



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE
ILUMINACIÓN FOTOVOLTAICO DE RESPALDO

Propuesta tecnológica presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Electromecánico

Autores:

Bedoya Pastuña Jhonatan Joel

Tisalema Bravo Holguer Medardo

Tutor académico:

Mg. Cabrera Celi Gabriela Cristina

LATACUNGA-ECUADOR

2022

DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros, Bedoya Pastuña Jhonatan Joel y Tisalema Bravo Holguer Medardo declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica: **Diseño e implementación de un sistema automatizado de iluminación fotovoltaico de respaldo**, siendo la Ing M.S. Cabrera Celi Gabriela Cristina tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo Investigativo, son de nuestra autoría y exclusiva responsabilidad.

Bedoya Pastuña Jhonatan Joel

C.I. 0503008815

Tisalema Bravo Holguer Medardo

C.I 1805000658

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “**Diseño e implementación de un sistema automatizado de iluminación fotovoltaico de respaldo**”, de Bedoya Pastuña Jhonatan Joel y Tisalema Bravo Holguer Medardo, de la carrera de Ingeniería en Electromecánica , considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad en Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

TUTOR ACADEMICO

Mg. Gabriela Cristina Cabrera Celi

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Bedoya Pastuña Jhonatan Joel y Tisalema Bravo Holguer Medardo con el título de Proyecto de titulación: **“Diseño e implementación de un sistema automatizado de iluminación fotovoltaico de respaldo”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga marzo 2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas para poder formarme como un profesional, también a cada uno de los docentes que nos han ido compartiendo su conocimiento durante esta etapa siendo ellos una parte fundamental en nuestra formación

También un agradecimiento muy especial a mi Familia, pero sobre todo a mi Madre quien ha sido un pilar fundamental y un apoyo incondicional para mí, al velar por mí y mis estudios durante este trayecto universitario.

A mi tutora de tesis Mg. Gabriela Cabrera por su paciencia, su conocimiento, su disposición y total apoyo en esta etapa.

A los Ingenieros Paul Corrales, Luigi Freire y Jefferson Porras por su tiempo y su apoyo en este proyecto

Gracias de corazón

Jhonatan

AGRADECIMIENTO.

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme culminar la carrera, por estar conmigo en todo momento siendo la luz y sabiduría que guía mi camino a la Universidad Técnica de Cotopaxi

a la facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, a la Carrera de Ingeniería Electromecánica, por la formación recibida, comprometiéndome a ejercer mi carrera de una forma profesional, y ética a mis profesores de los diferentes niveles quienes han impartido sus conocimientos, a mis padres y hermanos quien estaban en todo momento apoyándome en mi proceso de estudios, gracias a todos ellos he logrado llegar hasta este punto tan importante en mis estudios académicos.

Holguer

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico primeramente a Dios por darme la oportunidad de seguir mis sueños, a mi madre Gladys que ha sido un pilar fundamental y mi más grande motivación para alcanzar este objetivo, a toda mi familia en especial a mis tíos y mis primos por darme el ejemplo y la motivación para seguir adelante, a mis amigos con los que compartimos cada experiencia cada logro, cada caída, que fueron cosas que nos ayudaron a crecer como personas y como profesionales.

Jhonatan

DEDICATORIA.

Lo dedico a mis Padres por el apoyo, por su ayuda, por regalarme su amor, su sabiduría sus consejos, y sobre todo por ser quienes han estado ahí conmigo para enfrentar la travesía de la vida, que gracias a ellos soy la persona que soy, a mis hermanos quienes han estado en todo momento apoyándome y motivándome para alcanzar esta meta tan anhelada, también le dedico a mi hijo **KHEYLER SANTIAGO TISALEMA MANOBANDA** quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para él, con todos ustedes comparto esta alegría la cual es un logro, un triunfo que lo he obtenido gracias a su apoyo y su amor.

Holgue

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Título: “Diseño e implementación de un sistema automatizado de iluminación fotovoltaico de respaldo”

Autores:

Bedoya Pastuña Jhonatan Joel

Tisalema Bravo Holguer Medardo

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como objetivo implementar un sistema de transferencia de energía eléctrica, entre el sistema fotovoltaico conectado al sistema de iluminación del Laboratorio de Instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi y la red eléctrica

suministrada por ELEPCO.SA. Cuando exista un desabastecimiento en la red principal, permite suministrar energía al sistema de iluminación mientras se recargan nuevamente las baterías, el sistema cuenta con dos modos de funcionamiento, uno manual y otro automático, que permite el intercambio entre la red fotovoltaica a la red principal sin la necesidad de la intervención humana.

El control de la transferencia, se conforma por un relé de voltaje que supervisa el estado de las líneas de la red eléctrica, selectores, contactores, elementos de protección que están en conformidad con las regulaciones de la ARCERNNR.

El principio de funcionamiento del sistema de transferencia está establecido de la siguiente forma: el relé que está supervisando las líneas mantiene enclavado el contactor KM1 correspondiente a la red fotovoltaica, cuando se detecte la pérdida de la fase del sistema fotovoltaico, este suspenderá el contactor KM1 y enclavará el contactor KM2 correspondiente a la red eléctrica de respaldo. Cuando se restablezca el servicio eléctrico en la red fotovoltaica el sistema reiniciará el proceso.

Palabras clave: transferencia de energía eléctrica, automático, red fotovoltaica, instalaciones eléctricas, control eléctrico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Topic: “Automated backup photovoltaic lighting a system design and implementation””.

Autores:

Bedoya Pastuña Jhonatan Joel

Tisalema Bravo Holguer Medardo

ABSTRACT

The actual technological proposal has as to implement an electrical energy transfer system between the photovoltaic system connected to the Instrumentation Laboratory lighting system from Cotopaxi Technical University and the electrical network supplied by ELEPCO S.A.,

When, there is a shortage into main network, it allows supplying energy to lighting system, while is recharged the batteries again, the system has two operating modes, one manual and the other automatic, what allow the exchange between the photovoltaic network and the main network, without the need from human intervention.

The transfer control is made up a voltage relay, which supervises the electrical network lines, selectors, contactors, protection elements state, what are found according to the ARCERNNR regulations.

The transfer system operating principle is set as follows: the relay, what is supervising the lines keeps the corresponding KM1 contactor to the photovoltaic network, when it is detected the photovoltaic system phase loss, it will suspend the KM1 contactor and interlock the corresponding KM2 contactor to the backup electrical network. When it is restored the electrical service into photovoltaic network, the system will restart the process.

Keywords: Electrical energy transferring, automatic, photovoltaic grid, electrical systems, electrical control.

AVAL DE TRADUCCIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
AVAL DE TRADUCCIÓN	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	19
1.1. TÍTULO.....	19
2. INTRODUCCIÓN	20
2.1. EL PROBLEMA:	20
2.1.1. Situación Problemática	20
2.1.2. Formulación del problema:	20
2.2. VARIABLES	20
2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	21
2.3.1. Objeto de estudio.....	21
2.3.2. Campo de acción.	21
2.4. BENEFICIARIOS.....	21
2.4.1. Beneficiarios directos	21
2.4.2. Beneficiarios indirectos	21
2.5. JUSTIFICACIÓN:	21
2.6. HIPÓTESIS.....	22
2.7. OBJETIVOS	22
2.7.1. Objetivo General	22
2.7.2. Objetivos Específicos	22
2.8. SISTEMA DE TAREAS	22
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	25
3.1. ANTECEDENTES.....	25
3.2. TABLEROS DE CONTROL.....	25
3.2.1. Importancia de los tableros de control.....	26
3.3. TRANSFERENCIA ELÉCTRICA	27
3.3.1. Tableros de transferencia	27

3.3.2. Funcionamiento del tablero de transferencia	27
3.3.3. Elementos de un tablero de control de transferencia.....	28
3.3.4. Disyuntores de Control.....	29
3.3.5. Relé de Control.....	29
3.3.6. Pulsadores y Selectores.....	30
3.3.7. Bloqueo de contactores.....	30
3.4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	31
3.4.1. Elementos del kit módulo fotovoltaico.....	32
3.4.2. Inversor de voltaje	33
3.4.3. Baterías para paneles solares.....	34
3.5. TIPOS DE CARGAS	34
3.5.1. Cargas lineales	34
3.5.2. Cargas no lineales.....	35
3.6.5. Normativa para establecer los niveles de iluminación en las aulas.....	35
3.7. CALIDAD DE ENERGÍA.....	36
3.7.1. Concepto de calidad de energía.....	36
3.7.2. Importancia de la calidad de energía	36
3.7.3. Normativa del análisis de calidad de energía.....	36
3.7.4. Regulación ARCERNNR - Nro., OO2/20.....	37
4. MATERIALES Y MÉTODOS	39
4.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN	39
4.1.1. Investigación cualitativa	39
4.1.2. Investigación cuantitativa	39
4.1.1. Fuentes de recolección de información	39
4.2. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA.....	39
4.3. ETAPA 1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	42
4.3.1. Datos obtenidos	42
4.4. ETAPA 2. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA	47
4.4.1. Tablero de control de transferencia.....	48
4.5. ETAPA 3 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL	52
4.5.1. Diseño del tablero de control de transferencia eléctrica.....	52
4.5.2. Ensamblaje del tablero de control.	52

4.5.3. Implementación del tablero de control	53
4.6. ETAPA 4 PRUEBAS DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA.....	53
4.6.1. Pruebas de transferencia de la red principal a la red de respaldo	53
4.6.2. Pruebas de los factores eléctricos del sistema en las dos redes eléctricas	54
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	56
5.1. ANÁLISIS DE LA ETAPA UNO	56
5.1.1. Determinación de los parámetros eléctricos mediante los equipos de medición.....	56
5.1.2. Análisis de las medidas de luminosidad	58
5.2. ANÁLISIS DE LA ETAPA 2.....	58
5.2.1. Selección de los materiales	58
5.3. ANÁLISIS ETAPA 3.....	59
5.4. ANÁLISIS ETAPA 4.....	60
5.4.1. Pruebas de transferencia	60
5.4.2. Análisis de la fase 1.....	61
5.4.3. Primer análisis Red principal.....	61
5.5. ANÁLISIS DE COSTOS	64
5.6. IMPACTOS	65
5.6.1. IMPACTOS TÉCNICOS	65
5.6.2. IMPACTOS SOCIALES.....	65
5.6.3. IMPACTOS AMBIENTALES	65
5.6.4. IMPACTOS ECONÓMICOS.....	65
6. ONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
6.1. CONCLUSIONES	66
6.2. RECOMENDACIONES	67
7. BIBLIOGRAFÍA	68
8. ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de Ishikawa.....	20
Figura 3.1 Tablero de control de transferencia manual	26
Figura 3.2 Circuito de Transferencia Eléctrica.....	27
Figura 3.3 Piloto voltímetro digital	29
Figura 3.4 Disyuntor	29
Figura 3.5 Relé de Control	30
Figura 3.6 Selector 3 posiciones	30
Figura 3.7 Bloqueo Mecánico	31
Figura 3.8 Bloqueo eléctrico	31
Figura 3.9 Paneles solares	32
Figura 3.10 Reguladores de carga.....	32
Figura 3.11 Inversor de voltaje	33
Figura 3.12 Batería.....	34
Figura 3.13 Carga lineal.....	34
Figura 3.14 Carga no lineal	35
Figura 4.1 Etapas de la Metodología	40
Figura 4.2 Diagrama de flujo de la metodología	41
Figura 4.3 Medición de los parámetros eléctricos	43
Figura 4.4 Plano del laboratorio	44
Figura 4.5 Delimitación del punto de muestreo	45
Figura 4.6 Delimitación de los puntos mínimos de muestreo	46
Figura 4.7 Mediciones.....	47
Figura 4.8 Interruptor Termomagnético.....	48
Figura 4.9 Relé sin enclavamiento Schneider	49
Figura 4.10 Contactor LS de 22 ^a	51

Figura 4.11 Bloqueo mecánico	51
Figura 4.12 Nuevo tablero de transferencia de energía.	53
Figura 4.13 Equipo tomando las medidas	56
Figura 5.1 Disposición del tablero.....	59
Figura 5.1 Plano eléctrico de fuerza	60
Figura 5.3 Gráfica de carga y descarga de las baterías	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Sistema de Tareas.....	23
Tabla 3.1 Normativa para nivel de luminosidad.....	35
Tabla 3.2 Características de alimentación en baja tensión.....	37
Tabla 3.3 Niveles de voltaje.....	37
Tabla 3.4 Límites en los armónicos.....	38
Tabla 4.1 Información técnica termomagnético.....	49
Tabla 4.2 Información técnica.....	50
Tabla 4.3 Cronograma de medición del analizador de red.....	55
Tabla 4.4 Periodo de los días analizados.....	55
Tabla 5.1 Información panel solar.....	57
Tabla 5.2 Voltajes de entrada y salida del inversor.....	57
Tabla 5.3 Datos del circuito.....	58
Tabla 5.4 Medidas de luminosidad.....	58
Tabla 5.3 Materiales utilizados.....	59
Tabla 5.4 Pruebas de transferencia.....	60
Tabla 5.5 análisis de voltaje en diferente hora de día.....	62
Tabla 5.6 Resumen de los valores de voltaje.....	62
Tabla 5.7 Resumen de las corrientes.....	63
Tabla 5.8 Valores máximos y mínimos de frecuencia.....	63
Tabla 5.9 Gastos directos.....	64
Tabla 5.10 Gastos Indirectos.....	64
Tabla 5.11 Gasto Total.....	64

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. TÍTULO

“Diseño e implementación de un sistema automatizado de iluminación fotovoltaico de respaldo”

Tipo de Proyecto:	Proyecto Tecnológico
Fecha de inicio:	25 de octubre del 2021
Fecha de finalización	18 de marzo del 2022
Lugar de ejecución:	Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Universidad Técnica de Cotopaxi, Laboratorio de Instrumentación.
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	Ninguno
Equipo de Trabajo:	Mg. Gabriela Cristina Cabrera Celi Jhonatan Joel Bedoya Pastuña Holguer Medardo Tisalema Bravo
Área de Conocimiento:	07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesionales Afines / 0713 Electricidad y Energía.
Línea de investigación:	Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.
Sublíneas de investigación de la Carrera:	Energética en sistema electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. EL PROBLEMA:

2.1.1. Situación Problemática

La falta de un sistema iluminación de respaldo en las instalaciones del laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica Cotopaxi llega a ser una necesidad prioritaria, debido a que al momento en que el sistema fotovoltaico que está conectado a la iluminación del laboratorio sufre un desabastecimiento de energía, ya sea por la baja un agotamiento de las baterías o algún fallo del sistema, el laboratorio queda en total oscuridad, entonces esto ha incrementado el interés en tener un sistema de respaldo que entre en funcionamiento cuando exista un corte de energía, por lo que se requiere de una transmisión entre el sistema fotovoltaico y la red principal suministrada por ELEPCO SA.

2.1.2. Formulación del problema:

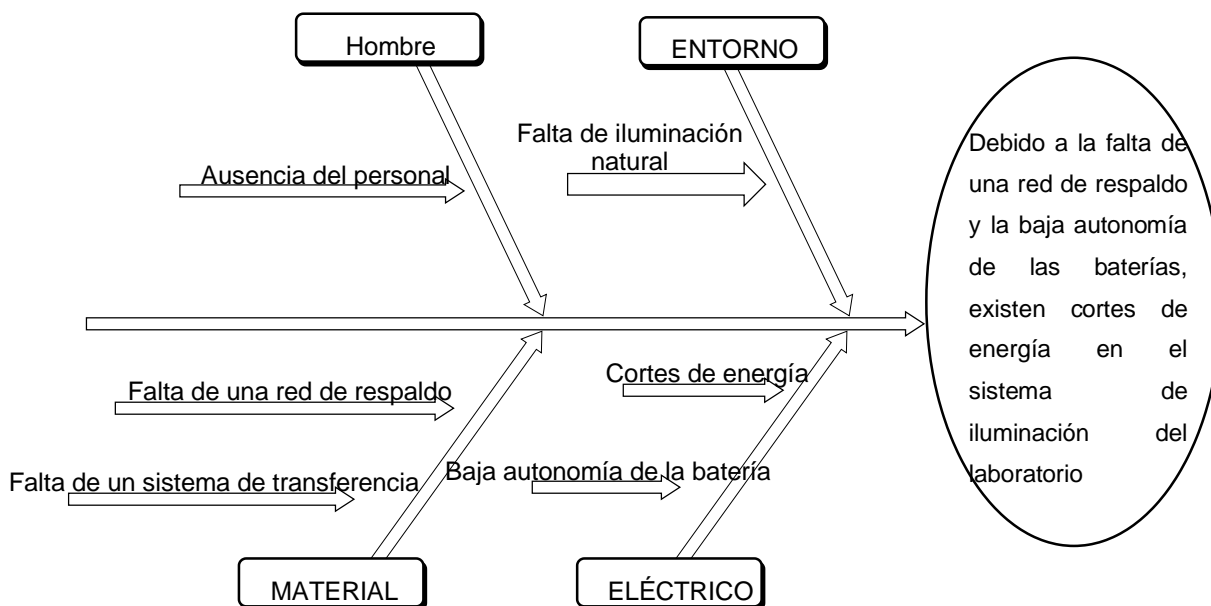


Figura 2.1 Diagrama de Ishikawa

El sistema eléctrico del laboratorio de instrumentación al estar alimentado por un sistema fotovoltaico, ha sufrido en varias ocasiones cortes de energía debido a un desabastecimiento de las baterías y se ha quedado en total oscuridad.

2.2. VARIABLES

- Variable dependiente

Los cortes de energía en el taller de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Variable independiente

Los factores del corte de energía son dados por la falta de un sistema de respaldo y la baja autonomía del banco de baterías.

2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1. Objeto de estudio.

Sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo

2.3.2. Campo de acción.

330000 Ciencias Tecnológicas / 3306 Ingeniería y Tecnología

Eléctricas / 330602 Aplicaciones eléctricas

2.4. BENEFICIARIOS

2.4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos del proyecto son los estudiantes y profesores de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi

2.5. JUSTIFICACIÓN:

Este proyecto está diseñado para dar solución a los cortes de energía que suele tener el laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, debido a que por la descarga de las baterías del sistema fotovoltaico se llega a tener un desabastecimiento eléctrico, por lo cual se ha planteado la implementación de una red de respaldo y un sistema de control para el circuito iluminación del laboratorio instrumentación en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus la Matriz, que facilite la transmisión entre la red fotovoltaica y la red principal suministrada por ELEPCO SA; beneficiando así a los estudiantes y profesores de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas..

Mediante el levantamiento de información del estado actual del sistema de iluminación, se realizará un dimensionamiento adecuado de los elementos del sistema y así, se brindará las condiciones adecuadas y normalizadas de energía eléctrica para mantener la iluminación siempre con total normalidad.

2.6. HIPÓTESIS

El desarrollo de un sistema automatizado de transferencia eléctrica permitirá un mejor control de la fuente de alimentación en el momento de la transferencia de la red fotovoltaica a la red principal suministrada por ELEPCO SA, logrando que, en el momento de un corte de energía, el sistema de iluminación continúe sus funciones con total normalidad.

2.7. OBJETIVOS

2.7.1. Objetivo General

Implementar un sistema automatizado de iluminación fotovoltaico de respaldo para que los cortes de energía en los laboratorios de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz se reduzcan.

2.7.2. Objetivos Específicos

- Investigar bibliográficamente para obtener información del principio de funcionamiento de un tablero de transferencia entre un sistema fotovoltaico conectado al circuito de iluminación del taller de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi y la red eléctrica principal suministrada por ELEPCO.SA.
- Desarrollar el levantamiento de cargas, planos y mediciones mediante el uso de equipos de medición eléctrica en el sistema de iluminación del laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Diseñar e Implementar el tablero de control para la transferencia de energía al sistema de iluminación del laboratorio entre el sistema fotovoltaico y la red principal suministrada por ELEPCO.SA
- Comprobar el funcionamiento práctico del tablero implementado, mediante pruebas de transferencia eléctrica para verificar su correcto funcionamiento.

2.8. SISTEMA DE TAREAS

Estas son actividades que se realizarán para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados la cuales se muestran en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Sistema de Tareas

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Desarrollar una investigación bibliográfica para obtener información del principio de funcionamiento de un tablero de transferencia entre un sistema fotovoltaico conectado al circuito de iluminación del taller de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi y la red eléctrica principal suministrada por ELEPCO.SA.	Consultas en documentos, revistas, artículos científicos, tesis relacionados con el principio de funcionamiento los sistemas de transferencia entre las redes	Información sobre el funcionamiento y prototipos existentes que ayudarán a la implantación del mismo	Planos, artículos,
Realizar el levantamiento de cargas, planos y mediciones mediante un análisis de red para identificar el estado actual que tiene el sistema de iluminación del laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Realización de mediciones para corriente, voltaje, caídas de tensión y todos los factores que intervienen en el sistema	Datos teóricos y reales que nos permitirán realizar la dimensión del sistema de transferencia eléctrica.	Simuladores, y cálculos matemáticos

<p>Diseñar e Implementar el tablero de control para la transferencia de energía al sistema de iluminación del laboratorio entre el sistema fotovoltaico y la red principal suministrada por ELEPCO.SA</p>	<p>Dimensionamiento el tablero de control para la transferencia de energía Ubicar el tablero en un punto estratégico que logre ser de fácil alcance para el usuario</p>	<p>Instalar un tablero armado y configurado que nos permitirá tomar valores reales</p>	<p>Material eléctrico</p>
<p>Comprobar el funcionamiento práctico del tablero de transferencia implementado.</p>	<p>Medición de todos los factores de energía y comparar con los datos calculados</p>	<p>Tener un resultado de todas las medidas y configurar de ser necesario</p>	<p>Equipos de medición</p>

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. ANTECEDENTES

En Ecuador no es muy común contar con un sistema de respaldo, sobre todo en el ámbito doméstico ya que si se habla de grandes empresas mantienen un sistema de transmisión de energía eléctrica. Esto se debe a los altos costos de un equipo electrógeno que suministre energía cuando llegue a suscitarse cortes del suministro eléctrico principal. No obstante, se puede recalcar que si se dispone de estos dispositivos el control de la transferencia es manual.

Durante el estudio de varios proyectos de energías alternativas para el servicio eléctrico se ha considerado realizar un sistema que logre tener una buena autonomía y ajustar los parámetros eléctricos normalizados. uno de estos proyectos es el de un análisis de las alternativas energéticas para el servicio eléctrico del centro histórico de la ciudad de Quito proyecto que se dio en marzo del 2018 con la finalidad de suministrar energía limpia a 5200 hogares manteniendo la energía eléctrica de EEQ como la red principal y un sistema fotovoltaico como una red de respaldo[1].

En una investigación dada por Luis Alberto Lucas Vera Se analizó un sistema de transferencia de energía eléctrica para el grupo electrógeno del Hospital Básico de Tosagua, debido a que por cuestiones de salud de los pacientes es indispensable el servicio eléctrico ya que los equipos son sensibles suelen llegar a dañarse por los cortes de energía o en el peor de los casos pueden darse pérdidas de vidas humanas por lo que se planteó realizar el sistema. Llegando a la conclusión de que el equipo estaría operando en óptimas condiciones brindando energía al hospital en todo momento[2].

Jorge Díaz en su investigación sobre un sistema híbrido de energía centrado en el uso de una fuente fotovoltaica y la red eléctrica convencional contribuye con una solución económica y amigable con el ambiente para el suministro en una energía eléctrica confiable [3].

A partir de los resultados de estudios anteriores se dio, que la proposición de incrementar un tablero de transferencia automático mejora el control del sistema de iluminación del laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.2. TABLEROS DE CONTROL

Los Tablero eléctricos se encargan de salvaguardar el orden y las partes de control de cualquier sistema eléctrico, desde un circuito esencial en una vivienda hasta el de una industria. En estas

láminas se pueden concentrar los aparatos de asociación, movimiento, aseguramiento, etc. que permiten que un establecimiento eléctrico funcione en circunstancias ideales[4] [5].



Figura 3.1 Tablero de control de transferencia manual[6]

Estos tableros eléctricos deben ajustarse a una serie de normas para garantizar una actividad adecuada y un correcto suministro de energía. Posteriormente, con una correcta progresión de la difusión del flujo se puede garantizar la seguridad de las instalaciones que disponen de un tablero de control.

3.2.1. Importancia de los tableros de control

Dependiendo del área a la que se aplique el tablero, puede ser utilizado en el campo moderno, minero o casero y, dependiendo de la utilización de la energía eléctrica, sus aplicaciones son las siguientes:[4]

- De uso residencial
- Para control de motores
- Distribución de potencias
- Alumbrado
- Subestaciones

En cualquier establecimiento la utilización de la energía eléctrica es esencial, por lo tanto, las organizaciones buscan las mejores opciones mecánicas en cuanto a un tablero eléctrico o gabinete metálico eléctrico, sin embargo, para elegir cual es el ideal para satisfacer una necesidad dependerá del tamaño de las piezas del cuadro, ya que generalmente decide el último aspecto[5].

3.3. TRANSFERENCIA ELÉCTRICA

Una transferencia eléctrica va compuesta por dispositivos eléctricos que conmutan el suministro eléctrico principal de una empresa eléctrica a una red de respaldo como un generador o un sistema de energía renovable, ayudando a mantener el suministro eléctrico en condiciones normales[6]

Existen varias formas de realizar una transferencia de energía abarcando temas como un cambio manual, un cambio automático, o incluso con dispositivos que nos ayudarán a evitar caídas y picos de tensión. Todas permitirán mantener los parámetros eléctricos en condiciones normales evitando cortes de energía

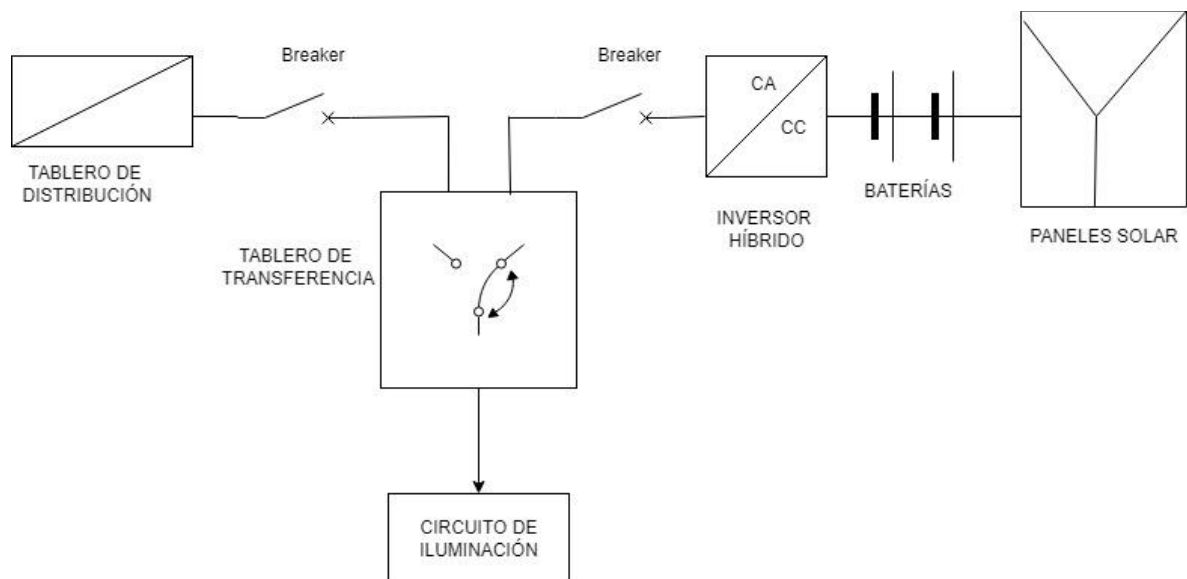


Figura 3.2 Circuito de Transferencia Eléctrica

3.3.1. Tableros de transferencia

Es una unidad instalada que permite que inmediatamente se presente un corte de energía en la red principal se encienda de manera automática una red de respaldo.

El Transferencia automática identifica el corte de la energía principal y, en consecuencia, ordena a la red de respaldo se encienda[7].

3.3.2. Funcionamiento del tablero de transferencia

3.3.2.1. Funcionamiento manual

Un tablero de transferencia manual en un proceso sencillo combinando dos interruptores de control con un bloqueo manual que evitará que se enciendan los dos a la vez. Estos interruptores

no son tan innovadores ni mecánicamente avanzados, y no dan control de caída de tensión o sobretensión[7].

Unas de las ventajas que se obtiene con tableros manuales es que la inversión económica será menor debido a que los componentes son más sencillos y accesibles. Pero también tiene algunas desventajas como el hecho de que siempre se necesitará la intervención de un operador, esto puede ser irrelevante, pero en algunos procesos en los que no se pueden parar los equipos o la maquinaria vendría a ser un problema si el operador no está para realizar la transferencia.

3.3.2.2. Funcionamiento automático

La red de respaldo se enciende cuando el dispositivo identifica un corte de energía en la red principal, enviando una señal para que se encienda de manera automática la red de respaldo haciendo que se pueda mantener el suministro eléctrico con normalidad [7].

Al momento que el suministro de energía principal se normaliza de igual forma el dispositivo recibe esa señal y el sistema de transferencia apaga la red de respaldo sea estos un generador eléctrico o el sistema de respaldo que se esté utilizando.

Este modo de funcionamiento tiene muchas ventajas ya que nos permite realizar la transferencia de red sin la necesidad de la intervención de un operador, siendo un sistema factible para su implementación en procesos en los cuales no se pueden detener los equipos.

3.3.3. Elementos de un tablero de control de transferencia

Para la transferencia de red son necesarios dispositivos de mando y actuadores que se encarguen de realizar el cambio de red.

3.3.3.1. Luces Indicadoras.

Las luces indicadoras son dispositivos eléctricos que sirven para conocer el estado de un sistema, como por ejemplo una luz puede indicar si esta encendido o apagado, si existe energía de la red eléctrica externa o existe ausencia de la misma y también para indicar si la carga eléctrica instalada se encuentra energizada o desactivada, en el mercado de hoy en día se puede encontrar luces piloto que nos indica los niveles de voltaje y varios parámetros más que ayudan al usuario.



Figura 3.3 Piloto voltímetro digital [8]

3.3.4. Disyuntores de Control.

Un interruptor eléctrico o conmutador eléctrico es un dispositivo equipado para obstaculizar o abrir un circuito eléctrico cuando el flujo que circula por él supera una determinada corriente o cuando se ha producido un cortocircuito, y con esto se evita dañar la instalación eléctrica[4].

A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados después de un solo uso, el interruptor eléctrico puede ser restablecido una vez que el daño ha sido encontrado y arreglado.



Figura 3.4 Disyuntor [8]

3.3.5. Relé de Control

El interruptor es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor limitado por un circuito eléctrico en el que, a través de un bucle y un electroimán, un grupo de uno o varios contactos se activa un conjunto de al menos un contacto que permite abrir o cerrar otros circuitos eléctricos autónomos[8].

El electroimán hace girar la armadura cuando se activa, cerrando los contactos en función de si es N.O. o N.C. Suponiendo que se aplique una tensión al rizo se produce un campo de atracción que hace que los contactos cierren el circuito.



Figura 3.5 Relé de Control [4]

3.3.6. Pulsadores y Selectores

En este caso tenemos un selector de tres posiciones y las podemos utilizar para ponerlos en manual y automático, consta de una serie de contactos eléctricos ya sean en modo (NO) que su contacto es normalmente abierto y el modo (NC) que significa normalmente cerrado para poner en un circuito eléctrico el modo manual y el modo normalmente abierto se utiliza para el modo automático, pero estos selectores también se pueden utilizar para activar bobinas de contactores, relés, arrancadores magnéticos y que estos pueden lograr controlar un motor eléctrico moderno por medio de sus arrancadores[9].



Figura 3.6 Selector 3 posiciones [9]

3.3.7. Bloqueo de contactores

3.3.7.1. Bloqueo mecánico de un contactor

Este enclavamiento mecánico se realiza con un dispositivo conectado a los contactores de conmutación, y no permite que los contactos de ambos contactores se cierren simultáneamente como se ve en la Figura 3.7, evitando así un cortocircuito[9].

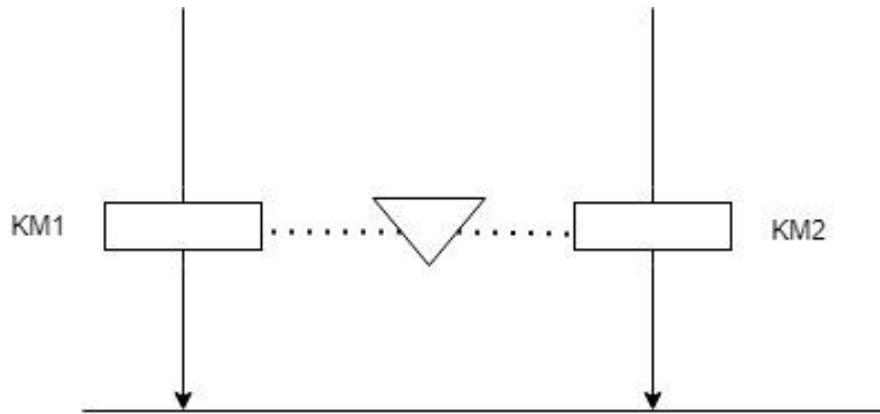


Figura 3.7 Bloqueo Mecánico

3.3.7.2. Bloqueo eléctrico de un contactor

Cuando hay varios procesos dentro de una automatización, y es fundamental que se inicie sólo uno, se debe limitar o impedir el encendido de los demás, por lo cual se tiende a utilizar contactores auxiliares que impedirán que se pueda encender varios procesos a la vez ya que cuando se enciende uno de los ciclos, es absurdo esperar que se encienda otro hasta que se apague la automatización, por lo que comparten un único pulsador de cierre, pero en este caso es importante apagar para encender otra interacción[10].

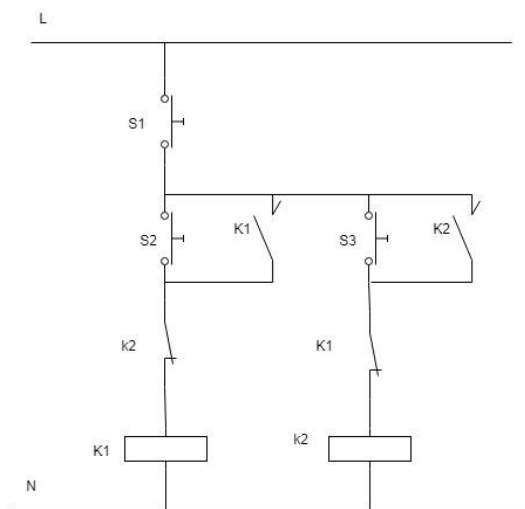


Figura 3.8 Bloqueo eléctrico

3.4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una innovación que produce corriente continua. Cuando la luz incide en una célula basada en el sol, que es el nombre dado al componente fotovoltaico individual, se produce energía eléctrica y en el momento en que la luz se apaga como se muestra

en la Figura 3.9, la energía se desvanece por lo cual es necesario tener un sistema de acumulación de energía como una batería[11].



Figura 3.9 Paneles solares [11]

3.4.1. Elementos del kit módulo fotovoltaico

3.4.1.1. Regulador de carga

Es un equipo electrónico utilizado para evitar que las baterías tengan una sobrecarga. Los controladores de carga pueden encontrarse de forma independiente o unidos en aparatos eléctricos.

Los aparatos electrónicos de nuestra rutina habitual, por ejemplo, los cargadores de celulares o los cargadores de PC son ejemplos de artículos que utilizan controladores de carga para intentar no perjudicar a las baterías. Los reguladores de tensión son una parte importante de los sistemas fotovoltaicos son responsables de crear energía eléctrica a partir de la energía solar[11].



Figura 3.10 Reguladores de carga[11]

3.4.2. Inversor de voltaje

Como su nombre indica, los inversores de tensión cambian la corriente continua (DC) de baja tensión (12V, 24V, 32V, 36V y 48V) en corriente de intercambio (AC) de alta tensión de alta tensión (110V, 220V).

Cuando la corriente inmediata entra en el inversor de tensión, ya sea desde la célula basada en el sol o desde una batería de ciclo profundo, se encarga al transformador que se coloca dentro del inversor de tensión[11] [12].

Los inversores híbridos son los que se utilizan en los establecimientos fotovoltaicos de auto aprovechamiento y su capacidad fundamental es cambiar la corriente continua en corriente rotativa, mientras que simultáneamente son responsables de guardar y liberar la energía obtenida de sus cargadores alimentados por la luz solar en las baterías.



Figura 3.11 Inversor de voltaje [12]

Aspectos importantes que habrán de cumplir los inversores para una instalación autónoma son:

- Deben tener una alta productividad, de lo contrario la cantidad de paneles para controlarla carga. No todos los inversores disponibles cumplen estas propiedades.
- Estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas

Un inversor es la solución fácil para convertir toda la salida del sistema solar a una potencia AC estándar, pero tiene desventajas:

- Para muchas aplicaciones no es necesario en lo absoluto utilizar un inversor.
- Aumenta el costo y complejidad del sistema[12].

3.4.3. Baterías para paneles solares

La batería es un equipo electroquímico que transforma la energía eléctrica y la almacena en una estructura sintética. Una batería de ciclo profundo está pensada para tener la opción de liberar, como su nombre indica, "profundamente" hasta el 80% de su capacidad[12].



Figura 3.12 Batería

3.5. TIPOS DE CARGAS

3.5.1. Cargas lineales

Las cargas lineales son aquellas que no cambian su tamaño de impedancia durante el ciclo de tensión, esto pretende que, suponiendo que tenemos una onda sinusoidal de corriente representada en la Figura 3.10, y realizamos el cálculo para cualquier lugar de la onda obtendremos algo similar de obstrucción durante todo el tiempo medido.[13]

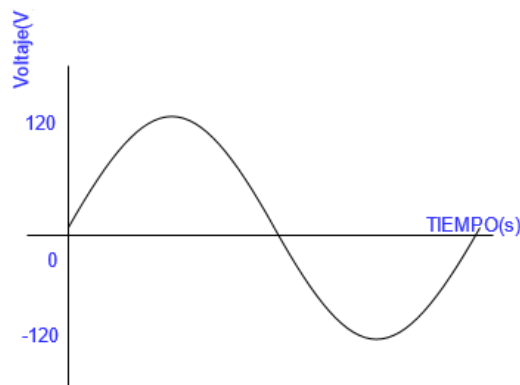


Figura 3.13 Carga lineal

3.5.2. Cargas no lineales

Las cargas no lineales son aquellas cuya impedancia cambia durante el ciclo de tensión, es decir, la onda sinusoidal de corriente mostrada en la Figura 3.11, no es de una magnitud o forma similar a la onda sinusoidal de tensión durante el lapso de tiempo deliberado.[13]

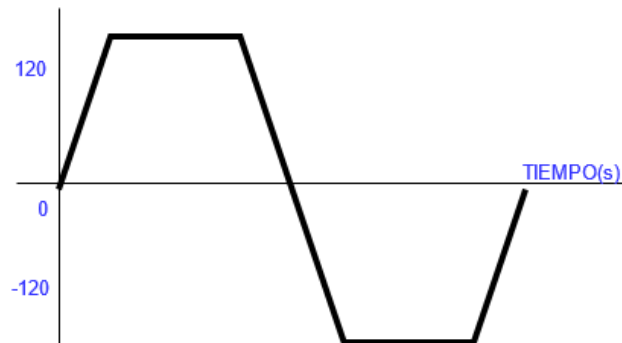


Figura 3.14 Carga no lineal

3.5.3. Normativa para establecer los niveles de iluminación en las aulas de clases.

3.5.3.1. Norma INEN 1153

Los rangos de luz demostrados se sitúan entre 200-300 lux, para las aulas de enseñanza y 300 lux para los laboratorios como se muestra en la tabla 3.1. Una posición de las luminarias fuera del campo visual y del plano de trabajo provocaría un deslumbramiento o asombro que provocaría debilidad ocular. Este deslumbramiento puede ser provocado por una mala disposición del mobiliario del puesto de trabajo[17].

Tabla 3.1 Normativa para nivel de luminosidad

CLASE DE LOCAL	LUX
Salas de reunión	150-300
Aulas de clase	200-300
Aula para trabajos manuales	700
Sala para artes	450
Laboratorios	250-300
Bibliotecas	70-150
Escaleras	100

3.6. CALIDAD DE ENERGÍA

3.6.1. Concepto de calidad de energía

Una extraordinaria ironía es que una enorme parte de estas cargas no directas, responsables de los increíbles logros en la industria por la informatización, son cargas electrónicas profundamente delicadas a las variedades en el suministro de energía que está siendo alterado por su presencia real.[18]

Tal y como indica las normas, la calidad del producto incluye las siguientes perspectivas

- Nivel de tensión.
- Influencias de perturbación de la tensión.
- Factor de potencia.
- Armónicos
- Perturbaciones o Flicker

Se han pensado algunos puntos principales según los principios de calidad de la energía, pensando en las normas para las que se establecen algunas estrategias para el desarrollo de los equipos con el objetivo de que se afirme que manejan en su interior las señales y pueden cambiarlas en cualidades eléctricas, por ejemplo, brillo, sonidos, tensiones, flujos, etc.

3.6.2. Importancia de la calidad de energía

La importancia de la energía eléctrica es mejorar los sucesos que se relacionan con imperfecciones en variación de voltaje, corriente o frecuencia, anomalías que son causantes de fallos en máquinas o equipos que se conectan a la red eléctrica[19].

3.6.3. Normativa del análisis de calidad de energía

3.6.3.1. Norma EN50160.

Esta norma describe los estados de la alimentación de energía desde el punto de entrega al usuario, también dicta las principales cualidades de la tensión proporcionada por una red de baja y media tensión en circunstancias normales de trabajo[20].

Esta normativa establece algunos límites en los parámetros de tensión, frecuencia, variaciones de tensión, interrupciones, parpadeos o Flicker, desequilibrios de tensión y protocolos de medida que indica la tabla 3.2, parámetros que se ven afectados por:

- Modificación de carga de la red
- Perturbaciones emitidas por ciertos equipos

- Defectos debidos a causas externas

Tabla 3.2 Características de alimentación en baja tensión[20]

Perturbaciones	Medidas	Límites
Frecuencia	Cada ciclo durante 10 segundos	$\pm 1\%$
Tensión	Variaciones cada ciclo durante 10 min	$\pm 10\%$
Parpadeo	P_{lt} 2 h	<1

3.6.4. Regulación ARCERNR - Nro., OO2/20

Esta regulación tiene como objetivo establecer los indicadores, registros y puntos de corte de calidad para la dispersión y comercialización de las administraciones de energía eléctrica; y, caracterizar la estimación, alistamiento y evaluación que deben seguir las organizaciones de transporte de energía eléctrica y los consumidores[21].

Esta directriz es necesaria para las organizaciones de distribución eléctrica y para los consumidores dirigidos y no dirigidos conectados al entramado de distribución.

3.6.4.1. Atributos de la calidad según la Regulación ARCERNR - Nro, OO2/20

La evaluación de calidad de energía se presentará bajo los siguientes indicadores.

- Niveles de voltaje
- Perturbación rápida de voltaje o Flicker
- Distorsión armónica de voltaje
- Desequilibrio de voltaje

3.6.4.2. Niveles de voltaje

La calidad del nivel de voltaje del sistema es determinada con el siguiente índice:

Tabla 3.3 Niveles de voltaje

Nivel de voltaje	Rango admisible
Alta tensión	$\pm 5\%$
Media tensión	$\pm 6\%$
Baja tensión	$\pm 8\%$

$$\Delta VK = \frac{Vk - Vn}{Vn} \times 100\%$$

Donde:

ΔVK = Variación de voltaje con respecto al voltaje nominal

Vk = voltaje suministrado

Vn = voltaje nominal

3.6.4.3. Perturbaciones de voltaje o Flicker

El Flicker tiene un valor límite de severidad en el punto de medición siendo este el no poder superar la unidad [21].

El valor límite para el índice de severidad del Flicker en el punto de medición respectivo no debe superar la unidad como se muestra en la Tabla 3.4.

3.6.4.4. Distorsión armónica de voltaje

Los límites de distorsión armónica tienen como límites los siguientes:

Tabla 3.4 Límites en los armónicos

Nivel de voltaje	Armónica individual	THD
Bajo	5%	8%
Medio	3%	5%
Alto (grupo 1)	1.5%	2.5%
Alto (grupo 2)	1%	1.5%

3.6.4.5. Desequilibrio de voltaje

El índice para la evaluación del desequilibrio de voltaje se la encuentra con la siguiente fórmula:

$$Dv = \frac{V''}{V^+} \times 100\%$$

Donde:

V'' = Componente de secuencia negativa

V^+ = Componente de secuencia positiva

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Como se indica en la investigación realizada, se completaron algunos tipos de análisis, que se ajustaron a la solicitud y a los factores tratados, en cualquier caso, a continuación, se presenta una descripción definida de la interacción de cada tipo de investigación relacionada con la investigación de la ejecución de un sistema para la transferencia eléctrica

4.1.1. Investigación cualitativa

Dentro de este campo se reconoció directamente con el área de módulo de transferencia eléctrica, identificando en primer lugar el sistema fotovoltaico y todo el equipo de control al igual que el sistema principal, durante el reconocimiento se fue abarcando la calidad y funcionamiento de dicho sistema, datos que se van detallando a medida que avanza el proyecto.

4.1.2. Investigación cuantitativa

Para efectuar el proyecto relacionado con la implementación de un sistema de transferencia entre el sistema fotovoltaico a la red principal suministrada por ELEPCO SA al circuito de iluminación del laboratorio instrumentación en la Universidad Técnica de Cotopaxi, para lo cual se procedió a determinar varios aspectos como, el tiempo que el laboratorio se quedaba a oscuras durante un apagón, la autonomía de las baterías y la calidad de energía que suministra el sistema.

4.1.1. Fuentes de recolección de información

Existen dos tipos de fuentes de información: las esenciales y las auxiliares. Las fuentes esenciales son en conjunto aquellas de las que se adquieren datos directos, es decir, de donde parten los datos. Para esta situación, las fuentes de datos fueron los proveedores y los profesionales relacionados con el tema.

4.2. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA

Dentro del diseño del tablero de transferencia eléctrica de la red fotovoltaica a la red principal suministrada por ELEPCO SA, se dio un sistema de tareas y métodos los cuales se siguen paso a paso para obtener el resultado que se requiere. Para dar cumplimiento al proceso planteado se optó por dividir el proyecto en las siguientes etapas que se indica en la Figura 4.1:

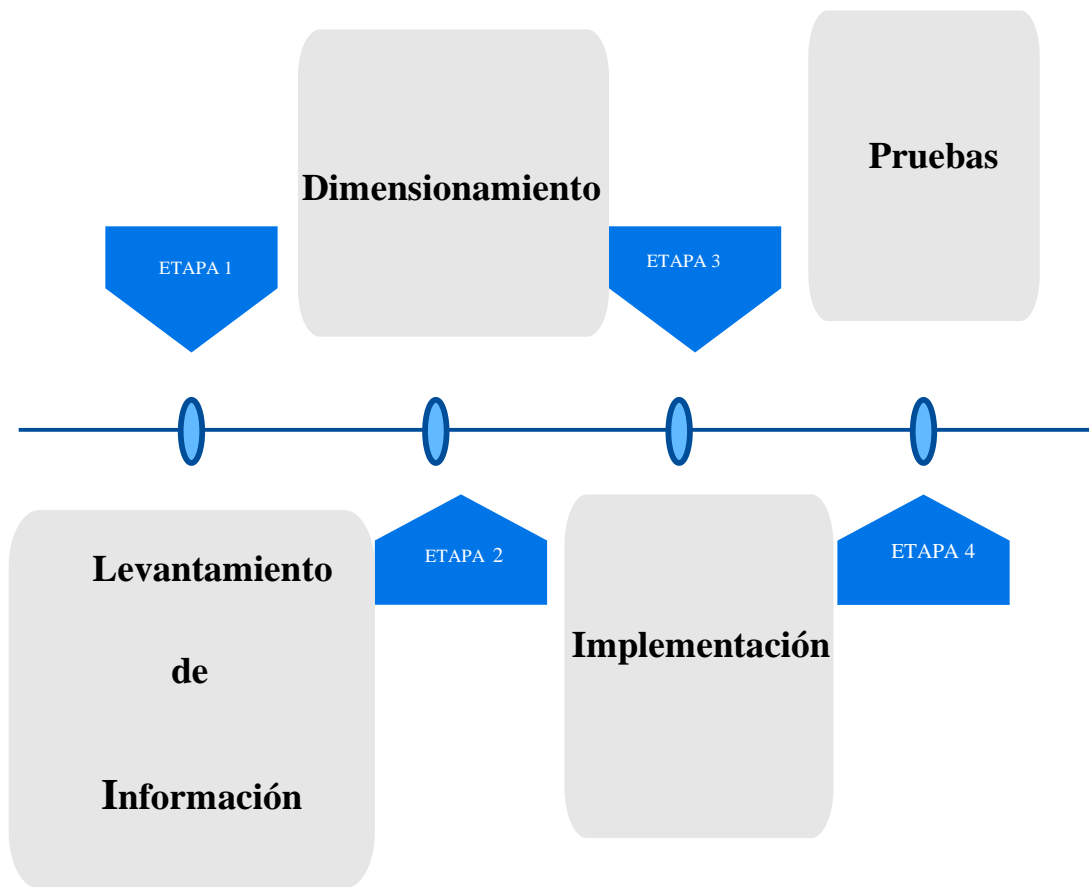


Figura 4.1 Etapas de la Metodología

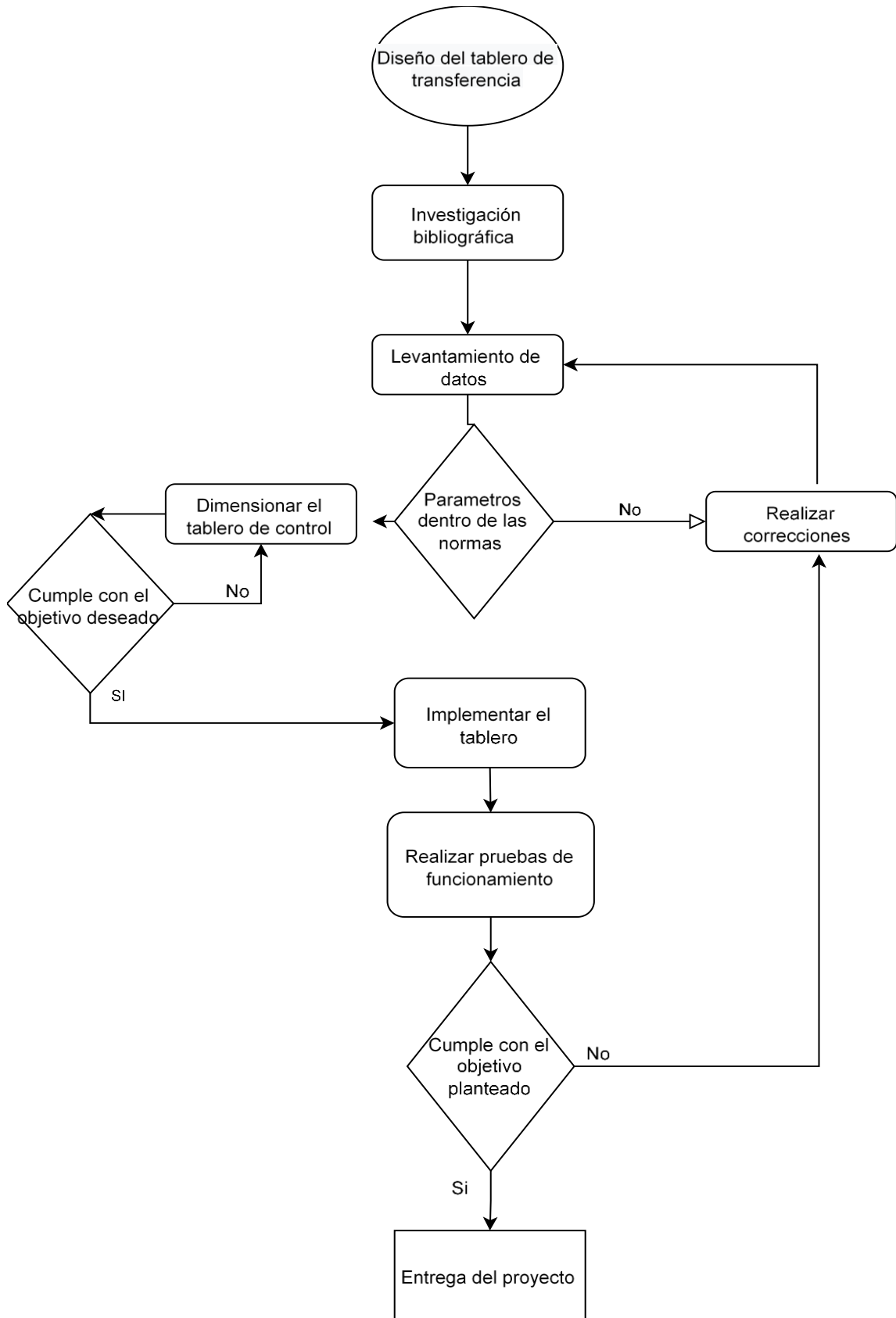


Figura 4.2 Diagrama de flujo de la metodología

4.3. ETAPA 1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para el presente estudio se dio paso al levantamiento de información la cual nos ayudará para un mejor dimensionamiento, que beneficiará al proyecto, tanto como técnicamente y económicamente ya que tendrá un mejor desempeño práctico y evitará gastos por sobredimensionamiento.

4.3.1. Datos obtenidos

4.3.1.1. Reconocimiento físico del Laboratorio

Para el principio de este proyecto se realizó una indagación inicial sobre la ubicación del laboratorio como se indica en el Anexo 5 , de los sistemas eléctricos que van a ser utilizados en el proyecto, una vez ubicados se tomó muy en cuenta el cuarto de distribución del cual saldría la energía eléctrica suministrada por ELEPCO SA misma que será utilizada como la energía de respaldo. Y el cuarto de energías alternativas del cual se tiene la red eléctrica fotovoltaica que está alimentando al sistema.

4.3.1.2. Medida de los parámetros eléctricos

Para este punto se tomó datos de los parámetros como voltaje que suministra la red principal que vendría a ser la red Fotovoltaica, la cual ha estado abasteciendo energía al circuito de iluminación del taller de Instrumentación de La Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante el uso de instrumentos de medida como el multímetro y una pinza amperimétrica conectada al sistema de iluminación como se muestra en Figura 4.4.

Para realizar una instalación revisión mantenimiento o reparación de sistemas eléctricos los detectores de voltaje y amperímetros son los equipos adecuados de medición la calidad de la energía eléctrica debe ser medido y analizado con el fin de evitar daños en la instalación eléctrica y los equipos.

Obteniendo valores como:

- Parámetros entregados por los paneles solares
- Voltajes de la batería
- Voltaje de entrada y salida del inversor
- Corriente consumida por el circuito de iluminación.

Los parámetros básicos que se cuantificaron son: la tensión o voltaje que se mide en voltios, la corriente o intensidad eléctrica, la potencia eléctrica que se mide en vatios



Figura 4.3 Medición de los parámetros eléctricos

4.3.1.3. Prueba de luminosidad en DiaLux evo

Para esta parte del proyecto se realizará dos tareas la primera será la simulación del laboratorio en el Dialux y el segundo se dará bajo la medición de la luminosidad con el luxómetro

La programación DIALUX se utiliza para obtener mayor información sobre el sistema de iluminación con los datos obtenidos. En consecuencia, se conoce el estado de luminosidad del taller y se corrobora con los datos medidos

4.3.1.4. Pasos para las pruebas de luminosidad

- Reconocimiento del local a evaluar
- Diseño del plano en Dialux
- Selección de la luminaria en el catálogo
- Prueba de funcionamiento
- Medición de luminosidad con el luxómetro
- Comparar datos obtenidos

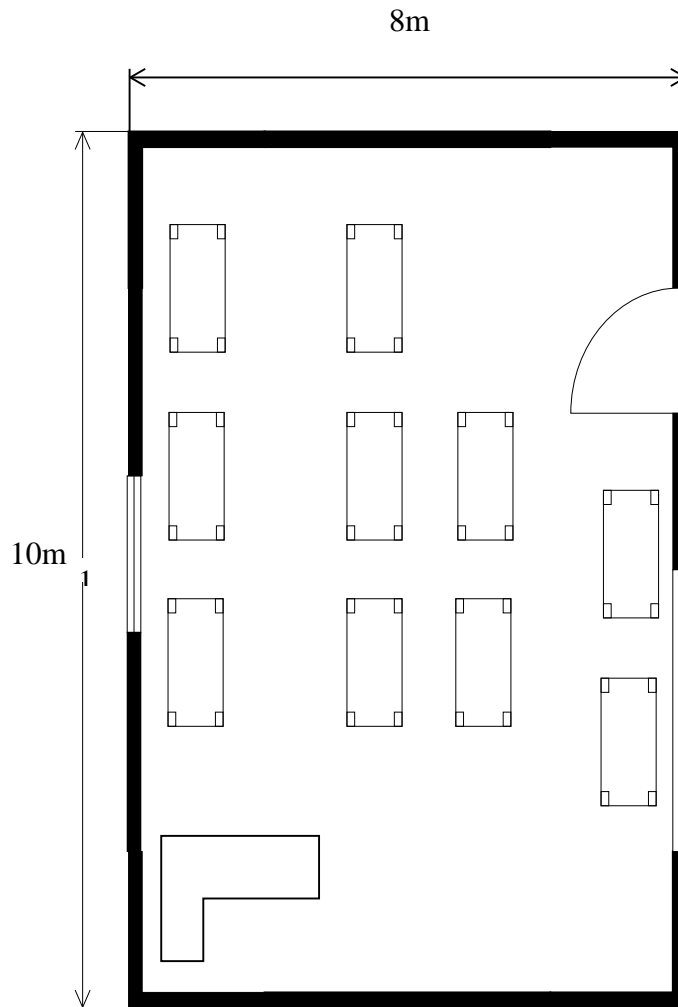


Figura 4.4 Plano del laboratorio

4.3.1.5. Medición con el luxómetro

- Determinación de los puntos de muestreo

De acuerdo a la norma Res SRT N° 84/12 para la medición de iluminación por el método de la cuadrícula, hay que delimitar las partes en las que se va a realizar las mediciones, en este caso el estudio se dará en todo el laboratorio como se indica en la Figura 4.5.

- **Área de trabajo**

A1 = Taller de Instrumentación

- **Turnos de trabajo**

Día

Tarde

Noche

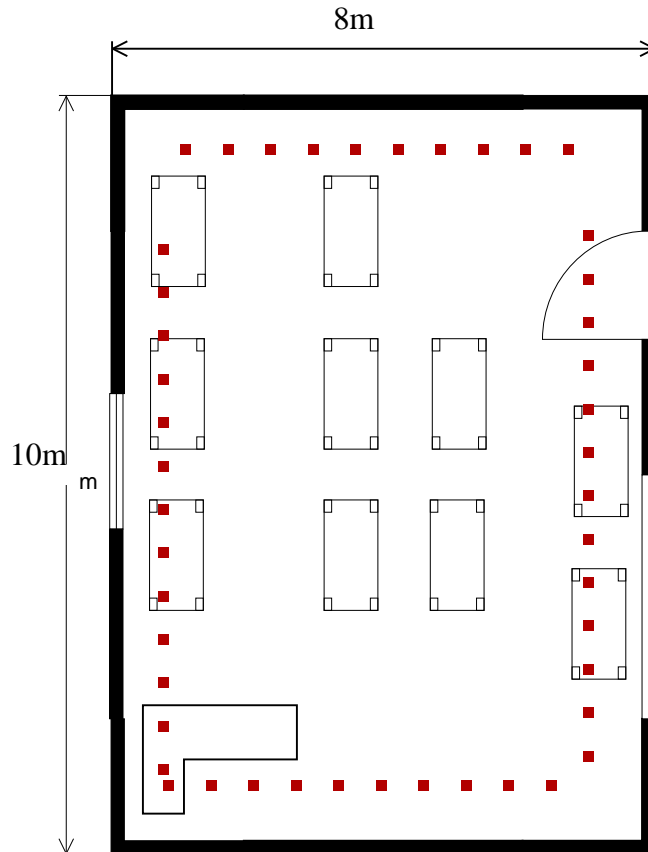


Figura 4.5 Delimitación del punto de muestreo

- Cálculos previos

Índice local (K)

$$K = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{altura de montaje}(\text{largo por ancho})}$$

$$K = \frac{10 \times 8}{4.5(10 \times 8)}$$

$$K = 0.22$$

$$X = 1$$

Número mínimo de puntos de medición

$$N = (x + 2)^2$$

$$N = (1 + 2)^2$$

$$N = 9$$

Dados los resultados de N, la delimitación del laboratorio nos quedaría dividida en 9 partes como indica la Figura 4.7.

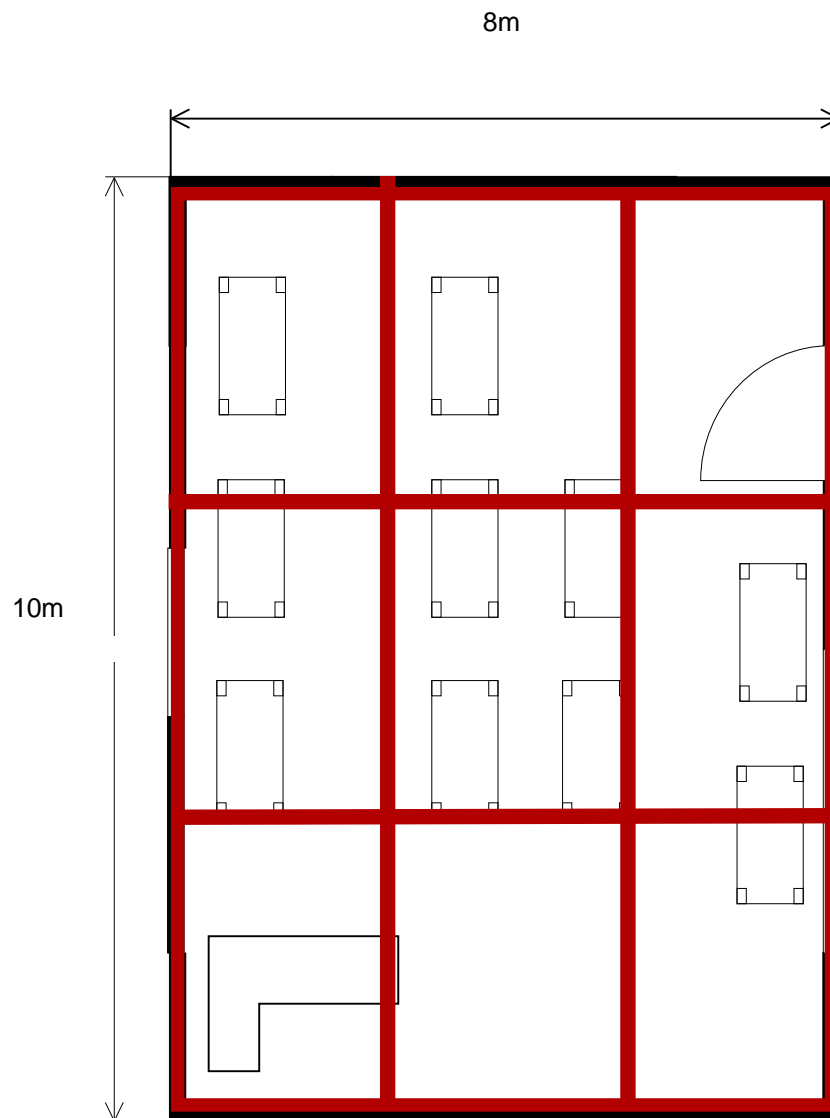


Figura 4.6 Delimitación de los puntos mínimos de muestreo

- Medición de la luminosidad con el Luxómetro

Para realizar la medición se apunta el foto detector por el lado del círculo blanco hacia la fuente de luz. Presiona en el lector, el botón naranja que dice ON/OFF para Encenderlo, espera unos segundos a que la lectura sea estable. Ahora presiona en el foto detector el botón naranja que dice “hold” para mantener la lectura en tu luxómetro

Una vez tomadas las mediciones de luminosidad con el luxómetro de acuerdo con la normativa se obtiene valores de entre 250 a 320 Lux respectivamente como se indica en la Figura 4.8

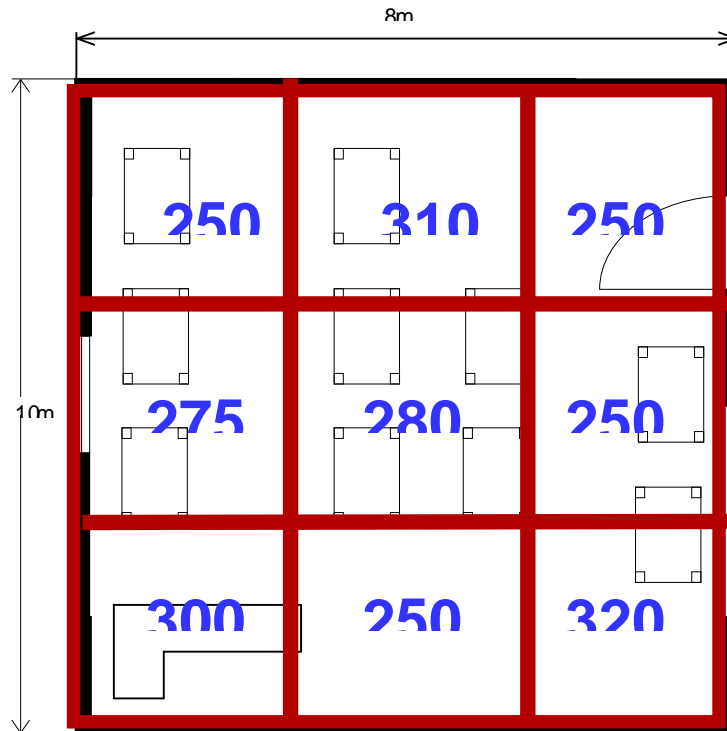


Figura 4.7 Mediciones

$$EM = \frac{\sum \text{valores medidos}}{\text{Cantidad de puntos}}$$

$$Em = 276.11$$

Para finalizar las pruebas de luminosidad se determina que el nivel promedio de esta es de $Em = 276.11$ lux

4.4. ETAPA 2. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA

Tras la etapa 1, y la obtención de los parámetros que intervendrán en el sistema se da inicio a diseño del sistema utilizando los datos fundamentales para diseñar el sistema de transferencia por lo que hay que tener en cuenta lo siguiente:

- La tensión nominal de operación.
- Tipo de suministro de energía
- La corriente máxima.

Con estas sugerencias, se eligen los dispositivos eléctricos que estarán presentes en el circuito según el cálculo y las medidas.

4.4.1. Tablero de control de transferencia

La ubicación física de los dispositivos comprende la ubicación de los elementos eléctricos que van a ser manejados en el tablero, los cuales fueron seleccionados bajos los parámetros obtenidos durante el levantamiento de información.

4.4.1.1. Selección del Interruptor Termomagnético

La selección Interruptor termomagnético se basó en los cálculos y en las mediciones obtenidas ya que al analizar los resultados que son un voltaje de 125 V, una corriente de 393,75W en el circuito de iluminación y asumiendo una carga máxima de 1500 W en los tomacorrientes.

$$I = \frac{1893.75W}{125V}$$

$$I = 15.14 A$$

Al tener la corriente total lo multiplicamos por un factor de 1.25 para encontrar la corriente de protección.

$$Ip = 15.14Ax 1.25$$

$$Ip = 18.92A$$

Por lo cual se utilizará un termomagnético de marca Schneider para riel din 1 Polo 20 Amperios Curva C Acti9 iC60N



Figura 4.8 Interruptor Termomagnético[22]

Los valores que se encuentran en la Tabla 4.1 integra un resumen de las especificaciones del interruptor termomagnético.

Tabla 4.1 Información técnica termomagnético

Información técnica	
Marca	Schneider
Aplicación	Residencial y comercial.
Amperaje	20
Voltaje	120/240
Polos	1

4.4.1.2. Selección del Relé de control

Para un sistema de transferencia es recomendable utilizar supervisores de voltaje, pero por la configuración de las redes eléctricas principal y de respaldo que se tiende a ser este un sistema monofásico a 110 V se optó por utilizar un relé, que cumplirá con la función del supervisor de voltaje trabajando junto al inversor de voltaje que al ser un inversor híbrido tiene ya internamente un regulador de voltaje evitando así caídas y picos de tensión.

El relé que se utilizó fue un Relé sin enclavamiento Schneider Electric 4PDT bobina 110V



Figura 4.9 Relé sin enclavamiento Schneider[22]

Los valores que se encuentran en la Tabla 4.2 integra un resumen de las especificaciones del relé.

Tabla 4.2 Información técnica

INFORMACIÓN TÉCNICA	
Nombre corto	RMX
Tensión del circuito	120V
Corriente nominal	6 A a -40° a 55°
Tipo de contactos	4 C/O
Led de estado	N/A

4.4.1.3. Selección de los Contactores

Para la correcta determinación de un contacto cuando se tenga los datos reunidos hay que recordar los siguientes datos:

- Debemos recordar la cantidad de polos como lo indica el tipo de armazón, regularmente se encuentran contactores con 3 o 4 ejes.
- Como indica la carga a proteger, debemos tener claro de la clasificación con la que elegiremos el dispositivo, AC1 para cargas resistivas o AC3 para cargas inductivas.
- Una vez elegida la clase, se debe tener claro la corriente nominal (A) del contactor o la potencia del motor (kW o HP).
- Los contactores actúan por el control de un bucle, debemos tener claridad de la tensión de la bobina de control, regularmente es una tensión diferente a la del sistema.
- Según lo indicado por el tipo de marco en el que se introducirá el contactor, se puede esperar que los contactos auxiliares transmitan señales al sistema, compruebe si se requiere normalmente cerrado (NC) u normalmente abierto (NO).

Los contactores fueron seleccionados por la carga que ya se tenía calculada de 20 A seleccionando un contactor LS de 22A con bobina 120V o 220V AC y 1NA y1NC con sus respectivos auxiliares.

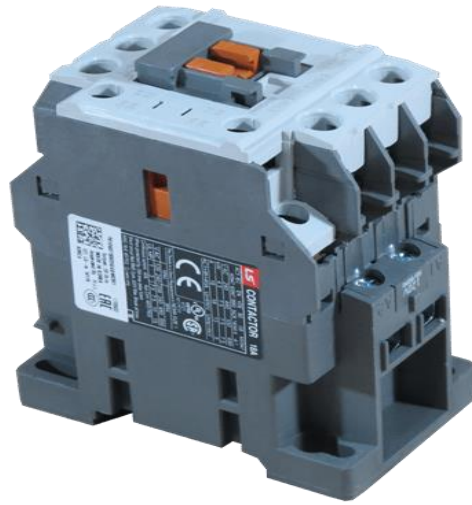


Figura 4.10 Contactor LS de 22ª [22]

4.4.1.4. Selección del Bloqueo mecánico para contactores

Debido a que en la mayoría de tiempo el sistema estará recibiendo la energía eléctrica de la red principal suministrada por ELEPCO SA y la red fotovoltaica, se vio en la necesidad de implementar un bloqueo mecánico para evita que exista el paso de las dos energías provocando un daño al sistema de iluminación y al sistema fotovoltaico.



Figura 4.11 Bloqueo mecánico [22]

El bloqueo que se utilizó para este sistema fue un Block de enclavamiento mecánico para contactor LS MC9-150 contacto auxiliar 1NO+1NC, serie Metasol.

Aplicación: Este dispositivo de enclavamiento mecánico no permite el enclavamiento de dos contactores simultáneamente, permitiendo impedir corto circuitos en sistemas de transferencia o en algo más sencillo como un arranque estrella triángulo.

4.4.1.5. Selección de las luces de señalización

Es necesario tener indicadores de la red que está siendo utilizada por lo cual se optó por instalar dos luces piloto con voltímetros que indicaran la red que esté en funcionamiento y su nivel de voltaje estas

4.4.1.6. Selección de los selectores para el control

Los selectores son una parte esencial para el control de la transferencia ya que permiten la configurar al sistema en modo manual o automático, si la configuración está en manual existe otro selector que nos permitirá seleccionar el tipo de red que suministrará energía al sistema de iluminación.

4.5. ETAPA 3 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

4.5.1. Diseño del tablero de control de transferencia eléctrica

En el presente estudio la implementación del tablero es uno de los objetivos principales, por lo cual para su implementación se dará bajo los cálculos obtenidos en la etapa anterior.

4.5.1.1. Simulación del circuito de transferencia eléctrica.

Una vez dimensionados los dispositivos se procede a realizar una simulación y a ensamblar el circuito según los dos planos.

- Plano de control
- Plano de fuerza

En base a estos dos planos se procede con el ensamble de tablero de control.

4.5.2. Ensamblaje del tablero de control.

Una vez diseñado y simulado el circuito se procede a realizar las conexiones en físico siguiendo los pasos siguientes.

- Ubicación de los elementos dentro del gabinete

- Conectar los elementos según el plano eléctrico
- Realizar una simulación del cambio de red

4.5.3. Implementación del tablero de control

Una vez conectado los dispositivos procedemos a sustituir la caja térmica anterior por el nuevo tablero de control de transferencia. Para el siguiente paso procedemos a pasar el conductor que suministrara la energía de respaldo, desde el tablero principal hasta el control de transferencia.



Figura 4.12 Nuevo tablero de transferencia de energía.

4.6. ETAPA 4 PRUEBAS DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA.

4.6.1. Pruebas de transferencia de la red principal a la red de respaldo

El sistema fotovoltaico es el que está a cargo de suministrar energía a los dos circuitos de iluminación del laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, manteniendo en funcionamiento la iluminación y control en los mismos por lo cual la transferencia será de red fotovoltaica a la red de la empresa eléctrica cuando exista un desabastecimiento de la red fotovoltaica.

Al llegar a existir un corte de energía del sistema fotovoltaico ya sea por algún fallo o por descarga en las baterías, el sistema hará el determinado cambio a la red suministrada por ELEPCO SA.

Para las pruebas de funcionamiento se tomaron en cuenta varios aspectos como son:

- Niveles de batería
- Voltaje de la batería
- Estado del inversor
- Tiempo que se demora en realizar la transferencia

Las primeras pruebas que se hicieron bajo condiciones forzadas por el equipo investigador dejando que la batería llegue a un nivel del 100% y desconectado los paneles solares para que proceda a descargarse la batería y poder comprobar a qué niveles de batería el sistema deja de funcionar y realizar el cambio de red.

Bajo estas pruebas se notó que el sistema fotovoltaico entrega un voltaje de 125 V funcionando hasta que la batería este a niveles del 100% al 35% debido a que la batería se descarga entregando un voltaje menor a 24V, voltaje que es necesario ya que el inversor tiene un rango en el voltaje de entrada de 24V a 28V.

Al momento de esta prueba se dio dos cambios de red uno a la red principal y otro a la red fotovoltaica en diferentes horarios del día, haciendo una prueba forzada durante 24 horas en los que se tomaron las medidas.

4.6.2. Pruebas de los factores eléctricos del sistema en las dos redes eléctricas.

A continuación, se examina cada una de las mediciones adquiridas a través del equipo de medición FLUKE 430 serie II, que fue colocado en las fases entrantes del sistema de iluminación. En los análisis se obtuvo varios datos de los días que el equipo estuvo conectado y estos fueron separados por horas reflejando así el comportamiento de la carga en diferentes horas del día

4.6.2.1. Evaluación del sistema eléctrico mediante el Analizador de redes Fluke

Una vez realizadas las mediciones con el Analizador de Calidad de la Energía Eléctrica que registra diferentes datos de las diversas cargas dispersas a cada una de las líneas para esto se realizaron los siguientes pasos

- El primer punto a tomar en cuenta es la línea principal de la red y cada una de sus fases.
- Conectar el equipo al sistema de energía como se muestra en el Anexo
- Aplicar la norma correspondiente
- Elegir los valores a tomar
- Descargar los datos

- Analizar los parámetros tomados

Tabla 4.3 Cronograma de medición del analizador de red

CRONOGRAMA DE MEDICIÓN					
	Mes	Día	Hora	Horas	Minutos
Inicio	Febrero	18	20:00	73	30
Fin	Febrero	21	21:30		

Tabla 4.4 Período de los días analizados

PERÍODO DE LOS DÍAS ANALIZADOS	
Primera medida	18/02/2022 20:00
Última medida	21/02/2022 21:30
Intervalo de registro	0h 1m 0s 0ms
Número de medidas RMS	14040
Número de medidas de frecuencia	3510
Número de medidas armónicas	28080

4.6.2.2. Mediciones del Primer día

Las estimaciones se realizaron con el analizador de redes Fluke 430 a partir de las 20:00 del 18 de febrero del 2022 recogiendo la información particular esperada para su post-investigación y de esta manera de esta manera tener datos reales en cuanto a la calidad de la energía.

4.6.2.3. Mediciones del segundo día

A partir de las 20:00 del 19 de febrero del 2022 recogiendo la información particular esperada para su post-investigación y de esta manera de esta manera datos tener reales en cuanto a la calidad de la energía con menos carga debido a que era un fin de semana.

4.6.2.4. Mediciones de tercer día

En un intervalo de tiempo que va a partir de las 20:00 del 20 de febrero del 2022 se obtuvieron datos para su post-investigación y de esta manera de esta manera tener datos reales en cuanto a la calidad de la energía dados por el



Figura 4.13 Equipo tomando las medidas

4.6.2.5. Selección de la línea que será la que suministre energía al sistema de iluminación.

Debido a que el sistema de iluminación tiene un sistema tiene una configuración monofásica a dos hilos se optó por seleccionar una de las 3 fases analizadas tomando la fase 1, la cual será la encargada de suministrar la energía de respaldo.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE LA ETAPA UNO

5.1.1. Determinación de los parámetros eléctricos mediante los equipos de medición

Para esta etapa se tomó medidas de los parámetros eléctricos para realizar un primer reconocimiento del sistema.

5.1.1.1. Parámetros entregados por los paneles solares

Los paneles solares de 12 voltios cada uno y al estar conectados en paralelo se mantiene su corriente, pero se suman sus voltajes entregando teóricamente 24 voltios, pero en la práctica un voltaje de 25,70

Tabla 5.1 Información panel solar

Parámetros	Valores calculados
Voltaje Pmp	17,74 V
Voltaje Vco	25,70V
Corriente Pmp	6.26A
Corriente Ico	7.66A
Potencia Máxima	110W

5.1.1.2. Voltajes de entrada y salida del inversor

Los voltajes del inversor se tomaron con un porcentaje de batería del 96% dando resultados de:

Tabla 5.2 Voltajes de entrada y salida del inversor

Voltajes de entrada y salida del inversor	
Voltajes de entrada	25.60 V DC
Voltajes de salida	125 V AC

5.1.1.3. Parámetros eléctricos en el circuito de iluminación

➤ Voltajes

El sistema trabajará mediante un sistema monofásico a dos hilos con un voltaje de 127 V en la red principal.

➤ Corriente

Para el levantamiento de la corriente consumida por las cargas se realizó la medición mediante una piza amperimétrica conectada a la fase del circuito, tomando en cuenta que el circuito del taller esa dividido en dos partes como es:

- Circuito de Iluminación (Dos circuitos de iluminación que suman 36 watts en 120V).
- Circuito de Tomacorrientes (Un circuito de 3 tomas en 120V).

Una vez conocido los parámetros principales con los que vamos a trabajar se procederá al dimensionamiento del tablero de control para la transferencia eléctrica.

Tabla 5.3 Datos del circuito

Datos obtenidos en el circuito	
Voltaje	125 V
Corriente	3.50 A

5.1.2. Análisis de las medidas de luminosidad

Tabla 5.4 Medidas de luminosidad

Parámetro	Medida/Cálculo
E_m	2485 lux/9=276.11
E_{min}	250 lux
E_{legal}	250lux a 300 lux
$E_{m/2}$	138.05 lux
E dialux	300 lux

Una vez medido y calculado cada uno de estos se puede determinar que:

$E_m = 276.11$ valor que está dentro de la $E_{legal} = 250\text{lux a } 300\text{ lux}$ por lo cual deducimos que el sistema cumple con los estándares de luminosidad que tiene la norma al igual que tiene un valor cercano a la simulación.

5.2. ANÁLISIS DE LA ETAPA 2

5.2.1. Selección de los materiales

Los dispositivos se dieron bajo el análisis de los parámetros eléctricos medidos mediante estos resultados se seleccionó el siguiente material que se especifica en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Materiales utilizados

Materiales seleccionados		Cantidad
Interruptor termomagnético	Schneider para riel din 1 Polo 20 Amperios Curva C Acti9 iC60N	2
Relé de control	Relé sin enclavamiento Schneider Electric 4PDT bobina	1
Contactores	Contactador LS de 22A con bobina 120V o 220V	2
Bloqueo de contactores	Block de enclavamiento mecánico para contactador LS MC9-150 contacto auxiliar 1NO+1NC	1
Señalización	Voltímetro Digital Luz Piloto Panel 20 - 500 V	2
Elementos de control	XBD33 SELECTOR 3P 2NA	2
Gabinete	Gabinete metálico 300x200x150	1

Estos fueron los dispositivos dimensionados los cuales serán implementados en el tablero de control.

5.3. ANÁLISIS ETAPA 3

Luego de haber dimensionado los dispositivos se procede a la implementación del tablero de control guiándose en los planos y en las simulaciones

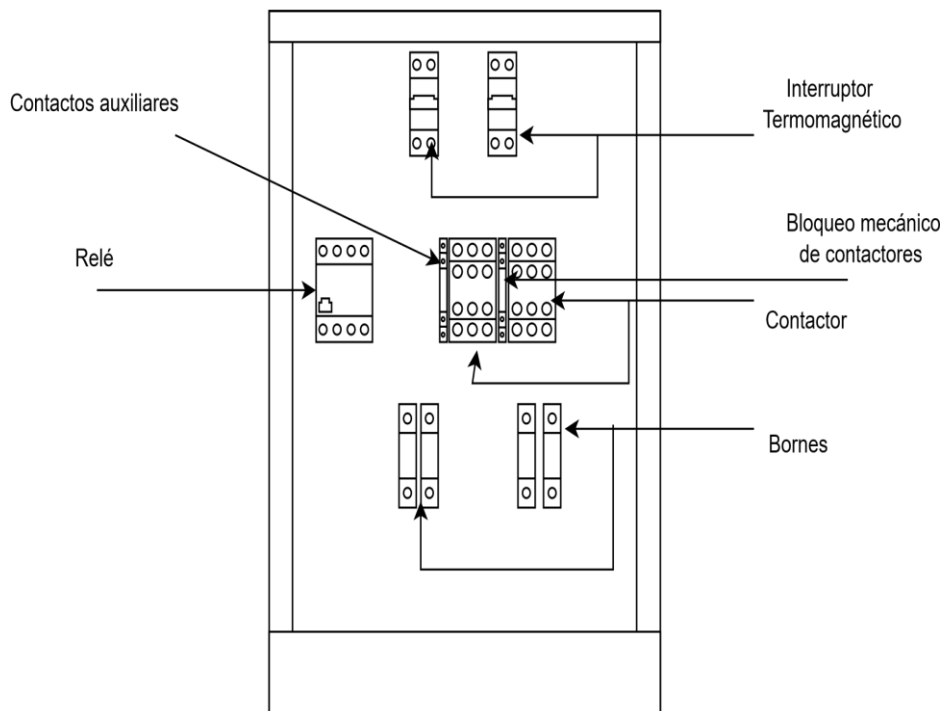


Figura 5.1 Disposición del tablero

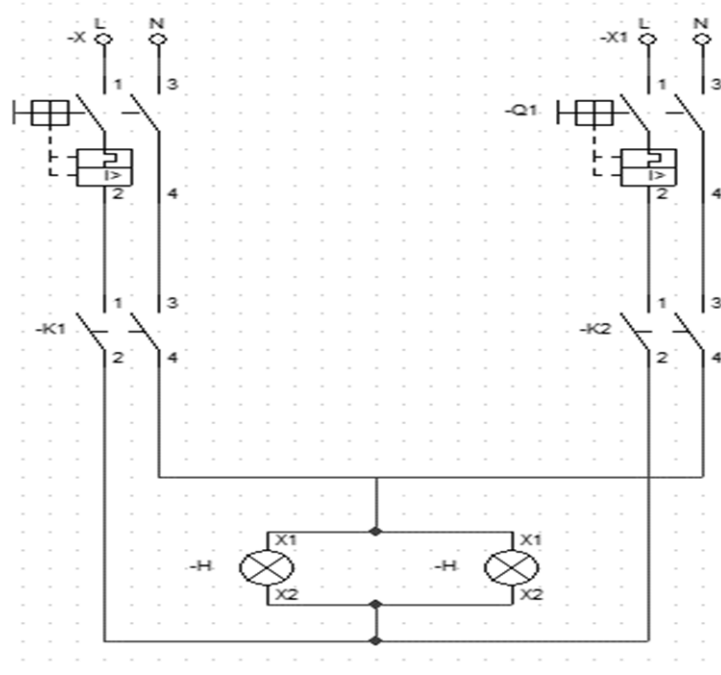


Figura 5.1 Plano eléctrico de fuerza

5.4. ANÁLISIS ETAPA 4

5.4.1. Pruebas de transferencia

Los datos obtenidos durante una simulación de un corte de energía en el sistema fotovoltaico

Tabla 5.4 Pruebas de transferencia

Pruebas de transferencia				
Hora	Nivel de la batería	Voltaje	Estado	Red en uso
8:00	40%	24.20V	Cargando	Fotovoltaica
13:00	60%	24.6V	Cargando	Fotovoltaica
15:00	100%	25.60V	Cargando	Fotovoltaica
17:00	60%	24.6V	Descargando	Fotovoltaica
18:00	45%	24.46V	Descargando	Fotovoltaica
20:00	30%	23.86V	Descargando	Red eléctrica
21:00	25%	23.40V	Descargando	Red eléctrica

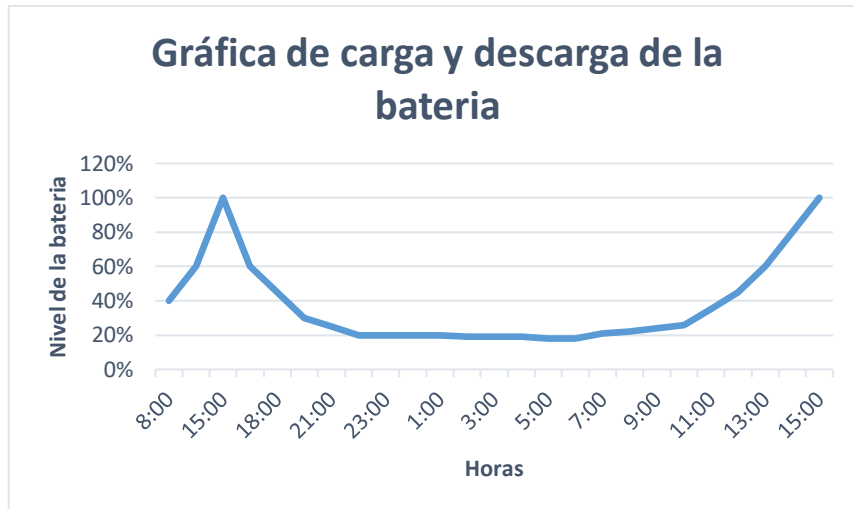


Figura 5.3 Gráfica de carga y descarga de las baterías

El resultado de la transmisión de energía fotovoltaica a la red suministrada por ELEPCO SA se dio con éxito realizando 2 cambios en 24 horas, no obstante, cabe recalcar que esta prueba se la hizo bajo condiciones forzadas mediante la desconexión y conexión de los paneles solares.

5.4.2. Análisis de la fase 1

El análisis fue tomado en un tablero trifásico analizando las 3 redes, pero para este proyecto se analizará solamente la fase uno la cual suministrará de energía al sistema de respaldo

5.4.3. Primer análisis Red principal

Como indica este primer análisis ejecutada en la entrada de la red principal, se ha notado y examinado que en este punto de medición tiene una demanda que demuestra una conducta con variación que comienza a incrementarse desde las 05h00 hasta las 07h00, permaneciendo como carga ininterrumpida desde las 07h00 hasta las 16h00, a partir de las 17h00 aproximadamente comienza a incrementarse hasta las 23h00, permaneciendo como carga ininterrumpida hasta las 05h00.

5.4.3.1. Análisis de voltaje en la red Principal

Como se indica los parámetros del equipo, nos da un voltaje más máximo, medio y menor, con el objetivo de que podamos establecer una conexión entre ellos, en los resultados se observó un descenso de la tensión desde las 07:00 hasta las 11:00 dando como mínimo 125V, observando también que dentro de ese tiempo en un intervalo de las 12:00 a 13:00 hay un decremento casi mínimo con un voltaje de hasta 120 V, tomando en cuenta que se estaría trabajando con plena carga en la universidad.

Desde las 17:00 empieza a notarse un incremento en el nivel de voltaje variando en los 126V y 128V debido a que va disminuyendo las cargas en la universidad. Y al caer la noche entre las 1:00 a 4:30 se mantiene estable un voltaje de 128V que en un tiempo de 5:00 a 7:00 hay un pequeño descenso a 125V.

Tabla 5.5 Análisis de voltaje en diferente hora de día

Intervalos de tiempo	Voltaje
07:00 -17:00	125 V
12:00-13:00	120 V
17:00-23:00	126V-128V
1:00-4:30	128V
5:00.7:00	125V

En el resumen del análisis se encontró que hay una variación entre en voltaje que entrega la empresa eléctrica de 127V provocando un cambio del 3,78% este valor está dentro del alcance establecido en la norma, que establece un valor máximo del 10%.

Tabla 5.6 Resumen de los valores de voltaje

Fase	V. máximo	V. mínimo
Fase 1 de la red de respaldo	128	120
Neutro de la red principal	0.6	0.1

La Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi según la regulación debe entregar +/- 10% por lo cual podemos notar que los valores que tenemos están dentro de la norma.

5.4.3.2. Análisis de las corrientes en la red

Siguiendo con nuestro repaso vamos a diseccionar lo que alude a la corriente y hemos tomado un pase de temporada similar del voltaje, desde las 22h00 hasta las 08h00 podemos ver que tiene un flujo irrelevante debido a que la red solo alimenta a la iluminación y no existiría carga. Se preveía que en el periodo de las 08h00 a las 22h00 se creó una corriente mayor de hasta 3.60 A, que sería el valor de la corriente que mantendría durante el día oscilando entre 3.50 A y 3.60 A.

Tabla 5.7 Resumen de las corrientes

Fase	Corriente máx.	Corriente mínima
Fase de la red principal	3.70 A	0.1 A

Debido a lo ya mencionado el sistema alimenta solamente a la iluminación por lo que no existen picos de corriente elevados.

5.4.3.3. Análisis de la frecuencia

Las variaciones de frecuencia que fueron adquiridas en valores máximos y mínimos registradas en el Fluke 430 en el primer análisis arrojó datos, de los que se desprende que la frecuencia más fue de 60,11 en un nivel de variación del 0,2% también la frecuencia mínima registrada fue de 59,9Hz dando un nivel de variación del 0,16%.

Tabla 5.8 Valores máximos y mínimos de frecuencia

Frecuencia máxima	Frecuencia mínima
60.11	59.97

Los valores obtenidos entran dentro del rango que nos da la ARCONEL en su RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-0XX/19

5.5. ANÁLISIS DE COSTOS

Tabla 5.9 Gastos directos

Material	Precio unitario	Cantidad	Subtotal
Gabinete metálico 300*200*150	\$23.46	1	\$23.46
Contactador LS	\$25.75	2	\$51.50
Relé 8 pines redondo	\$7.90	1	\$7.90
Base 8 pines	\$3	1	\$3.00
Borneras Legrand	\$3.81	6	\$22.90
Bloqueo Mecánico	\$10	1	\$10.00
Selector metálico	\$2.50	2	\$5.00
Cable	\$1.75	80m	\$140.00
Trasportes	\$30	1	\$30.00
Total			\$293.76

Tabla 5.10 Gastos Indirectos

Material	Precio
Consumibles	\$75
Material didáctico	\$ 30
Total	\$105

Tabla 5.11 Gasto Total

GASTOS	TOTAL
Directos	\$293.76
Indirectos	\$105.00
Total	\$398.76

5.6. IMPACTOS

5.6.1. IMPACTOS TÉCNICOS

La presente investigación tiene un efecto tanto técnico como financiero, siendo más técnico ya que ofrece una disposición especializada que utiliza paneles solares para crear la energía eléctrica adecuada y se puede realizar la transferencia automática a la red que nos entrega la empresa eléctrica si tuviera un fallo y, además, monetario como en hay un ahorro de energía creando beneficios a corto, medio y largo plazo.

5.6.2. IMPACTOS SOCIALES

El impacto social de este proyecto va ligado a los directivos, personal administrativo, docentes y estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi ya que ayudará mucho al momento de que exista un apagón siempre habrá otra red de respaldo.

5.6.3. IMPACTOS AMBIENTALES

Con respecto al medio ambiente este proyecto ayudará a concientizar sobre los problemas de contaminación ya que existe una práctica más responsable incentivando más el uso de energías limpias.

5.6.4. IMPACTOS ECONÓMICOS

Con el desarrollo de esta tesis se pudo evidenciar que el gasto disminuirá del consumo normal siempre y cuando se siga adecuados controles del sistema y un buen mantenimiento.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Finalizado el proyecto se ha cumplido con la implementación del sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo que permite la transferencia entre el sistema fotovoltaico a la red eléctrica suministrada por ELEPCO SA.
- El Sistema logró evitar los cortes de energía eléctrica, y los redujo de manera que los laboratorios mantendrán siempre en condiciones normales al circuito de iluminación del laboratorio de instrumentación de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- La automatización de la transferencia es absolutamente competente, contrastándola con un sistema manual, ya que se consigue una ejecución más rápida, sin la necesidad de una intervención humana.
- Al analizar las mediciones eléctricas del sistema de transferencia se llegó a la conclusión de que, al utilizar la red de respaldo o la red principal, los parámetros eléctricos estarán siempre bajo las normas establecidas.

6.2. RECOMENDACIONES

- En el caso de que no se den apagones o se esté utilizando solo la red eléctrica principal durante 7 o más días, se recomendaría realizar un cambio manual a la red fotovoltaica para la utilización de la batería para realizar el ciclo de liberación de carga, manteniendo el buen estado de la batería y prolongando su vida útil.
- Para el mantenimiento del sistema de transferencia no permitir la manipulación del sistema de transferencia por personal no autorizado, y es necesario el uso del manual de mantenimiento.
- Para todo tipo de sistemas de transferencia, se recomienda que su diseño se haga para que trabajen a valores cercanos al 100 % de su capacidad, con el fin de obtener rendimientos de económicos y técnicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. J. Banyeras, *Generación de energía solar fotovoltaica*. Marcombo, 2013.
- [2] L. A. Lucas Vera, «ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA GRUPO ELECTRÓGENO DEL HOSPITAL BÁSICO TOSAGUA.», Thesis, 2018. Accedido: 3 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/1683>
- [3] J. Díaz-Rodríguez, L. Pabón-Fernández, y A. Pardo-García, «Sistema Híbrido de Energía Utilizando Energía Solar y Red Eléctrica», *Lámpsakos*, n.º 7, Art. n.º 7, jun. 2012, doi: 10.21501/21454086.846.
- [4] I. L. Kosow, *Control de máquinas eléctricas*. Reverte, 2009.
- [5] G. A. Marron Pena, «Control, protection and measuring switchboards; Tableros de control, proteccion y medicion», dic. 1997, Accedido: 3 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/680163>
- [6] G. E. Harper, *Fundamentos de instalaciones electricas de mediana y alta tension / Fundamentals of Electrical Installations of Medium and High Tension*. Editorial Limusa, 2006.
- [7] RedUSERS, *Electricidad - Instalaciones eléctricas: Diagrame y ejecute proyectos profesionales*. RedUsers, 2016.
- [8] G. E. Harper, *ABC de Las Intalaciones Electricas Industriales*. Editorial Limusa, 2002.
- [9] J. L. V. Labarta, *Automatismos Industriales*. Editorial Donostiarra Sa, 2012.
- [10] J. L. V. Labarta, *Introducción a los circuitos eléctricos industriales*. Editorial Donostiarra Sa, 2012.
- [11] R. V. JOSÉ, *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Editorial Paraninfo, 2010.
- [12] *Energía solar fotovoltaica*. FC Editorial, 2007.
- [13] F. H. M. Sarmiento y D. F. G. Molano, «Corrección activa del factor de potencia en cargas no lineales», *Tecnura*, vol. 7, n.º 14, Art. n.º 14, ene. 2004, doi: 10.14483/22487638.6184.
- [14] A. Gac, *Técnico electricista 12 - Luminotecnia: Curso visual y gráfico*. RedUsers, 2016.

- [15] «LP_PROF_ATG», *Philips*. <https://www.lighting.philips.com.pe/prof> (accedido 15 de marzo de 2022).
- [16] A. SA, *Aplicaciones del LED en diseño de iluminación*. Marcombo, 2020.
- [17] «Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN – Ecuador». <https://www.normalizacion.gob.ec/> (accedido 4 de marzo de 2022).
- [18] J. Balcells, J. Autonell, V. Barra, Brossa, Fornieles, y Garcia, *Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica*. Marcombo, 2010.
- [19] G. E. Harper, *El ABC de la calidad de la energía eléctrica*. Editorial Limusa S.A. De C.V., 2004.
- [20] Usunáriz, «Normativas aplicables a la calida electrica EN 50160». <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0046945>
- [21] ARCERNNR, «REGULACIÓN ARCERNNR - Nro,OO2/20», *ARCERNNR*. <https://www.gob.ec/ARCERNNR>
- [22] «Schneider Ecuador». <https://www.se.com/co/es/about-us/company-profile/schneider-ecuador.jsp> (accedido 7 de marzo de 2022).

8. ANEXOS

Anexo 1: Ficha Técnica Interruptor Termomagnético



Hoja de datos del Producto **A9F74220** Características



Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IC60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Corriente nominal (In)	20 A
Tipo de red	CA DC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Poder de corte	6 kA Icu acorde a EN/IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 10 kA Icu acorde a EN/IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 20 kA Icu acorde a EN/IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 6000 A Icn acorde a EN/IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 36 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 12...60 V AC 50/60 Hz 10 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - <= 125 V DC 36 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 100...133 V AC 50/60 Hz
Categoría de utilización	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Si acorde a EN 60947-2 Si acorde a IEC 60947-2 Si acorde a EN 60898-1 Si acorde a IEC 60898-1
Normas	EN 60898-1 EN 60947-2 IEC 60898-1 IEC 60947-2

Complementaria

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	6000 A 100 % x Icu acorde a EN 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 4.5 kA 75 % x Icu acorde a IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % x Icu acorde a EN 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 75 % x Icu acorde a EN 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4.5 kA 75 % x Icu acorde a EN 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % x Icu acorde a IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 75 % x Icu acorde a IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % x Icu acorde a IEC 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % x Icu acorde a EN 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % x Icu acorde a IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 10 kA 100 % x Icu acorde a IEC 60947-2 - 72...125 V DC 10 kA 100 % x Icu acorde a EN 60947-2 - 72...125 V DC
Clase de limitación	3 acorde a EN 60898-1 3 acorde a IEC 60898-1

La información proporcionada en esta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas sobre el rendimiento de los productos que se incluyen en este documento. Es el deber de dicho usuario o integrador realizar el análisis de riesgo, la evaluación y la prueba de los productos con respecto a la aplicación específica relevante o al uso de los mismos. Ni Schneider Electric Industries S.A.S. ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables del mal uso de la información.



[U _i] tensión asignada de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 500 V CA 50/60 Hz acorde a EN 60947-2
[U _{imp}] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV acorde a EN 60947-2 6 kV acorde a IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Tipo de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	Sí arriba o abajo
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,25 kg
Color	Blanco
Endurancia mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple, arriba o abajo rígido cableado(s) 1...25 mm ² max Terminal simple, arriba o abajo Flexible cableado(s) 1...16 mm ² max
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm arriba o abajo
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Ambiente

grado de protección IP	IP20 acorde a EN 60529 IP20 acorde a IEC 60529
grado de contaminación	3 acorde a EN 60947-2 3 acorde a IEC 60947-2
categoría de sobretensión	IV
tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
humedad relativa	95 % (55 °C)
altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C


Sostenibilidad de la oferta

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Conforme - desde 0627 - Declaración de conformidad de Schneider Electric
REACH	La referencia no contiene SVHC por encima del umbral
perfil ambiental del producto	Available
instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	Need no specific recycling operations



Complementary

	Commercial Status	Commercialised	
	Range of product	Zelio Relay	
	Series name	Miniature	
	Product or component type	Plug-in relay	
	Device short name	RXM	
	Contacts type and composition	4 C/O	
	Control circuit voltage	110 V DC	
	[Ithe] conventional enclosed thermal current	6 A at -40...55 °C	
	Status LED	Without	
	Control type	Pushbutton	
	Utilisation coefficient	20 %	
	Shape of pin	Flat	
	[Ui] rated insulation voltage	300 V conforming to UL 300 V conforming to CSA 250 V conforming to IEC	
	[Uimp] rated impulse withstand voltage	2.5 kV for 1.2/50 μs	
	Contacts material	AgNi	
	[Ie] rated operational current	8 A at 30 V DC conforming to UL 6 A at 277 V AC conforming to UL 6 A at 250 V AC (NO) conforming to IEC 6 A at 28 V DC (NO) conforming to IEC 3 A at 250 V AC (NC) conforming to IEC 3 A at 28 V DC (NC) conforming to IEC	
	Maximum switching voltage	250 V conforming to IEC	
	Resistive rated load	6 A at 28 V DC 6 A at 250 V AC	
	Maximum switching capacity	1500 VA/168 W	
	Minimum switching capacity	170 mW at 10 mA, 17 V	
	Operating rate	<= 18000 cycles/hour no-load <= 1200 cycles/hour under load	

Mechanical durability	10000000 cycles	
Electrical durability	100000 cycles for resistive load	
Average coil consumption in W	0.9 W	
Drop-out voltage threshold	$\geq 0.1 U_c$	
Operate time	20 ms	
Release time	20 ms	
Average coil resistance	13440 Ohm at 20 °C +/- 10 %	
Rated operational voltage limits	88...121 V DC	
Protection category	RT I	
Operating position	Any position	
Product weight	0.037 kg	
Jan 26, 2015		1





Anexo 3:

Enclavamiento LUV1

Dispositivo mecánico para garantizar que dos (2) contactores no operen simultáneamente. Uno permanecerá inhibido, mientras el otro se encuentra activado.

Código	Tipo	Contactores
392-480	LUV1 (AC)	LS4...LS37
392-481	LUV1 (DC)	LS4...LS17, LS37
307-342	KIT 87	LS47...LS87
307-337	KIT147	LS107...LS147
307-338	KIT207	LS177...LS207
307-339	KIT307	LS247...LS307
304-617	LUV375H	LS220K...LS375K
304-619	LUV450V	LS450K



Modelos	LS 220K	LS 280K	LS 375K	LS 450K
				
Tensión de aislamiento (VAC)	1000	1000	1000	1000
Intensidad nominal (A)				
AC1	600	700	1000	1250
AC3 I _{max} @440VAC	420	550	700	825
Potencia máxima del motor (kW) AC3				
@220 VAC	125	160	220	250
@400 VAC	220	280	375	450
@440 VAC	230	315	400	450
@480 VAC	300	400	480	500

Operación DC

Especificaciones técnicas

Modelos	LS 07	LS 4	LS 7	LS 17	LS 27	LS 37	
Vida mecánica útil (N° opsx 10 ⁶)	15	15	15	15	-	15	
Intensidad nominal (A)							
DC-1 24-220VDC	10	20	25	32	40	50	
DC-3 y DC-5	24-110VDC	-	20	25	32	40	50
	110-220VDC	-	4	6	8	10	16
Frecuencia operación (maniobras/h)	50	50	50	50	50	50	
Operación bobinas							
Tolerancia de voltaje % V _n	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	
Consumo de potencia							
Conexión (W)	2,4	6,5	6,5	6,5	-	8	
Mantenimiento (W)	2,4	6,5	6,5	6,5	-	8	

Especificaciones técnicas

Modelos	LS 47	LS 57	LS 77	LS 87	LS 107	LS 147	
Vida mecánica útil (N° opsx 10 ⁶)	3	3	3	3	3	3	
Intensidad nominal (A)							
DC-1 24-220VDC	90	100	110	110	180	180	
DC-3 y DC-5	24-110VDC	90	100	110	110	180	180
	110-220VDC	25	32	40	40	80	80
Frecuencia operación (maniobras/h)	50	50	50	50	50	50	
Operación bobinas							
Tolerancia de voltaje % V _n	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	-20 a +10	
Consumo de potencia							
Conexión (W)	190	190	190	190	310	390	
Mantenimiento (W)	5	5	5	5	5	6	

Anexo 4: Manual de mantenimiento



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

SISTEMA DE ILUMINACIÓN FOTOVOLTAICO DE RESPALDO

Autores:

Bedoya Pastuña Jhonatan Joel

Tisalema Bravo Holguer Medardo

Tutor académico:

Mg. Cabrera Celi Gabriela Cristina

LATACUNGA-ECUADOR

2022

TABLA DE CONTENIDOS

1 Introducción	77
1.1 Finalidad	77
1.2 Audiencia	77
2 Descripción Del Sistema	77
2.1 Características Principales	77
2.2 Inventario	77
2.3 Operaciones Del Sistema	78
2.4 Arquitectura Del Sistema	78
3 Instrucciones	79
3.1 Indicaciones Iniciales	79
3.2 Controles De Inicio	79
3.3 Inicio Del Sistema	80
3.4 Detener El Sistema	81
3.5 Suspensión Del Sistema	81
4 Mantenimiento Del Sistema	81
5 Funciones Y Responsabilidades	82
6 Requisitos Reglamentarios	82
7 Recomendaciones	82

1 INTRODUCCIÓN

1.1 FINALIDAD

Este manual de transferencia tiene como fin describir las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en el sistema de transferencia para efectuar la función de mantenimiento y su operación.

1.2 AUDIENCIA

Manual dirigido al personal encargado del laboratorio de CIYA y a los alumnos que dispongan la maniobra o mantenimiento del sistema.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El sistema de transferencia está diseñado para mantener en funcionamiento el sistema de iluminación del laboratorio de instrumentación, el cual está compuesto por dos circuitos alimentados principalmente por el sistema fotovoltaico ubicado en el cuarto de energías renovables y una red de energía de respaldo que se ubica en el tablero principal de los laboratorios en la salida K2.

Internamente el tablero de transferencia lleva dispositivos de control y de fuerza como son los que se indica en la Tabla 2.1

2.2 INVENTARIO

Tabla 1 Materiales del Tablero de control

Materiales seleccionados		Cantidad
Interruptor termo magnético	Schneider para riel din 1 Polo 20 Amperios Curva C Acti9 iC60N	2
Relé de control	Relé sin enclavamiento Schneider Electric 4PDT bobina 110V	1
Contactores	Contactador LS de 22A con bobina 120V o 220V	2

Bloqueo de contactores	Block de enclavamiento mecánico para contactor LS MC9-150 contacto auxiliar 1NO+1NC	1
Señalización	Voltímetro Digital Luz Piloto Panel 20 - 500 V	2
Elementos de control	XBD33 SELECTOR 3P 2NA	2
Gabinete	Gabinete metálico 300x200x150	1

2.3 OPERACIONES DEL SISTEMA

El tablero de control de transferencia al ser alimentado por dos redes de energía lo que hace es detectar el corte de energía en el sistema fotovoltaico mediante un relé enclavará el contactor KM2 el cual dará paso a que se energice el sistema mediante la red de respaldo suministrada por la empresa eléctrica

El sistema cuenta con dos modos de maniobra, manual y automática de esta forma se puede realizar la transferencia sin la necesidad de la interacción humana a menos que sea completamente necesario

2.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

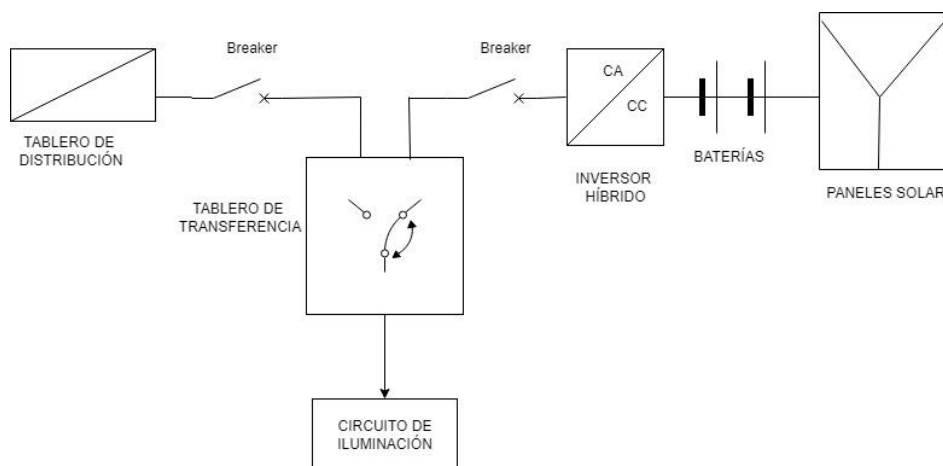


Figura 1 Sistema de transferencia

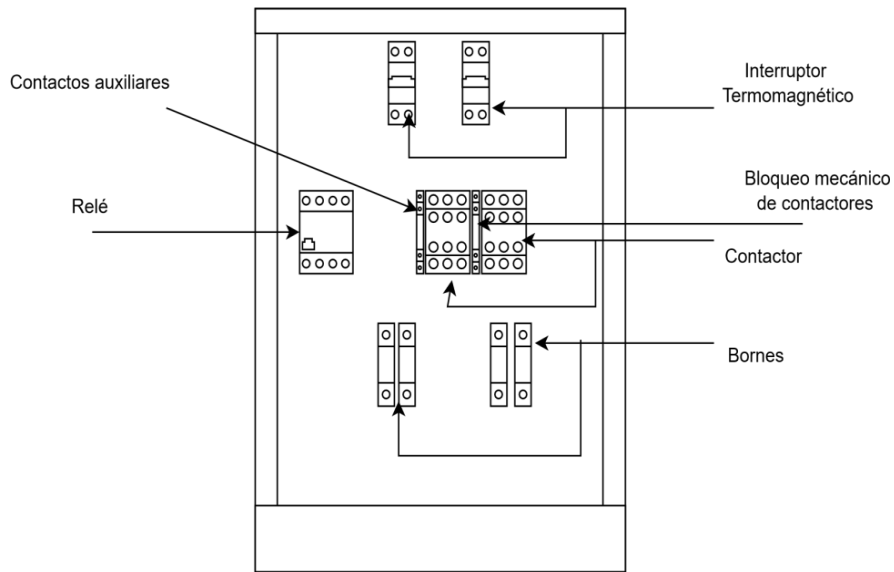


Figura 2 Distribucion del tblero de control

3 INSTRUCCIONES

3.1 INDICACIONES INICIALES

Para el inicio del sistema y o su manipulación es importante el uso de este manual o la presencia de personal autorizado.

Para el encendido del sistema será mediante el uso de los selectores que están en el exterior del gabinete por lo que no hay necesidad de abrirlo.

Mientras el sistema esté operando las luces indicaran que red está en uso.

3.2 CONTROLES DE INICIO



Figura 3 Sistema de Control



Figura 4 Voltímetros y señalización

3.3 INICIO DEL SISTEMA

Para dar inicio al sistema se inicia por configurar el sistema si se lo va a utilizar en modo manual o automático utilizando el selector S1 en la posición 1 que es automatico, 0 que es apagado y 2 que es manual como se muestra en la Figura 5.



Figura 5 Selector S1

Si se utiliza la configuración en modo automático no es necesario la utilización ninguna otra maniobra el sistema hará todo autónomamente.

En cuanto al modo manual una vez ubicado el selector S1 en modo manual se pasará a utilizar el selector S2 que se muestra en la Figura 5, en el cual se podrá elegir el tipo de red a utilizar



Figura 6 Selector S2

3.4 DETENER EL SISTEMA

Para detener el sistema simplemente se debe poner el selector S1 en la posición 0 que es apagado.

3.5 SUSPENSIÓN DEL SISTEMA

Si es necesario una suspensión del sistema por completo se debe apagar el sistema fotovoltaico que se encuentra en el cuarto de energías renovables.

4 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El tablero de transferencia requiere de un mantenimiento preventivo cada 3 o 4 meses, en los cuales se le debe realizar una limpieza de preferencia con limpiador de contactos y no es necesaria algún otro tipo de manipulación

Los sistemas al ser un conjunto de dispositivos eléctricos llegaran a tener fallas por lo cual se necesitará hacer un mantenimiento, para lo que se pone las siguientes posibles fallas descritas en la Tabla 2.

Tabla 2 Posibles problemas en el sistema

Problema	Posibles causas	Solución
No enciende el tablero de transferencia	<ul style="list-style-type: none"> Revisar si llega energía al tablero con un multímetro, si no llega revisar que las baterías estén cargadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Cargar la batería. Subir las protecciones

No realiza la transferencia	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que el relé esté operando • Revisar un bloqueo en los contactores 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio del relé • Cambio del bloqueo mecánico • Cambio de los contactores • Reajuste de contactos
Luces piloto no enciende	Revisar que exista energía eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de las luces piloto • Reajuste de los contactos
Selectores no varían su posición	<p>Deterioro de los selectores por su utilización</p> <p>Contactos auxiliares no abren ni cierran el circuito</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de los selectores • Cambio de contactos auxiliares

5 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

Cada una de las acciones detalladas en la Tabla 2 deben ser bajo la autorización de la persona a cargo del taller el cual entregará este manual al usuario o se encargará de estar presente durante el mantenimiento.

6 REQUISITOS REGLAMENTARIOS

Uso obligatorio de equipo de protección personal.

No abrir el gabinete a menos que sea absolutamente necesario.

7 RECOMENDACIONES

Para la sustitución de algún dispositivo es recomendable recurrir a la tabla 1 en la cual se especifica la marca y el modelo de los dispositivos.

Una vez realizado los mantenimientos hay que registrarlos en la Tabla 3 de este manual.

