,00	180,00	127,00	0,9 2	1,54	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	2,00
	TOTAL	TOTAL			2.748,00							2.568,00

Nota. Carga Crítica 1 del laboratorio de electricidad de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 8

Cálculos de Protecciones (Laboratorio de Electricidad)

FACTOR DE POTENCIA	0,92
FASES	2,00
FACTOR DE DEMANDA	0,82
DMU (kw)	2,57
DMU (kVA)	2,79
F.U.	0,70
DD (kVA)	1,95
DD (kVA) + RESERVA	2,44
DD (kW) + RESERVA	2,25
VOLTAJE SISTEMA (V)	220,00
CORRIENTE DD (A)	11,10
CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	13,88

PROTECCIÓN

2P-30A

Nota. Cálculos de protecciones del laboratorio de electricidad de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 9

Acometida Principal (Laboratorio de Electricidad)

Acometida Principal

Fase:	2#2 AWG CU XLPE 1kV	
Neutro:	1#6 AWG CU XLPE 1kV	
Tierra:	1#6 AWG CU DESN	
Distancia:	22,00	mt

Nota. Acometida principal del laboratorio de electricidad de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 10

Carga Critica (Laboratorio de Neumática)

CK T	DESCRIPCION	CANT	P. U. (W)	P. CIR (W)	F.C	DMU (W)	VOLT (V)	F.P	In (A)	DISYUNT OR	CALIBRE	DISTANCIA (M)
1	TC/COMPUTADORA	1	300,00	300,00	1,00	270,00	127	0,9 2	2,44 5	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5.00
2	TC/TABLERO	3	400,00	1200,00	0,90	1080,0 0	127	0,9 2	9.78 2	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	6.00
3	TC4/IMPRESORA	1	300,00	300,00	1,00	270,00	127	0,9 2	1,44 9	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4.00

4	ILUMINARIA 3X32	3	96,00	288,00	1,00	288,00	127	0,9 2	2,60 8	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3.00
5	TC/CAJA DE RED	1	180,00	180,00	1,00	162,00	127	0,9 2	3,66 8	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4.00
6	TC/TABLERO DE CONTROL	1	300,00	300,00	1,00	270,00	127	0,9 2	2,44 5	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	2.00
		TOTAL				2.568,00						2.340,00

Nota. Carga Crítica 2 del laboratorio de Neumática de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 11

Cálculos de Protecciones (Laboratorio de Neumática)

FACTOR DE POTENCIA	0,92
FASES	2,00
FACTOR DE DEMANDA	0,80
DMU (kw)	2,34
DMU (kVA)	2,54
F.U.	0,70
DD (kVA)	1,78
DD (kVA) + RESERVA	2,23
DD (kW) + RESERVA	2,05
VOLTAJE SISTEMA (V)	220,00
CORRIENTE DD (A)	10,12
CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	12,65
PROTECCIÓN	2P- 30A

Nota. Cálculos de protecciones del laboratorio de neumática de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 12*Acometida Principal (Laboratorio de Neumática)***Acometida Principal**

Fase:	2#8 AWG CU XLPE 1kV	
Neutro:	1#8 AWG CU XLPE 1kV	
Tierra:	1#8 AWG CU DESN	
Distancia:	24,00	mt

Nota. Acometida principal del laboratorio de neumática de la FETD.

Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 13*Carga Crítica (Laboratorio de Electrónica)*

CK T	DESCRIPCION	CAN T	P. U. (W)	P. CIR (W)	F.C	DMU (W)	VOLT (V)	F.P	In (A)	DISYUNTOR	CALIBRE	DISTANCIA (M)
1	TC/COMPUTADORA	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127,00	0,9 2	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5,00
2	TC2/COMPUTADORA	2	300,00	600,00	0,90	960,00	127,00	0,9 2	8,70	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5,00
3	TC3/COMPUTADORA	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127,00	0,9 2	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
4	TC4/COMPUTADORA	4	300,00	1200,00	0,80	960,00	127,00	0,9 2	1,09	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3,00
5	TC5/COMPUTADORA	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127,00	0,9 2	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	6,00
6	TC6/IMPRESORA	1	200,00	200,00	1,00	160,00	127,00	0,9 2	1,45	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00

7	ILUMINARIA 3X32	3	96,00	288,00	1,00	288,00	127,00	0,92	2,61	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3,00
8	CAJA DE RED	1	450,00	450,00	1,00	405,00	127,00	0,92	3,67	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
9	TC/ ANALIZADOR DE FRECUENCIA	1	300,00	300,00	1,00	270,00	127,00	0,92	2,45	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	2,00
TOTAL		TOTAL				5.738,00	5.473,00					

Nota. Carga Critica 3 del laboratorio de Electrónica de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 14

Cálculos de Protecciones (Laboratorio de Electrónica)

FACTOR DE POTENCIA	0,92
FASES	2,00
FACTOR DE DEMANDA	0,83
DMU (kw)	5,47
DMU (kVA)	5,95
F.U.	0,70
DD (kVA)	4,16
DD (kVA) + RESERVA	5,21
DD (kW) + RESERVA	4,79
VOLTAJE SISTEMA (V)	220,00
CORRIENTE DD (A)	23,66
CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	29,58

PROTECCIÓN	2P- 30A
-------------------	------------

Nota. Cálculos de protecciones del laboratorio de electrónica de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 15

Acometida Principal (Laboratorio de Electrónica)

Acometida Principal

Fase:	2#2 AWG CU XLPE 1kV	
Neutro:	1#6 AWG CU XLPE 1kV	
Tierra:	1#6 AWG CU DESN	
Distancia:	36,00	mt

Nota. Acometida principal del laboratorio de electrónica de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 16

Carga Critica (Laboratorio de telecomunicaciones)

CK T	DESCRIPCION	CANT	P. U. (W)	P. CIR (W)	F.C	DMU (W)	VOLT (V)	F.P	In (A)	DISYUNTOR	CALIBRE	DISTANCIA (M)
1	TC/COMPUTADOR A	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127	0,9 2	7,33 6	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5,00
3	TC2/COMPUTADORA	3	300,00	900,00	0,90	960,00	127	0,9 2	8,69 5	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00

4	TC3/COMPUTADORA	2	300,00	600,00	0,90	540,00	127	0,92	7,336	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
5	TC4/IMPRESORA	1	300,00	300,00	1,00	160,00	127	0,92	1,449	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3,00
6	ILUMINARIA 3X32	3	96,00	288,00	1,00	288,00	127	0,92	2,608	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
7	TC/CAJA DE RED	1	180,00	180,00	1,00	162,00	127	0,92	3,668	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	2,00
8	TC/TABLERO RED	2	300,00	600,00	0,90	540,00	127	0,92	2,445	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	2,00
TOTAL		TOTAL			3.768,00		3.460,00					

Nota. Carga Crítica 4 del laboratorio de Telecomunicaciones de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 17

Cálculos de Protecciones (Laboratorio de Telecomunicaciones)

FACTOR DE POTENCIA	0,92
FASES	2,00
FACTOR DE DEMANDA	0,80
DMU (kw)	3,46
DMU (kVA)	3,76
F.U.	0,70
DD (kVA)	2,63
DD (kVA) + RESERVA	3,29
DD (kW) + RESERVA	3,03
VOLTAJE SISTEMA (V)	240,00

CORRIENTE DD (A)	13,71
CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	17,14
PROTECCIÓN	2P- 30A

Nota. Cálculos de protecciones del laboratorio de telecomunicaciones de la FETD. Elaborado por el Autor,

Tabla 3. 18

Acometida Principal (Laboratorio de Telecomunicaciones)

Acometida Principal

Fase:	2#2 AWG CU XLPE 1kV	
Neutro:	1#6 AWG CU XLPE 1kV	
Tierra:	1#6 AWG CU DESN	
Distancia:	24,00	mt

Nota. Acometida principal del laboratorio de telecomunicaciones de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 19

Carga Critica (Área administrativa)

CK T	DESCRIPCION	CAN T	P. U. (W)	P. CIR (W)	F.C	DMU (W)	VOLT (V)	F.P	In (A)	DISYUNTO R	CALIBRE	DISTANCIA (M)
1	TC/COMPUTADOR A	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127	0,9 2	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	8,00

2	TC2/COMPUTADORA	2	300,00	600,00	0,90	960,00	127	0,92	8,70	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5,00
3	TC3/COMPUTADORA	2	300,00	600,00	0,90	810,00	127	0,92	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
4	TC4/COMPUTADORA	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127	0,92	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3,00
5	TC5/COMPUTADORA	3	300,00	900,00	0,90	810,00	127	0,92	7,34	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	5,00
6	TC6/IMPRESORA	5	200,00	1000,00	0,80	800,00	127	0,92	1,45	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
7	ILUMINARIA 3X32	3	96,00	288,00	1,00	288,00	127	0,92	2,61	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	3,00
8	CAJA DE RED	1	450,00	4,50	1,00	405,00	127	0,92	3,67	1P-20A	1#12, 1#12,1#12	4,00
TOTAL						5.192,50		5.693,00				

Nota. Carga Critica 5 del área Administrativa de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 20

Cálculos de Protecciones (Área Administrativa)

FACTOR DE POTENCIA	0,92
FASES	2,00
FACTOR DE DEMANDA	0,96
DMU (kw)	5,69
DMU (kVA)	6,19
F.U.	0,70

DD (kVA)	4,33
DD (kVA) + RESERVA	5,41
DD (kW) + RESERVA	4,98
VOLTAJE SISTEMA (V)	220,00
CORRIENTE DD (A)	24,61
CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	30,76
PROTECCIÓN	2P- 30A

Nota. Cálculos de protecciones del laboratorio área administrativa de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 21

Acometida Principal (Área Administrativa)

Acometida Principal

Fase:	2#2 AWG CU XLPE 1kV	
Neutro:	1#6 AWG CU XLPE 1kV	
Tierra:	1#6 AWG CU DESN	
Distancia:	36,00	mt

Nota. Acometida principal del área administrativa de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Las cargas críticas son dispositivos y son llamados “cargas críticas”. “Cargas” porque consumen energía eléctrica y “críticas” porque de ellas dependen procesos de gran importancia, cuya paralización o mal funcionamiento puede poner en riesgo la vida de las personas, ocasionar cuantiosas pérdidas económicas o generar niveles de insatisfacción con impacto negativo relevante en el corto o mediano plazo. Ejemplos de este tipo de cargas son: Salas de cirugía y/o de cuidados intensivos, centros de datos y control, telecomunicaciones vitales, sistemas de seguridad pública y privada, etc. Por ejemplo, un paro no programado en una línea de laminación es muy costoso, mientras que la detención de un centro de datos en un banco o el funcionamiento errático o nulo de salas de riesgo vital en un hospital, puede ser catastrófica.

3.2.3 Sistema de respaldo de energía con la tecnología UPS online

UPS está conformado por baterías o elementos que almacenan energía, que al ocurrir una interrupción en el servicio eléctrico, este se encarga de suministrar la energía eléctrica durante un periodo limitado de tiempo, según su capacidad de respaldo; de esta forma, se puede enviar alguna alarma para que, el personal a cargo de la planta, pueda tomar alguna acción para solucionar el problema y continuar con su jornada laboral sin ningún impedimento; siempre es digno tener en planta una técnica de respaldo, que como este sistema contribuye ante cualquier emergencia y permita cumplir a tiempo los objetivos trazados. En la *Figura 3.2* se observa el diagrama del funcionamiento normal del UPS.

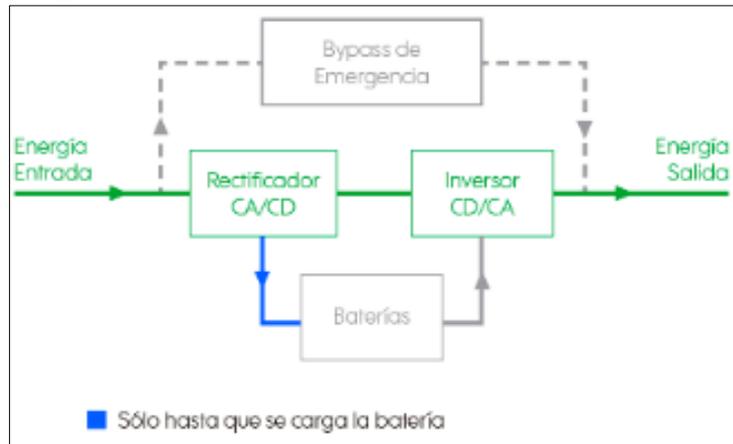
La función principal del UPS es brindar protección y garantizar el funcionamiento seguro de los equipos, cuando se corta la energía eléctrica o en algunos casos, según el aparato UPS, cuando existe una fluctuación peligrosa o picos muy irregulares. Los UPS pueden corregir:

- Picos de voltaje.

- La distorsión armónica.
- Caídas de la tensión eléctrica o sobretensiones (en tiempo según capacidad).

Figura 3. 2

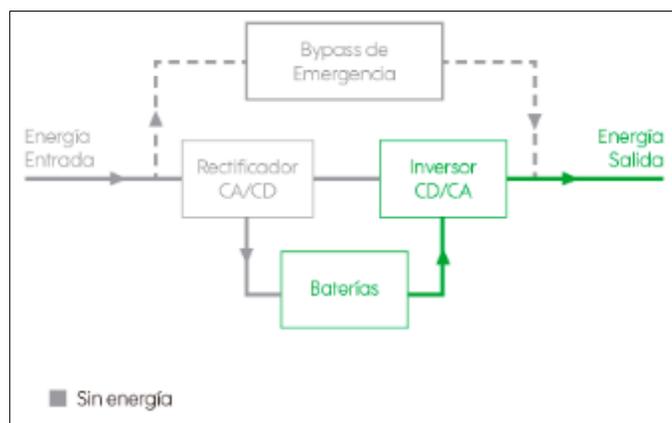
Diagrama de funcionamiento normal del UPS-LINE



Nota. Diagrama del funcionamiento normal del UPS-LINE. Adaptado de Grupo Industrionic (p. 2), por Grupo Industrionic, 2020.

Figura 3. 4

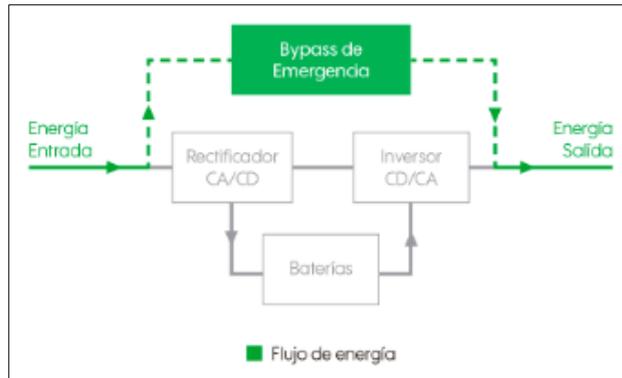
Diagrama del funcionamiento del UPS-LINE en corte de energía



Nota. Diagrama del funcionamiento durante un corte de energía del UPS-LINE. Adaptado de Grupo Industrionic (p. 2), por Grupo Industrionic, 2020.

Figura 3. 7

Diagrama del funcionamiento del UPS-LINE en caso de falla



Nota. Diagrama del funcionamiento en caso de falla del UPS-LINE. Adaptado de Grupo Industronic (p. 3), por Grupo Industronic, 2020.

3.2.3. Conductores del UPS online

Para procesar con el tendido de los conductores del UPS online al tablero de distribución de la siguiente carga se va a utilizar (3) conductores de corriente, 1 cable aislada para tierra y 1 cable desnudo para tierra física.

Tabla 3. 23

Especificaciones de los conductores del UPS ONLINE

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C		75°C		90°C		
	(140°F)		(167°F)		(194°F)		
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
	TW	RHW	RHH	TW	RHW	RHH	
	UF	THHW	THHN	UF	THHW	THHN	
		THW	XHH		THW	XHH	
		XHHW	XHHW		XHHW	XHHW	
	Cobre			Aluminio			
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

Nota. Especificaciones de los conductores del UPS-LINE. Adaptado de Grupo Industronic (p. 4), por Grupo

3.2.4. Propuesta para la instalación del UPS online en la FETD

Siguiendo los manuales de instalación de los equipos de ups y las recomendaciones técnicas. Se realizó una lista de las instrucciones de como colocar los equipos de manera correcta para evitar daños o golpes de los equipos, y que tenga el correcto funcionamiento de los equipos.

1. Ubicar el equipo de UPS.
2. Verificar el estado del equipo minuciosamente. En caso del mal estado del equipo no instalarlo o iniciar los equipos.
3. No instalar el equipo en un ambiente excesivamente húmedo.
4. El equipo debe colocarse en un área ventilada, la temperatura ambiente no debe pasar los 40 pc.
5. No obstruir las rejillas de ventilación del equipo.
6. Se colocará un tablero bypass para el funcionamiento del UPS.
7. Se colocará un tablero TD-N nuevo para el sistema de respaldo de energía.
8. Conexión al generador eléctrico desde el tablero TD-P.

En este estudio se determinó que para el sistema de respaldo de energía se utilizará un tablero de distribución con las cargas críticas de la FETD, este tendrá sus respectivas cargas para esto se realizó un análisis y los cálculos correspondientes para determinar la potencia en (W), la potencia del circuito en (W), el factor de coincidencia según la normativa del (NEC) que es del Ecuador.

También está registrado cuantos puntos tiene en el panel, factor de demanda, voltaje de la toma corriente que está conectado a los dispositivos, el factor de potencia que es 0,92, la corriente nominal, disyuntor de capacidad de 2 Polos de 60 (A) amperios, el calibre es en línea, neutro y de aterrizaje y la distancia (M) de los puntos desde los tableros de distribución hasta el punto planteado en las tablas correspondientes.

A continuación, se detallará el tablero principal que contendrán el UPS Online.

Tabla 3. 25*Tablero de Distribución de las Cargas Críticas*

CK T	DESCRIPCION	CAN T	P. U. (W)	P. CIR (W)	F.C	DMU (W)	VOLT (V)	F.P	In (A)	DISYUNTO R	CALIBRE	DISTANCIA (M)
1	LAB ELECTRICIDAD	1,00	3.210,0 0	3.210,00	0,7 0	2.247,00	220,00	0,9 2	11,1 0	2P-30A	1#12, 1#12,1#12	5,00
2	LAB NEUMATICA	1,00	2.925,0 0	2.925,00	0,7 0	2.047,50	220,00	0,9 2	10,1 2	2P-30A	1#12, 1#12,1#12	4,00
3	TAL TELECOMUNICACIONES	1,00	4.325,0 0	4.325,00	0,7 0	3.027,50	220,00	0,9 2	14,9 6	2P-30A	1#12, 1#12,1#12	4,00
4	LAB. ELECTRONICA	1,00	6.841,2 5	6.841,25	0,7 0	4.788,88	220,00	0,9 2	23,6 6	2P-30A	1#12, 1#12,1#12	4,00
5	AREA ADMINISTRATIVA	1,00	7.116,2 5	7.116,25	0,7 0	4.981,38	220,00	0,9 2	24,6 1	2P-30A	1#12, 1#12,1#12	4,00
TOTAL				24.417,5 0		17.092,2 5						

Nota. Tablero de Distribución de las cargas críticas del sistema de respaldo de energía para la FETD. Elaborado por el Autor,

Tabla 3. 26*Cálculos de Protecciones (Tablero de Distribución de las Cargas Críticas)*

FACTOR DE POTENCIA	0,92
FASES	3,00
FACTOR DE DEMANDA	0,70
DMU (kw)	17,09
DMU (kVA)	18,58
F.U.	0,80
DD (kVA)	14,86
DD (kVA) + RESERVA	18,58
DD (kW) + RESERVA	17,09
VOLTAJE SISTEMA (V)	220,00
CORRIENTE DD (A)	48,76
CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	60,95
PROTECCIÓN	2P- 60A

Acometida Principal

Fase:	2#2 AWG CU XLPE 1kV	
Neutro:	1#6 AWG CU XLPE 1kV	
Tierra:	1#6 AWG CU DESN	
Distancia:	22,00	mt

Tabla 3. 27

Acometida Principal (Tablero de distribución de las cargas críticas)

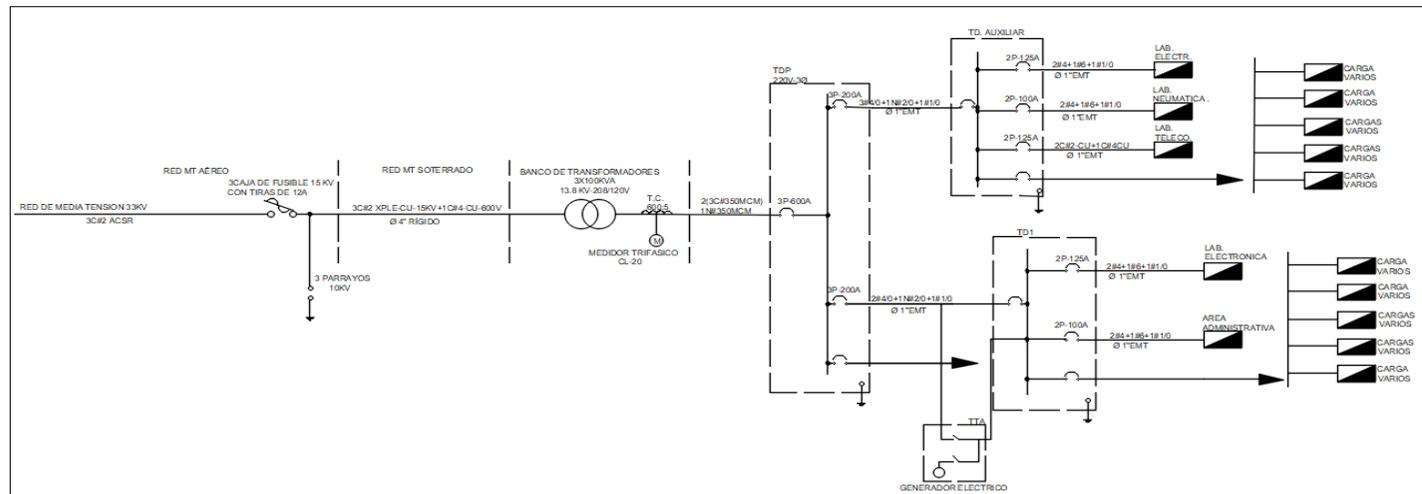
Nota. Acometida principal del Tablero de distribución de las cargas críticas del sistema de respaldo de energía. Elaborado por el Autor, 2022.

3.2.5. Diseño del Diagrama unifilar

Mediante el estudio y análisis del sistema eléctrico de la FETD, se realizó el levantamiento actual de todo el sistema eléctrico y se presentará el diagrama unifilar actual de la FETD con sus respectivas cargas, con esto nos da una visión más amplia para detectar las falencias del sistema ya que no contiene un sistema de respaldo de energía que aporte grandes beneficios cuando se corte el suministro de energía. A continuación, en la *Figura 3. 9* se visualizará el diagrama unifilar actual de la FETD realizado en AutoCAD.

Figura 3. 9

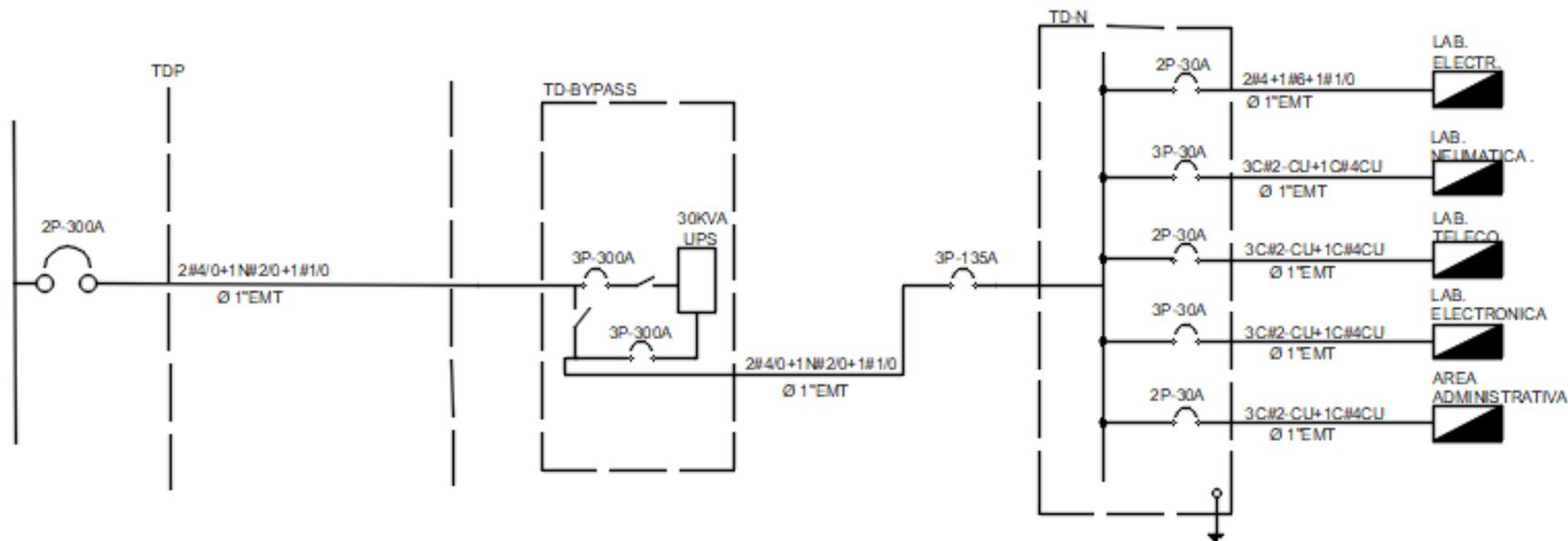
Diagrama unifilar actual de la FETD



Nota. Diagrama unifilar actual de la FETD. Elaborado por el Autor, 2022.

Figura 3. 10

Diagrama unifilar proyectado de la FETD.



Nota. Diagrama unifilar proyectado de la FETD con el sistema de respaldo de energía UPS ONLINE. Elaborado por el Autor, 2022.

En el diagrama unifilar proyectado se procederá a implementar un nuevo tablero y se separará las cargas críticas de los laboratorios (laboratorio de electricidad, laboratorio de telecomunicaciones, laboratorio de neumática, laboratorio de electrónica y área administrativa). En la FETD se tiene un generador MAGNAPLUS de 30KVA que está conectado con un área de la parte administrativa y un área del laboratorio de electrónica, que funciona como el sistema actual de emergencia cuando hay un fallo eléctrico. Este sistema está deteriorado por falta de mantenimiento al generador y no está activo cuando se producen estos problemas.

Con este estudio se pretende mejorar y dar una solución eficaz, con menor costo, de larga duración, etc. En donde, las cargas críticas son las que estarán conectadas al sistema de respaldo de energía con la tecnología UPS ONLINE, dando una mejora a todo el sistema eléctrico de la FETD y prevenir daños a los equipos existentes.

Se debe instalar junto a la UPS un tablero de Bypass manual que permita en caso de falla de la misma UPS, mantener alimentados los circuitos de potencia de todo el sistema de seguridad.

La UPS debe alimentarse directamente del tablero de distribución principal y a la salida debe alimentar un tablero regulado que tenga los breakers y demás protecciones, para energizar los equipos electrónicos de seguridad. El tablero de salida de la UPS debe estar dentro del área protegida por un sistema de control de acceso.

En el mercado existen modelos trifásicos, bifásicos y monofásicos. Sin importar cual se adquiera, debemos recordar que para evitar fallas de tierra y mantener sincronismo en todos los sistemas de seguridad, siempre se debe alimentar todos los dispositivos eléctricos de la misma fase eléctrica, ya soportada por la UPS.

Las UPS para sistemas de seguridad electrónica deben permitir monitorear todos sus parámetros básicos, para facilitar el mantenimiento, anticiparse a posibles fallos, prevenir errores de calidad en la energía suministrada o al menos, tomar a tiempo las medidas de seguridad necesarias, en caso que el corte de suministro eléctrico sea inminente.

Para la instalación de un UPS se debe considerar una expansión de equipos de por lo menos un 30% del máximo que se considere en ese momento. Recordar que, si los sistemas de seguridad se instalan adecuadamente, el usuario final seguirá comprando más equipos para cubrir más área y actividades internas. Finalmente se debe adicionar un 25% de tolerancia y eficiencia. Se debe escoger un modelo de UPS que esté por encima del valor final calculado.

Para este análisis se utilizará el UPS 30KVA NETION por el análisis de la demanda de energía dada en la suma de las cargas críticas 18,58 A y ante las reservas de incrementar las cargas en los tableros se llega a la conclusión de que el UPS tiene que ser de capacidad de 30KVA.

3.2.6. Especificaciones del UPS NETION de 30 kVA

- Factor de potencia 0.9 y 0.8.
- Tecnología de baja frecuencia.
- Breaker de mantenimiento en caso de falla.
- SCR en el rectificador.
- Display a color y multi-ícono.
- Transformador de aislamiento a la salida.
- Tecnología para usos industriales.
- Transferencia cero.
- Amplio rango de entrada (3KAC) para zonas con baja calidad de energía.

- UPS con autonomía expandible hasta 4 horas.
- Rendimiento y resistencia eléctrica contra sobrecargas, cortos circuitos y fallas presentes en la red eléctrica.

Figura 3. 11

UPS Netion de 30 kva



Nota. UPS Netion de 30 kva. Ups Netion Trifasicas (Baja Frecuencia) 30kva N.I. Elaborado por la revista inekor, 2022.

3.2.7. Estudio económico del Sistema

En el estudio de esta tesis se realizará el presupuesto de este sistema de respaldo de energía para analizar su factibilidad en la FETD, con todo este sistema se pretende mejorar el funcionamiento del sistema eléctrico en caso de algún suceso catastrófico y cuidar los dispositivos más sensibles y prevenir daños y más gastos innecesarios.

3.2.8. Costo de la instalación de respaldo de energía

Para los costos finales del sistema de respaldo de energía se va considerar los siguientes componentes, las cuales son:

- Montaje de tablero
- Importación de UPS online

- Traslado de los tableros
- Mano de obra especializada en conjunto con el personal técnico
- Sistema de cableado del equipo
- Instalación de equipo
- Remuneración de salario a los participantes de la obra
- Costo imprevisto

3.2.9. Costo del equipo

A continuación, se va a mostrar la tabla del costo del UPS ONLINE.

EQUIPO UPS ONLINE

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	UND	1	UPS ONLINE NETION 30kva 0,8 TRIFASICO	\$1.146.00	\$ 1.146.00
1	UND	1	ENVIO DE EQUIPO	\$ 100,00	\$ 100,00
TOTAL					\$1.246.00

Tabla 3. 28

Costo del UPS ONLINE

A continuación, se mostrará la lista de materiales con su respectivo precio para la instalación del tablero de distribución para la carga críticas.

Nota. Costo del UPS ONLINE. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 29

Materiales para el Tablero de Distribución de las Cargas Críticas

ACOMETIDA #1

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	MT	15	CABLE #4	\$ 1,75	\$ 26,25
1	MT	10	CABLE #6	\$ 1,75	\$ 17,50
1	UND	10	TERMINAL #6	\$ 1,50	\$ 15,00

1	UND	2	CINTA AISLATE	\$ 1,00	\$ 2,00
1	UND	2	TUBO TERMORETRACTIL	\$ 0,50	\$ 1,00
1	UND	12	PERNO CADMIADO	\$ 0,50	\$ 6,00
TABLERO BYPASS					
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2	UND	1	SWICH DE TRAFERENCIA MANUAL	\$ 50,00	\$ 50,00
2	UND	1	GABINETE METÁLICO	\$ 30,00	\$ 30,00
2	UND	2	DISYUNTORES 2P-60A Schneider	\$ 90,00	\$ 180,00
2	MT	6	CINTA AISLATE	\$ 1,00	\$ 6,00
2	UND	2	RIEL	\$ 10,00	\$ 20,00
2	UND	10	TERMINAL COMPRESION #6	\$ 0,25	\$ 2,50
TABLERO TD-N					
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3	UND	3	BARRA DE COBRE 1/4"x1"400	\$ 30,00	\$ 90,00
3	UND	4	AISLADORES	\$ 1,00	\$ 4,00
3	UND	2	GABINETE METÁLICO	\$ 30,00	\$ 60,00
3	MT	15	CABLE#4	\$ 1,75	\$ 26,25
3	MT	12	CABLE#6	\$ 1,50	\$ 18,00
3	UND	2	DISYUNTORES 3P-200 SCHNEIDER	\$ 300,00	\$ 600,00
TABLERO TDP					
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4	UND	1	DISYUNTORES 3P-200 SCHNEIDER	\$ 300,00	\$ 300,00
4	UND	4	AISLADORES	\$ 1,00	\$ 4,00
4	UND	1	GABINETE METALICO	\$ 30,00	\$ 30,00
4	MT	20	CABLE #4	\$ 1,75	\$ 35,00
4	MT	20	CABLE #2	\$ 3,00	\$ 60,00
4	UND	3	CINTA AISLANTE	\$ 1,00	\$ 3,00
				SUB TOTAL	\$ 1.500,65
				TOTAL	\$ 1.586,50

3.2.10. Costo de Mano de Obra

MANO DE OBRA					
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5	UND	1	RESPONSABLE TÉCNICO	\$ 400,00	\$ 400,00
5	UND	1	JEFE	\$ 200,00	\$ 200,00
5	UND	1	TÉCNICO ELÉCTRICO	\$ 200,00	\$ 200,00
				SUB TOTAL	\$ 800,00
				TOTAL	\$ 800,00

Tabla 3. 30

Costo de mano de Obra

Este estudio si en algún momento se ira a implementar la UCSG tiene que contratar técnicos, ingenieros eléctricos para la instalación del sistema de respaldo de energía, se detallara la cotización por mano de obra para este proyecto.

A continuación, se detalla el costo total de proyecto.

Nota. Costo de mano de obra. Elaborado por el Autor, 2022.

Tabla 3. 31

Costo Total del Proyecto

TOTAL, DEL PROYECTO					
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	UND	1	COSTO DEL UPS ONILE DE 30KVA	\$1.146.25	\$ 1.146,00
2	UND	1	INSTALACION DE TABLERO	\$ 1.586,50	\$ 1.586,50
3	UND	1	MANO DE OBRA	\$ 800,00	\$ 800,00
				TOTAL	\$ 2.487,65

Nota. Costo total del proyecto. Elaborado por el Autor, 2022.

Nota. Costo del tablero de distribución de las cargas críticas. Elaborado por el Autor, 2022.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Un UPS online es un equipo electrónico inteligente que durante el suministro normal de la red eléctrica toma parte de esa corriente para cargar sus baterías interna y deja pasar el resto de su energía. Tras detectar una caída de la corriente en la red, proporciona 220 voltios AC en su salida previamente almacenada.

El UPS On-Line representa la mejor calidad de equipo porque la carga siempre está alimentada por el Inversor y por tal razón el voltaje permanece estable a 220 volts \pm 1%. La frecuencia permanece estable en \pm 1 Hz. La forma de onda del inversor en el UPS On-line es senoidal.

Se tendrá un voltaje de servicio regulado para que los equipos electrónicos no este expuesto a movimientos debido a maniobras realizadas alrededor y tenga sobre carga, incluso está en la capacidad de soportar desconexiones temporales

Los UPS generalmente están diseñadas para soportar o sostener la carga crítica durante un tiempo que va a ser de 30 minutos, las técnicas de UPS operan en conjunto con otros sistemas de respaldo de energía ya sea moto-generadores, transferencia de subestación, respaldo de información y apagado remoto de servidores.

Para la FETD, este estudio es factible porque su implementación no es costosa, y ayuda a prevenir daños en el sistema eléctrico ante una falta de energía y mejoraría el sistema actual de emergencia ya que este deteriorado y no operativo.

Esta tecnología es importante por su autonomía porque es el tiempo en el que el UPS genera energía alterna, usando exclusivamente sus propias baterías.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda que se haga una mejora a todo el sistema eléctrico de la FETD por seguridad y fallas en el circuito eléctrico.

Se recomienda para el sistema de respaldo de energía la tecnología UPS online porque tiene beneficios ya que protege a los equipos vulnerables al momento de que la FETD se quede sin suministro de energía.

Se recomienda que se realice mantenimiento preventivo al sistema de emergencia en la cual está el generador eléctrico porque actualmente no cumple con su funcionamiento.

Se recomienda mantenimiento mensual a todo el sistema eléctrico de la FETD ya que con el pasar de los años se está deteriorando y puede provocar accidentes.

En caso de necesitar mayor autonomía No se debe aumentar la potencia de la UPS, solamente se recomienda aumentar la capacidad del banco de baterías, de acuerdo a las tablas de cada fabricante.

Se recomienda que se adquiera una marca que permita el modularidad en los dispositivos y poder modificar su capacidad a través de módulos que alteren tanto la potencia (W) como la autonomía (min.) del sistema de potencia eléctrica.

Se deben utilizar baterías libres de mantenimiento (VRLA/VLA) y con una política de administración de carga eficiente, que evite daños por goteo o que disminuyan su tiempo de vida por memoria de almacenamiento de carga. La vida útil de una UPS de buena calidad, es superior a 15 años; pero esto solo se consigue utilizando marcas con un soporte técnico adecuado y un servicio de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) eficiente.

REFERENCIAS

- Abdur Rehman (2020) All About Electrical Grounding Systems. (2020, September 26). Allumiax.com. <https://www.allumiax.com/blog/all-about-electrical-grounding-system>
- Chan, C., & Chan, F. (2020). ELECTRICAL ENGINEERING -Vol. III -Electric Power Distribution Systems -F. <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C05/E6-39A-06-01.pdf>
- Cynthia, L., & Vital Martínez, C. (2018). *Título Ley de Coulomb*. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/19824/ley-coulomb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Horoz, S. y Sahin, O. (2018). 2.19 Óxidos sólidos. Sistemas integrales de energía, 593–628. doi:10.1016/b978-0-12-809597-3.00242-x
- Javier, R., Benitez, D., Dennys, R., & Cabrera, G. (n.d.). Escuela politécnica nacional escuela de formación de tecnólogos diseño e implementación de un tablero de distribución para la protección de módulos de control y automatización en la escuela de formación de tecnólogos proyecto previo a la obtención de título de tecnólogo en electromecánica. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20086/1/CD-9527.pdf>
- Jose Carlos Turpo Quiro(2018). Tableros de Distribucion - PDFCOFFEE.COM. Pdfcoffee.com; PDFCOFFEE.COM. <https://pdfcoffee.com/tableros-de-distribucion-5-pdf-free.html>
- Mari, L. (2020, April 10). The Basics of Grounding Electrical Systems. Eepower.com; EEPower.com. <https://eepower.com/technical-articles/the-basics-of-grounding-electrical-systems/#>
- Mo, JPT, Cheung, SCP y Das, R. (2019). Sistemas Eléctricos de Potencia. Desmitificación de modelos numéricos, 109–126. doi:10.1016/b978-0-08-100975-8.00006-0

- Mohammed, AB, Ariff, MAM y Ramli, SN (2020). Mejora de la calidad de la energía utilizando el restaurador dinámico de voltaje en el sistema de distribución eléctrica: una descripción general. Revista de Indonesia de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación (IJEECS) , 17 (1), 86-93.
- Prasad, L. (2022, March 11). Types of Grounding | What is Grounding? Its Importance and Types. Electronics Hub. <https://www.electronicshub.org/types-of-grounding/>
- Precision Electricals. (2021, February 12). Everything About Distribution Boards – Uses, Types & Safety Tips. Precision Electricals. <https://precisionelectricals.com/everything-about-distribution-boards-uses-types-safety-tips/>
- Rashid Nuzha Voltage Drop Formula & Circuit | How to Calculate Voltage Drop | Study.com. (2021). Study.com. <https://study.com/academy/lesson/voltage-drop-definition-calculation.html>
- Sabry, Ahmad, W. Wan Hasan, Yasir Mahmood Alkubaisi, y Zainal Kadir. 2018. Battery Backup Power System for Electrical Appliances with Two Options of Primary Power Sources.
- Winder, S. (2017). Circuitos de corrección del factor de potencia no aislados. Fuentes de alimentación para conducción de LED, 155–187. doi:10.1016/b978-0-08-100925-3.00008-2

ANEXOS

Anexo 1: Tablero de Distribución Principal (PDP).



Anexo 2: Tablero Auxiliar.



Anexo 3: Laboratorio de Electricidad.



Anexo 4: Sistema de Control (Laboratorio de Electricidad).



Anexo 6: Ficha Técnica del UPS ONLINE



UPS - Trifásica 0.8 Netion CP 30kVA

- *Incluye transformador de aislamiento a la salida.
- *Eficiencia superior.
- *Baja distorsión armónica de entrada.
- *Sistema "dust-free" para máxima confiabilidad.
- *Sistema de ahorro de energía.
- *Eficiencia superior al 95%.
- *Factor de potencia del 0.8.
- *Tecnología de doble conversión.
- *Display de control de la UPS.
- *Indicadores de estado de la UPS.
- *Funciones especiales: historial de eventos, potencia, voltaje, corriente, configuración y control de variables.
- *Banco externo de baterías según necesidad (opcional).

UPS Netion CP Online Trifásica 30kVA

Especificaciones Técnicas	
Potencia	30kVA / 24 kW
Modelo	CP 30kVA
Entrada	
Voltaje	208/120 VAC +/- 20% Trifásica Entrada 3 Hilos 3F N y T
Tecnología Rectificador	Rectificador de Entrada con Etapa SCR
Frecuencia	60Hz +/- 10%
Salida	
Fases	Salida Trifásica con Transformador de Aislamiento 5 Hilos 3F+N+T
Voltaje	208/120 VAC +/- 1%
Frecuencia	60Hz +/- 0.2Hz
Factor de Potencia	0.8
Cambios Dinámicos	Dinámico Menor o Igual a 3% con cambio de carga 0 a 50% a 100%
Batería	
Tiempo Autonomía	Ajustable entre 5 min y 4 horas. Según Necesidad.
Voltaje DC	384 VDC 32 Baterías 12V
Tipo cargador	Programable Entre 5AH y 100AH
Tipo de Batería	Sellada Libre de Mantenimiento, Marca Netion
Banco de Baterías	Externo
Información Técnica	
Eficiencia AC-AC	>= 90%
Forma de Onda	Senoidal Pura
Tiempo de Transferecia	0 ms
Capacidad de Sobrecarga	125% se va a Bypass en 10 min. Mayor del 150% se va a Bypass en 20s
Factor de Cresta	5:1 Máx
THD a Carga Plena Lineal	Menor al 2%
THD a Carga Plena No Lineal	Menor al 5%
Display LCD	Muestra en pantalla LCD (Voltaje Entradas/Salida, Frecuencia, Estado Batería, Potencia, Corriente)
MTBF	300,000 Horas
LEDs	Indica de manera directa el estado de la UPS, bypass y entrada
Comunicaciones	RS232 y Serial Inteligente para tarjeta SNMP (Opcional) - Software de Monitoreo
Tecnología Bypass	Bypass automático estado sólido con SCR y Bypass Manual de Mantenimiento
Protecciones	Protección contra Fuego, Sobrecarga Manual, Filtro EMI/RFI 10 uV @ 40dB, 100MHz 10dB Bajo Voltaje (Apagado Automático), Alta Temperatura (en 80 grados Celsius la UPS se va a Bypass) Corto Circuito (Limitador de Corriente Automática, Autoapagado Situación Anormal (UPS se va a Bypass)
Temperatura	-10 a 50 Grados Centígrados
Ruido	Menor a 60dB
Máxima Altitud	0-3000 metros
Humedad Relativa	0% a 95% (Sin Condensación)
Dimensiones (mm)	4500x700x1500
Peso (Kg)	547



*Imagen de referencia

*Algunas especificaciones pueden cambiar sin previo aviso

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Morocho Ushca Xavier Bolivar** con C.C: # **0932046055** autor/a del trabajo de titulación: **Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica AC con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los días 20 del mes de septiembre del año 2022



f. _____

Nombre: **Morocho Ushca Xavier Bolívar**

C.C: **0932046055**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía AC eléctrica con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG		
AUTOR(ES)	Morocho Ushca, Xavier Bolivar		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, M. Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrico Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	72
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistema de respaldo de energía		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Energía, Energía eléctrica, UPS ONLINE, generador Sistema de respaldo de energía, Cargas Eléctricas.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En este proyecto de grado con el tema “Estudio de mejoramiento del sistema de respaldo de energía eléctrica con la tecnología UPS ONLINE en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la UCSG”, se realizará un levantamiento de las cargas actuales de la FETD para analizar el actual sistema de respaldo de emergencia y mejorarlo con la tecnología UPS ONLINE en las cargas críticas del sistema. En donde, constará de 4 capítulos correspondientes a la descripción de trabajo de titulación, el primer capítulo es el marco teórico que resaltarán los conceptos más importantes, el segundo es las aportaciones donde se desarrollará el estudio del status del sistema actual de emergencia de energía eléctrica obteniendo ventajas y desventajas para implementar el sistema automático de respaldo de energía con la nueva tecnología (UPS ON-LINE) y su respectivo estudio económico. Finalmente, el proyecto tendrá conclusiones basadas en los resultados verificando su factibilidad para futura implementación en la facultad.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0967833194	E-mail: Xavier.morocho01@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Vélez Tacuri, Efraín Oliverio		
	Teléfono: +593-9-94084215		
	E-mail: efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			