



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**TEMA:**

Diseño del Alimentador Mamey, utilizando SCADA, CYMDIST y Gancho Amperímetro MT para mitigar los cortes de energía eléctrica, en la subestación Terminal Terrestre de la ciudad de Babahoyo en la unidad de negocio CNEL Los Ríos - Ecuador

**AUTOR:**

Andrade Andrade, Joffre Rubén  
Rodríguez Baidal, Christopher Javier

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**TUTOR:**

Ing. Quezada Calle, Edgar Raúl. MSc.

**Guayaquil, Ecuador**

**4 de septiembre del 2024**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular fue realizado en su totalidad por Andrade Andrade, Joffre Rubén y Rodríguez Baidal, Christopher Javier, como requerimiento para la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD.

TUTOR

Ing. Quezada Calle, Edgar Raúl. MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. PHD.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2024



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Andrade Andrade, Joffre Rubén  
Rodríguez Baidal, Christopher Javier

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Integración Curricular **“Diseño del Alimentador Mamey, utilizando SCADA, CYMDIST y Gancho Amperímetro MT para mitigar los cortes de energía eléctrica, en la subestación Terminal Terrestre de la ciudad de Babahoyo en la unidad de negocio CNEL Los Ríos - Ecuador”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electricidad**, 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 Integración Curricular referido.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2024

EL AUTOR

Andrade Andrade, Joffre Rubén

Rodríguez Baidal, Christopher Javier



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

### AUTORIZACIÓN

Yo, Rodríguez Baidal, Christopher Javier

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: **“Diseño del Alimentador Mamey, utilizando SCADA, CYMDIST y Gancho Amperímetro MT para mitigar los cortes de energía eléctrica, en la subestación Terminal Terrestre de la ciudad de Babahoyo en la unidad de negocio CNEL Los Ríos - Ecuador”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2024

EL AUTOR

---

Andrade Andrade, Joffre Rubén

---

Rodríguez Baidal, Christopher Javier



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

Joffre Ruben Andrade & Christopher Rodriguez Baidal V12 Final

**3%**  
Textos sospechosos

- 1% Similitudes
- 0% similitudes entre comillas
- < 1% entre las fuentes mencionadas
- < 1% Idiomas no reconocidos
- 2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Joffre Ruben Andrade & Christopher Rodriguez Baidal V12 Final.docx  
ID del documento: 81e7cc44f466d53e8e8bd904eab5f9c5e96851e  
Tamaño del documento original: 555 MB

Depositante: Edgar Raúl Quezada Calle  
Fecha de depósito: 13/8/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 13/8/2024

Número de palabras: 17.376  
Número de caracteres: 127.807

Ubicación de las similitudes en el documento:

**Fuentes principales detectadas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Avance Final_Tesis_Ariel Angulo_B2023.docx   Avance Final_Tesis_Ariel An... #2c2ba El documento proviene de mi grupo 24 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (352 palabras)
2	repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/2317/127071/1/UCSG-PRE-TEC-EM-203.pdf 23 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (283 palabras)
3	TESIS SR. EDGAR ZUÑIGA 2.docx   TESIS SR. EDGAR ZUÑIGA 2 #2c2ba El documento proviene de mi grupo 20 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (246 palabras)
4	Tesis_Carrillo_González_v1.docx   Tesis_Carrillo_González_v1 #a17ed8 El documento proviene de mi grupo 19 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (225 palabras)
5	repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/2317/142831/1/UCSG-PRE-TEC-EM-239.pdf 18 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (198 palabras)

**Fuentes con similitudes fortuitas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis ( PLAGIO).pdf   Tesis Plagio #73ede El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
2	www.unach.edu.ec https://www.unach.edu.ec/wp-content/uploads/2021/03/Formulario-registro-y-Autorización-Trabajo...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	bibdigital.unp.edu.ec http://bibdigital.unp.edu.ec/bitstream/15000/25306/1/CD_13928.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	dspace.ups.edu.ec   Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesia... http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27451	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
5	sedic.unlp.edu.ar   Sistemas de distribución primaria aéreos y uso de reconectad... http://sedic.unlp.edu.ar/handle/10915/161221	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)

**Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)** Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://altatecnologia.com.mx/lo-que-debes-saber-de-los-seccionadores/>
- <http://localhost/handle/27000/11635>
- <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25021>
- <https://hdl.handle.net/11323/12846>
- <https://www.certicalia.com/blog/pinzas-amperimetrica-funcionamiento>

*Edgar Raúl Quezada Calle*  
13-08-2024 10:19

Reporte Compilatio del 3%

Atentamente,

Ing. Quezada Calle, Edgar Raúl. MSc.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todo lo que me han brindado ya que ha sido muy generoso en el trayecto de mi vida. A mis padres Gerardo y Magdalena que me dieron todo el apoyo incondicional para poder culminar este gran paso en mi vida, inculcándome valores de siempre culminar mis objetivos pese a los obstáculos encontrados en el camino.

A mi esposa Silvana Pazmiño e hijas que estuvo en todo el proceso de estudio y culminación de esta meta dándome todo el apoyo para superar las etapas más difíciles.

A mis compañeros de trabajo del departamento de Ingeniería y Construcción, que me apoyaron durante mi carrera universitaria. A mi abuela Angelita Dávila por su gran cariño y apoyo incondicional.

Y mi agradecimiento a todas esas personas que me apoyaron con sus consejos y conocimiento para poder mantenerme estudiando y trabajando en la empresa. CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL. EP Los Ríos) por permitir desarrollar el proyecto de mi tesis. A mi tutor y a mi director de carrera por la colaboración y ayuda brindada en cada consulta realiza para realizar este trabajo de titulación.

Andrade Andrade, Joffre Rubén

## DEDICATORIA

Este trabajo lo hago en memoria de todas las personas que, durante los años de estudios, me han acompañado y han aportado su granito de arena. Personas que continúan dando su apoyo incondicional en cada momento de mi vida como es mi familia, amigos y seres queridos, y también por esas personas que ya no están físicamente a mi lado, pero que en mis recuerdos y corazón siempre lo estarán, gracias a sus consejos y ejemplo soy la persona que soy. No puedo olvidar a las dos mujeres de mi vida, mi madre y esposa que con su constante apoyo, consejos y amor me han inculcado valores y principios para continuar con un futuro estable y feliz. Finalmente dedico este trabajo a las adversidades que se presentan en algún momento de la vida, estos pequeños tropiezos, nos dan la oportunidad de conocer realmente de que estamos hecho y sacar el coraje necesario para cumplir las metas y sueños que tanto anhelamos conseguir.

Andrade Andrade, Joffre Rubén

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento es un sentimiento que la vida regala a cada persona, por eso primero que quiero agradecer es a Dios por darme la salud, el entendimiento, la fuerza y perseverancia para cumplir mi meta y convertirme en un profesional.

A las autoridades y docentes de la prestigiosa Universidad Católica Santiago de Guayaquil, al Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar PhD. Director de carrera, al Ing. Édgar Raúl Quezada Calle tutor de la tesis, por impartirme sus conocimientos, brindarme apoyo y oportunidades para alcanzar mi objetivo anhelado como es obtener mi título profesional en Ing. en electricidad.

A mi familia por ser un ejemplo para seguir, a mis amigos y compañeros de trabajo CNEL EP por apoyarme, motivarme a seguir a pesar de las adversidades y dificultades presentadas a cumplir mi objetivo propuesto ser Ingeniero de la República del Ecuador.

Rodríguez Baidal, Christopher Javier



## **DEDICATORIA**

Dedico mi carrera profesional a mi familia por todo el apoyo brindado en especial a mis padres e hija por todo su esfuerzo, inspiración, confianza en este gran logro, a mis amigos que la vida puso en mi camino, los que están y para los que no están en este mundo terrenal, pero que siempre están presente en mi mente y mi corazón, siempre con mente positiva, ya que todo esfuerzo tiene su recompensa.


Rodríguez Baidal, Christopher Javier



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f.  \_\_\_\_\_

**ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO. PHD.**

**DIRECTOR DE CARRERA**

f.  \_\_\_\_\_

**ING. UBILLA GONZÁLEZ, RICARDO XAVIER, MSC.**

**COORDINADOR DE ÁREA**

f.  \_\_\_\_\_

**ING. BONILLA SÁNCHEZ, RONNIE ALEXANDER, MSC.**

**OPONENTE**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
INDICE DE TABLAS.....	XV
Resumen.....	XVII
Capítulo 1: Descripción general del trabajo de titulación.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Definición del Problema.....	3
1.4 Justificación del Problema.....	3
1.5  Objetivos del Problema de Investigación.....	4
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivos específicos.....	4
1.6 Hipótesis.....	4
1.7 Metodología de Investigación.....	4
Capítulo 2: Fundamentación Teórica.....	6
2.1 Sistemas SCADA en industrias.....	6
2.1.1 Sistemas SCADA en el ahorro de energía y la reducción de pérdidas.....	9
2.1.2 Ciberseguridad en sistemas SCADA.....	11
2.2 Funcionalidades principales del software CYMDIST.....	12
2.2.1 Integración del software CYMDIST en los sistemas SCADA.....	13
2.3 Principios fundamentales de los reconectores monofásicos.....	15
2.3.1 Funcionamiento de los reconectores trifásicos.....	16
2.3.2 Configuraciones claves en los reconectores.....	17
2.3.3 Indicadores comunes utilizados para evaluar los reconectores .....	18
2.3.4 Eficiencia general de los reconectores en las redes de distribución eléctrica.....	19
2.3.5 Uso de los reconectores monofásicos y trifásicos.....	20
2.4 Seccionador de media tensión.....	21
2.5 Pinza o gancho amperimétrico de tensión.....	24
Capítulo 3: Aportes de la investigación.....	26

3.1 Análisis del sistema eléctrico del Alimentador Mamey utilizando la herramienta SCADA.....	26
3.2 Análisis eléctrico de voltajes y corrientes del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reporte de SCADA .....	33
3.3 Análisis eléctrico de corrientes del Alimentador Mamey utilizando el Gancho Amperimétrico.....	37
Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones .....	39
4.1 Conclusiones .....	39
4.2 Recomendaciones .....	40
Bibliografías.....	41
Anexo 1 .....	2

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 2:

<b>Figura 2.1:</b> Partes de un sistema SCADA. ....	6
<b>Figura 2.2:</b> HMI en los sistema SCADA. ....	7
<b>Figura 2.3:</b> Conexión de PLC y sensores con el sistema SCADA. ....	8
<b>Figura 2.4:</b> WinCC V7 o WinCC con sistemas SCADA. ....	9
<b>Figura 2.5:</b> Protocolo de comunicación RTU con sistemas SCADA. ....	10
<b>Figura 2.6:</b> Sistema SCADA para monitorización de datos. ....	11
<b>Figura 2.7:</b> Herramienta CYME en redes eléctricas. ....	12
<b>Figura 2.8:</b> Estándar ANSI en dispositivos de protección. ....	13
<b>Figura 2.9:</b> CYMDIST en sistemas de subtransmisión. ....	14
<b>Figura 2.10:</b> CYMDIST en análisis de fallas. ....	14
<b>Figura 2.11:</b> Reconectador Monofásico NOJA Power de 38 kV. ....	15
<b>Figura 2.12:</b> Reconectador Trifásicos Viper S. ....	16
<b>Figura 2.13:</b> Partes de un reconectador o recloser. ....	17
<b>Figura 2.14:</b> Puesta a tierra para reconectores OSM. ....	18
<b>Figura 2.15:</b> Optimización de los reconectores. ....	19
<b>Figura 2.16:</b> Reconectores instalados en subestaciones eléctricas. ....	20
<b>Figura 2.17:</b> Seccionador de media tensión. ....	21
<b>Figura 2.18:</b> Partes de un seccionador de baja y media tensión. ....	22
<b>Figura 2.19:</b> Gancho amperométrico que mide corrientes en media tensión. .....	24
<b>Figura 2.20:</b> Gancho amperométrico para la medición de corriente. ....	25

### Capítulo 3:

<b>Figura 3.1:</b> Vista Ortogonal de las subestaciones del sistema SCADA. ....	27
<b>Figura 3.2:</b> Vista general de la subestación a través del sistema SCADA. ..	27
<b>Figura 3.3:</b> Vista geográfica de la subestación a través del sistema SCADA. .....	28

<b>Figura 3.4:</b> Reconectores de transferencia a través del sistema SCADA. .....	31
<b>Figura 3.5:</b> Reconectores de línea a través del sistema SCADA.....	32
<b>Figura 3.6:</b> Corrientes del principal a 13.8kv de la subestación eléctrica a través del sistema SCADA. ....	33
<b>Figura 3.7:</b> Uso de Gancho amperimétrico en el Alimentador Mamey.....	37
<b>Figura 3.8:</b> Medición de corriente línea A del Alimentador Mamey.....	37
 <b>Anexos:</b>	
Figura A1: Diagrama eléctrico del Alimentador eléctrico Mamey en AutoCAD. .....	23
Figura A2: Medición en líneas en Alimentador Mamey. ....	18
Figura A3: Medición en líneas en Primer Seccionamiento. ....	18

## INDICE DE TABLAS

### **Capítulo 3:**

<b>Tabla 3.1:</b> Monitoreo de los estados de los equipos del sistema SCADA. ....	29
<b>Tabla 3.2:</b> Líneas de subtransmisión a través del sistema SCADA. ....	30
<b>Tabla 3.3:</b> Corrientes mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey. ....	34
<b>Tabla 3.4:</b> Potencias activas mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey. ....	34
<b>Tabla 3.5:</b> Potencias reactivas mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey. ....	35
<b>Tabla 3.6:</b> Factores de potencias mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey. ....	36
<b>Tabla 3.7:</b> Voltajes entre líneas mínimos, máximos y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey. ....	36
<b>Tabla 3.8:</b> Corrientes de líneas registradas por el gancho amperimétrico. ..	38

### **Anexos:**

Tabla A1: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 1 de junio del 2024. ....	2
Tabla A2: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 2 de junio del 2024. ....	3
Tabla A3: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 3 de junio del 2024. ....	4
Tabla A4: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 4 de junio del 2024. ....	5
Tabla A5: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 5 de junio del 2024. ....	6
Tabla A6: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 6 de junio del 2024. ....	7

Tabla A7: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 7 de junio del 2024.....	8
Tabla A8: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 8 de junio del 2024.....	9
Tabla A9: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 8 de junio del 2024.....	10
Tabla A10: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 10 de junio del 2024.....	11
Tabla A11: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 11 de junio del 2024.....	12
Tabla A12: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 12 de junio del 2024.....	13
Tabla A13: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 13 de junio del 2024.....	14
Tabla A14: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 14 de junio del 2024.....	15
Tabla A15: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 15 de junio del 2024.....	16
Tabla A16: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 16 de junio del 2024.....	17
Tabla A17: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 17 de junio del 2024.....	18
Tabla A18: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 18 de junio del 2024.....	19
Tabla A19: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 19 de junio del 2024.....	20
Tabla A20: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 20 de junio del 2024.....	21
Tabla A21: Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 21 de junio del 2024.....	22



## Resumen

El presente trabajo de integración curricular se basa en la minimización de los cortes de energía en el sector EL Mamey mediante la implementación de estrategias y tecnologías que optimicen el funcionamiento del alimentador Mamey. Mediante la implementación de las estrategias y tecnologías propuestas, será posible reducir en un 98% los cortes de energía en el sector, mejorando así la calidad y la confiabilidad del suministro eléctrico. Se pretende analizar detalladamente la capacidad de carga del sector EL Mamey mediante la utilización de herramientas como SCADA (Supervisor y Control And Data Acquisition) y CYMDIST, en base a estos datos se elabora el diseño de un diagrama eléctrico del alimentador Mamey que incluya reconectores, seccionadores tipo fusible, tipo barra y tripsaver, con el objetivo de mejorar la operatividad y la seguridad del sistema. Este estudio proporcionará la prevención de daños en los reconectores monofásicos y trifásico, seccionadores tripSaver, los fusibles tipo K, transformadores convencionales y autoprotegidos, paneles de control de los equipos de protección, evitando sobrecargas lo cual contribuye a prolongar la vida útil de los mismos, también reducirá los intervalos de mantenimiento preventivo y correctivo. El procedimiento de investigación utilizado de tipo bibliográfico para una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre sistemas SCADA, CYMDISK y el uso de ganchos amperimétricos en media tensión.

**Palabras claves:** SCADA, CYMDISK, Gancho Amperimétrico de Media Tensión, Sobre Dimensionamiento, Desbalance de Cargas, Cortes de Energía y Suministro Eléctrico.

## ABSTRACT

This curricular integration work is based on the minimization of power outages in the EL Mamey sector through the implementation of strategies and technologies that optimize the operation of the Mamey feeder. By implementing the proposed strategies and technologies, it will be possible to reduce power outages in the sector by 98%, thus improving the quality and reliability of the electrical supply. It is intended to analyze in detail the load capacity of the EL Mamey sector through the use of tools such as SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) and CYMDIST, based on this data, the design of an electrical diagram of the Mamey feeder is prepared, which includes reclosers, fuse-type, bar-type and tripsaver disconnectors, with the aim of improving the operability and safety of the system. This study will provide the prevention of damage to single-phase and three-phase reclosers, tripsaver disconnectors, K-type fuses, conventional and self-protected transformers, control panels of the protection equipment, avoiding overloads, which contributes to prolonging their useful life. It will also reduce preventive and corrective maintenance intervals. The research procedure used was bibliographical for an exhaustive review of the existing literature on SCADA systems, CYMDISK and the use of ammeters in medium voltage.

**Keywords:** SCADA, CYMDISK, Medium Voltage Ammeter Hook, Over Sizing, Load Imbalance, Power Outages and Electrical Supply.

# **Capítulo 1: Descripción general del trabajo de titulación**

## **1.1 Introducción**

El presente trabajo se enmarca en el campo de la ingeniería eléctrica, específicamente en el estudio y optimización de sistemas de distribución de energía. El suministro eléctrico confiable y eficiente es fundamental para el desarrollo socioeconómico de una comunidad. En este contexto, el estudio del alimentador Mamey surge como una necesidad para abordar los problemas de cortes de energía en el sector, con la finalidad de mejorar la calidad del suministro eléctrico y minimizar las interrupciones en el servicio.

## **1.2 Antecedentes**

La infraestructura eléctrica bien dimensionada representa un gran desafío, que se vuelve vital con el tiempo a medida que cambian las demandas energéticas y su suministro. La coordinación de carga y el dimensionamiento adecuado de la infraestructura eléctrica se han convertido en lo que parecen desafíos permanentes. Cuando el tamaño de la infraestructura eléctrica proporcionada no es el adecuado, es probable que no se use al máximo y, además, sea sobrecargada en términos de suministro de electricidad. (Salazar, 2024,págs. 12-14).

Entre las principales causas de los cortes de energía, se ha demostrado que está generado principalmente por el sobredimensionamiento y el desequilibrio de carga en la red de distribución. El sobredimensionamiento ocurre cuando la infraestructura instalada es mayor de la que realmente necesitarían las cargas resulta en derroches de inversiones no requeridas y aumento de costos de operación. El desequilibrio de carga, por otro lado, es cuando un circuito o parte de la red se alimenta más de lo demandado u otra alimentada menos, lo que resulta en sobrecargas o caídas del sistema en algunos puntos causando cortes en el suministro eléctrico en todo el área servida por esas partes del sistema (Achilie & Molina, 2024,págs. 17-20).

La aparición de estos obstáculos ha llevado al interés de muchos individuos y grupos en la elaboración de técnicas e instrumentos que permitan afrontarlos. Encontrar soluciones creativas para la actual determinación precisa de sus tamaños y un equilibrio óptimo de las cargas es un rasgo fundamental del diseño de los sistemas de distribución eléctrica. Esto proporcionará garantías tanto de confiabilidad como de rentabilidad, con lo cual cualquier investigación futura en el área no solo mitigará la frecuencia de cortes de energía, sino también facilitará la optimización del uso de recursos, lo que reducirá los mayores gastos en infraestructura eléctrica (Díaz & Ramírez, 2023, págs. 9-11).

### **1.3 Definición del Problema**

La presencia recurrente de cortes de energía en el sector, específicamente atribuidos al sobre dimensionamiento y desbalance de cargas en el alimentador Mamey. Esto implica una ineficiencia en el diseño y operación del sistema de distribución de energía en dicho sector. El sobre dimensionamiento y desbalance de cargas causa sobrecargas en los conductores, dispositivos de protección y equipos de distribución, lo que conlleva a la activación de mecanismos de seguridad como desconexiones automáticas para evitar daños en el sistema. Estas desconexiones resultan en cortes de energía que afectan la continuidad de las actividades diarias del sector industrial.

### **1.4 Justificación del Problema**

El correcto dimensionamiento mejorará el diseño y la configuración de la red eléctrica del alimentador Mamey, la misma facilitará una distribución eficiente de energía eléctrica, minimizando las pérdidas económicas en las industrias y sector comercial, además se evitará sobrecargas en los artefactos eléctricos de las viviendas, esto implica un flujo equilibrado de corriente. El aumento de la confiabilidad del suministro eléctrico en el sector.

El estudio proporcionará la prevención de daños en los reconectores monofásicos y trifásico, seccionadores tripsaver, los fusibles tipo K, transformadores convencionales y autoprotegidos, paneles de control de los

equipos de protección, evitando sobrecargas lo cual contribuye a prolongar la vida útil de los mismos, también reducirá los intervalos de mantenimiento preventivo y correctivo.

## **1.5 Objetivos del Problema de Investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

Minimizar los cortes de energía en el sector EL Mamey mediante el análisis detallado de la capacidad de carga y el uso de tecnologías avanzadas como SCADA, CYMDIST y herramientas de medición, mejorando la operatividad y seguridad del sistema de distribución eléctrica.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar detalladamente la capacidad de carga del sector EL Mamey mediante la utilización de herramientas como SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) y CYMDIST.
- Realizar las mediciones de corriente de las líneas del Alimentador EL Mamey, seccionamiento y soterrado, mediante el uso del gancho amperimétrico.
- Diseñar un diagrama eléctrico del alimentador Mamey que incluya reconectores, seccionadores tipo fusible, tipo barra y tripsaver, con el objetivo de mejorar la operatividad y la seguridad del sistema.

## **1.6 Hipótesis**

Se plantea que, mediante la implementación de las estrategias y tecnologías propuestas, será posible reducir en un 98% los cortes de energía en el sector, mejorando así la calidad y la confiabilidad del suministro eléctrico.

## **1.7 Metodología de Investigación**

Para establecer las bases teóricas necesarias, se llevará a cabo la metodología bibliográfica para obtener una revisión exhaustiva de la literatura ya existente sobre el sistema SCADA, CYMDISK y el uso de los ganchos amperimétricos en media tensión. Además, se contemplará y la revisión de libros, artículos académicos, normativas y reportes técnicos. Se permitirá abordar el desarrollo tecnológico y metodológico realizado en relación con la

minimización de paradas de energía, concretando el marco teórico del presente estudio (Tacle, 2022,págs. 17-19).

En el proceso de muestreo de la información por medio del SCADA y CYMDISK, será necesario apoyarse en las herramientas de análisis estadístico por medio de la metodología cuantitativa. Se recolectarán puntos de disgregación de información sobre la frecuencia, duración y origen de las paradas de energía, así como sobre la capacidad de carga del sistema. Se permite con la metodología cuantitativa identificar patrones, establecer correlación y capaz de ser validable sobre las medidas correctivas ya implementadas (Barros, 2024,págs. 18-19).

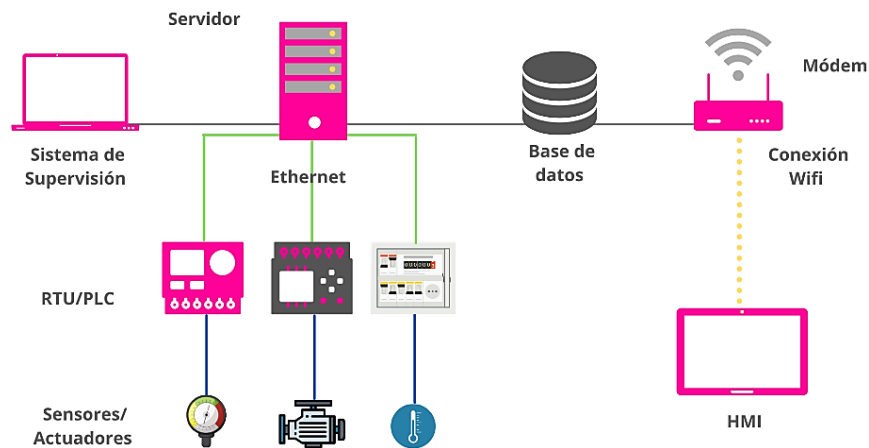
Además, se trabajará con la metodología descriptiva que permitirá ampliar la documentación sobre las características y condiciones técnicas del alimentador Mamey. Se permitirá lograr una visualización clara del contexto y elementos propios del objeto de estudio del presente trabajo. La descripción detalla de estos elementos será de vital importancia para poder adecuar los diagnósticos e intervenciones futuras (Cañari & Bacon, 2023,págs. 27-30).

## Capítulo 2: Fundamentación Teórica

### 2.1 Sistemas SCADA en industrias

La estructura de los sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) como se observa en la figura 2.1 se valora por su diversidad y por su complejidad, y fue concebida con el fin de posibilitar un seguimiento y un control fácil de los flujos industriales. En el centro de estos sistemas, se hallan los controladores lógicos programables (PLC) y las unidades terminales remotas (RTU), que tienen un papel significativo como elementos esenciales para la automatización y el control. Estos componentes tienen un rol significativo en la recolección de información del ámbito industrial y en la ejecución de órdenes de control provenientes de zonas de control central, esto garantiza una transmisión constante de datos y una respuesta ágil a las necesidades operativas (Córdova & Tapay, 2022,págs. 34-35).

**Figura 2.1:** Partes de un sistema SCADA.

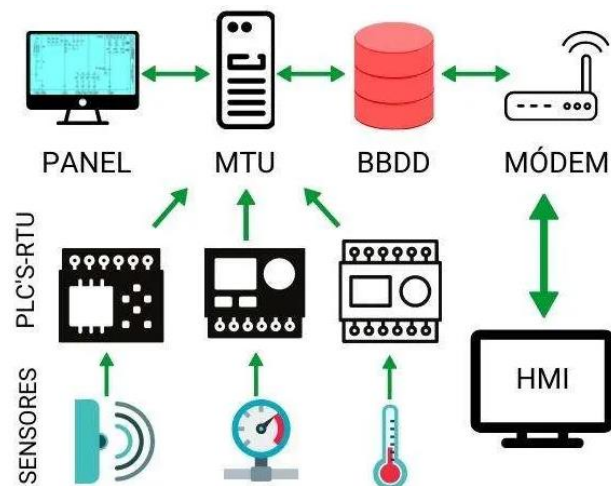


Nota: Sistema de supervisión conectado a un base de datos por medio de internet. Fuente: (Noblejas, 2021)

También, las interfaces hombre-máquina (HMI) como se ve en la figura 2.2 brindan una representación visualmente detallada de los datos de operación, de modo que los usuarios puedan interactuar de manera correcta con el sistema. Esto les proporciona la capacidad de tomar decisiones informadas y controlar pasos en tiempo real, esto tiene un gran efecto en la eficiencia y seguridad de la gestión de la industria. Los sensores ubicados en

el entorno de la industria como se observa en la figura 2.3 tienen un rol importante en la recolección de información fundamental acerca de diversas variables del físico, como, por ejemplo, presión, temperatura y flujo. Estos números son cruciales para la decisión correcta y precisa en los procedimientos industriales, esto permite una administración racional de los recursos y una optimización de la producción (Carriel, 2024,págs. 11-12).

**Figura 2.2:** HMI en los sistema SCADA.

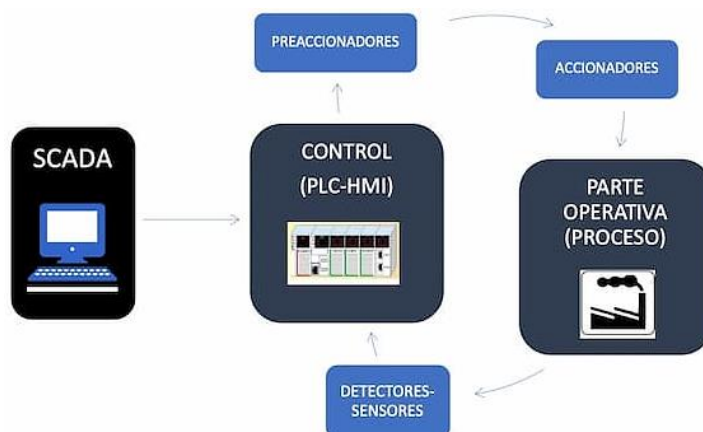


Nota: Conexiones del panel de control con los distintos sensores y PLC por comunicación HMI. Autor: (Electronicboard, 2022)

Esta intrincada red de componentes funciona en armonía con el software de administración de la industria, el cual analizará, interpretará y dará a conocer los datos de manera clara y concisa. Esto asegura que las actividades de la industria sean ejecutadas de manera segura, económica y eficaz, y que se generen resultados de calidad y producción acordados. En conjunto, los elementos en cuestión resaltan la importancia de los sistemas SCADA dentro de la industria automatizada, resaltando la importancia que tienen en los ecosistemas industriales actuales, que son cada vez más complejos y exigentes. La manera en la que se integren y funcionan en conjunto son esenciales para el triunfo y la capacidad de competencia de los operativos industriales contemporáneos (Méndez, 2021,págs. 5-10).



**Figura 2.3:** Conexión de PLC y sensores con el sistema SCADA.



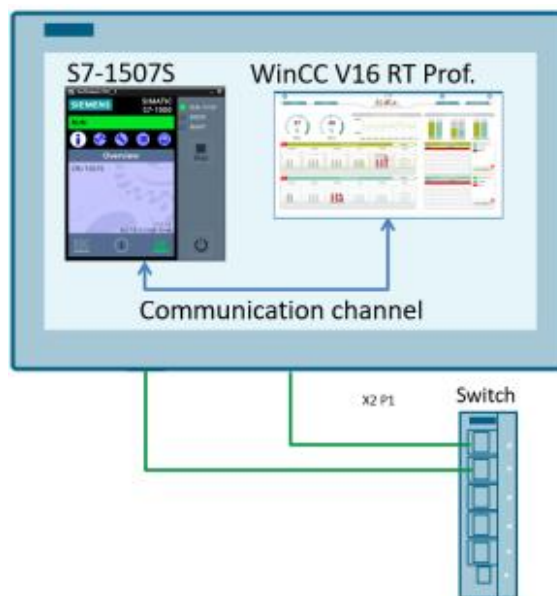
Nota: Funcionamiento del sistema de control del PLC con el HMI en la parte operativa del proceso. Autor: (koneti, 2024)

La capacidad avanzada de detección y diagnóstico que presentan los sistemas SCADA los vuelven como componentes fundamentales para la identificación temprana y el tratamiento de las fallas en los ambientes industriales. Estos sistemas tienen una red de sensores que está meticulosamente planificada con el fin de hallar cualquier cambio, y así poder reaccionar con rapidez ante las señales de una posible complicación. Esta habilidad de identificación en tiempo real se torna en una característica fundamental para eludir que las equivocaciones menores se transformen en daños mayores, o bien sean un peligro para la seguridad de los empleados. Por ejemplo, ante escenarios como fallos en turbinas que culminen en la liberación de las palas, la pronta identificación por parte de un sistema SCADA podría potencialmente prevenir consecuencias catastróficas (Branque, 2022,págs. 27-29)

La incorporación de herramientas de punta como la Simatic WinCC v7 de Siemens como se observa en la figura 2.4, la cual apoya la importación de datos de las configuraciones existentes para reducir las equivocaciones, pone de relieve la importancia de poseer herramientas de tipo SCADA avanzadas. Este aspecto no únicamente garantiza la operatividad integral, sino que además tiene como objetivo reducir los costos exorbitantes de las pausas de

producción. A través de estos medios, los sistemas SCADA aseguran que los establecimientos puedan atender de manera ágil y con éxito cualquier complicación que se presente, preservando de este modo la capacidad de estos y minimizando los programas de preservación para evitar próximos errores. Esta habilidad de descubrimiento y respuesta temprana no sólo incrementa la efectividad de las instalaciones industriales, sino que además tiene una importancia significativa en la seguridad y la viabilidad a largo plazo (Tapias, 2023,págs. 1-7).

**Figura 2.4:** WinCC V7 o WinCC con sistemas SCADA.



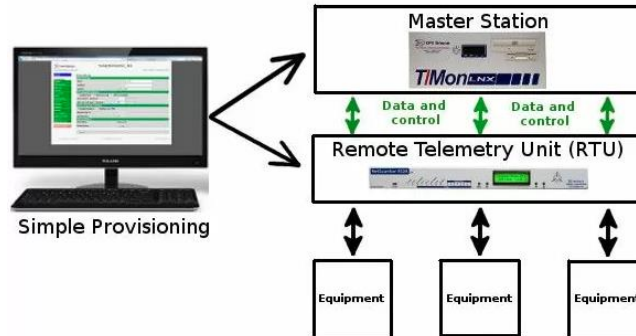
Nota: Configuraciones de las variables del sistema SCADA a través del uso del software WinCC. Autor: (Siemens, 2021)

### 2.1.1 Sistemas SCADA en el ahorro de energía y la reducción de pérdidas

El sistema SCADA basado en componentes, incluidos los puntos de acceso HMI, RTU como se observa en la figura 2.5 y PLC, también tienen un impacto decisivo en mejorar la eficiencia energética en el lugar de trabajo. Dependiendo de los datos recopilados de estos componentes, los sistemas describen áreas en las que la energía no se consume de manera óptima. Además, los sistemas SCADA también monitorean de manera confiable la eficiencia en tiempo real. Por lo tanto, se alerta a los operadores de inmediato

si una máquina o un proceso operan diferente al esperado; suponiendo que un motor consume más energía (García et al., 2020,págs. 2-6).

**Figura 2.5:** Protocolo de comunicación RTU con sistemas SCADA.



Nota: Conexión RTU por medio de la red a los sistemas SCADA a través de la interfaz HMI. Autor: (Siemens, 2021)

El seguimiento confiable y el análisis permiten a los operadores tomar rápidamente las medidas correctivas necesarias. Por lo general, esto conlleva una reducción significativa del tiempo de inactividad no planificado y una mayor eficiencia operativa general de la planta. Además, los sistemas SCADA adaptativos permiten ajustes inmediatos. La ineficiencia de energía se corrige no solo en tiempo real, sino que también garantiza una disminución significativa de los costos operativos generales. Asimismo, se mejoran el ahorro de energía y los beneficios financieros para la industria. La relación simbiótica entre descubrir ineficiencias de energía y tratarlas destaca el papel unificado del sistema SCADA en promover la administración de la energía, además de reducir pérdidas en varias posiciones (Barreto, 2023,págs. 18-23).

En combinación con otras tecnologías avanzadas, SCADA brinda analíticas predictivas y preventivas. Identifica posibles tiempos de inactividad y ajusta el compartimiento de la máquina para solucionar muchos problemas antes de que se vuelvan críticos. No solo se destaca la eficiencia de energía, sino que se optimiza el funcionamiento de la maquinaria. Por lo tanto, también aumenta la vida útil de los equipos y se disminuye la necesidad de mantenimiento reactivo, fomentando un entorno de trabajo más estable y predecible (Reyes & Rodríguez, 2023,págs. 59-62).

## 2.1.2 Ciberseguridad en sistemas SCADA

Reducir los riesgos relacionados con la ciberseguridad de los sistemas SCADA requiere una solución de una gran cantidad de enfoques y medidas avanzadas de seguridad. Esto también implica medidas efectivas para garantizar que tales sistemas críticos se frenen ante las amenazas. Algunas de las medidas ofrecerían la instalación de firewalls de vanguardia que protegen los puntos de acceso críticos, la aplicación de sistemas de detección de intrusiones que controlan y responden a cualquier actividad no autorizada y, por último, una evaluación de las vulnerabilidades de la seguridad. Además, estos se suman al hecho de que también se requiere que los sistemas SCADA se monitoreen todo el tiempo como se destaca en la figura 2.6 y que los protocolos de seguridad se actualicen de manera regular para asegurarse de que las defensas sean afectivas y coincidan con las amenazas (Rosas et al., 2020,págs. 4-7).

**Figura 2.6:** Sistema SCADA para monitorización de datos.



Nota: Sistema de reportes de alertas conectadas a SCADA a través de la nube. Autor: (Mytra, 2021)

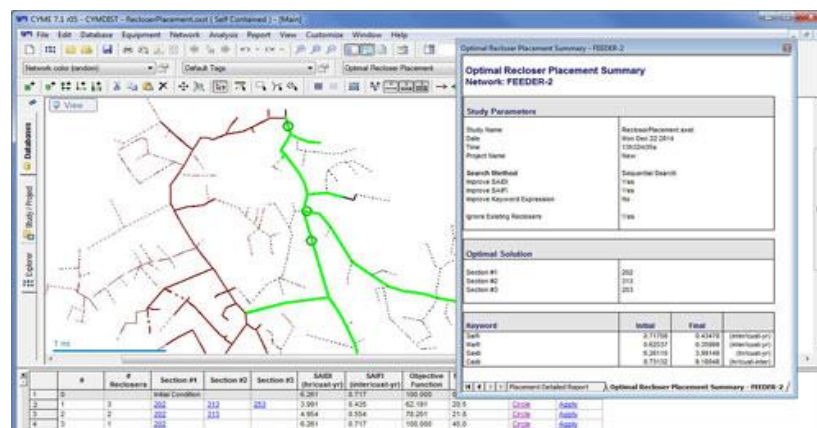
La educación y capacitación continua del personal operativo y los responsables de la toma de decisiones en las organizaciones a las que sirven estos sistemas también son esenciales en la mitigación del riesgo cibernético. Estos profesionales pueden ser participantes activos en la defensa contra

tales ataques si poseen un sólido conocimiento de las mejores prácticas de ciberseguridad. Asegurar la formación adecuada no solo les permitirá identificar y actuar rápidamente ante posibles amenazas, sino que también permitirá fomentar una cultura de ciberseguridad dentro de su organización, lo que a su vez mejorará la resistencia frente a incidentes de seguridad (Torres et al., 2020,págs. 1-3).

## 2.2 Funcionalidades principales del software CYMDIST

Forma parte de CYME Suite de software como se observa en la figura 2.7, es una herramienta integral que ofrece enfoque y solución en el análisis y optimización de los sistemas de energía eléctrica como la red de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como los sistemas industriales. De hecho, este software ha sido mencionada previamente por poder llevar a cabo el tipo de análisis avanzado que son críticos en la optimización del rendimiento del sistema de distribución, y por consiguiente ha contribuido en gran medida al aumentar la eficiencia y la confiabilidad (Santana, 2024 ,págs. 8-11).

**Figura 2.7:** Herramienta CYME en redes eléctricas.

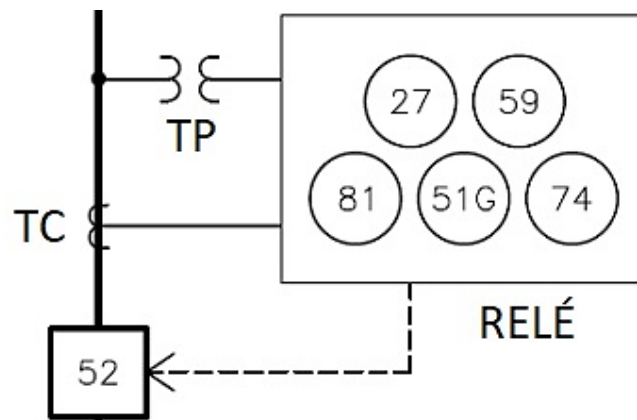


Nota: Análisis de las redes de transmisión y de distribución eléctricas mediante CYME. Autor: (Igeo, 2023)

Entre las capacidades clave se destaca el avanzado sistema de modelado del software, que permite a los usuarios simular y mejorar diferentes áreas de rendimiento del sistema de distribución. CYMDIST ha sido integrado con algoritmo avanzado que proporciona informes detallados y resumidos en los resultados de la red, proporcionando a los ingenieros datos valiosos y

accionables obtenido de las simulaciones. Así, cubre desde análisis versátiles para condiciones específicas de falla, como las fallas en serie, las fallas concurrentes, las caídas de voltaje y los cortocircuitos, y CYMDIST garantiza la integridad en red para evitar posibles interrupciones de servicios esenciales auto la falla. También hizo una verificación del equipo en términos de ANSI como se observa en la figura 2.8 y IEC de estándares, lo que es esencial para garantizar la seguridad y el cumplimiento. La capacidad antes mencionada hace que CYMDIST sea una herramienta primordial y valiosa para ingenieros y profesionales incumbentes en la planificación, operación y eficiente gestión de la red de distribución de energía (Taday, 2022 ,págs. 53-55).

**Figura 2.8:** Estándar ANSI en dispositivos de protección.

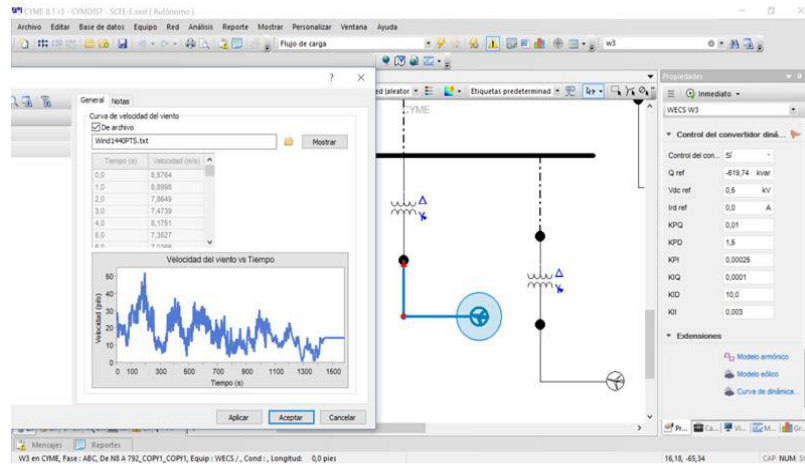


Nota: Numeraciones utilizadas en los equipos de protección según los parámetros del estándar ANSI. Autor: (Pérez, 2023)

### 2.2.1 Integración del software CYMDIST en los sistemas SCADA

Es un avance significativo en los sistemas de monitorización y control de la red de distribución que cuenta con una gama exhaustiva de herramientas analíticas. La herramienta es fundamental para garantizar la viabilidad de la red, ya que la combinación mencionada anteriormente es vital para el análisis de la seguridad del sistema. CYMDIST, como se ha mencionado, es vital para la visualización en tiempo real del rendimiento del sistema, brinda datos cruciales como el voltaje, el flujo de energía y la verificación de las pérdidas de red como se observa en la figura 2.9. Los datos generados por CYMDIST son vitales para la toma de decisiones y como base para la programación a largo plazo (Angamarca, 2023 ,págs. 70-74).

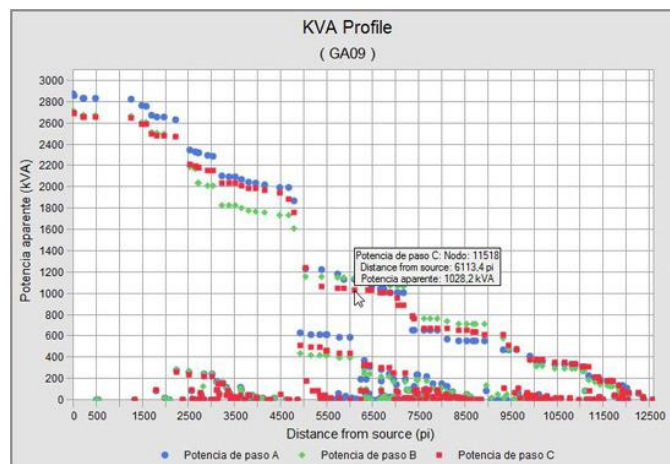
**Figura 2.9:** CYMDIST en sistemas de subtransmisión.



Nota: Análisis del sistema primario y secundario de una red eléctrica de subtransmisión. Autor: (Eaton, 2020)

Los estudios de flujo de energía generados por CYMDIST son cruciales para la programación de redes a mayor escala impulsadas por la necesidad de energía creciente en regiones mayores creando una base de confianza y uso multilateral hacia la distribución de energía y las estructuras existentes de estudio. Los estudios de flujo de energía como se observa en la figura 2.10 son importantes para la programación y el diseño de la redistribución de la energía y aseguran que los operadores prevean las deficiencias o los problemas que surgirán antes de que el sistema. (Díaz, 2020 ,págs. 58-61).

**Figura 2.10:** CYMDIST en análisis de fallas.



Nota: Uso de CYMDIST para analizar las fallas en serie, simultáneas y localización con respecto a las tensiones. Autor: (Eaton, 2020)

### 2.3 Principios fundamentales de los reconectores monofásicos

Operan mediante principios básicos que los hacen dispositivos cruciales en las redes de distribución de energía como se visualiza en la figura 2.11. Dicha funcionalidad permite a los dispositivos manejar corrientes y curvas diferenciadas para fase y tierra, logrando una detección y aislamiento precisos de fallas. Este principio permite a los reconectores responder adecuadamente a cualquier situación sin causar interrupciones innecesarias o disminuir la estabilidad. Otra base del dispositivo son la adaptabilidad y la flexibilidad, ya que los dispositivos se calibran específicamente para el caso de uso (Mera, 2020,págs. 44-46).

Se pueden ajustar mediante puentes de conexión y plaquetas, lo cual es crucial para mantener la estabilidad en condiciones de tiempo real. Finalmente, el aspecto mecánico de la fiabilidad y facilidad de instalación es fundamental. Gracias a que el reconector necesita estructuras de soporte robustas y palancas para su operación, la instalación se realiza con facilidad y seguridad. Las estructuras de soporte también deben ser excelentes, por lo que se utilizan pernos de sujeción y adaptadas a configuraciones estándar de montaje en poste (Guerrero, 2022 ,págs. 65-67).

**Figura 2.11:** Reconector Monofásico NOJA Power de 38 kV.



Nota: Instalación del reconector monofásico a la red eléctrica mediante el uso de SCADA. Autor: (Comulsa, 2024)



### 2.3.1 Funcionamiento de los reconectores trifásicos

Poseen la capacidad de mantener una fuente de alimentación equilibrada y constante en las fases como se visualiza en la figura 2.12. Para garantizar esta operación trifásica, se emplea un sistema especial de enclavamiento mecánico que asegura que las tres fases funcionen simultáneamente. Además, los reconectores trifásicos también poseen un mecanismo adicional para el cambio de la corriente en ambas direcciones. Esta última característica es particularmente importante, ya que se espera que un sistema eléctrico distributivo sea capaz de ajustarse para mantener el equilibrio de la energía fluyendo en las direcciones deseadas, lo que es vital para los sistemas con una red de distribución más extensa, operando en un bucle cerrado (Ortiz, 2023,págs. 22-25).

Su función en el flujo de alimentación hacia y desde una subestación de distribución, todos los reconectores trifásicos operan en un nodo de alimentación primario. A primera vista, esto difiere significativamente del uso de reconectores de transformador monofásicos, que se limitan a los circuitos laterales que están conectados al sistema principal. A nivel estructural, un reconector trifásico en un nodo crítico del sistema de distribución ayudará a mitigar los riesgos de conmutación monofásica y ferorresonancia y, por lo tanto, a mejorar el rendimiento del sistema (Navarro, 2023,págs. 35-37).

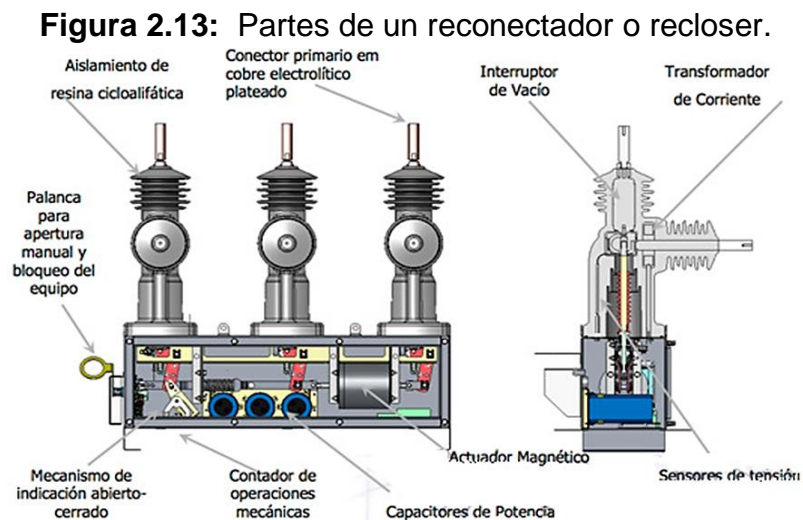
**Figura 2.12:** Reconector Trifásicos Viper S.



Nota: Reconector trifásico acoplado mecánicamente a los interruptores de falla en vacío. Autor: (Gwelectric, 2024)

### 2.3.2 Configuraciones claves en los reconectores

Una característica esencial es la capacidad de configurar alarmas para eventos críticos, como el accionamiento del reconector, la falta de corriente alterna, falla de la batería, bloqueo del reconector y baja corriente continua. Esto permitirá una pronta detección y resolución de problemas, además la comunicación eficaz con el Centro de Control es crucial; los reconectores deben ser capaces de transmitir una amplia gama de señales, incluido el estado del reconector (abierto/cerrado), el estado de reconexión automática, el estado de protección residual, la presencia de voltaje por fase y las intensidades de falla, que son vitales para las operaciones de monitoreo y control (Serey, 2024 ,págs. 30-36).

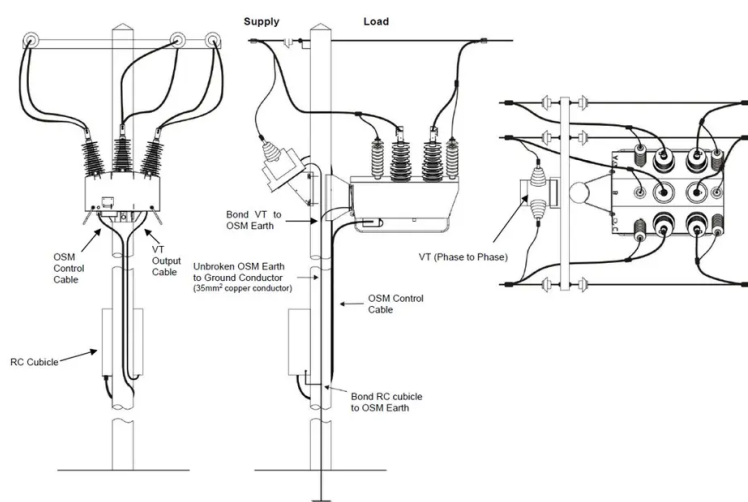


Nota: Elementos que conforma un reconector o recloser trifásico.

Autor:(Vvaindustrial, 2020)

La construcción física de los reconectores también juega un papel importante en su desempeño. Por ejemplo, la carcasa debe estar hecha de materiales robustos como acero inoxidable o aluminio fundido para resistir las tensiones operativas y de transporte, garantizando longevidad y durabilidad. Además, los reconectores deben estar equipados con elementos de seguridad, como un terminal y un conector para la conexión del conductor de puesta a tierra, que faciliten una conexión segura y eficiente sin terminales adicionales, mejorando así la seguridad general (Rivera, 2023,págs. 27-29).

**Figura 2.14:** Puesta a tierra para reconectores OSM.



Nota: Diagrama que muestra la instalación de la puesta a tierra para el reductor Noja Power OSM. Autor: (Nojapower, 2023)

### 2.3.3 Indicadores comunes utilizados para evaluar los reductores

Una de las métricas clave que se utilizan para evaluar el rendimiento de los reductores es el indicador IRAD, que significa tasa y duración de interrupción. La métrica aborda tanto la duración de las interrupciones como el impacto económico al ver cuánta energía promedio se ha cortado para los usuarios. Al medir dos variables tales como frecuencia y duración, ofrece una comprensión general del rendimiento en términos de garantía de un suministro continuo a los usuarios (Barboza, 2021, págs. 18-20).

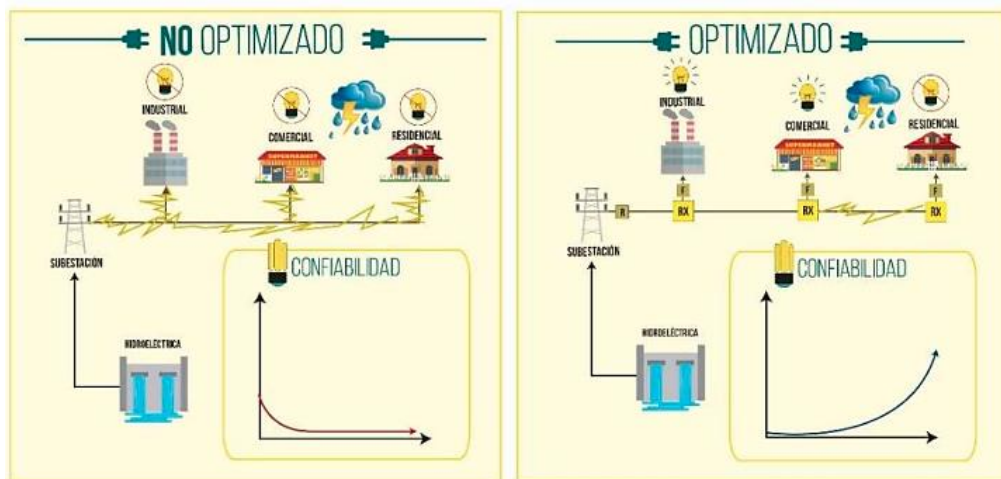
Además, se utiliza el indicador ITT también para tener la duración de las interrupciones, específicamente al considerar el número de horas que los transformadores no funcionaron en relación con el número total de horas en el trimestre; es una medida útil para poder monitorear la eficiencia individual de los transformadores clave en la red. Finalmente, también se tienen en cuenta la calidad de la perturbación al clasificar los parámetros en los grupos de calidad según las definiciones de CREG. Estas clasificaciones permiten un análisis profundo considerando el desempeño en términos de la ubicación y su contexto al permitir menores enfoques. Tomados en su conjunto, estos indicadores y clasificaciones ofrecen un enfoque multidisciplinario para la evaluación y el mejoramiento del rendimiento de los reductores que

asegura que los sistemas eléctricos se mantengan robustos y confiables (Correia, 2021,págs. 3-5).

### 2.3.4 Eficiencia general de los reconectadores en las redes de distribución eléctrica

Tiene un impacto significativo en la efectividad y la sostenibilidad operativa, ya que asegura que las fallas temporales no generen cortes prolongados de la energía como se observa en la figura 2.15. Al intentar restaurar automáticamente la energía después de una falla temporal, los reconectadores ayudan a minimizar la duración y la frecuencia de los cortes de energía, manteniendo así un suministro de energía estable y confiable (Sisa, 2023 ,págs. 30-32).

**Figura 2.15:** Optimización de los reconectadores.



Nota: Clasificación de los ramales para la protección de los circuitos a través del uso de reconectadores para industrias, comercios y residencias. Autor:

(Carrillo, 2020)

La función de restauración automática también mejora la calidad y la fiabilidad de la red de distribución, así como disminuye los costos operativos asociados a aislar y corregir los disparos manualmente. Por último, reducir el apagones del suministro de energía es una característica clave de los sistemas de soporte a la toma de decisiones de los sistemas de energía, es decir, apunta a lograr niveles de eficiencia máxima. Por consiguiente, la adopción de reconectadores como parte de la modernización de las redes de

distribución eléctrica es un factor crítico con múltiples beneficios económicos y de otro tipo (Balseca & Morejón, 2023 ,págs. 44-47).

### 2.3.5 Uso de los reconectores monofásicos y trifásicos

**Figura 2.16:** Reconectores instalados en subestaciones eléctricas.



Nota: Reconectores trifásicos empleados en subestaciones eléctricas.

Autor: (Tavrida, 2023)

Los reconectores monofásicos son generalmente adecuados para redes de distribución en las que la protección de cargas monofásicas es una preocupación mayor, como los distritos residenciales y las redes de energía rurales. Además, se consideran menos costosos y más fáciles de mantener que los reconectores trifásicos, ya que se han diseñado específicamente para niveles de voltaje muy bajos. A la inversa, los reconectores trifásicos son esenciales en entornos industriales con cargas trifásicas dominante como se observa en la figura 2.16, como sistemas de motores trifásicos grandes y cualquier otro equipo pesado. Su capacidad para aislar problemas sin afectar la producción eléctrica general en fases es crucial para la minimización del tiempo muerto y la operación continua y eficiente de equipos eléctricos y electrónicos. Ya sea reconectores monofásicos o trifásicos, los aspectos técnicos y financieros deben considerarse en cualquier despliegue (Peralta, 2021 ,págs. 43-45).

## 2.4 Seccionador de media tensión

Ya sean con o sin fusibles, son equipos imprescindibles en los sistemas eléctricos como se observa en la figura 2.17. Estos equipos tienen una función primordial en la protección y el manejo de las redes eléctricas de diferentes niveles. Por lo tanto, su implementación, montaje lateral, frontal o invertido en paredes y celdas modulares de media tensión es altamente común. Un seccionador de media tensión es un dispositivo eléctrico diseñado para abrir o cerrar un circuito en sistemas eléctricos que operan a 1 kV y 36 kV, es decir, niveles de voltaje de media tensión. Estos son equipos comunes en las redes de transmisión y distribución de luz pública, así como instalaciones industriales medianas a grandes. Están regulados por organismos internacionales como el IEEE e IEC con los estándares correspondientes en el mundo. La función principal de un seccionador de media es actuar como un aislante entre dos secciones de una red de media tensión. Al aportar un aislamiento, la única energía que fluye por los puntos de conmutación al paso de la corriente es la que encierra. Esto es vital para que cualquier problema de un corto en la línea no se propague a otros sistemas desenergizándolo (Promelsa, 2024).

**Figura 2.17:** Seccionador de media tensión.

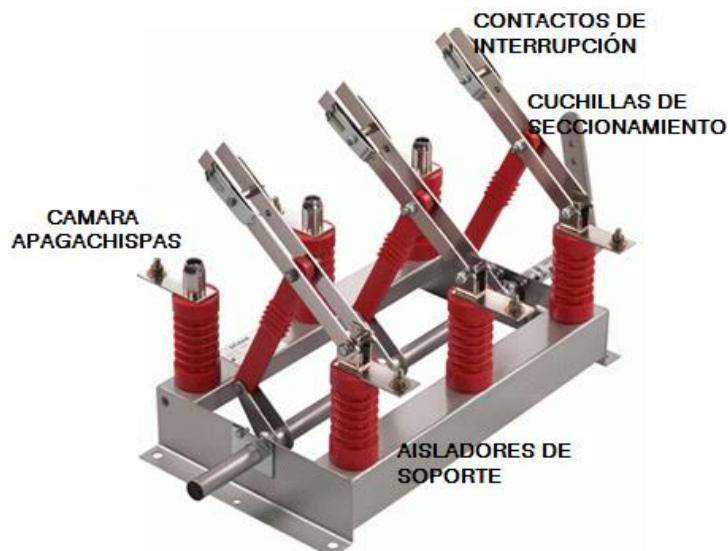


Nota: Seccionador tripolar de media tensión con un rango de operación de 17.5 Kv a 630A con porta fusibles. Autor: (Interelectricas, 2020)

Asimismo, un seccionador sirve como un interruptor de energía cuando se desconecta para desenergizar el circuito con algún fin de mantenimiento y pruebas. Las desconexiones son para evitar que un operador sea

electrocutado; y habituales, para no afectar un circuito a cambio de otro. Por último, el seccionador es accionado a mano normalmente o mediante un sistema automatizado, en la figura 2.18 se observa las partes que compone un seccionador. Debe cumplir con ciertos requisitos de diseño eléctrico y mecánico. Estos son distancias dieléctricas, corrientes que llevan, cantidad de operaciones de cierre y apertura, resistencia a la tracción y capacidad de apagar cualquier arco eléctrico. Para su buen funcionamiento, deben cumplir con los valores nominales necesarios, ajustándolos al nivel de tensión, corriente  $i_k$  y corrientes nominales de carga. Asimismo, se deben tomar en cuenta factores externos como la temperatura, humedad y contaminantes que afecten el buen funcionamiento del equipo. No obstante, de llenar todos estos requisitos, los seccionadores de media fácil presentan una tasa de confiabilidad alta (Promelsa, 2024).

**Figura 2.18:** Partes de un seccionador de baja y media tensión.



Nota: Elementos que conforman un seccionador eléctrico para correcciones.

Autor: (Ladino & Martínez, 2020)

#### 2.4.1 Tipos de secciones por estructura

Existen varias configuraciones estructurales comunes de estos dispositivos, a continuación, se presentan los tipos más utilizados (AAT, 2022):

- **Cuchillas giratorias:** esta variante de configuración es una de las más ampliamente utilizadas en dispositivos de media tensión dentro y fuera

de instalaciones. Los seccionadores pueden ser unipolares o tripolares. La razón por la que son tan populares es que son extremadamente simples en su construcción y bastante razonables en la operatividad. La construcción comprende un marco o una base de metal, un par de aisladores de porcelana y un contacto fijo y móvil y, también, conocido como mariposa. Dado que estas variantes son simples, también son fiables y efectivas. Se utilizan a menudo porque son, comparadas con otras, menos caras y fáciles de mantener, ya que el acceso a los contactos y las hojas es siempre abierto y no es necesario desmontar el dispositivo para inspeccionar o limpiar. Tales dispositivos son buenos para áreas donde priman la fiabilidad y relevancia.

- **Cuchillas deslizantes:** Estos dispositivos pueden realizar los cortes de energía mediante menos esfuerzo físico en comparación con las cuchillas giratorias, son mucho más populares. Otra diferencia es que el deslizamiento de la hoja es suave, ya que las hojas se mueven hacia arriba y hacia abajo, y no en posiciones cerradas. Tal movimiento evita la resistencia y el desgaste, es el por qué los deslizadores tienden a durar más. Además, la conmutación es mucho más suave y precisa, lo que, en algunos casos, puede ser especialmente relevante. Uno de los ejemplos conocidos de su uso es instalaciones de menor tamaño donde la accesibilidad es crucial. Por lo tanto, el deslizador se seleccionaría sobre moledores debido a su tamaño más pequeño. También, menos resistencia entre las hojas lo hace adecuado incluso para la parte comercial.
- **Columnas giratorias:** Se utilizan principalmente en instalaciones de distribución al aire libre y en tensiones de servicio entre 30 kV y 220 kV. Pueden tener uno o dos soportes giratorios; las columnas exteriores están fijadas a soportes mecánicos hechos de perfiles de acero galvanizado en caliente, que también tienen contactos fijos. Hay dos diseños básicos: una columna central o tres columnas por poste, con dos soportes giratorios por poste.
- **Pantógrafos:** Simplifican la conexión de líneas aéreas y barras de alta energía que están cruzadas en el aire en las instalaciones en exteriores. Dado que existen varias líneas y barras que están en



diferentes altitudes y se cruzan entre sí, no se dispone de espacio suficiente para colocar los contactos fijos en cada fase. Por lo tanto, no hay contactos fijos de cada fase en ningún seccionador de alto voltaje. Los contactos de las líneas se conectan directamente a los contactos móviles, que están en la línea. La capacidad de unirse en diferentes planos, es decir, en planos verticales y horizontales, es imprescindible en estas situaciones.

- **Semipantógrafos:** Este tipo de dispositivo pertenece a la clase de aparatos mecánicos de palanca. Principalmente, se diferencia por la posibilidad de un tipo de movimiento en un plano vertical y abierto que crea un aislamiento horizontal, casi espacioso. Asimismo, en caso de que la tensión en los conductores sea cambiada por parámetros de temperatura, o en situaciones de cortocircuitos, el cierre confiable no se retira. Cabe destacar su diseño robusto y fiable que los hace ideales para aplicaciones que requieran una gran resistencia mecánica y funcionan de forma segura.

## 2.5 Pinza o gancho amperimétrico de tensión

Es un instrumento eléctrico que tiene la función de medir intensidades de corriente en conductores con carga, sin necesidad de abrir el circuito como se observa en la figura 2.19. Debido a la naturaleza de sus aplicaciones, la pinza amperimétrica juega un papel esencial en las aplicaciones diarias de muchos profesionales del sector eléctrico. Contrariamente al multímetro, que necesita el cierre del circuito y de la fuente para poder ser algún tipo de medida en los conductores, la pinza amperimétrica mediante su diseño e innovadora tecnología permite obtener una lectura precisa (Certicalia, 2022).

**Figura 2.19:** Gancho amperométrico que mide corrientes en media tensión.



Nota: Gancho amperométrico con un rango de operación de corriente entre los 10A a 400A. Autor: (Drevniak, 2024)

La operación de una pinza amperimétrica cambia si la salida eléctrica es corriente alterna o corriente continua. El flujo magnético se genera mientras la corriente fluye a través del conductor, el cual es capturado por la pinza amperimétrica. En este caso, el conductor sirve como el primario de un transformador, y a través de la inducción electromagnética, el secundario se inserta en una bobina conectada al sistema de medición y adquiere la corriente proporcional como se observa en la figura 2.20. Por lo tanto, la intensidad de corriente se indica en la pantalla de la pinza amperimétrica. De acuerdo, este método permite a los técnicos monitorear la corriente alterna con eficacia y precisión y obtener lecturas en tiempo real. Corriente Continua Mientras tanto, la pinza amperimétrica mide la corriente continua bajo el efecto Hall (Certicalia, 2022).

**Figura 2.20:** Gancho amperométrico para la medición de corriente.



Nota: Procedimiento para la lectura de corriente alterna en gancho amperimétrico. Autor: (Fluke, 2024)

## **Capítulo 3: Aportes de la investigación**

En el presente capítulo se lleva a cabo los resultados obtenidos del estudio del Alimentador Mamey a través de herramientas tales como SCADA, CYMDIST y Gancho Amperimétrico de Media Tensión. La investigación tiene como objetivo principal es analizar la capacidad de servicio y seguridad del sistema eléctrico en el área de influencia de EL Mamey. Dos áreas clave en las que se ha centrado la investigación son la capacidad de carga en el alimentador y un sistema eléctrico que contenga e integre varios componentes importantes para la eficacia.

Por medio de SCADA, es posible seguir de cerca y monitorear parámetros eléctricos críticos al tiempo que se pueden tener sobrecargas y puntos críticos identificados en el proceso. En lo que respecta a CYMDIST, se lo utiliza para simular diferentes modos de falla y asegurarse de que el diseño es robusto y que funcionará como se espera. Al combinarlo con la visualización Gancho Amperimétrico de Media Tensión, se puede proporcionar una visión detallada y precisa del comportamiento del alimentador, los cambios y ajustes necesarios en función de datos reales.

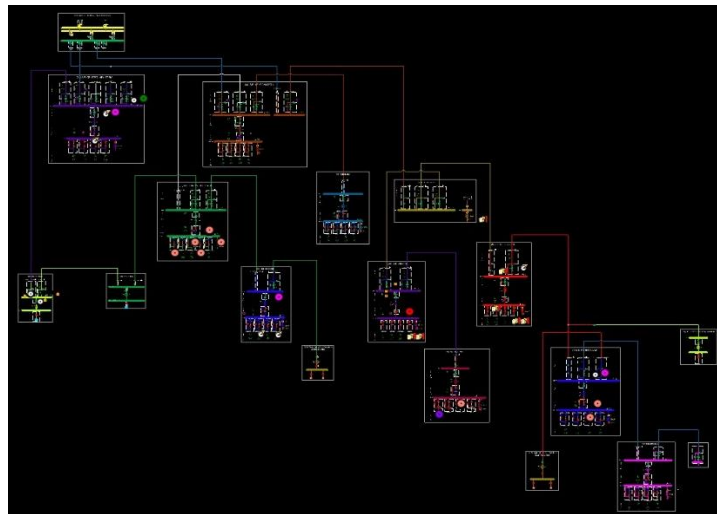
### **3.1 Análisis del sistema eléctrico del Alimentador Mamey utilizando la herramienta SCADA**

A continuación, se describen las diversas visualizaciones proporcionadas por el sistema SCADA para la subestación eléctrica. Como se observa en la figura 3.1, el SCADA proporciona una vista ortogonal de las subestaciones. Esta se utiliza ampliamente para permitir que los trabajadores tengan una vista isométrica de la disposición y el estado de las diferentes partes de la subestación.

La vista isométrica ayuda a identificar fácilmente el equipo y las líneas, mientras se muestran todos los parámetros críticos en tiempo real para permitir la respuesta inmediata a situaciones de emergencia. Además, el SCADA proporciona tableros, gráficos de tendencias, alarmas y eventos

históricos como DCS, haciendo que SCADA sea una herramienta única para gestionar las subestaciones.

**Figura 3.1:** Vista Ortogonal de las subestaciones del sistema SCADA.



Nota: Elementos y áreas conectados al sistema SCADA con una vista Ortogonal. Elaborado por: El Autor

La Figura 3.2 se observa el esquema de la subestación eléctrica usando el sistema SCADA. Este tipo de perspectiva entrega un resumen visual de la estructura de dicha subestación, incluida la ubicación de los equipos y sistemas de la red eléctrica.

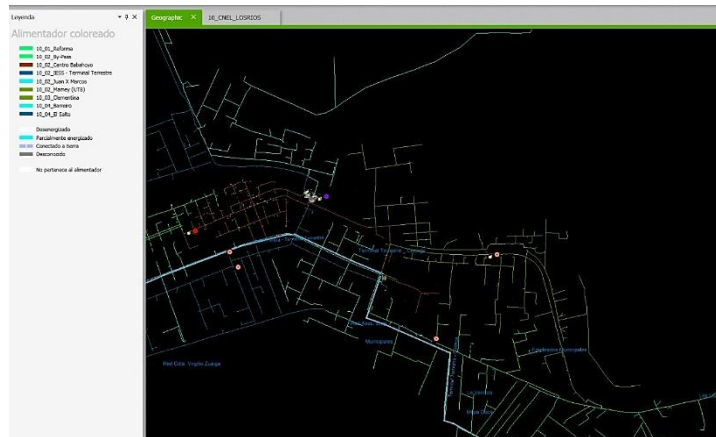
**Figura 3.2:** Vista general de la subestación a través del sistema SCADA.



Nota: Estructura de la Subestación eléctrica Terminal Terrestre conectado al sistema SCADA con una vista general de monitoreo. Elaborado por: El Autor

La Figura 3.3 muestra una vista geográfica de la subestación, tal como se ve a través de la interfaz del sistema SCADA. Además de los datos previamente mencionados, esta vista geográfica permitirá a los operadores y técnicos tener a su disposición una representación visual aún más detallada del emplazamiento de la subestación dentro de su entorno geográfico.

**Figura 3.3:** Vista geográfica de la subestación a través del sistema SCADA.



Nota: Monitoreo de derivaciones, baipás y secciones de la subestación eléctrica. Elaborado por: El Autor

En la vista SCADA representada en esta figura, varios elementos están etiquetados con opciones y etiquetas para ayudar a los operadores a identificar y comprender mejor cada componente individual y cualquier punto dentro que sea particularmente crítico o relevante. Estas opciones y etiquetas incluyen:

- 10\_02\_By-Pass: Indica un baipás o derivación que permite el desvío de corriente en ciertos puntos del sistema.
- 10\_02\_Centro Babahoyo: Se refiere a una ubicación específica o punto de conexión asociado con el Centro Babahoyo.
- 10\_02\_1ESS - Terminal Terrestre: Denota un terminal dentro del sistema, numerado como 1ESS.
- 10\_02\_Juan X Marcos: Identifica la sección relacionado con Juan X Marcos.
- 10\_02\_Mamsy (UTB): Se refiere a un punto asociado con Mamsy, identificado por las siglas UTB.

- 10\_04\_Barreiro: Marca una ubicación asociado con la subestación relacionado con Barreiro.
- 10\_04\_8 Salto: Indica un punto de conexión identificado como 8 Salto dentro del sistema.

**Tabla 3.1:** Monitoreo de los estados de los equipos del sistema SCADA.

Ubicación	Estado
10_05 Progreso	Cerrado
10_05 Tinoco	Cerrado
10_05_Baba	Cerrado
10_05_Pimocha	Cerrado
BAHIA_TRA01_13.8kV	Cerrado
BAHIA_TRA01_69KV	Cerrado
10_03_Montalvo Viejo	Cerrado
10_03_Montalvo Nuevo	Cerrado
10_03_Clementina	Cerrado
10_03_Almesa	Cerrado
BAHIA_TRA01_13.8kV	Cerrado
BAHIA TRA01 69kV	Cerrado
10_01 Jujan	Cerrado
10_01_Reforma	Cerrado
10_01_Pueblo Nuevo	Cerrado
10_01 Jujan Nuevo	Cerrado
BAHIA_TRA01_13.8kV	Cerrado
BAHIA_TRA01_69kV	Cerrado
10_11 Palenque	Cerrado
10_07_Pueblo Viejo	Cerrado
10_07_Catarama	Cerrado
10_07_San Juan	Cerrado
10_07_Ricaurte	Cerrado
10_02_By-Pass	Cerrado
10_02_Mamey (UTB)	Cerrado

<b>10_02 Centro Babahoyo</b>	Cerrado
<b>10_02_Juan X Marcos</b>	Cerrado
<b>10_02_TESS - Terminal Terrestre</b>	Cerrado
<b>10_09_Lechugal</b>	Cerrado

Nota: Estado de funcionamiento de los distintos alimentadores conectados al sistema SCADA para su monitorización. Elaborado por: El Autor

En la Tabla 3.1 y 3.2 se muestra el monitoreo de los estados de los equipos a través del sistema SCADA. Esta visualización permite a los operadores observar el estado actual de diversos equipos y componentes en la subestación, proporcionando información crítica para la gestión y supervisión del sistema eléctrico. La Figura incluye una lista de ubicaciones y sus respectivos estados operativos de los 38 alimentadores, 10 principales a 13.8kv y 10 principales a 69kv, detallando cada punto de la red eléctrica y su condición actual.

El estado de cerrado de todos los anteriores implica que los equipos o secciones no han reportado en eventos y se encuentran en funcionamiento normal. Esta monitorización es importante para garantizar que la subestación esté funcionando correctamente en todo momento, ya que permite a los operadores verificar que todos los componentes están funcionando dentro de los límites aceptables y en caso contrario, tomar las medidas necesarias.

**Tabla 3.2:** Líneas de subtransmisión a través del sistema SCADA.

<b>Nombre</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Estado</b>
<b>10CI01CLIN00-69--52L0--IN</b>	BAHIA_BABAHOYO 2	Cerrado
<b>10CI01CLIN01-69-52L1-IN</b>	BAHIA_INPAECSA	Cerrado
<b>10C101CLIN04-69-52L4-IN</b>	BAHIA_NELSON MERA	Abierto
<b>10NMO4CLIN01-69-52L1-IN</b>	BAHIA_SAN JUAN	Cerrado
<b>10NM04CLIN02-69--5212--IN</b>	BAHIA_TERMINAL TERRESTRE	Abierto

<b>10NM04CLIN03-69--52L3--IN</b>	BAHIA_BABA	Cerrado
<b>10PU07CLINO1-69-52L1--IN</b>	BAHIA_VENTANAS	Cerrado
<b>105J06CLIN01-69-52L1-IN</b>	Bahia_Puebloviejo	Cerrado
<b>105J06CLIN02-69-5212-IN</b>	Bahia_Vinces	Abierto
<b>10TT02CLIN01-69-52L1-IN</b>	BAHIA_SHOPPING	Abierto
<b>10TT02CLIN02-69-52L2-IN</b>	BAHIA_CEDEGE	Cerrado
<b>10VE09CLIN01-69--52L1-IN</b>	BAHIA_ERCILIA	Cerrado
<b>10VE09CLINO2-69--52L2--IN</b>	BAHIA_HIDROSIBIMBE	Abierto

Nota: Monitoreo de los 3 alimentadores abiertos de la Subestación eléctrica a través del sistema SCADA. Elaborado por: El Autor

En la figura 3.4 se representa la actividad de los reconectores de transferencia monitoreados por el sistema SCADA. Estos dispositivos son críticos porque se utilizan para mantenimiento y control de la red ya que alternan automáticamente la línea de suministro de varios fusibles fuentes mientras se mantiene un suministro constante de energía del sistema. Por lo general, es necesario usarlos cuando hay varios suministros de energía que deben alternar para que la subestación pueda operar y funcionar.

**Figura 3.4:** Reconectores de transferencia a través del sistema SCADA.



Nota: Estado de funcionamiento y operatividad de los reconectores de los Ríos por medio del SCADA. Elaborado por: El Autor



En la Figura 3.5 se puede observar la función de los reconectores de línea a través de SCADA. Distintos de los reconectores de transferencia, los reconectores de línea están diseñados para proteger las líneas eléctricas individuales de sobrecarga o cortocircuito. Por lo tanto, los reconectores de línea tienen un propósito de detectar y aislar una falla en la línea. Su objetivo es garantizar que el daño se mantenga mínimo y, en resumen, mantener el suministro para toda el área y no solo suspender un área más grande de la electricidad. La representación en SCADA de estos reconectores de línea brinda al personal una visión clara de la ubicación en la red, el estado actual y cualquier señal de alerta o fallo.

**Figura 3.5:** Reconectores de línea a través del sistema SCADA.



Nota: Monitoreo de funcionamiento de los reconectores de línea de los Ríos por medio del SCADA. Elaborado por: El Autor

En la Figura 3.6 se observa las tendencias de corriente, potencia y voltaje a lo largo de 24 horas comprometidas a través del SCADA. Se visualiza las curvas de corriente del transformador principal a 13.8 Kv y el alimentador Mamey, lo que facilita el monitoreo, control de la carga y alerta.

Se observa las curvas de potencia activa y reactiva, funciones críticas para la evaluación de la capacidad del sistema, y las curvas de voltaje, funciones críticas para la estabilidad de suministro. Estas tendencias brindan una visión general de todo lo que está sucediendo en la red y, por tanto, favorecen la toma de decisiones para la optimización de la gestión de funcionamiento del sistema eléctrico.

**Figura 3.6:** Corrientes del principal a 13.8kv de la subestación eléctrica a través del sistema SCADA.



Nota: Registro de mediciones del flujo de la potencia activa y reactiva por medio del sistema SCADA. Elaborado por: El Autor

### **3.2 Análisis eléctrico de voltajes y corrientes del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reporte de SCADA**

En este subtema se presenta un promedio en base a las tablas de los anexos desde A tabla 1 hasta A tabla 21 de los primeros 21 días del mes de junio del 2024 con respecto a los voltajes y corrientes del Alimentador Mamey mediante el uso del software SCADA para obtener el reporte.

#### **1. Corrientes (Fase A, B, C) del Alimentador Mamey:**

En la Tabla 3.3 se observa la corriente en la fase A, la cual varía significativamente, con un mínimo de aproximadamente 52 A y un máximo de 129 A. El promedio de 88,38 A indica una carga moderada en esta fase, pero con picos que podrían necesitar atención para evitar sobrecargas.

La fase B es más variable en corriente que la fase anterior, con un mínimo de 30,67 A y un máximo mayor de 206 A. Si bien la media de 96,34 A es similar a la primera fase, se detectan picos de alta demanda que también requieren un seguimiento. La fase C es la más variable y alta en valores máximos de las tres, con una media de 107,57 A y picos totales de hasta 194 A. Se podría decir que ejecuta una carga más pesada y variable, y es uno de

los segmentos que podrían requerir un monitoreo adicional y una evaluación de causa de manera continua.

**Tabla 3.3:** Corrientes mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey.

Fase	Corriente Mínima (A)	Corriente Máxima (A)	Corriente Promedio (A)
<b>I a</b>	52,034676	129,710983	88,38152873
<b>I b</b>	30,6693	206,22084	96,34121528
<b>I c</b>	30,253614	194,02005	107,5688958

Elaborado por: El Autor

## 2. Potencia Activa (kW a, kW b, kW c) del Alimentador Mamey:

En la Tabla 3.4 se observa la potencia activa en la fase A, la cual varía de aproximadamente 380 kW a 964 kW, con un promedio de 650,74 kW. Estos valores indican una carga constante, pero con posibles aumentos de demanda que deben ser considerados para la estabilidad del sistema.

**Tabla 3.4:** Potencias activas mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey.

Fase	Potencia Activa Mínima (kW)	Potencia Activa Máxima (kW)	Potencia Activa Promedio (kW)
<b>kW a</b>	380,650879	964,139893	650,7426483
<b>kW b</b>	232,96283	1573,55103	727,2940911
<b>kW c</b>	227,14917	1459,97302	811,0618429

Elaborado por: El Autor

La fase B muestra una mayor variabilidad en la potencia activa, con un rango de 233 kW a 1573 kW y un promedio de 727,29 kW. La amplia variación sugiere una carga menos estable que podría impactar la eficiencia operativa. La fase C tiene la mayor potencia activa promedio de 811,06 kW, con un

mínimo de 227 kW y un máximo de 1460 kW. Estos valores sugieren una carga alta y variable, lo que puede requerir ajustes en la distribución de carga para mejorar la eficiencia.

### 3. Potencia Reactiva (kVAR a, kVAR b, kVAR c) del Alimentador Mamey:

En la Tabla 3.5 se observa la potencia reactiva promedio es de 236,27 kVAR con valores de 150,46 kVAR a 279,48 kVAR sugiere la necesidad de compensación de potencia reactiva para mantener un buen factor de potencia en la fase A.

**Tabla 3.5:** Potencias reactivas mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey.

Fase	Potencia Reactiva Mínima (kVAR)	Potencia Reactiva Máxima (kVAR)	Potencia Reactiva Promedio (kVAR)
kVAR a	150,459824	296,480896	236,2722344
kVAR b	77,013893	498,420532	230,1108388
kVAR c	84,417343	435,413727	257,6541354

Elaborado por: El Autor

La fase B muestra una variabilidad significativa con un promedio de 230,11 kVAR y picos hasta 498,42 kVAR. Esto indica fluctuaciones en la demanda de potencia reactiva que deben ser controladas para mejorar la eficiencia operativa. La fase C tiene la mayor potencia reactiva promedio de 257,65 kVAR, lo que sugiere una alta variabilidad en la demanda de potencia reactiva. Se recomienda una estrategia de compensación adecuada para mantener la estabilidad del sistema.

### 4. Factor de Potencia (PF lag a, PF lag b, PF lag c) del Alimentador Mamey:

En la Tabla 3.6 se observa con un promedio de 93,43, la fase A mantiene un buen factor de potencia, aunque hay margen para mejorar y reducir las pérdidas reactivas.

**Tabla 3.6:** Factores de potencias mínimas, máximas y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey.

Fase	Factor de Potencia Mínimo	Factor de Potencia Máximo	Factor de Potencia Promedio
PF lag a	88,179573	96,414421	93,43346749
PF lag b	90,94429	97,729149	95,07912806
PF lag c	91,011002	97,920029	94,99945883

Elaborado por: El Autor

La fase B tiene un promedio de 95,08, indicando una eficiencia ligeramente mejor que la fase A, pero aún se pueden hacer mejoras para optimizar el rendimiento. La fase C muestra un promedio de 94,99, similar a las otras fases, sugiriendo que el sistema está relativamente balanceado en términos de factor de potencia.

#### 5. Voltajes (VII ab, VII bc, VII ca) del Alimentador Mamey:

En la Tabla 3.7 se aprecia el voltaje que esta entre las líneas A y B el cual varía de 13237,38 V a 14019,52 V, con un promedio de 13660,41 V. Esto muestra que el voltaje o tensión es prácticamente estable y no tiene tantas alteraciones. El voltaje que esta entre las líneas B y C tiene un promedio de 13845,27 V y se aprecia un valor estable semejante a la anterior línea de VII ab, mostrando un correcto equilibrio en las tensiones de línea. Con un promedio de 13663,26 V y un valor de voltaje de 13278,51 V a 13952,97 V, la tensión que están entre las líneas C y A también es estable y equilibrado.

**Tabla 3.7:** Voltajes entre líneas mínimos, máximos y promedio de las 3 líneas del Alimentador Mamey.

Fase	Voltaje Mínimo (V)	Voltaje Máximo (V)	Voltaje Promedio (V)
VII ab	13237,375	14019,52	13660,40796
VII bc	13545,701	14237,2842	13845,27527
VII ca	13278,514	13952,97	13663,2625

Elaborado por: El Autor

### 3.3 Análisis eléctrico de corrientes del Alimentador Mamey utilizando el Gancho Amperimétrico

En este subtema se presenta un análisis detallado de las corrientes eléctricas en el Alimentador Mamey, utilizando un Gancho Amperimétrico como se observa en la figura 3.7 para obtener mediciones precisas. El análisis abarca las tres líneas principales del alimentador, así como sus ramales, tanto al inicio como al final del sistema eléctrico como se aprecia en la figura de los anexos A1 la cual muestra los reconectores, seccionadores de fusibles y barras y tripsaver; se examinan las variaciones de corriente a lo largo de estos puntos clave para identificar posibles anomalías en las cargas.

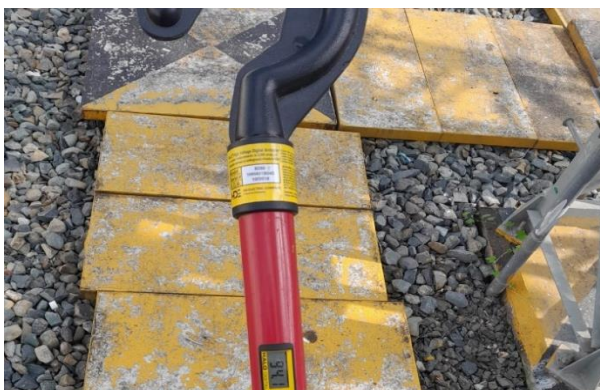
**Figura 3.7:** Uso de Gancho amperimétrico en el Alimentador Mamey.



Nota: Utilización del gancho amperimétrico para medir las corrientes de las 3 líneas del alimentador. Elaborado por: El Autor

En la figura 3.8 se aprecia un valor de 94,1A correspondiente a la línea A, de las 3 líneas eléctricas del Alimentador Mamey como se observa en la figura A2 de los anexos obtenido a través del uso del gancho amperimétrico.

**Figura 3.8:** Medición de corriente línea A del Alimentador Mamey.



Nota: Empleo del gancho amperimétrico. Elaborado por: El Autor

Se llevaron a cabo mediciones de corriente en diversas líneas del Alimentador Mamey y en diferentes seccionamientos del sistema eléctrico, utilizando un gancho amperimétrico. Estas mediciones como se observa en la tabla 3.8 son fundamentales para evaluar el comportamiento y la capacidad de carga del sistema, así como para identificar posibles desequilibrios y sobrecargas en las líneas.

**Tabla 3.8:** Corrientes de líneas registradas por el gancho amperimétrico.

Descripción	Línea	Corriente (A)
Medición de corriente del Alimentador Mamey	A	94,1
Medición de corriente del Alimentador Mamey	B	66,4
Medición de corriente del Alimentador Mamey	C	150,8
Medición de corriente del Primer Seccionamiento	A	95,9
Medición de corriente del Primer Seccionamiento	B	72,7
Medición de corriente del Primer Seccionamiento	C	148,3
Medición de corriente del Seccionamiento Soterrado	A	91,8
Medición de corriente del Seccionamiento Soterrado	B	148,3
Medición de corriente del Seccionamiento Soterrado	C	131,4

Elaborado por: El Autor

## Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

- La elaboración del diagrama del sistema eléctrico mejorado y modernizado para el alimentador Mamey con un modo de diseño sencillo y claro con la inclusión de los reconectores, seccionadores de fusibles y barras y tripsaver garantizó una mejora significativa en la lectura de la configuración del sistema, además esto facilita la planificación, ampliación, realización de nuevos diseños e identificación y solución de problemas en el sistema eléctrico de manera rápida y efectiva.
- La utilización de herramientas tales como SCADA y CYMDIST, ayudaron a realizar un análisis general de la capacidad del Alimentador Mamey, los parámetros obtenidos en tiempo real del SCADA permitieron identificar los puntos más críticos de carga y sobrecarga en el sistema, y frecuentemente son ingresados en el CYMDIST para simular diferentes eventos que finalmente permitieron tomar decisiones que optimicen de la distribución de las cargas.
- El uso del gancho amperimétrico en media tensión es de vital ayuda para el análisis de derivaciones trifásicas y monofásicos que parten del alimentador principal, los parámetros de estos ramales en específico no se pueden visualizar directamente en el SCADA, ya que este último solo permite monitorear la mayor parte de equipos de medición que se encuentran en las subestaciones y reconectores de líneas específicos. Además el empleo de este equipo permitió identificar mayores valores de corriente, potencia activa y reactiva en la fase C, la cual tiene que ser corregido para su respectivo balance entre las 3 fases.



## 4.2 Recomendaciones

- Es necesario realizar una reubicación de cargas en el alimentador Mamey, para asegurar que ninguna línea estén sometida a una carga excesiva. Esto puede incluir la transferencia de cargas de la línea C a las líneas A y B. La redistribución debe realizarse de manera planificada y considerando los consumos máximos y mínimos de cada línea para evitar futuros desequilibrios.
- Se considera que se realice la construcción eléctrica de un tramo trifásica con la finalidad de obtener un ajuste de la distribución de las cargas según sea necesario. Este debe incluir la inspección de nuevas conexiones o desconexiones de cargas y su impacto en el balance general del sistema.
- Se recomienda, mantener en constantes actualizaciones periódicas del software de control y monitoreo SCADA del sistema, con el fin de obtener nuevas herramientas y mejor estabilidad en el rendimiento.
- De acuerdo con el crecimiento poblacional se debe realizar el mantenimiento respectivo y programado en los reconectores y los equipos electrónicos del Alimentador, con el fin de asegurar y extender la vida útil de estos.

## Bibliografías

- AAT. (2022, junio 14). *Lo que debes saber de los seccionadores—Asesores en Alta Tecnología*. <https://altatecnologia.com.mx/lo-que-debes-saber-de-los-seccionadores/>
- Achilie, C. A., & Molina, C. N. (2024). *Análisis de calidad de la energía orientado a distorsiones armónicas en el Bloque E de la Universidad Politécnica Salesiana* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27451>
- Angamarca, J. E. (2023). *“Rediseño topológico del sistema de subtransmisión de 69 kv del área de la operación de la zona I y II de EMELNORTE S.A, para mejorar los índices de calidad de energía.”* [masterThesis, Ecuador. Latacunga. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/11635>
- Balseca, J., & Morejón, L. (2023). *Análisis aplicado de la calidad del servicio técnico en empresa eléctrica distribuidora*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/58160>
- Barboza, E. J. (2021). Análisis energético del sistema eléctrico de chota para la optimización de la calidad de suministro. *Repositorio Institucional - USS*. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8637>
- Barreto, C. D. (2023). *Análisis de factibilidad para la implementación de un sistema de almacenamiento de energía en el sistema eléctrico de potencia de la EERSSA* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26021>
- Barros, M. (2024). *Mejoras en la gestión de la función recierre de reconectores para optimizar indicadores de calidad en la red eléctrica y su impacto en la comunidad* [Trabajo de grado - Maestría, Corporación Universidad de la Costa]. <https://hdl.handle.net/11323/12846>
- Branque, N. (2022). *Implementación de un sistema automatizado, mediante el uso de visión artificial para la clasificación del maracuyá, según su color de madurez y el uso de un sistema SCADA para el monitoreo de la productividad*. [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal

- Península de Santa Elena, 2022].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8467>
- Cañari, K., & Bacon, M. (2023). Análisis del control de pérdidas y recupero de energía eléctrica del alimentador A4005 en la Unidad de Negocios Ayacucho, 2023. *Universidad Continental*.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13202>
- Carriel, F. (2024). *Diseño y simulación del proceso de fabricación de papel mediante PLC y HMI* [bachelorThesis].  
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27752>
- Carrillo, M. D. (2020). *ANÁLISIS MULTICRITERIAL PARA LA ÓPTIMA UBICACIÓN DE SWITCH EN REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN RADIAL*. 28.
- Certicalia. (2022, mayo 4). ¿Cómo funciona una pinza amperimétrica? | Certicalia. *Certicalia | Soluciona todos tus trámites y gestiones*.  
<https://www.certicalia.com/blog/pinza-amperimetrica-funcionamiento>
- Chocho, A., & Heredia, K. (2022). *Diseño de una red híbrida para comunicación de los equipos de seccionamiento y maniobra de la red de distribución de la empresa eléctrica de Azogues* [bachelorThesis, Universidad del Azuay].  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12372>
- Comulsa. (2024, marzo 21). *Componentes clave en una instalación de Reconectador Monofásico*.  
<https://www.comulsa.com/blog/componentes-clave-en-una-instalación-de-reconectador-monofásico>
- Córdova, A., & Tapay, M. (2022). *Diseño de un sistema SCADA para el control de procesos virtuales*. [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).].  
<http://localhost/handle/27000/9238>
- Correia, D. Y. A. (2021). *Fatores de projetos para instalação de religadores automáticos com foco na qualidade de energia*.  
<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29032>
- Díaz, A. E., & Ramírez, J. A. (2023). Dimensionamiento de pérdidas no técnicas para mejorar los indicadores eléctricos de la red en baja tensión del alimentador CHN025 Novena Norte – Chimbote, 2022.

*Repositorio Institucional - UCV.*

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114873>

Díaz, D. M. (2020). *Estudio para integración de equipos localizadores de falla y reconectores con el propósito de mejorar la calidad de servicio técnico para los usuarios de la zona II de Emelnorte S.A.* [bachelorThesis, Quito, 2020.].

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20813>

Drevniak, L. (2024). *Gancho amperométrico – Materiales Eléctricos de Baja, Media y Alta Tensión.* <https://luisjdrevniak.com.ar/producto/gancho-amperometrico-2/>

Eaton. (2020). *CYME - Software, Análisis de sistemas de distribución.*

<https://www.cyme.com/es/software/cymdist/>

Electronicboard. (2022, septiembre 27). *SCADA y HMI: Las 4 diferencias • Electronic Board.* <https://www.electronicboard.es/diferencias-entre-scada-hmi/>, <https://www.electronicboard.es/diferencias-entre-scada-hmi/>

Fenco, J. G. (2021). *Coordinación de protección de MT 22.9 KV para la continuidad del servicio en la red eléctrica del SE Pallasca AMT PAL002.* *Repositorio Institucional - UNS.*

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3752>

Fluke. (2024). *Las 101 mejores prácticas recomendadas para instrumentos Fluke.* <https://www.fluke.com/es-ar/informacion/blog/aprendizaje>

García, D. P., Reina, F. G., & Eduardo, D. H. (2020). **DISMINUCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR DISTRIBUCIÓN USANDO UNA TECNOLOGÍA NOVEDOSA DE MEDICIONES Y CONTROL PARA LA TOMA DE DECISIONES.** *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2(34), Article 34. <https://doi.org/10.24054/16927257.v34.n34.2019.3875>

Guerrero, M. (2022). *Sistemas de distribución primaria aéreos y uso de reconectores en conjunto con seccionadores y fusibles de expulsión* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata].

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/161221>

- Gwelectric. (2024). *Reconectores Trifásicos*. GW Electric Español.  
<https://es.gwelectric.com/products/distribution-reclosers-and-overhead-switches/three-phase-reclosers/>
- Igeo. (2023). *Introducción a CYME | inteligenciaGeoespacial SRL*.  
<https://www.igeo.com.bo/es-bo/productos/cyme/introduccion>
- Interelectricas. (2020). *Seccionador media tension Tripolar Socol 17.5Kv 630Amp con Porta fusibles Ref: C/CARGA-INTER GAV/V17 5*.  
<https://interelectricas.com.co/armarios-y-subestaciones/2921-seccionador-media-tension-tripolar-socol-175kv-630amp-con-porta-fusibles-ref-c-carga-inter-gav-v17-5.html>
- koneti. (2024, febrero 13). *Qué es un sistema SCADA*. <https://www.konetia-automatizacion.com/que-es-un-sistema-scada/>
- Ladino, A., & Martínez, J. (2020). *SECCIONADORES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CORRECCIÓN*. <https://cursa.ihmc.us/rid=1L6SW20XD-CS6LJ8-1HRK/1L28YNS3QIG1ZFTTI7Zlimage>
- Méndez, L. (2021, mayo 21). *Monitoreo de línea de producción a través de un sistema SCADA y Labview [Reporte técnico]*.  
<https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/18926>
- Mera, O. de J. (2020). *Coordinación de protección del Alimentador BE-S03 – sistema eléctrico Bellavista Rural*.  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8307>
- Mytra. (2021). *Sistemas SCADAs para la captura de datos y monitorización*.  
<https://www.mytra.es/blog-post/sistemas-scada-para-la-captura-de-datos-y-monitorizacion-de-los-procesos>
- Navarro, F. P. (2023). *Evaluación del reconector de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de la subestación de transmisión—Chupaca 2023*. *Universidad Continental*.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13190>
- Noblejas, D. (2021, septiembre 21). *¿Qué es un SCADA? Control de Supervisión y Adquisición de Datos*. *Nunsys*.  
<https://www.nunsys.com/scada/>
- Nojapower. (2023, abril). *Fundamentos de la puesta a tierra en equipos de alta tensión | NOJA Power—Ingenieros de Equipos de Maniobra en Media Tensión*.

<https://www.nojapower.es/expertise/2023/fundamentals-of-high-voltage-equipment-earthing-es>

- Ortiz, L. (2023). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de reconectores de media tensión en las subestaciones de EPM. *Institución Universitaria Pascual Bravo*.  
<https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/2380>
- Peralta, M. V. (2021). *Coordinación de protecciones en redes de distribución, aplicación al caso del alimentador Tablachaca de la Empresa DELAPAZ* [Thesis].  
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30868>
- Pérez. (2023, marzo). *Números ANSI para dispositivos de protección*. Ingeniería eléctrica online. <https://ingenieriaelectrica.online/numeros-ansi-para-dispositivos-de-proteccion/>
- Promelsa. (2024, febrero 21). *¿Qué es un seccionador de media tensión?*  
<https://www.promelsa.com.pe/blog/post/que-es-seccionador-media-tension.html>
- Reyes, C. D., & Rodríguez, M. M. (2023). Sistema de automatización en los equipos de ventilación principales para la reducción del consumo de energía en Minería Subterránea. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/132311>
- Rivera, J. L. (2023). *Coordinación de protecciones para la subestación de distribución del sistema astillero a nivel 13,8KV de la CNEL-EP* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24670>
- Rosas, W. A., Medina, F. A., & Mesa, J. A. (2020). Metodologías de evaluación del riesgo en ciberseguridad aplicadas a sistemas SCADA para compañías eléctricas. *Revista ESPACIOS*, 41(07).  
<https://www.revistaespacios.com/a20v41n07/20410727.html>
- Salazar, G. S. (2024). *Modelo de despacho óptimo de energía eléctrica de corto plazo para la microrred Baltra Santa Cruz considerando restricciones de seguridad*. [masterThesis, Quito : EPN, 2024.].  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25306>
- Santana, Z. S. (2024). *Ubicación óptima de localizadores de falla en redes eléctricas de distribución o subtransmisión: Ubicación óptima de localizadores de falla en redes eléctricas de distribución empleando el*

- método de Colonia de Hormigas*. [bachelorThesis, Quito : EPN, 2024.]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25420>
- Serey, E. A. (2024). *Evaluación de una red de distribución primaria operando en configuración enmallada*. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/12206>
- Siemens. (2021, febrero 17). *Funcionamiento conjunto de WinCC V7 o WinCC RT V16 Professional y un controlador ... - ID: 109750290— Industry Support Siemens*. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109750290/funcionamiento-conjunto-de-wincc-v7-o-wincc-rt-v16-professional-y-un-controlador-software?dti=0&lc=es-EC>
- Sisa, V. (2023). *Ubicación óptima de reconectores en el alimentador primario “G” de la subestación Cristianía perteneciente a la Empresa Eléctrica Quito* [masterThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/10769>
- Tacle, L. (2022). *Ubicación óptima de unidades de medición fasorial para la observabilidad de sistemas de potencia usando un algoritmo evolutivo*. [masterThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9080>
- Taday, C. A. (2022). *Análisis de confiabilidad de un alimentador de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.* [masterThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9804>
- Tapias, W. (2023). *Diseño de pautas para la implementación del software WinCC flexible aplicado a un SCADA para el manejo de variables de proceso a nivel de planta* [Bachelor thesis, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/50602>
- Tavrida. (2023). *TAVRIDA ELECTRIC AUTOMATIC CIRCUIT RECLOSERS*. <https://www.tavrida.com/tena/solutions/automatic-circuit-reclosers/tavrida-reclosers/>
- Torres, R. A., Medina, F. A., & Mendoza, M. Á. (2020). Propuesta metodológica para la auditoría de ciberseguridad aplicada a un sistema SCADA. *Revista Ingenierías USBMed*, 11(2), 62-70.

Vvaindustrial. (2020). RECLOSER O RECONECTADOR. *VVA Industrial*.

<https://vvaindustrial.com/recloser-o-reconectador/>



## Anexo 1

**Tabla A1:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 1 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>1/6/20 24 4:00</b>	74,3 865 66	45,0 312 35	125, 2998 43	535, 1580 2	343, 1270 45	934, 6470 95	248, 1996 61	112, 2012 56	368, 6431 58	90,5 958 56	94,8 122 86	92,9 024 2	137 77,7	140 12,5 8	1378 8,59 67	92,9 2145 5	1812 ,932 13	729, 0440 67	1954 ,028 69
<b>1/6/20 24 8:00</b>	65,0 623 17	41,8 326 38	96,0 5354 3	480, 4371 03	308, 9664 31	708, 0244 75	196, 9893 34	135, 0158 84	313, 2972 41	92,1 502	91,1 987 08	91,0 110 02	138 98,8 07	141 11,6 54	1392 0,58 8	91,5 1644 1	1497 ,427 98	645, 3024 29	1630 ,553 83
<b>1/6/20 24 12:00</b>	85,4 114 38	49,7 591 4	127, 6290 05	629, 8928 22	368, 8323 36	955, 8941 04	233, 2071 38	137, 6302 8	345, 8053 89	93,4 913 56	93,3 796 69	93,7 632 6	136 46,3 45	138 66,3 95	1372 8,78 7	93,7 3261 3	1954 ,619 39	716, 6427 61	2081 ,853 27
<b>1/6/20 24 16:00</b>	90,7 820 13	54,5 150 45	141, 7780 15	669, 0972 29	407, 9307 86	1070 ,843 63	253, 9575 35	140, 3338 62	370, 6815 19	93,2 334 37	94,3 032 15	94,2 806 24	136 46,4 04	138 80,1	1378 0,22 6	94,1 4842 2	2147 ,871 58	764, 9729 61	2280 ,030 03
<b>1/6/20 24 20:00</b>	102, 561 02	55,6 349 95	159, 5968 48	748, 6129 76	420, 3076 17	1198 ,781 25	261, 7211 91	106, 8714 37	365, 3774 72	94,0 075 68	96,5 046 69	95,3 294 37	134 19,2 65	136 92,8 4	1353 3,53 2	95,4 5677 9	2367 ,701 9	733, 9700 93	2478 ,855 47
<b>1/6/20 24 24:00</b>	99,0 859 76	58,5 266 69	168, 0421 45	727, 1168 82	446, 5306 09	1275 ,284 79	256, 0665 89	110, 4607 77	373, 7040 1	94,1 607 21	96,8 786 24	95,8 294 14	134 75,6 75	137 95,8 74	1357 9,54 1	95,4 5679 5	2448 ,932 13	740, 2313 84	2558 ,361 08

Elaborado por: El Autor

**Tabla A2:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 2 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>2/6/20 24 4:00</b>	74,9 667 05	45,0 247 5	123, 817 551	535, 370 361	339, 217 987	922, 3581 54	249, 3756 41	113, 9755 02	347, 6318 97	90,5 207 29	94,6 001 05	93,4 429 93	136 76,3 36	1388 5,50 9	137 02,9 1	92,7 1532 4	1796 ,946 41	710, 9830 32	1932 ,488 89
<b>2/6/20 24 8:00</b>	53,2 309 15	33,5 921 63	90,5 687 71	393, 098 389	255, 124 313	676, 1001 59	151, 4829 56	85,1 0574 3	263, 8123 78	92,8 182 45	94,3 139 57	92,7 368 55	138 13,9 1	1402 9,76 7	138 23,4 29	93,0 9852 6	1324 ,322 88	500, 4010 93	1415 ,709 11
<b>2/6/20 24 12:00</b>	77,6 361 62	44,9 972 34	118, 903 389	578, 859 009	340, 616 699	892, 0625 61	204, 8781 74	111, 7863 46	336, 2609 25	93,8 960 34	94,6 255 42	93,2 807 16	137 44,8 03	1396 3,76 6	138 26,9 31	94,0 8211 5	1811 ,538 21	652, 9254 15	1925 ,612 31
<b>2/6/20 24 16:00</b>	86,0 218 96	49,0 710 22	130, 964 478	646, 794 312	371, 460 785	996, 7478 03	213, 9798 43	123, 4693 07	331, 1983 64	94,6 951 29	94,5 881 81	94,6 587 98	137 41,3 55	1397 2,91 1	138 21,9 32	94,7 7099 6	2015 ,002 81	668, 6475 22	2123 ,046 39
<b>2/6/20 24 20:00</b>	105, 711 51	59,2 996 79	171, 716 583	778, 405 518	452, 118 622	1302 ,726 2	256, 0528 56	103, 8379 06	365, 2561 34	94,5 950 85	97,1 030 5	95,9 630 36	134 40,5 84	1374 9,22 17	135 76,1 63	95,8 5427 1	2533 ,250 24	725, 1468 51	2634 ,994 39
<b>2/6/20 24 24:00</b>	101, 109 268	59,3 723 07	167, 238 678	746, 777 222	456, 055 603	1274 ,501 34	268, 3339 84	115, 5395 43	375, 3438 72	93,9 925 84	96,7 660 52	95,8 111 04	136 05,4 51	1386 8,83	136 58,1 65	95,6 1568 5	2477 ,334 23	759, 2174 07	2591 ,060 79

Elaborado por: El Autor

**Tabla A3:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 3 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>3/6/20 24 4:00</b>	73,2 037 35	40,3 891 64	118, 771 37	523, 337 891	302, 571 808	879, 090 332	249, 388 626	109, 255 508	361, 111 725	90,1 484 68	93,8 159 33	92,3 726 58	137 23,3 154	139 29,1 78	137 90,3 67	92,0 6809 2	170 5,00 012	719, 755 859	185 0,69 544
<b>3/6/20 24 8:00</b>	76,4 593 12	58,7 783 51	133, 825 729	569, 441 65	445, 430 817	100 4,11 017	201, 231 445	141, 405 701	361, 968 506	93,9 644 01	95,0 517 2	93,8 100 81	137 15,2 5	139 05,4 57	137 65,6 54	94,3 2616 4	201 8,98 254	704, 605 652	213 8,40 137
<b>3/6/20 24 12:00</b>	87,9 149 17	66,3 852 08	164, 682 953	656, 898 865	505, 311 31	124 3,71 314	231, 608 078	157, 446 93	435, 413 727	94,0 477 45	95,2 843 09	94,2 151 49	137 51,7 14	139 39,0 06	137 85,0 27	94,6 4391 3	240 5,92 334	824, 468 75	254 3,26 88
<b>3/6/20 24 16:00</b>	99,8 716 05	71,7 553 56	172, 214 417	745, 683 533	543, 535 95	130 4,94 202	246, 030 548	163, 289 047	408, 097 595	94,7 372 06	95,5 975 65	95,2 744 22	136 36,7 56	138 28,5 029	136 79,5 596	95,4 0718 8	259 4,16 138	817, 417 175	271 9,89 795
<b>3/6/20 24 20:00</b>	110, 230 888	68,9 289 7	170, 912 811	811, 390 381	524, 940 796	129 5,09 815	273, 238 281	126, 212 364	363, 999 146	94,3 338 47	96,8 897 71	95,8 433 84	134 84,7 8	137 42,6 15	135 85,2 82	96,0 1321 4	263 1,42 944	763, 449 829	273 9,94 092
<b>3/6/20 24 24:00</b>	86,1 536 87	54,0 132 94	157, 138 641	628, 222 595	414, 984 283	119 4,16 589	246, 893 28	101, 191 864	360, 135 01	92,8 980 64	96,9 094 24	95,5 932 31	135 92,9 85	138 55,0 64	136 44,9 37	95,3 2246 4	223 7,37 28	708, 220 154	234 6,78 784

Elaborado por: El Autor

**Tabla A4:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 4 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>4/6/20 24 4:00</b>	66,0 969 62	37,7 240 49	108, 712 067	462, 703 43	280, 777 039	797, 9141 24	239, 8450 47	105, 0164 49	338, 1430 97	88,5 785 83	93,3 613 59	91,9 000 78	1369 4,72	138 98,6 32	137 34,3 77	91,6 008	1541 ,394 53	683, 0046 39	1685 ,939 7
<b>4/6/20 24 8:00</b>	69,0 098 72	54,0 438 31	128, 997 818	516, 498 23	410, 999 054	970, 8472 9	180, 2648 62	131, 0792 85	348, 5356 45	94,0 325 85	94,9 347 92	93,7 876 51	1378 3,22 6	139 59,7 04	138 12,7 46	93,7 7815 2	1898 ,344 48	659, 8797 61	2009 ,764 53
<b>4/6/20 24 12:00</b>	83,9 330 98	60,9 802 09	156, 430 359	625, 016 052	462, 095 978	1181 ,140 02	229, 2501 53	151, 2611 85	414, 9898 38	93,6 327 97	94,8 036 8	94,1 369 02	1376 3,53 7	139 44,4 85	137 98,2 79	94,3 7416 1	2268 ,251 95	795, 5011 6	2403 ,703 37
<b>4/6/20 24 16:00</b>	100, 836 723	76,0 547 41	174, 166 275	746, 670 776	574, 587 585	1310 ,641 72	251, 2314 76	163, 3636 78	415, 9467 77	94,5 909 42	96,0 135 04	95,1 450 42	1354 2,72 8	137 42,1 64	135 96,5 38	95,5 9816 7	2631 ,900 15	830, 5418 7	2759 ,836 43
<b>4/6/20 24 20:00</b>	114, 679 81	70,6 270 37	175, 612 198	843, 517 273	537, 801 636	1326 ,664 92	273, 7637 63	120, 9148 1	369, 2619 02	94,6 968 99	97,2 588 81	95,9 630 28	1342 2,43 2	136 90,0 68	135 26,4 16	96,1 5133 7	2707 ,983 89	763, 9404 3	2813 ,677 49
<b>4/6/20 24 24:00</b>	97,7 882 77	59,5 287 02	171, 465 729	715, 018 311	456, 932 892	1305 ,723 39	275, 1626 28	115, 1624 91	379, 4402 16	93,1 988 37	96,8 079 83	95,9 047 85	1359 0,09 08	138 50,5 11	136 30,6 83	95,7 8608 7	2477 ,674 56	769, 7653 81	2594 ,496 34

Elaborado por: El Autor

**Tabla A5:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 5 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>5/6/20 24 4:00</b>	73,7 032 55	40,2 490 73	120, 210 175	524, 848 389	303, 388 885	892, 5191 04	248, 2905 43	100, 8157 04	347, 8329 47	90,2 783 74	94,6 428 07	93,0 346 53	1366 9,35 4	138 91,4 99	137 16,8 94	92,3 2138 1	1720 ,756 47	696, 9392 09	1856 ,536 26
<b>5/6/20 24 8:00</b>	72,5 479 74	53,0 051 23	127, 431 107	542, 865 906	403, 782 715	958, 4386 6	184, 5516 51	121, 8476 18	336, 3496 09	94,3 498 08	95,4 020 08	94,0 255 43	1373 5,46 4	139 17,7 72	137 64,4 25	94,5 2613 8	1905 ,087 28	642, 7488 4	2010 ,592 9
<b>5/6/20 24 12:00</b>	80,7 394 33	62,7 363 13	149, 638 58	600, 935 73	478, 847 076	1120 ,523 32	209, 7915 34	135, 3950 35	402, 8111 27	94,1 020 51	95,9 891 59	93,8 610 99	1368 9,28 13	138 67,4 42	137 27,9 45	94,6 5973 7	2200 ,306 15	747, 9976 81	2323 ,972 17
<b>5/6/20 24 16:00</b>	90,7 112 96	67,0 383 83	145, 556 549	673, 822 754	510, 357 178	1096 ,797 36	238, 1527 1	149, 8903 5	371, 0889 59	94,0 037 54	95,7 595 29	94,4 787 14	1368 4,05 8	138 62,9 52	137 17,7 71	95,0 7691 2	2280 ,977 54	759, 1320 19	2403 ,983 89
<b>5/6/20 24 20:00</b>	102, 546 906	62,0 450 25	154, 889 023	752, 489 197	473, 441 681	1166 ,513 18	272, 6566 16	120, 6158 45	368, 3484 5	93,4 760 21	96,4 932 71	94,8 046 65	1357 0,88 3	138 11,2 88	136 60,1 34	95,3 2585 1	2392 ,444 09	761, 6209 11	2510 ,747 8
<b>5/6/20 24 24:00</b>	88,8 564 15	52,7 501 64	150, 681 686	646, 751 648	403, 726 227	1138 ,291 75	262, 0905 15	109, 1935 73	367, 7124 33	92,5 414 05	96,3 182 22	95,0 039 9	1363 2,14 7	138 62,9 81	136 59,9 13	94,8 6084 7	2188 ,769 53	738, 9965 21	2310 ,157 72

Elaborado por: El Autor

**Tabla A6:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 6 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>6/6/20 24 4:00</b>	69,9 113 31	40,8 242 99	109, 295 792	490, 614 288	307, 542 969	803, 2779 54	257, 4809 27	109, 8902 74	345, 6670 84	88,4 183 5	93,9 283 45	91,6 873 93	137 74,1 11	1396 4,60 8	137 81,7 99	91,5 2834 3	1601 ,435 3	713, 0382 69	1753 ,002 69
<b>6/6/20 24 8:00</b>	69,1 934 97	51,7 131 88	119, 860 939	517, 940 491	392, 335 876	896, 4772 95	187, 2215 73	136, 9033 36	352, 6457 82	93,5 881 65	94,1 129 91	92,7 263 41	138 64,7 09	1403 9,32 2	138 78,0 93	93,6 3244 6	1806 ,753 66	676, 7706 3	1929 ,346 44
<b>6/6/20 24 12:00</b>	89,1 615 6	64,0 531 85	153, 801 147	662, 480 408	483, 326 202	1159 ,740 23	240, 4056 85	158, 0799 26	403, 2702 94	93,7 845 23	94,8 549 88	94,2 298 2	136 99,1 55	1388 5,61 3	137 71,1 35	94,7 0031 7	2305 ,546 88	801, 7559 2	2440 ,975 1
<b>6/6/20 24 16:00</b>	96,2 034 84	73,4 294 74	157, 331 207	722, 856 079	561, 557 922	1191 ,714 84	229, 8146 82	152, 2293 24	386, 1655 88	95,0 912 55	96,3 477 94	94,9 358 22	136 63,7 58	1385 4,25 29	137 30,2 67	95,5 6111 1	2476 ,128 91	768, 2095 95	2592 ,558 59
<b>6/6/20 24 20:00</b>	113, 628 754	67,2 941 97	174, 363 8	835, 763 672	509, 550 232	1312 ,672 73	267, 8997 19	116, 5802 08	363, 5561 52	94,8 049 09	97,1 618 58	95,9 829 18	133 93,3 29	1362 0,32 8	134 96,5 32	96,2 6982 1	2657 ,986 57	748, 0360 72	2761 ,240 72
<b>6/6/20 24 24:00</b>	93,2 397	56,4 945 49	163, 243 011	681, 433 105	434, 163 91	1235 ,735 96	262, 1373 29	100, 5071 95	372, 9266 05	93,1 935 58	97,2 419 66	95,5 883 03	135 78,8 18	1379 3,39 4	136 12,3 09	95,6 8453 2	2351 ,333 01	735, 5711 06	2463 ,702 88

Elaborado por: El Autor

**Tabla A7:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 7 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>7/6/20 24 4:00</b>	71,0 6430 8	40,5 340 5	117, 0143 81	505, 2876 28	305, 2511 6	870, 1676 03	241, 2732 7	102, 2567 21	329, 8644 41	90,1 181 11	94,5 818 18	93,3 752 98	136 81,8 34	138 72,6 88	136 94,0 77	92,4 5748 9	1680 ,706 42	673, 3944 7	1810 ,589 48
<b>7/6/20 24 8:00</b>	74,8 5097 5	58,0 327 42	133, 0156 71	560, 1026	440, 6705 93	998, 1198 73	190, 1302 34	138, 1408 54	356, 6642 15	94,3 846 82	95,1 570 97	93,9 506 91	137 34,9 27	139 01,1 11	137 46,8 35	94,4 5049 3	1998 ,893 19	684, 9353 03	2112 ,985 84
<b>7/6/20 24 12:00</b>	97,5 0041 2	75,3 269 04	165, 2225 95	721, 9360 96	566, 5322 27	1244 ,560 43	264, 1948 55	186, 4565 89	426, 3610 23	93,7 182 62	94,8 273 01	94,4 292 6	136 55,3	138 48,4 36	137 29,3 2	94,6 6363 5	2533 ,028 81	877, 0124 51	2680 ,556 89
<b>7/6/20 24 16:00</b>	107, 6826 86	85,8 853 23	188, 8918	806, 1106 57	649, 3157 35	1425 ,799 56	233, 9820 1	173, 8305 82	421, 5783 69	95,9 076 11	96,4 697 11	95,7 574 69	134 88,8 81	137 01,7 58	135 50,4 64	96,1 7191 3	2881 ,226 07	829, 3909 3	2998 ,224 85
<b>7/6/20 24 20:00</b>	118, 5607 76	71,1 768 19	179, 6365 2	870, 7523 19	538, 5095 83	1354 ,461 18	279, 7633 36	126, 8846 59	367, 6463 01	94,8 594 06	97,0 980 91	96,2 102 89	133 68,0 78	136 21,6 6	134 80,7 72	96,1 6290 3	2763 ,723 15	774, 2943 12	2870 ,138 92
<b>7/6/20 24 24:00</b>	102, 8134 31	59,8 750 76	175, 1833 5	755, 9431 76	456, 2397 16	1328 ,501 22	261, 5680 54	112, 4707 79	371, 2379 46	94,3 480 45	96,9 331 36	96,1 914 14	134 83,2	137 36,1 94	135 45,1 6	96,0 6510 9	2540 ,684 08	745, 2768 55	2647 ,737 55

Elaborado por: El Autor

**Tabla A8:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 8 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>8/6/20 24 4:00</b>	72,8 267 36	43,5 241 51	118, 9045 33	517, 8731 08	329, 5633 54	881, 6239 01	245, 1365 81	103, 5523 53	338, 6275 63	90,2 741 09	95,1 828 77	93,2 177 05	136 63,3 24	1385 7,07 8	136 76,7 43	92,8 7873 8	1729 ,060 3	687, 3165 28	1860 ,659 42
<b>8/6/20 24 8:00</b>	64,2 227 02	36,2 880 97	92,6 3492 6	479, 8432 62	271, 6782 53	690, 9715 58	171, 3962 1	102, 4086 23	267, 6841 74	93,7 110 29	93,0 283 51	92,7 959 29	138 35,9 11	1400 3,68 4	138 27,7 48	93,0 0212 9	1442 ,493 04	541, 4890 14	1540 ,777 95
<b>8/6/20 24 12:00</b>	74,7 623 44	44,8 608 7	109, 2998 89	546, 3238 53	334, 2352 6	812, 7169 8	213, 5981 75	118, 1989 21	303, 1567 08	92,7 052 31	93,8 586 65	93,2 802 28	136 49,0 41	1384 4,41 3	137 09,7 12	93,9 3287 7	1693 ,276 12	634, 9538 57	1808 ,411 13
<b>8/6/20 24 16:00</b>	82,1 271 21	48,7 589 38	124, 3127 21	609, 6937 87	370, 0360 11	932, 5679 32	215, 9173 28	110, 9762 8	331, 3061 52	93,9 534 61	95,4 592 97	93,9 524 52	136 73,2 68	1386 9,50 29	137 38,1 18	94,7 4550 6	1912 ,297 85	658, 1997 68	2022 ,401 86
<b>8/6/20 24 20:00</b>	97,4 729 84	54,5 062 83	156, 1836 85	711, 0994 87	410, 2168 88	1169 ,239 99	248, 8800 2	110, 9046 33	364, 1345 83	93,9 076 08	96,1 510 85	95,1 161 12	134 23,0 19	1368 3,33 6	135 29,5 74	95,3 7178 8	2290 ,556 4	723, 9192 5	2402 ,229 74
<b>8/6/20 24 24:00</b>	97,2 689 21	57,4 262 2	157, 6299 74	710, 2521 97	436, 3651 43	1187 ,707 03	255, 7312 47	110, 7713 47	344, 7518 92	93,9 317 55	96,7 342 15	95,8 710 33	134 69,4 44	1370 6,95 7	135 02,3 48	95,7 8202 8	2334 ,324 46	711, 2544 56	2440 ,277 1

Elaborado por: El Autor



**Tabla A9:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 8 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>9/6/20 24 4:00</b>	72,3 8707 7	42,8 487 43	114, 8855 97	514, 0298 46	322, 1388 55	849, 5906 98	249, 0876 31	113, 0341 19	340, 0366 52	89,8 241 65	94,1 300 81	92,6 882 86	137 19,7 11	139 03,6 62	137 20,2 65	92,3 1474 3	1685 ,759 4	702, 1583 86	1826 ,146 48
<b>9/6/20 24 8:00</b>	54,7 7092	30,6 693	82,9 2150 1	408, 1820 98	232, 9628 3	616, 7672 73	150, 4598 24	77,0 1389 3	243, 9813 54	93,3 172 76	94,1 546 86	92,4 520 72	138 72,3 31	140 24,7 2	138 40,4 88	92,7 5492 9	1257 ,912 23	471, 4550 78	1343 ,358 89
<b>9/6/20 24 12:00</b>	81,0 9320 8	51,3 848 15	121, 6040 5	601, 7269 29	387, 6237 49	907, 3437 5	193, 9202 73	110, 1003 57	307, 6509 7	94,8 231 89	95,9 075 09	94,4 173 74	135 40,4 47	137 13,6 44	136 06,1 89	94,9 0217 6	1896 ,694 34	611, 6716 31	1992 ,885 38
<b>9/6/20 24 16:00</b>	92,0 0353 2	52,8 535 31	135, 3743 29	687, 0642 09	401, 0872 5	1023 ,668 88	208, 3362 12	106, 0273 59	306, 9909 97	95,4 181 37	96,3 989 18	95,5 586 4	135 28,8 48	137 42,8 37	136 20,8 86	95,7 2154 2	2111 ,820 31	621, 3545 53	2201 ,333 01
<b>9/6/20 24 20:00</b>	114, 1680 98	62,5 858 5	176, 8749 85	836, 2706 91	473, 0218 81	1327 ,981 93	253, 6737 82	101, 7733 76	353, 5091 86	95,3 410 49	97,4 910 35	96,3 396 84	132 78,9 54	135 59,3 57	133 85,9 32	96,5 7181 5	2637 ,274 66	708, 9563 6	2730 ,903 81
<b>9/6/20 24 24:00</b>	96,4 5600 9	58,2 862 85	166, 0933 38	704, 9348 75	446, 3814 09	1257 ,883 79	255, 5431 37	106, 5369 19	353, 9408 87	93,8 759 77	97,1 122 36	96,1 282 27	135 06,4 96	137 61,2 43	135 17,8 89	95,7 5872	2409 ,199 95	716, 0209 35	2513 ,350 59

Elaborado por: El Autor

**Tabla A10:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 10 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>10/6/2 024 4:00</b>	74,5 369 87	42,0 886 42	119, 938 896	533, 826 965	315, 670 471	891, 388 123	246, 075 363	114, 697 067	344, 709 29	90,6 590 88	93,7 704 01	93,1 304 55	137 23,6 86	139 22,8 58	137 10,1 72	92,5 2728 3	174 0,88 562	705, 481 689	187 8,40 015
<b>10/6/2 024 8:00</b>	72,6 105 73	54,9 366 76	124, 179 321	541, 987 976	415, 489 502	927, 812 622	181, 191 833	132, 441 04	330, 480 56	94,4 758 91	94,9 692 76	93,9 002 00	137 01,6 41	138 60,2 1	136 93,7 71	94,3 4185 8	188 5,29 016	644, 113 403	199 2,28 528
<b>10/6/2 024 12:00</b>	100, 892 532	76,7 181 24	168, 505 692	745, 015 625	577, 214 355	126 5,12 524	265, 270 203	179, 403 931	421, 847 809	94,0 442 35	95,3 508 91	94,7 006 23	135 82,8 67	137 70,3 408	136 40,4 00	95,0 3287 5	258 7,35 523	866, 521 973	272 8,60 181
<b>10/6/2 024 16:00</b>	108, 550 323	79,0 549 7	180, 119 293	810, 037 72	601, 003 54	136 4,03 296	228, 197 083	133, 330 505	360, 017 517	96,0 773 24	97,4 685 59	96,5 249 94	134 21,5 66	136 32,6 57	134 91,9 25	96,6 5367 1	277 5,07 422	721, 545 105	286 7,34 424
<b>10/6/2 024 20:00</b>	122, 788 269	75,2 121 89	194, 020 05	898, 915 466	568, 766 357	145 9,97 302	267, 156 372	115, 675 667	373, 912 445	95,5 225 98	97,7 291 49	96,5 863 42	132 37,3 75	135 53,8 02	133 69,5 58	96,6 8957 5	292 7,65 479	756, 744 446	302 3,87 573
<b>10/6/2 024 24:00</b>	100, 952 995	64,5 121 84	176, 950 256	738, 789 429	491, 866 699	133 8,90 71	258, 519 073	112, 798 805	364, 541 565	94,2 592 85	97,3 333 74	96,3 652 27	134 39,7 32	136 84,0 46	134 87,6 68	96,5 5970 8	256 9,56 323	735, 859 436	267 2,85 327

Elaborado por: El Autor

**Tabla A11:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 11 de junio del 2024

Date/Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mean	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>11/6/2024</b> <b>04:00</b>	77,2 156 75	46,2 757 45	121, 464 172	550, 035 156	349, 2936 71	898, 6537 48	256, 6188 96	108, 7924 19	352, 1251 53	90,4 647 52	95,2 970 43	92,9 630 51	136 18,5 76	138 20,7 34	137 00,7 49	92,7 1977 2	1797 ,982 67	717, 5364 38	1935 ,871 83
<b>11/6/2024</b> <b>8:00</b>	70,6 778 26	52,3 782 04	129, 347 809	530, 299 194	399, 8613 89	971, 4702 15	184, 5729 06	126, 6216 74	361, 7837 52	94,0 242 31	94,9 893 26	93,4 180 83	138 26,2 89	139 96,9 25	138 39,1 07	94,1 5167 2	1901 ,630 74	672, 9783 33	2017 ,200 93
<b>11/6/2024</b> <b>12:00</b>	80,9 150 92	70,8 172	149, 209 396	599, 939 331	538, 8967 9	1116 ,990 48	205, 8116 15	141, 9692 84	387, 8870 85	94,3 090 9	96,5 282 59	94,2 459 41	135 83,9 37	137 68,5 88	136 71,4 75	95,0 9065 2	2255 ,826 66	735, 6679 69	2372 ,753 91
<b>11/6/2024</b> <b>16:00</b>	103, 948 54	72,9 113 92	176, 126 663	777, 235 413	551, 4174 19	1331 ,850 46	234, 6612 4	156, 4192 96	396, 0208 74	95,5 667 5	96,0 299 76	95,6 775 21	135 40,4 87	137 50,7 97	135 84,7 71	96,1 5377 17	2660 ,503 17	787, 1013 79	2774 ,491 94
<b>11/6/2024</b> <b>20:00</b>	114, 192 268	70,4 329 61	174, 780 289	840, 832 458	535, 4575 2	1319 ,161 87	271, 5298 77	124, 3771 51	373, 6748 66	94,7 461 24	97,0 826 26	95,8 487 63	134 26,5 9	136 88,3 35	135 38,0 61	96,0 3057 1	2695 ,451 9	769, 5819 09	2803 ,161 87
<b>11/6/2024</b> <b>24:00</b>	97,4 357 45	55,6 414 72	167, 261 795	711, 774 78	423, 7376 71	1263 ,053 22	249, 4672 09	99,7 6039 9	346, 8709 41	94,2 461 4	97,1 310 96	96,2 828 37	134 35,4 85	136 87,3 32	134 63,0 86	96,0 3024 3	2398 ,565 67	696, 0985 72	2497 ,532 96

Elaborado por: El Autor

**Tabla A12:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 12 de junio del 2024

Date/Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mean	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>12/6/2024</b> <b>4:00</b>	70,4 448 7	38,5 060 96	114, 223 045	499, 420 288	288, 5916 44	840, 9982 91	226, 0116 27	90,3 8281 3	314, 7027 28	90,9 644 01	95,1 763 76	93,4 987 72	135 19,9 23	137 17,6 41	1353 8,12 79	92,9 9603 3	1629 ,010 13	631, 0971 68	1746 ,985 35
<b>12/6/2024</b> <b>8:00</b>	74,3 631 97	55,7 637 67	133, 738 876	557, 242 31	422, 0719 91	1001 ,107 36	187, 9660 64	138, 5684 2	367, 1885 38	94,3 660 81	94,7 288 28	93,5 897 67	137 54,3 08	139 19,3 27	1376 8,62 1	94,3 1701 7	1980 ,421 63	693, 7229 61	2098 ,409 18
<b>12/6/2024</b> <b>12:00</b>	89,0 589 52	66,1 158 52	159, 305 405	664, 019 47	501, 8562 93	1194 ,012 21	221, 4711 61	145, 4214 17	416, 4258 73	94,6 419 22	95,8 502 73	94,2 206 88	136 30,3 63	138 20,5 83	1368 3,46 58	95,1 6711 4	2359 ,887 94	783, 3184 81	2486 ,495 36
<b>12/6/2024</b> <b>16:00</b>	94,7 311 78	65,4 116 21	165, 503 922	704, 520 02	495, 6786 19	1248 ,605 1	222, 2322 69	132, 9624 63	373, 7520 45	95,1 002 35	96,3 384 4	95,5 857 01	135 37,3 31	137 25,2 82	1357 1,38 8	95,8 3054 4	2448 ,803 71	728, 9467 77	2554 ,995 85
<b>12/6/2024</b> <b>20:00</b>	94,9 993 36	63,5 297 74	147, 196 213	710, 139 771	484, 3250 12	1111 ,417 85	225, 3424 68	127, 5648 65	351, 2781 98	95,1 067 89	96,4 554 44	95,0 986 94	136 03,3 01	137 90,8 84	1365 5,64	95,4 9205	2305 ,882 57	704, 1854 86	2411 ,010 5
<b>12/6/2024</b> <b>24:00</b>	98,5 036 32	59,8 320 85	150, 481 537	715, 436 768	449, 1065 06	1117 ,020 02	267, 9154 97	129, 3195 5	382, 3416 75	93,2 246 55	95,7 459 95	94,1 982 19	134 72,9 22	136 86,1 48	1355 3,63 5	95,0 8863 8	2281 ,563 23	779, 5767 21	2411 ,072 51

Elaborado por: El Autor

**Tabla A13:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 13 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>13/6/2 024 4:00</b>	80,9 428 56	150, 752 304	68,6 954 42	601, 126 465	112 7,99 573	519, 581 421	218, 024 994	410, 239 868	166, 723 77	93,6 572 11	93,7 474 98	95,0 105 51	137 47,4 23	138 71,5 56	137 23,2 24	94,3 0540 5	224 8,70 361	794, 988 647	238 5,09 424
<b>13/6/2 024 8:00</b>	82,4 673 84	159, 397 003	60,8 364 75	612, 753 845	119 7,80 676	461, 618 53	215, 883 286	407, 871 277	136, 767 456	93,9 919 97	94,4 540 25	95,6 323 7	137 06,5 86	138 29,0 61	136 74,2 67	94,9 4760 9	227 2,17 92	760, 522 034	239 6,07 837
<b>13/6/2 024 12:00</b>	86,6 948 17	159, 573 044	66,4 494 86	647, 357 178	119 7,52 722	505, 775 452	219, 104 904	427, 180 878	148, 703 262	94,4 063 19	93,9 703 29	95,7 173 39	137 43,2 82	138 76,9	136 79,9 17	94,5 7336 4	235 0,65 991	794, 989 075	248 1,45 313
<b>13/6/2 024 16:00</b>	98,9 498 44	162, 545 975	72,5 865 17	736, 490 234	122 0,45 557	547, 553 406	254, 222 58	419, 435 577	174, 646 805	94,3 037 11	94,3 596 65	95,0 956 65	137 01,5 48	138 29,5 96	136 55,9 91	94,7 0321 7	250 4,49 927	848, 304 993	264 4,26 489
<b>13/6/2 024 20:00</b>	104, 325 516	163, 362 915	62,8 736 31	761, 468 201	122 6,18 774	477, 866 18	264, 576 355	368, 975 067	114, 977 798	93,9 321 21	95,2 580 87	96,7 803 73	135 31,1 33	137 15,2 158	134 52,1 221	95,5 383	246 5,52 197	748, 529 236	257 6,64 429
<b>13/6/2 024 24:00</b>	99,2 766 49	170, 993 805	60,4 851 95	730, 727 905	130 2,68 909	464, 970 764	264, 324 249	373, 294 922	115, 460 289	93,8 222 66	95,9 576 8	96,8 526 61	136 34,1 26	138 52,5	135 96,4 39	95,9 1362 8	249 8,38 77	753, 079 468	260 9,41 943

Elaborado por: El Autor

**Tabla A14:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 14 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>14/6/2 024 4:00</b>	73,4 801 1	116, 344 017	39,1 625 86	518, 899 841	864, 068 115	292, 341 583	259, 048 157	338, 754 303	107, 082 329	89,3 133 77	92,9 559 1	93,6 539 76	137 49,7 9	138 94,7 62	136 92,5 2	92,5 4528	167 5,30 957	704, 884 766	181 7,56 006
<b>14/6/2 024 8:00</b>	70,3 082 35	121, 982 521	52,5 039 25	523, 144 165	910, 481 018	398, 774 597	193, 294 785	350, 291 473	128, 622 269	93,4 050 52	92,9 853 13	94,8 573 68	138 33,5 83	139 52,1 23	137 80,1 87	93,7 9690 6	183 2,39 978	672, 208 557	195 1,80 774
<b>14/6/2 024 12:00</b>	91,7 066 65	168, 282 043	72,7 697 75	677, 623 901	126 2,86 975	547, 837 341	234, 180 206	409, 158 447	163, 499 878	94,2 379 38	94,9 634 02	95,6 550 98	136 10,9 16	137 26,5 66	135 57,5 37	95,1 3231 7	248 8,33 106	806, 838 562	261 5,87 061
<b>14/6/2 024 16:00</b>	91,5 794 22	157, 038 986	68,6 366 65	683, 272 644	118 4,33 826	522, 684 082	222, 987 823	380, 080 75	141, 573 196	94,8 092 19	94,9 989 32	96,3 417 21	136 67,2 13	137 93,4 24	136 05,4 971	95,5 5835 7	239 0,29 492	744, 641 785	250 3,59 766
<b>14/6/2 024 20:00</b>	102, 263 931	161, 149 124	66,2 408 07	747, 607 056	120 9,59 18	505, 770 325	267, 915 405	384, 621 948	120, 753 143	93,5 479 58	94,8 780 44	96,9 076 16	136 04,1 32	137 52,3 61	135 18,5 77	95,2 5427 2	246 2,96 924	773, 290 466	258 1,51 025
<b>14/6/2 024 24:00</b>	95,1 123 28	161, 839 554	61,5 913 73	697, 242 92	122 7,37 891	473, 304 108	265, 084 595	372, 389 862	115, 705 093	93,2 718 12	95,5 097 12	96,9 302 22	136 56,0 85	138 35,5 06	136 02,3 25	95,4 1969 3	239 7,92 603	753, 179 565	251 3,42 969

Elaborado por: El Autor

**Tabla A15:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 15 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>15/6/2 024 4:00</b>	70,3 001 33	114, 256 943	43,7 820 17	498, 724 03	846, 408 203	333, 971 497	250, 891 953	351, 221 649	106, 727 501	89,1 474 23	92,2 068 71	95,0 435 94	138 24,9 1	139 80,9 73	137 92,1 06	92,1 3920 6	167 9,10 376	708, 841 125	182 2,59 302
<b>15/6/2 024 8:00</b>	52,0 346 76	78,9 521 33	30,2 536 14	380, 650 879	582, 697 327	227, 149 17	166, 560 318	255, 688 599	84,4 173 43	90,9 296 34	90,9 442 9	92,8 782 5	139 84,8 89	140 83,5 87	139 20,9 29	91,9 1559 6	119 0,49 731	506, 666 26	129 3,82 947
<b>15/6/2 024 12:00</b>	72,9 317 4	108, 361 946	45,3 193 82	538, 775 757	814, 031 982	344, 076 233	213, 128 403	303, 701 294	111, 876 175	92,5 985 87	93,3 015 9	94,6 925 89	138 61,3 35	139 74,3 32	138 10,0 89	93,9 1385 7	169 6,88 403	628, 705 872	180 9,60 938
<b>15/6/2 024 16:00</b>	83,7 195 28	126, 030 594	49,2 867 55	621, 933 167	952, 904 846	374, 985 413	210, 828 537	302, 679 596	104, 173 729	94,3 518 22	95,0 246 12	96,0 301 59	136 90,2 2	138 21,3 26	136 25,1 96	95,1 9712 1	194 9,82 336	617, 681 885	204 5,32 202
<b>15/6/2 024 20:00</b>	104, 375 343	154, 425 293	60,1 087 57	762, 847 473	115 5,62 305	454, 731 842	264, 195 465	364, 494 171	117, 223 48	94,0 079 96	95,0 024 64	96,5 100 17	135 42,9 1	136 83,1 46	134 51,3 97	95,3 8475 8	237 3,20 239	745, 913 147	248 7,66 48
<b>15/6/2 024 24:00</b>	99,9 959 26	165, 770 63	59,5 514 34	736, 438 782	126 2,59 717	456, 470 245	269, 053 284	368, 371 674	119, 084 793	93,7 249 76	95,8 268 66	96,5 409 39	136 54,7 529	138 56,8 779	136 12,8 467	95,6 7745 2	245 5,50 635	756, 509 705	256 9,40 039

Elaborado por: El Autor

**Tabla A16:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 16 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>16/6/2 024 4:00</b>	78,1 307 91	125, 555 458	46,2 091 41	561, 815 796	933, 111 877	350, 621 185	249, 343 674	351, 141 663	107, 114 54	91,2 799 91	93,4 515	95,4 346 85	136 81,2 71	138 49,6 13	136 57,0 2	93,5 2134 7	184 5,54 883	707, 599 854	197 6,54 956
<b>16/6/2 024 8:00</b>	58,7 041 02	85,3 113 56	33,9 971 66	431, 616 699	633, 051 208	256, 385 468	190, 313 156	275, 685 425	96,1 622 77	91,1 737 21	91,2 588 27	93,0 675 89	140 19,5 2	141 11,3 9	139 52,9 7	92,1 0481 3	132 1,05 335	562, 160 889	143 5,69 043
<b>16/6/2 024 12:00</b>	70,9 643 55	105, 713 623	42,0 652 85	526, 219 482	792, 781 006	318, 718 17	192, 575 47	288, 779 053	96,7 571 11	93,4 207 76	93,5 611 8	95,2 057 11	138 13,7 529	138 84,7 13	137 12,4 6	94,0 7996 4	163 7,71 863	578, 111 633	173 6,76 001
<b>16/6/2 024 16:00</b>	83,3 168 18	120, 386 169	49,9 445 19	624, 388 245	908, 198 975	381, 613 495	211, 574 066	321, 396 881	111, 677 879	94,3 637 08	93,9 961 24	95,6 750 18	138 24,8 408	139 29,8 59	137 30,6 87	94,8 8806 9	191 4,20 068	644, 648 804	201 9,83 569
<b>16/6/2 024 20:00</b>	105, 304 939	161, 385 086	56,1 683 62	772, 013 245	121 6,81 055	426, 033 752	267, 102 509	361, 131 531	105, 622 635	94,0 290 45	95,4 867 17	96,6 572 11	135 89,7 77	137 10,2 01	134 64,7 33	95,5 8216 9	241 4,85 742	733, 856 628	252 3,90 21
<b>16/6/2 024 24:00</b>	99,1 204 61	168, 380 753	58,7 764 05	730, 386 414	128 2,70 044	449, 057 098	261, 092 255	361, 870 575	113, 954 75	93,9 795 76	96,1 030 2	96,7 285 77	136 41,3 35	137 93,3 467	135 52,2 73	95,9 4928	246 2,14 404	736, 917 603	257 0,05 859

Elaborado por: El Autor



**Tabla A17:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 17 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>17/6/2 024 4:00</b>	72,7 463 53	120, 801 59	44,0 040 09	519, 407 593	898, 394 165	333, 285 004	253, 173 203	360, 945 465	112, 496 506	89,7 485 43	92,6 508 94	94,5 123 29	138 22,7 188	139 60,4 93	137 77,4 58	92,5 2893 1	175 1,08 679	726, 615 173	189 5,85 718
<b>17/6/2 024 8:00</b>	73,5 199 28	125, 244 812	53,3 394 7	543, 513 794	942, 075 684	405, 760 254	221, 665 695	359, 776 306	134, 492 477	92,2 665 71	93,0 903 47	94,5 651 7	139 25,2 52	140 28,7 82	138 48,8	93,5 2410 1	189 1,34 973	715, 934 509	202 2,31 702
<b>17/6/2 024 12:00</b>	79,1 003 19	149, 803 818	66,6 919 56	586, 007 935	113 2,53 113	505, 697 479	217, 612 427	379, 276 276	154, 941 757	93,4 000 85	94,5 859 76	95,3 906 63	137 70,0 51	138 66,8 4	137 08,2 55	94,7 2240 4	222 4,23 657	751, 830 505	234 7,86 646
<b>17/6/2 024 16:00</b>	86,1 632 92	141, 002 853	61,7 693 75	640, 194 641	106 8,49 536	471, 069 397	233, 064 789	354, 393 921	136, 467 865	93,6 433 49	94,6 291 66	95,7 477 65	137 87,2 21	138 96,8 4	137 18,9 36	95,0 2281 2	217 9,75 952	723, 926 575	229 6,82 837
<b>17/6/2 024 20:00</b>	102, 382 217	158, 304 596	58,2 068 67	750, 275 33	119 3,59 949	442, 198 822	274, 709 595	366, 781 006	116, 998 894	93,2 830 58	95,0 809 78	96,1 111 83	136 57,6 37	137 81,0 48	135 83,5 38	95,2 7727 5	238 6,07 373	758, 489 502	250 3,72 803
<b>17/6/2 024 24:00</b>	89,0 496 29	150, 560 318	51,6 908 07	649, 791 138	114 1,47 913	394, 410 431	265, 990 631	371, 291 473	116, 157 928	92,3 708 34	94,9 282 53	95,7 080 69	137 36,3 69	139 10,8 62	136 73,5 68	94,8 6831 7	218 5,68 066	753, 440 063	231 1,89 795

Elaborado por: El Autor

**Tabla A18:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 18 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>18/6/2 024 4:00</b>	68,1 175 31	108, 634 727	37,0 384 98	478, 094 971	798, 582 764	275, 465 424	253, 083 588	351, 142 548	110, 595 337	88,1 795 73	91,3 325 73	92,3 829 12	138 33,0 43	140 22,3 13	138 13,5 29	90,9 9235 5	155 2,14 319	714, 821 472	170 8,83 533
<b>18/6/2 024 8:00</b>	59,3 653 41	111, 487 831	46,5 318 53	445, 445 557	834, 585 754	352, 518 219	159, 611 481	327, 876 862	124, 251 244	93,5 574 11	92,6 476 97	93,9 158 17	139 19,8 9	140 47,3 74	138 86,5 654	93,4 9078 4	163 2,54 956	611, 739 563	174 3,39 99
<b>18/6/2 024 12:00</b>	78,3 500 06	149, 526 611	58,4 727 02	580, 679 871	112 4,38 11	441, 574 738	204, 897 934	378, 733 795	136, 635 529	93,9 831 16	94,5 284 58	95,2 921 75	136 91,1 1	138 25,1 32	136 41,4 36	94,7 7349 9	214 6,63 574	720, 267 212	226 4,25 024
<b>18/6/2 024 16:00</b>	96,5 050 28	167, 913 773	61,7 948 19	721, 902 893	127 7,53 906	469, 673 096	223, 945 953	364, 537 598	129, 728 485	95,2 630 62	95,9 764 71	96,1 332 32	136 31,0 21	137 99,4 71	135 89,3 7	96,1 2577 1	246 9,11 499	718, 212 036	257 1,45 044
<b>18/6/2 024 20:00</b>	102, 752 228	163, 498 535	58,9 383 96	759, 002 686	124 1,28 186	452, 143 982	254, 683 441	360, 786 041	105, 698 25	94,1 508 26	95,5 747 91	96,8 983 61	136 57,3 96	138 20,5 73	135 72,0 654	95,8 4023 3	245 2,42 847	721, 167 725	255 6,26 465
<b>18/6/2 024 24:00</b>	99,1 737 98	162, 984 787	56,3 443 37	730, 380 615	124 0,52 063	431, 048 645	267, 947 235	375, 227 051	119, 543 602	93,7 000 43	95,5 613 86	96,1 479 95	136 72,5 72	138 99,3 7	136 14,7 14	95,5 1538 1	240 1,94 995	762, 717 896	252 0,13 916

Elaborado por: El Autor

**Tabla A19:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 19 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>19/6/2 024 4:00</b>	68,9 428 33	112, 789 085	37,9 198 72	486, 699 31	833, 627 869	283, 419 464	250, 435 44	350, 894 501	108, 527 42	88,7 684 86	91,9 922 94	93,0 590 36	138 19,9 41	139 89,4 375	137 90,3 45	91,5 8560 2	160 3,74 67	709, 857 361	175 3,82 459
<b>19/6/2 024 8:00</b>	69,9 760 59	123, 775 101	51,9 668 46	522, 143 25	930, 556 885	393, 778 717	191, 036 682	338, 138 977	130, 286 835	93,4 083 48	93,6 558 54	94,5 876 54	138 58,1 79	139 44,0 83	138 09,1 29	94,0 8079 5	184 6,47 888	659, 462 524	196 0,70 776
<b>19/6/2 024 12:00</b>	92,5 639 57	157, 761 017	67,8 886 87	693, 318 542	118 9,64 563	517, 574 402	231, 394 333	400, 929 535	148, 655 609	94,6 204 68	94,5 589 45	95,9 038 7	137 41,9 37	138 55,5 14	136 89,8 71	95,0 6128 7	240 0,53 857	780, 979 492	252 4,38 403
<b>19/6/2 024 16:00</b>	95,1 468 2	165, 323 715	68,5 039 52	710, 194 275	125 0,40 222	527, 805 908	252, 226 883	498, 420 532	172, 378 22	94,0 275 88	92,8 096 24	94,9 618 84	139 02,3 38	142 37,2 842	137 74,6 79	88,7 0497 9	248 8,40 234	923, 025 635	265 4,07 666
<b>19/6/2 024 20:00</b>	126, 347 549	205, 874 68	78,8 719 41	924, 736 206	154 5,42 932	598, 740 356	280, 176 758	403, 944 794	115, 912 155	95,3 467 18	96,4 955 14	97,9 200 29	133 63,6 08	135 45,7 01	132 78,5 14	96,6 5799 7	306 8,90 576	800, 033 752	317 1,47 241
<b>19/6/2 024 24:00</b>	105, 229 63	185, 175 186	62,3 195 46	775, 609 619	140 9,33 948	478, 577 911	259, 132 172	362, 400 238	103, 595 924	94,6 751 94	96,7 125 09	97,5 520 32	135 18,7 74	137 40,1 69	134 86,8 08	96,4 4861 6	266 3,52 71	725, 128 357	276 0,46 875

Elaborado por: El Autor

**Tabla A20:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 20 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>20/6/2 024 4:00</b>	75,9 578 48	123, 451 103	41,6 663 48	539, 570 679	920, 809 998	313, 802 429	269, 411 926	367, 775 085	114, 444 748	89,2 928 24	92,7 410 05	93,6 767 43	138 22,5 5	140 12,5 33	137 97,5 51	92,4 2591 1	177 4,18 311	751, 631 775	192 6,83 057
<b>20/6/2 024 8:00</b>	72,4 176 25	117, 431	50,6 827 55	540, 804 688	885, 239 929	385, 405 151	198, 596 451	327, 936 31	128, 980 438	93,4 506 68	93,4 131 09	94,4 879 15	138 86,8 467	140 29,4 19	138 37,6 6	94,2 1050 3	181 1,44 971	655, 513 184	192 6,40 796
<b>20/6/2 024 12:00</b>	95,6 302 57	171, 188 751	73,8 952 18	713, 237 915	129 6,60 205	561, 956 97	233, 616 73	390, 286 652	151, 964 966	94,8 316 57	95,5 651 09	96,3 706 67	136 50,7 15	137 64,4 81	135 97,3 84	95,8 8214 1	257 1,79 688	775, 868 347	268 6,28 198
<b>20/6/2 024 16:00</b>	114, 759 621	191, 294 525	82,6 876 75	857, 110 779	144 7,81 409	626, 914 49	229, 179 398	374, 864 471	138, 723 648	96,4 144 21	96,6 295 85	97,4 825 82	134 71,0 86	135 99,7 96	133 78,6 04	97,0 6990 1	293 1,83 936	742, 767 517	302 4,46 436
<b>20/6/2 024 20:00</b>	129, 710 983	206, 220 84	82,5 751 65	964, 139 893	157 3,55 103	633, 284 79	296, 480 896	414, 916 748	137, 625 259	95,2 585 75	96,4 502 49	97,5 345 84	136 00,7 1	137 51,9 54	134 74,8 32	96,6 2187 2	317 0,97 583	849, 022 888	328 2,67 065
<b>20/6/2 024 24:00</b>	108, 675 125	191, 211 334	66,8 595 35	803, 518 188	145 8,34 741	514, 690 308	262, 812 592	375, 984 192	109, 353 325	94,9 202 88	96,7 187 96	97,6 666 34	135 35,2 72	137 69,7 27	134 93,0 42	96,4 1555	277 6,55 591	748, 150 146	287 5,58 545

Elaborado por: El Autor

**Tabla A21:** Reporte de mediciones del Alimentador Mamey utilizando la herramienta de reportes de SCADA del día 21 de junio del 2024

Date/ Time	I a	I b	I c	kW a	kW b	kW c	kVA R a	kVA R b	kVA R c	PF lag a	PF lag b	PF lag c	VII ab	VII bc	VII ca	PF lag mea n	kW tot	kVA R tot	kVA tot
<b>21/6/2 024 4:00</b>	77,5 061 49	124, 222 038	46,1 817 59	552, 604 004	925, 755 859	350, 545 99	260, 922 974	353, 491 364	110, 388 985	90,2 730 1	93,2 899 7	95,2 092 59	137 34,7 24	139 04,2 02	136 84,0 95	92,9 6141 1	182 8,90 588	724, 803 284	196 7,29 163
<b>21/6/2 024 8:00</b>	76,4 484 71	134, 837 631	62,3 096 77	575, 825 012	101 3,94 336	474, 144 562	198, 081 573	381, 608 215	155, 270 233	94,1 651 61	93,3 388 06	94,7 772 29	138 87,6 82	139 93,5 05	138 29,2 69	94,1 9990 5	206 3,91 284	734, 960 022	219 0,86 792
<b>21/6/2 024 12:00</b>	91,8 072 74	155, 414 017	70,3 871 15	684, 497 864	116 7,35 278	536, 761 658	250, 296 371	429, 450 836	160, 031 113	93,6 302 72	93,6 317 06	95,6 331 33	138 28,6 21	139 08,3 25	137 56,0 342	94,3 4999 8	238 8,61 231	839, 778 32	253 1,93 53
<b>21/6/2 024 16:00</b>	90,1 350 78	154, 173 981	66,2 575 68	672, 720 581	115 9,92 102	506, 116 211	221, 182 678	379, 767 731	127, 625 069	94,7 809 22	94,8 336 26	96,7 343 83	136 67,9 29	137 71,8 2	136 11,9 71	95,5 8289 3	233 8,75 781	728, 575 5	244 9,61 45
<b>21/6/2 024 20:00</b>	108, 564 819	167, 693 863	65,3 984 68	799, 231 201	126 6,48 206	497, 775 574	285, 036 072	398, 132 019	131, 954 147	93,7 766 04	95,0 535 74	96,3 538 89	136 74,0 625	137 99,6 563	135 57,2 14	95,2 6055 1	256 3,48 877	815, 122 192	268 9,96 265
<b>21/6/2 024 24:00</b>	94,1 194 15	166, 568 802	57,6 578 79	690, 230 896	127 2,80 823	444, 662 659	276, 028 9	384, 228 271	114, 219 246	92,7 149 43	95,6 019 44	96,7 058 18	137 51,4 1	139 21,2 46	136 80,7 23	95,3 7253 6	240 7,70 19	774, 476 379	252 9,19 775

Elaborado por: El Autor

**Figura A1:** Diagrama eléctrico del Alimentador eléctrico Mamey en AutoCAD.



Nota: Recorrido de la ruta eléctrica del alimentador Mamey. Elaborado por: El Autor

**Figura A2:** Medición en líneas en Alimentador Mamey.



Nota: Ubicación del lugar donde se realizó la medición con el gancho amperimétrico. Elaborado por: El Autor

**Figura A3:** Medición en líneas en Primer Seccionamiento.



Nota: Ubicación del lugar donde se realizó la medición con el gancho amperimétrico. Elaborado por: El Autor



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Andrade Andrade, Joffre Rubén** con C.C: **1205794025** y **Rodríguez Baidal, Christopher Javier** con C.C: **1207062884** autores del Trabajo de Integración Curricular: **Diseño del Alimentador Mamey, utilizando SCADA, CYMDIST y Gancho Amperímetro MT para mitigar los cortes de energía eléctrica, en la subestación Terminal Terrestre de la ciudad de Babahoyo en la unidad de negocio CNEL Los Ríos - Ecuador,** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad,** 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 integración curricular 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 integración curricular, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2024

Andrade Andrade, Joffre Rubén

**C.C: 1205794025**

Rodríguez Baidal, Christopher Javier

**C.C: 1207062884**





<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño del Alimentador Mamey, utilizando SCADA, CYMDIST y Gancho Amperímetro MT para mitigar los cortes de energía eléctrica, en la subestación Terminal Terrestre de la ciudad de Babahoyo en la unidad de negocio CNEL Los Ríos - Ecuador		
<b>AUTOR(ES)</b>	Andrade Andrade, Joffre Rubén Rodríguez Baidal, Christopher Javier		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Quezada Calle, Edgar Raúl. MSc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Electricidad		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Electricidad		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	Guayaquil, 4 de septiembre del 2024	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	87
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Energía eléctrica		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	SCADA, CYMDISK, Gancho Amperimétrico de Media Tensión, Sobre Dimensionamiento, Desbalance de Cargas, Cortes de Energía y Suministro Eléctrico.		
<p>El presente trabajo de integración curricular se basa en la minimización de los cortes de energía en el sector EL Mamey mediante la implementación de estrategias y tecnologías que optimicen el funcionamiento del alimentador Mamey. Mediante la implementación de las estrategias y tecnologías propuestas, será posible reducir en un 98% los cortes de energía en el sector, mejorando así la calidad y la confiabilidad del suministro eléctrico. Se pretende analizar detalladamente la capacidad de carga del sector EL Mamey mediante la utilización de herramientas como SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) y CYMDIST, en base a estos datos se elabora el diseño de un diagrama eléctrico del alimentador Mamey que incluya reconectores, seccionadores tipo fusible, tipo barra y tripsaver, con el objetivo de mejorar la operatividad y la seguridad del sistema. Este estudio proporcionará la prevención de daños en los reconectores monofásicos y trifásico, seccionadores tripsaver, los fusibles tipo K, transformadores convencionales y autoprotegidos, paneles de control de los equipos de protección, evitando sobrecargas lo cual contribuye a prolongar la vida útil de los mismos, también reducirá los intervalos de mantenimiento preventivo y correctivo. El procedimiento de investigación utilizado de tipo bibliográfico para una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre sistemas SCADA, CYMDISK y el uso de ganchos amperimétricos en media tensión.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593958876886 +593993695034	<b>E-mail:</b> joffre.andrade@cu.ucsg.edu.ec christopher.rodriguez03@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Ricardo Xavier Ubilla González		
	<b>Teléfono:</b> +593999528515		
	<b>E-mail:</b> Ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			