

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA:

Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el cantón Durán.

AUTORES:

González Ortiz, Rafael Alberto

Ramirez Eugenio, Gody Robert

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

TUTOR:

Ing. Bonilla Sánchez, Ronnie Alexander, MGs.

Guayaquil, Ecuador

15 de febrero 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 titulación fue realizado en su totalidad por **Ramirez Eugenio, Gody Robert y Gonzalez Ortiz, Rafael Alberto**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero eléctrico**.

TUTOR

f. 

Ing. Bonilla Sánchez, Ronnie Alexander, MGs.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Boñorquez Escobar Ceiso Bayardo, PHD.

Guayaquil, a los 23 del mes de agosto del año 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

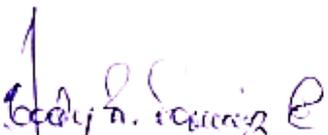
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Ramírez Eugenio, Gody Robert y González Ortiz, Rafael
Alberto**

DECLARAMOS QUE: El Trabajo de Titulación, **Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el cantón Durán**, 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 Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de agosto del año 2024

í. 
Ramírez Eugenio, Gody Robert

í. 
González Ortiz, Rafael Alberto



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

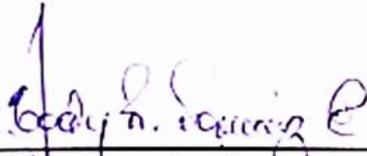
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramírez Eugenio, Gody Robert**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el Cantón Durán**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de agosto del año 2024


i. _____
Ramírez Eugenio, Gody Robert



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

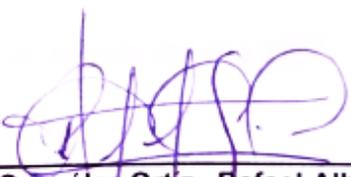
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **González Ortiz, Rafael Alberto**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el cantón Durán**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de agosto del año 2024

f. 
González Ortiz, Rafael Alberto

REPORTE DE COMPILATIO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TESIS_GODY_RAMIRES_EDITADO FINAL 3

5%
Textos
sospechosos



- 4% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
- 3% Idiomas no reconocidos (ignorado)
- 4% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: TESIS_GODY_RAMIRES_EDITADO FINAL 3.docx
ID del documento: a7eda1af12fcaf3b400a3a6f6b8cf3efce4b9ece
Tamaño del documento original: 8,73 MB
Autores: []

Depositante: Ricardo Xavier Ubilla Gonzalez
Fecha de depósito: 24/8/2024
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 24/8/2024

Número de palabras: 9690
Número de caracteres: 64.866

Ubicación de las similitudes en el documento:



f.

DEDICATORIA

Les dedicó esta tesis a mis padres, familia, amigos por haber participado en mi etapa formativa para el desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

Antes que todo, agradezco a Dios por darme siempre fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría para mejorar día a día mi quehacer profesional. Al finalizar una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un enorme agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que estuvieron presentes en mi vida en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza, esta mención en especial para el Dr. Celso Bayardo Bohorquez quien dio la apertura para formarnos profesionalmente. Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi tutor de tesis, Ing Ronnie Alexander Bonilla Sanchez, Mg,s por su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador, el ha inculcado en mi un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podía tener una formación completa.

AGRADECIMIENTO

Con profundo amor y admiración, primeramente, agradezco a Dios todo poderoso y a mis padres, ya que sin ellos nada en mi vida hubiese sido posible, en especial a mi madre Flor Ortiz Márquez que, aunque no esté con nosotros, sé que está feliz en el cielo, viendo el logro que ella tanto quería, gracias por sus consejos y por no dejar de creer en mí.

Agradezco a mis hijos, porque gracias a ellos nunca desmalle, tratar de darles un buen ejemplo de sacrificio y tenacidad, para poder continuar los estudios universitarios a mi edad´

Agradezco al Ing. Bayardo Bohórquez Escobar y a mi tutor Ronnie Bonilla Sánchez por sus enseñanzas y el gran apoyo que nos brindaron en el tiempo que estuvimos cursando la universidad, grandes educadores, gran labor de enseñanzas, no solo en lo académico, también consejos de vida, totalmente agradecido con todos.

DEDICATORIA

La presente tesis esta dedicada a Dios, ya que gracias a el e logrado concluir mi carrera, a mi madre porque ella siempre conmigo dándome todo su apoyo y sabios consejos para hacer de mi una mejor persona, a mis hermanos, a mis sobrinos, a mi padre aunque no este físicamente con nosotros desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien, a mi compañera de vida por sus palabras de aliento y su confianza por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a mis compañeros de trabajo, y aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de este objetivo académico.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.



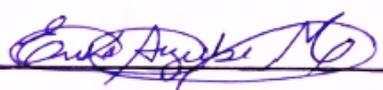
ING. BOHORQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO Ph.D.
DIRECTOR DE CARRERA

f.



ING. UBILLA GONZALEZ RICARDO XAVIER, MSc
COORDINADOR DEL ÁREA

f.



ECO. ERIKA PAOLA ARZUBE MENDOZA Mgs.
OPONENTE

ÍNDICE

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN GENERAL	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Definición del problema	3
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos el problema de investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Hipótesis.....	4
1.7. Metodología y Medios.....	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1. Sistemas eléctricos de potencia	6
2.1.1. Generación de la energía	7
2.1.2. Sistema de Transmisión.....	8
2.2. Sistema de distribución.....	8
2.2.1. Subestación eléctrica.....	8
2.3. Componentes de una Subestación	17
2.3.1. Bahía de entrada	17
2.3.2. Equipos de Seccionamiento	18
2.3.3. Pararrayos tipo estación	19
2.3.4. Transformador de Tensión.....	20

2.3.5. Transformador de corriente	21
2.3.6. Disyuntor de potencia	22
2.3.7. Transformador de potencia.....	24
2.3.8. Celda de media tensión	25
3.3.9. Tableros de protección principal.....	25
2.3.10. Tableros eléctricos	27
2.3.11. Relés y coordinación de protecciones.....	28
2.3.12. Sistema de servicios auxiliares	29
CAPITULO III: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ELECTICO	30
3.1. Generalidades	30
3.1.1. Antecedentes del proyecto	30
3.1.2. Ubicación del predio	30
3.1.3. Red de distribución existente.....	31
3.1.4. Demanda actual	34
CAPITULO IV: DISEÑO ELÉCTRICO DE UNA SUBESTACIÓN	35
4.1. Generalidades	35
4.2. Antecedentes	35
4.3. Dimensionamiento de Equipos.....	35
4.3.1. Dimensionamiento de nuevo transformador	35
4.3.2. Dimensionamiento de los transformadores de corriente a 69 KV	37
4.3.3. Dimensionamiento de los transformadores de corriente a 13.8 KV	38
.....	
Capitulo V: ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO	41

5.1. Generalidades	41
5.2. Presupuesto referencial de la repotenciación de la subestación	41
5.3. Ejecución del proyecto	43
5.3. Beneficios técnicos de un sistema repotenciado	43
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
Bibliografía	47
E-mail:	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema eléctrico de potencia	6
Figura 2. Sistema de distribución eléctrica	9
Figura 3. Simbología eléctrica para subestación	11
Figura 4. Simbología eléctrica normalizada para protección de sistemas de potencia	12
Figura 5. Simbología eléctrica normalizada cámaras y puntos de acometidas	13
Figura 6. Niveles de tensión de servicio	14
Figura 7. Pórtico de subestación.....	18
Figura 8. Seccionador Tripolar con apertura vertical	19
Figura 9. Pararrayos para subestación	20
Figura 10. Transformador de voltaje	21
Figura 11. Transformador de corriente	22

Figura 12. Interruptor tanque vivo	23
Figura 13. Transformador de poder	24
Figura 14. Arreglo de celdas de media tensión.....	25
Figura 15. Tablero principal de control y protección	26
Figura 16. Tablero AC/ DC	27
Figura 17. Estado físico de un relé de protección	29
Figura 18. Ubicación Geográfica de la urbanización de la industria de balanceados.....	31
Figura 19. Diagrama unifilar generar de la industria	32
Figura 20. Diagrama unifilar ampliación del sistema en alta tensión	33
Figura 21. Transformador de potencia 2.5/3MVA	34

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Especificaciones del transformador	36
Tabla 2. Especificaciones técnicas de los CTs	40
Tabla 3. Presupuesto eléctrico repotenciación de la subestación eléctrica .	42
Tabla 4. Presupuesto de mantenimiento de la subestación repotenciada ...	42

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Eficiencia del Transformador actual	36
Ecuación 2. Cálculo de la potencia aparente del transformador	36
Ecuación 3. Cálculo de corriente transformador propuesto	37
Ecuación 4. Cálculo de corriente de la demanda proyectada	37
Ecuación 5. Calculo de corriente de la demanda actual	38
Ecuación 6. Cálculo de corriente de la demanda máxima MT	38
Ecuación 7. Cálculo de corriente de la demanda proyectada MT	39
Ecuación 8. Cálculo de corriente de la demanda actual MT	39

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Transformador de corriente tipo interior 15 kV	51
Anexo 2. Transformador de potencia 69 kV	52

RESUMEN

La subestación de la industria de balanceados ubica en el cantón Duran por su importante crecimiento en el sector de la producción y exportación de camarones, a aumentado considerablemente su demanda máxima, llegando casi a superar, la capacidad permitida, ante tal situación el presente proyecto busco justificar la ampliación del sistema por lo que se realizó un levantamiento de información, para conocer la demanda actual, y necesidades de la industria. El análisis reveló que la subestación eléctrica necesita de manera urgente un aumento de capacidad, debido a que el transformador de potencia opera en la actualidad al 83% de su capacidad, lo que hace necesaria su repotenciación. En la etapa de diseño, se determinó que el nuevo transformador de potencia que contara con una capacidad de 8/10 MVA, operando a un nivel de tensión de 69 kV/13.8 kV. Con el cambio de capacidad, las corrientes son superiores, por lo que se estableció un nuevo transformador de corriente con una relación de 100/60/25:5 y para la media tensión con una relación de 600:150:5. Finalmente se presentó presupuesto estimado de 181,550.00 dólares con un tiempo de ejecución de 240 días. Además, se proyectó un presupuesto de 27,450.00 dólares para el mantenimiento, acorde con la nueva capacidad.

Palabras claves: Subestación, energía, Distribución, Repotenciación, eficiencia energética, protecciones eléctricas.

ABSTRACT

The substation of the feed industry located in the Duran canton, due to its significant growth in the shrimp production and export sector, has considerably increased its maximum demand, almost exceeding the permitted capacity. In such a situation, this project seeks to justify the expansion of the system, so an information survey was carried out to know the current demand and needs of the industry. The analysis revealed that the electrical substation urgently needs an increase in capacity, because the power transformer currently operates at 83% of its capacity, which makes its repowering necessary. In the design stage, it is planned that the new power transformer will have a capacity of 8/10 MVA, operating at a voltage level of 69 kV/13.8 kV. With the change in capacity, the currents are higher, so a new current transformer was created with a ratio of 100/60/25:5 and for medium voltage with a ratio of 600:150:5. Finally, an estimated budget of \$181,550.00 was presented with an execution time of 240 days. Additionally, a budget of \$27,450.00 was projected for maintenance, commensurate with the new capacity.

Keywords: Substation, energy, Distribution, Repowering, energy efficiency, electrical protections.

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Introducción de la investigación

La energía eléctrica es un recurso esencial para el progreso de múltiples actividades en los sectores residencial, comercial e industrial. Dentro del sistema eléctrico, las subestaciones eléctricas desempeñan un papel importante en la red de distribución, debido a que facilitan el aumento o la reducción de los niveles de tensión para poder satisfacer las necesidades energéticas de los usuarios.

Durante el año 2018, diversos países han experimentado un incremento de la población, este crecimiento acelerado también a potenciado la demanda del sector comercial e industrial impulsado por los avances tecnológicos, lo que a generado una mayor demanda de energía. Ante esta situación, las subestaciones eléctricas han tenido que restablecer su infraestructura para poder satisfacer la nueva demanda proyectada y atender las necesidades de los usuarios de los diferentes sectores.

Esta investigación propone un rediseño del sistema eléctrico de una subestación que opera a un nivel de tensión de 69000/13800 V de acuerdo a la nueva demanda proyectada con el propósito de satisfacer las necesidades energéticas de la industria dedicada a la exportación de camarones y otros derivados en el sector de Duran.

1.2. Antecedentes

La energía eléctrica es fundamental para el funcionamiento de los equipos eléctricos que manejan las empresas industriales, Sin embargo, el contante crecimiento de las industrias muchas veces sobrepasa la demanda de diseño, lo que satura al sistema eléctrico, por tal motivo es indispensable la actualización de la subestación en función a la nueva demanda proyectada y una reserva ante posibles expansiones.

1.3. Descripción situación problemática

Actualmente el sector industrial demanda mayor energía que otros consumidores, las industria generalmente están en constante crecimiento ya que se ajustan a la demanda comercial del cliente, lo que genera un aumento progresivo de la producción y esto a su vez, eleva su demanda del sistema eléctrico.

La industria de balanceados tiene como producto final la exportación de camarones y otros derivados. La industria cuenta con laboratorios, piscinas, silos, oficinas, bodegas, entre otros. El índice de productividad se ha elevado desde el periodo 2022 – 2024, sobrepasando la demanda en un 86% respecto a la capacidad nominal del transformador, la industria, ante tal situación realizo la industria una estimación y aspira dentro del 2026 aumentar la capacidad de su carga a 6MVA, por lo que el sistema requiere una repotenciación para abastecer la demanda proyectada y tener medidas de contingencias para dar flexibilidad y robustes a la red.

1.4. Justificación del problema

La repotenciación de los sistemas eléctricos son una solución que permite una mayor flexibilidad ante futuras expansiones, robustes a la calidad de energía distribuida y mejora la eficiencia de la red.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Rediseñar una subestación de 69kV/13.8kV para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el cantón Duran.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar el consumo eléctrico anual de la industria de balanceados en el cantón Duran.
- Rediseñar una subestación eléctrica de repotenciando su energía en función a la nueva demanda energética.
- Realizar un presupuesto de la repotenciación de la subestación.

1.6. Hipótesis

La repotenciación de una subestación mediante el rediseño de su infraestructura permitirá abastecer la necesidad energética de la industria de balanceados del cantón duran.

1.7. Metodología de la investigación

El desarrollo de la investigación emplea un enfoque mixto, utilizando el método investigativo, basándose en la recopilación científica de la información para plasmar los fundamentos teóricos. De la misma manera adopta un método descriptivo, los equipos y elementos que forman parte de una subestación y también el método deductivo, al utilizar el estándar de la normativa internacional de comunicación aplicada al monitoreo y coordinación de protecciones del sistema.

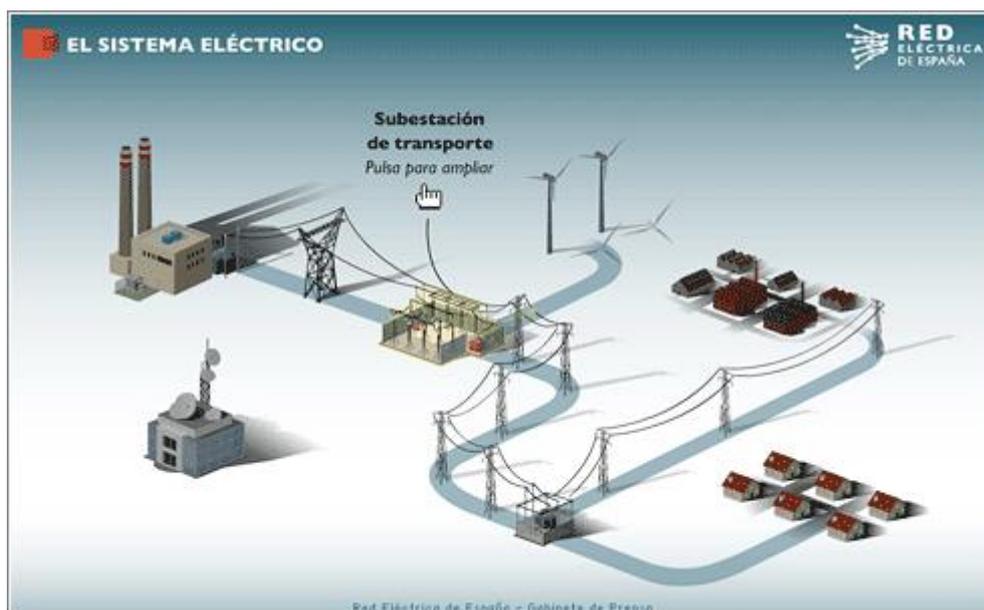
CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Sistemas eléctricos de potencia

El sistema eléctrico, es un conjunto de procesos enlazados con el objetivo de brindar suministro eléctrico ininterrumpido, el sistema esta conformado por algunas etapas que parten desde la generación de la energía hasta la distribución y comercialización (Cajas & Chuquitarco, 2019).

Una red de distribución es un sistema interconectado que permite abastecer de energía a los consumidores según sus niveles de voltaje. La distribución inicia con la energía que se obtiene del generador y a través de la conexión a la subestación se distribuye y entrega la energía a los usuarios en un determinado nivel de voltaje (Gonzales, 2015). La Figura 1 indica un diagrama de algunos de los pasos que debe seguir la red eléctrica hasta llegar al cliente residencial.

Figura 1. Sistema eléctrico de potencia



Nota: componentes de un sistema eléctrico Fuente: ESPASA, 2012

La red de distribución eléctrica consta de las siguientes fases:

- a) Generación de la energía
- b) Sistema de Transmisión
- c) Sistema de Distribución

2.1.1. Generación de la energía

Esta fase incluye la recolección de energía mediante sistemas capaces de convertir la energía final de alta potencia en electricidad (levy, 2004). Es una de las fases más importantes, porque la cantidad de energía suministrada a los usuarios depende de la cantidad de electricidad producida, y si los generadores no tienen suficiente potencia para satisfacer las necesidades de los usuarios, la red eléctrica colapsa por lo tanto las redes limitan este proceso proporcionando servicios solo podrá abastecer a determinados usuarios, generando inconformidades de los mismos (Orbe, 2016).

Los sistemas de producción de electricidad se pueden dividir en sistemas de producción de electricidad no renovables y sistemas de producción de electricidad renovables, que se clasifican según el tipo de producción de electricidad, ya que la facturación de energía es siempre electricidad. Los generadores se clasifican según la corriente producida, es decir micro generación hasta 2MVA, generación media hasta 50MVA y gran generación desde 50KW hasta 300MVA (Tacle & Uvidia, 2007)

2.1.2. Sistema de Transmisión

Es una fase que se la conoce como de transporte, ya que esta inicia a nivel de la subestación eléctrica, la cual esta próxima al generador y transmite la energía eléctrica a través de líneas extensas las mismas que contienen un soporte con estructuras trifásicas encima de torres separadas a Km (kilómetros) hasta terminar al nivel del punto de consumo. (Arellano, 2015).

Es muy importante que los niveles de energía eléctrica deban estar reconvertidos elevando su nivel de tensión, ya que los niveles de largas distancias entre torre y torre se evidencian caídas de tensión, por lo tanto los transformadores son aquellos elementos esenciales que permiten mantener un flujo de energía constante ayudando al sistema de transmisión, para que llegue la energía adecuada al consumidor (Calderon, 2020).

Hay que reconvertir los niveles de electricidad y las largas filas entre las torres aumentan el nivel de tensión y se notan caídas de tensión (Molina, 2014). Los transformadores ayudan al sistema de transmisión a mantener un flujo constante de energía hasta que llega al consumidor (Arellano, 2015).

2.2. Sistema de distribución

En esta fase se da el proceso mediante el cual presentan una serie de materiales y equipos los cuales realizan el proceso de electrificación, transformando y brindando electricidad a los usuarios. (Pilco & Caiza, 2022).

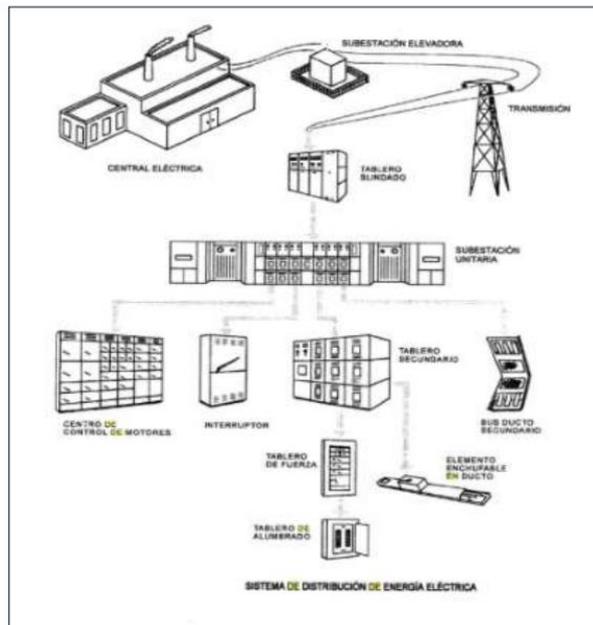
2.2.1. Subestación eléctrica

Es un conjunto de equipos que forman un sistema eléctrico que tiene la función de convertir la energía recibida en niveles de voltaje adecuados

para su transporte, distribución y uso. Esta serie de dispositivos controla el flujo de energía y garantiza la seguridad del sistema mediante la implementación de dispositivos de protección según diseños previos (Trashorras, 2015).

Generalmente, una subestación consta de un cierto número de entrada y salida, los cuales están conectados a su respectivo punto común, llamados barraje, los que además incluyen equipos de alta y media tensión utilizados para la distribución, coordinación y protección del sistema (Cordova, 2004).

Figura 2. Sistema de distribución eléctrica



Nota: entradas de la distribución de la energía eléctrica Fuente: Harper, 2002

2.1.2 Subestación Reductora

La subestación reductora es utilizada para la distribución de la energía (Gonzales, 2020). En el país, la subestación reductora está formada para alimentar de energía a una ciudad completa por eso es recomendable que la subestación deba estar ubicada en un sitio lo más próximo a la ciudad, protegiendo que no quede incorporada a la ciudad en poco tiempo, debido al

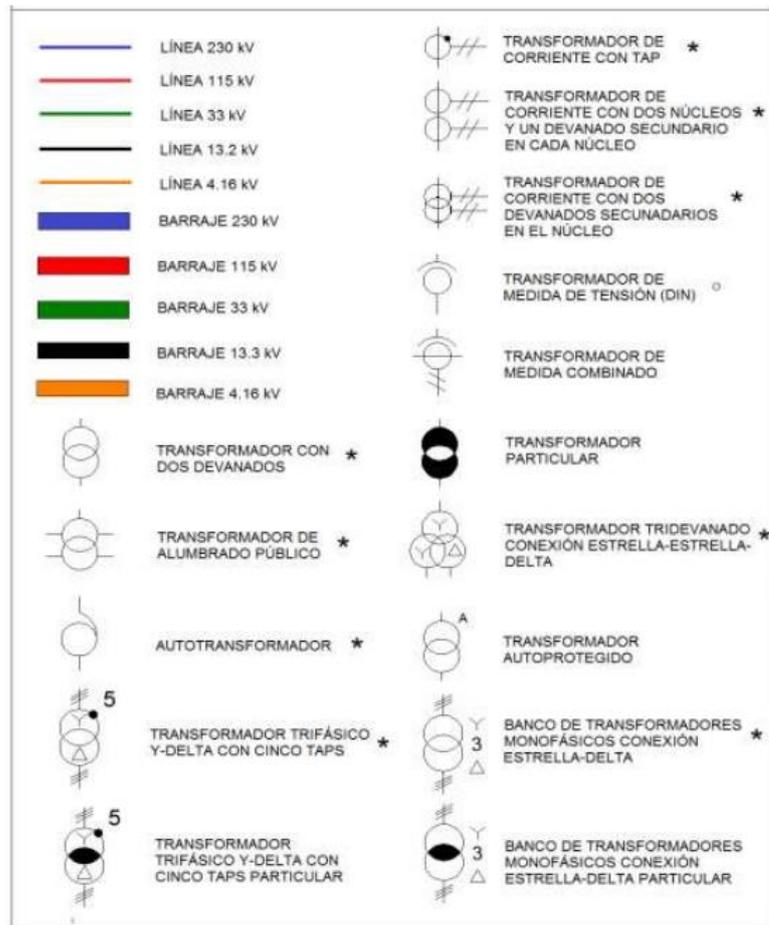
desarrollo de esta, en otras palabras, la ubicación de la subestación se crea acorde a la función de los proyectos urbanísticos de la zona geográfica (Peña & Ramirez, 2012).

La barra de distribución se genera en el lado secundario del transformador reductor, el que permite alimentar a todas las cargas de una ciudad. Las características del sistema eléctrico con el cual se manejen en cada país (Taco, 2006).

2.2.1 simbología normalizada

La simbología más comúnmente utilizada para el diseño de diagramas unifilares, es la estandarización por los organismos como la IEC, el Instituto Alemán de Normalización (DIN), y el Comité de Revisión y Actualización del Manual de Normas de Diseño como lo muestran las figuras 4, 5 y 6.

Figura 3. Simbología eléctrica para subestación



Nota: simbología internacional Fuente (IEC, 2018)

Figura 4. Simbología eléctrica normalizada para protección de sistemas de potencia

Simbología			
	TRANSFORMADOR TIPO SUBTERRÁNEO		GENERADOR AC, 60 Hz *
	GENERADOR TERMOELÉCTRICO *		INDICADOR DE FALLA
	RECONECTADOR		SECCIONADOR CON FUSIBLE *
	SECCIONADOR PRIMARIO BAJO CARGA *		SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA *
	SECCIONADOR DE POTENCIA *		INTERRUPTOR DE POTENCIA *
	INTERRUPTOR TIPO CELDA		PUESTA A TIERRA *
	DESCARGADOR DE SOBRE TENSIÓN *		ACOMETIDA
	TEMPLETE POSTE A POSTE		VIENTO DE MEDIA TENSIÓN
	VIENTO DE BAJA TENSIÓN		PUNTO DE CONEXIÓN
	CONDENSADOR *		CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA *

Nota: simbología internacional Fuente (IEC, 2018)

Figura 5. Simbología eléctrica normalizada cámaras y puntos de acometidas

Simbología			
	CÁMARA DE MEDIA TENSIÓN		CÁMARA DE BAJA TENSIÓN
	PUNTO DE MEDIDA		ARCO *
	APOYO DE MEDIA TENSIÓN EN N MATERIAL Y H ALTURA		APOYO DE BAJA TENSIÓN EN N MATERIAL Y H ALTURA
	TORRE DE MEDIA TENSIÓN DE N TIPO Y H ALTURA		TORRE DE BAJA TENSIÓN DE N TIPO Y H ALTURA
	ÁNGULO EN FACHADA DE MEDIA TENSIÓN		ÁNGULO EN FACHADA DE BAJA TENSIÓN
	TRES CONDUCTORES DE FASE *		CONDUCTOR DE NEUTRO *
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN *		CONDUCTOR DE NEUTRO Y PROTECCIÓN COMBINADO
	PUNTO DE CONEXIÓN T		PUNTO DE CONEXIÓN CODO
	PUNTO DE CONEXIÓN BARRAJE		LÁMPARA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Nota: simbología internacional Fuente (IEC, 2018)

2.2.2. Tensiones de operación

La tensión definida y de servicio donde valor máximo que puede alcanzar la tensión en la red eléctrica, para el cual se diseña la subestación, se establece según la normativa IEC No. 60038, donde la tensión de servicio es el valor real de la tensión en un punto específico medido.

y en un momento específico. Como lo muestra la figura 6.

Figura 6. Niveles de tensión de servicio

Tensión asignada (KV)		Tensión de Servicio (KV)
.(45)	..	.(52)
66	69	72,5
110	115	123
132	138	145
.(150)	..	.(170)
220	230	245
.(1)		.(300)
.(1)		362
.(1)		420
.(1)		550 o 525
.(1)		800 o 765
.(1)		1050 o 1100
.(1)		1200
<p>Nota;</p> <p>Los valores son aplicables para las dos series</p> <p>Los valores indicados son entre fases</p> <p>Los valores indicados entre paréntesis no son comunes y no deben ser usados para sistemas nuevos</p> <p>(1) Valores no especificados en la Norma</p>		

Categoría	Rango (KV)
Alta tensión AT	$52KV \leq Um < 300KV$
Extra alta tensión EAT	$300KV < Um \leq 550KV$
Ultra alta tensión UAT	$Um \geq 800KV$

Nota: categoría según nivel de tensión Fuente (IEC, 2018)

2.2.3 Análisis del nivel de cortocircuito

Para obtener el comportamiento de la energía en una situación que suceda una falla de 11 aislamiento con el estudio de cortocircuito en los sistemas eléctricos nos permite analizar y ver el contacto directo en la fuente de alimentación o los cables del equipo. Es necesario reconocer las magnitudes de falla ya que el equipo eléctrico debe crearse e instalarse para poder resistir las grandes corrientes generadas cuando sucede un evento de falla eléctrica y evitar algún tipo de explosión o eventos desafortunados (Mendoza & Samaniego, 2023).

Cuando un elemento eléctrico se ha instalado y este posee una capacidad menor en comparación a la corriente en su punto. que se ha instalado, esto puede generar la muerte de una o varias personas, debido a la explosión del elemento eléctrico de protección o también producir daños colaterales graves (Sanchez & Salgado, 1980).

2.2.4. Formas de aislamiento de una malla a tierra

En muchos casos de las fallas en los sistemas eléctricos empiezan como una falla de línea a tierra, por lo tanto el diseño, la protección por relés, como prioridad en un punto del interruptor mas cerca a ella, en las interrupciones de tales fallos en los sistemas eléctricos por ejemplo de 2 a 4 ciclos nos da como consecuencia un resultado con mínimo de daño permanente (Changoluisa & Diego, 2021).

Para proteger de daños de las fallas a tierra los sistemas de voltaje medio de 2.4 KV a 13.8 kV deben estar colocados a tierra con una resistencia, ya que las maquinas cuyos neutros están conectados a tierra en ese nivel de voltaje, así como el relé de sensor de tierra, las corrientes que son bajas tales como: 15 -30 A, el relé puede trabajar instantáneamente (Celi, 2015).

2.2.6 Procedimiento selectivo de la protección.

En este nivel se refiere a ejecutar de manera selectiva la protección de forma que a través de su operación actúe en el elemento más cercano a una falla y en ese específico orden, procurando desconectar la menor cantidad de elementos, es decir, cuando el dispositivo más cercano a la falla no actúa, el siguiente más próximo debe hacerlo, utilizando tiempos que permitan mantener la selectividad (Bedoya, 2009).

2.3 Guías para el dimensionamiento y diseño de eléctrico de SE

Los indicadores de condiciones del diseño de una Subestación eléctrica evalúa el impacto ambiental, flexibilidad y seguridad de la red (Negrete, 2021). Estos indicadores son muy importantes ya que si presenta alguna alteración de las condiciones, por lo mínimo que se presenten pueden permitir un cambio relevante en el progreso del diseño de la subestación eléctrica (Romero, 2015). Los indicadores mas relacionados en el diseño se encuentran:

- ✚ La confiabilidad
- ✚ Flexibilidad
- ✚ Continuidad
- ✚ Seguridad
- ✚ Mantenimiento
- ✚ Comunicación
- ✚ Rentabilidad
- ✚ Medio ambiente y espacio
- ✚ Regulación del voltaje y carga

A través de estos indicadores se puede verificar y analizar de manera critica combinándolos para conocer sobre el costo de vida al realizar un diseño de la subestación eléctrica (Romero, 2015).

2.3.1. Criterios de diseño de una subestación

Dentro de los aspectos mas importantes al realizar el diseño de una subestación eléctrica tenemos el índice de confiabilidad, mediante el cual esta relacionado con el aislamiento del sistema (BIL) a través el mismo que debe estar en las sobretensiones que se presentan a lo largo de la operación de los equipos de la Subestación eléctrica, en caso que se pueda presentar algún tipo de exposición a las personas que se encuentren alrededor en la subestación (Sanchez M. , 1977).

Hay que tener en cuenta durante el diseño, los esfuerzos físicos que se generan por las corrientes de corto circuito, así como también considerar las fuerzas

externas que se producen durante el anclaje de los conductores, aisladores y otros equipos que pertenecen al patio de la Subestación, así como además la fuerza ejercida por la presión del viento sobre los conductores (Medina, 2018).

Además, es necesario colocar afiches mencionando la prevención de no circular por áreas con conductores energizados y debe estar protegido por factores externos adicionales tales como el paso de animales o personas no autorizadas en el área, ya que al estar expuestos cerca de estas áreas conductoras puede generar afectación a las personas o animales (Terneus, 1974).

También es importante enfatizar y tener en cuenta la selección del equipo mas necesario como es el interruptor de alimentación, el cual debe ser apto para interrumpir las corrientes de falla pero que este no genere daños en el equipo de la subestación eléctrica, ya que los efectos generados por las tensiones mecánicas y el sobre calentamiento por las corrientes de cortocircuito, son consideradas para medir de manera adecuada la protección, el equipo de medición (Terneus, 1974).

2.3. Componentes de una Subestación

2.3.1. Bahía de entrada

la bahía de entrada o más conocida como pórtico, está conformada por una infraestructura metálica galvanizada, el cual es la base de nuestra subestación que se interconecta a un tramo de líneas de transmisión, donde su principal función será soportar los elementos de seccionamiento y protección contra descargas atmosféricas **Fuente especificada no válida..** Según el numero líneas que intercepten la subestación, el pórtico puede ser tipo H y tipo cuadrante como lo muestra la figura 7.

Figura 7. Pórtico de subestación



Nota: Construcción de facilidades para suministro de energía eléctrica externa en la planta de Gas Natural Licuado de 200 TMD Fuente: Nota: EERSA, 2016

2.3.2. Equipos de Seccionamiento

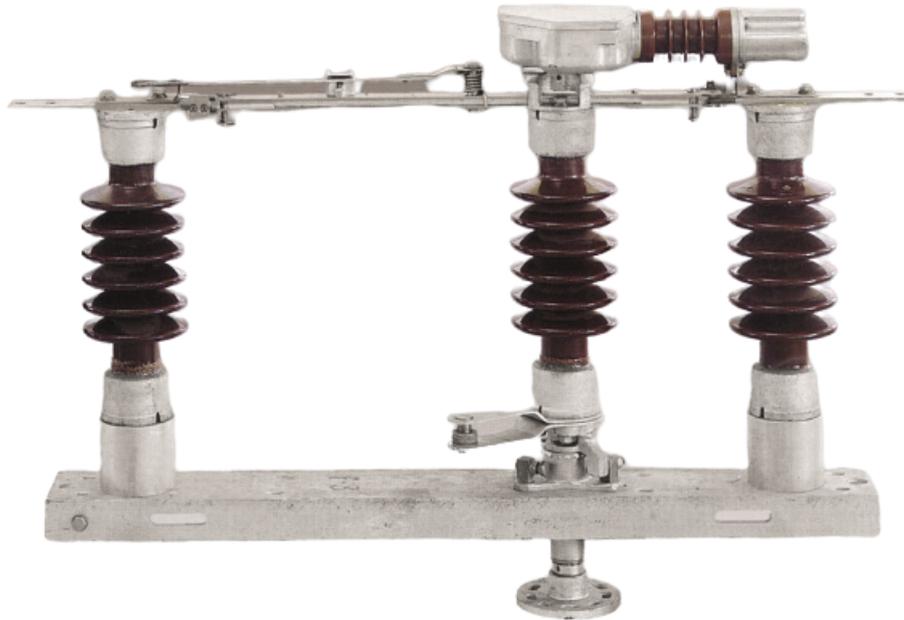
El seccionador tripolar es el equipo más utilizado lo encontraremos principalmente en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, será de gran utilidad en nuestra subestación debido a las altas tensiones del mismo, ya que al operar los tres polos en conjunto el seccionador nos asegurara el corte de corriente en todas las fases haciendo que el sistema quede completamente desenergizado antes de realizar trabajos de mantenimiento o reparación. **Fuente especificada no válida..**

Aunque los seccionadores cumplen los mismos objetivos hay que tener en consideración que existen distintas clases:

- a) Maniobras (Manual/ Motorizado)

- b) Posición (Horizontal/Vertical)
- c) Asilamiento (con puesta a tierra y sin puesta a tierra)

Figura 8. Seccionador Tripolar con apertura vertical



Nota: Seccionador tripolar apertura horizontal Fuente: Sieyuan, 2014

2.3.3. Pararrayos tipo estación

Entre las partes de una subestación encontraremos un dispositivo de protección llamado “Pararrayos” estos dispositivos son considerados parte esencial en sistemas de alta tensión y están ubicados en la parte superior del pórtico a la salida de los seleccionados y conectados a tierra. El pararrayo esta diseñado para desviar descargas atmosféricas, como rayos o eventos de conmutación hacia tierra, manteniendo así de forma segura a dispositivos como transformadores, interruptores y entre otros componentes esenciales para el funcionamiento de una subestación, de lo contrario podría existir una sobretensión causando daños de alto costo e interrupciones del servicio

eléctrico **Fuente especificada no válida..**A continuación, la figura 9 muestra la ubicación de un pararrayos de alta tensión.

Figura 9. Pararrayos para subestación



Nota: Pararrayo line posto de goma 72.6 kV Fuente: Cleaveland, 2012

2.3.4. Transformador de Tensión

En una subestación el Transformador de potencial (TP) será el encargado de reducir la alta tensión del sistema eléctrico a niveles más bajos, adecuados para la medición y protección. Los TP al tener sus funciones ya mencionadas permitirán a dispositivos de medición, como voltímetro y relés de protección puedan medir de forma efectiva el voltaje del sistema sin riesgos a la alta tensión, estas características dejan al TP como parte crucial el monitoreo de una subestación**Fuente especificada no válida..**

Figura 10. Transformador de voltaje



Nota: Conjunto de transformador de voltaje tipo exterior 72.5 kV Fuente: Indian Transformer, 2014

2.3.5. Transformador de corriente

Un transformador de corriente (TC) en una subestación eléctrica es aquel que su principal funcionamiento es reducir la corriente de un circuito que funciona en niveles de alta tensión a niveles de baja tensión, que serán adecuados para la medición y control del sistema eléctrico. El TC permite que dispositivos de medición, como amperímetros y relés de protección sean capaces de registrar la corriente del sistema sin exponerse a corriente excesivamente altas. **Fuente especificada no válida.**

Figura 11. Transformador de corriente



Nota: Transformador de corriente MR 100/50/25:5 72.5kV Fuente: Crompton Grid, 2014

2.3.6. Disyuntor de potencia

En una subestación el interruptor de potencia tiene una gran relevancia porque será el responsable de conectar o desconectar nuestro sistema de alta tensión de forma optimizada. El funcionamiento del interruptor será detener el flujo de corriente en casos de sobrecarga, cortocircuito, etc. ya que de esa manera mantendrá seguros tanto a equipos como a la red eléctrica de posibles daños (Garzon, 2018). Además de su funcionamiento ya mencionado, los interruptores facilitaran el mantenimiento en la subestación al permitir el apartamiento de partes específicas del sistema (Gomez, 2017).

El interruptor de potencia según su aplicación y nivel de aislamiento se puede clasificar en los siguientes aspectos:

- a) Según su nivel de aislamiento (Embebido en hexafluoruro de azufre (SF6) o al vacío).
- b) Según su aplicación en el campo (Tanque vivo, Tanque muerto).

Figura 12. Interruptor tanque vivo



Nota: Interruptor tanque vivo con caja de control Fuente: Taikai, 2015

2.3.7. Transformador de potencia

En una subestación un transformador de potencia será primordial, ya que optimizará la transferencia de energía eléctrica entre sistemas de diferentes niveles de tensión. Su funcionamiento principal es convertir el nivel de tensión, ya sea ampliando para permitir el transporte de la energía eléctrica a grandes distancias con el fin de asegurar una transmisión segura hacia los clientes. En el transformador, existe el proceso de transformación la cual aumenta o disminuye el nivel de tensión minorizando las pérdidas durante la etapa de transmisión y un suministro eléctrico ininterrumpido (Bedoya, 2009). figura 14 se observa las partes que conforman un transformador de potencia.

Figura 13. Transformadores de poder



Nota: Transformador de poder 69/ 13.8 kV 3F Fuente: Shenda, 2017

2.3.8. Celda de distribución eléctrica

Las celdas de distribución eléctrica son tableros normalizados con diferentes elementos con el fin de distribuir energía eléctrica, estas celdas según su nivel de tensión pueden operar desde 15 kV, 22 kV y 36 kV. Este tipo de celdas forma parte de un sistema de protección del lado de baja contra fallas y la distribución controlada de energía, debido a que permiten una desconexión segura (Rodríguez, 2022). La figura 14 ilustra un conjunto de celdas acopladas que distribuyen energía a las cargas eléctricas.

Figura 14. Arreglo de celdas de media tensión



Nota: Celdas usadas para la distribución de la energía en las cargas. Schneider Electric, 2014

3.3.9. Tablero de protección y control principal

El tablero de protección y control principal es el pináculo que permite las maniobras de control, monitoreo y protección del sistema eléctrico de una

subestación eléctrica. El tablero cuenta con un sistema SCADA y comunicación que permite el monitoreo de manera real, facilitando las maniobras a los operadores con el monitoreo del sistema, la ejecución de maniobras de conmutación y en la seguridad, en caso de que se presente alguna falla en el sistema (Machado & Albornoz, 2006).

El tablero principal cuenta con diferentes elementos utilizados para la protección, supervisión y control, como indicadores de voltaje, relés de protección, interruptores, alarmas y sistemas de comunicación, asegurando así una operación segura y eficiente. La figura 15. La composición física de un tablero de control.

Figura 15. Infraestructura principal de control y protección



Nota: El operador puede realizar maniobras desde tablero fase Fuente: Rockwell, 2008

2.3.10. Tableros eléctricos

El tablero eléctrico permite la división de energía eléctrica, aquí es donde interactúan los tableros de corriente directa (DC) y de corriente alterna (AC), estos garantizan la distribución eléctrica para diferentes componentes o dispositivos (Novillo, 1988).

El tablero DC es el encargado de la distribución de corriente continua a los sistemas que integran la subestación, es muy crucial en los casos de emergencia, debido a que están acoplados a un banco de baterías que entrega energía ininterrumpida utilizado como reserva. Sin embargo, el tablero AC distribuye corriente alterna a los equipos auxiliares de la subestación (Pachucho, 2012).

La red eléctrica principal alimenta a estos tableros de distribución y también el sistema puede incluir sistemas de respaldo en caso de interrupciones del suministro. La figura 16. Muestra los tableros DC y AC, cerca del tablero de control (Alcivar, 2014).

Figura 16. Tablero AC/ DC



Nota: tableros dentro de cuarto electrico Fuente: Panelec, 2008

2.3.11. Relés y coordinación de protecciones

Los relés son una parte una subestación conforman el grupo de los sistemas de proteccion debido a que detectan cualquier tipo de anomalía o falla en el sistema eléctrico, como medida de seguridad aíslan el área afectada, protegiendo a los equipos de cualquier peligro (Castillo, 2018).

Según el tipo de protección que necesite el sistema las protecciones se pueden clasificar en:

- a) **Relé de protección contra sobrecorriente:** El equipo detecta niveles excesivos de corriente y hace disparar el interruptor con el fin de evitar daños a las instalaciones.
- b) **Relé de protección de distancia:** El equipo, mide la impedancia entre las líneas desde la transmisión e identifica la ubicación de las fallas para asilarlas y evitar daños futuros.
- c) **Relé de protección diferencial:** el quipo sensa las corrientes de campo del lado primario y secundario del sistema, compara que exista corriente caso contrario dispara el interruptor.
- d) **Relé de protección de falla a tierra:** el equipo sensa fallas de tierra al supervisar que una corriente que fluye sea aterrizada tierra, protegiendo el sistema contra este tipo de fallas.
- e) **Relé de tensión:** el equipo supervisa los niveles de voltaje y actúa cuando se detectan variaciones que puedan afectar al sistema, como por ejemplo una sobrension.

Los relés según su aplicación son empotrados sobre tableros o celdas.

La figura 16 muestra el estado físico de un relé.

Figura 17. Relé de protección diferencial Multilin



Nota: Relé de protección diferencial 850P Fuente: General Electric, 2011

2.3.12. Sistema de servicios auxiliares

Los sistemas de servicios auxiliares son el conjunto de equipos que alimentan las cargas que forman parte de una subestación eléctrica. Aquellos servicios auxiliares, son encargados de alimentar a los circuitos de iluminación video vigilancia, climatizados, entre otros (Mariño & Moya, 2018).

CAPITULO III: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ELECTICO

3.1. Generalidades

3.1.1. Antecedentes del proyecto

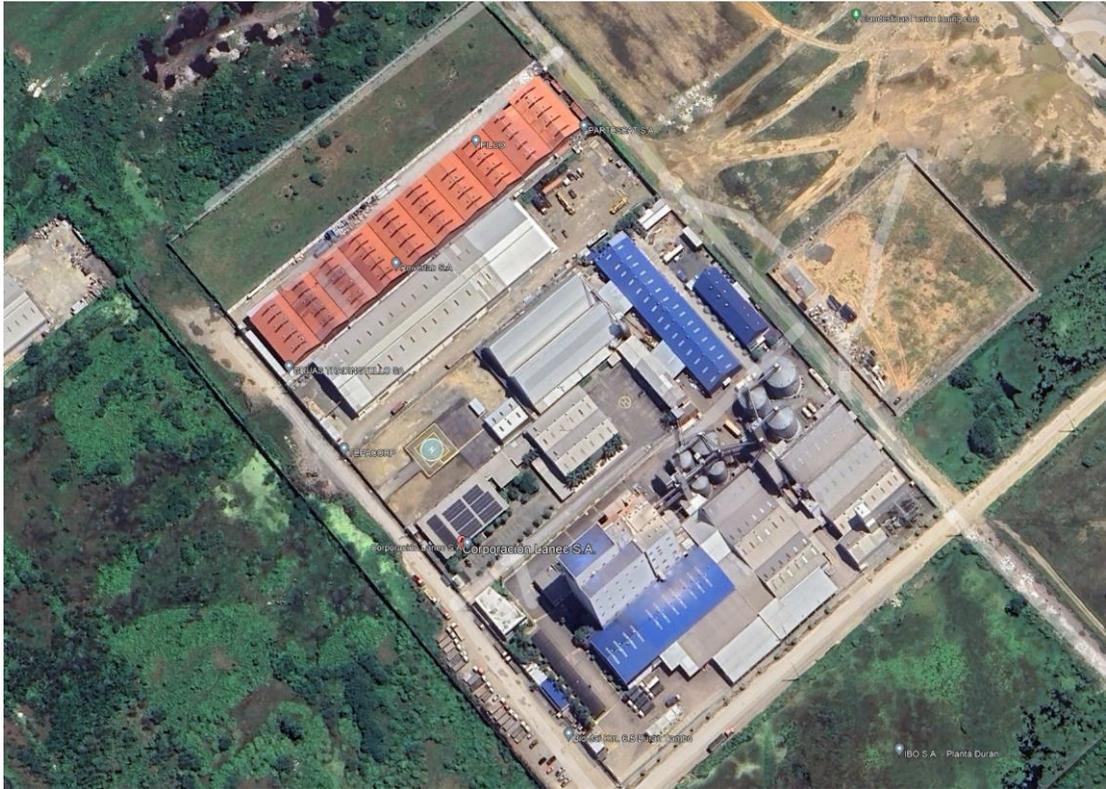
La industria LANEC se encuentra ubicada en el cantón Duran, su actividad comercial es la cría y exportación de camarón, también sus filiales lo usan para realizar balaceado. Por su importante trayectoria en el sector industrial a sido posicionada como una multinacional líder de la venta y exportación de camarón. La industria tiene importantes demandas de producción que en muchas ocasiones a saturado el sistema de distribución debido a que su capacidad instalada esta siendo superada por la demanda en crecimiento.

Ante tal situación el capitulo III, busca realizar un diagnostico de la demanda actual, las necesidades de la empresa, su tasa de crecimiento en función de la producción y el espacio físico disponible para futuras ampliaciones al sistema eléctrico.

3.1.2. Ubicación del predio

La industria se encuentra ubicada en el cantón Duran cuenta con una superficie de 64819m² considerado como zona rural con coordenadas UTM con sus siglas en inglés (Universal Transverse Mercator) WGS 84 (World Geodetic System 1984) presenta los siguientes valores X: 631989.51, Y: 97536853.02. la figura. 22. Muestra la ubicación geográfica de la industria de balanceados.

Figura 18. Ubicación Geográfica de la urbanización de la industria de balanceados

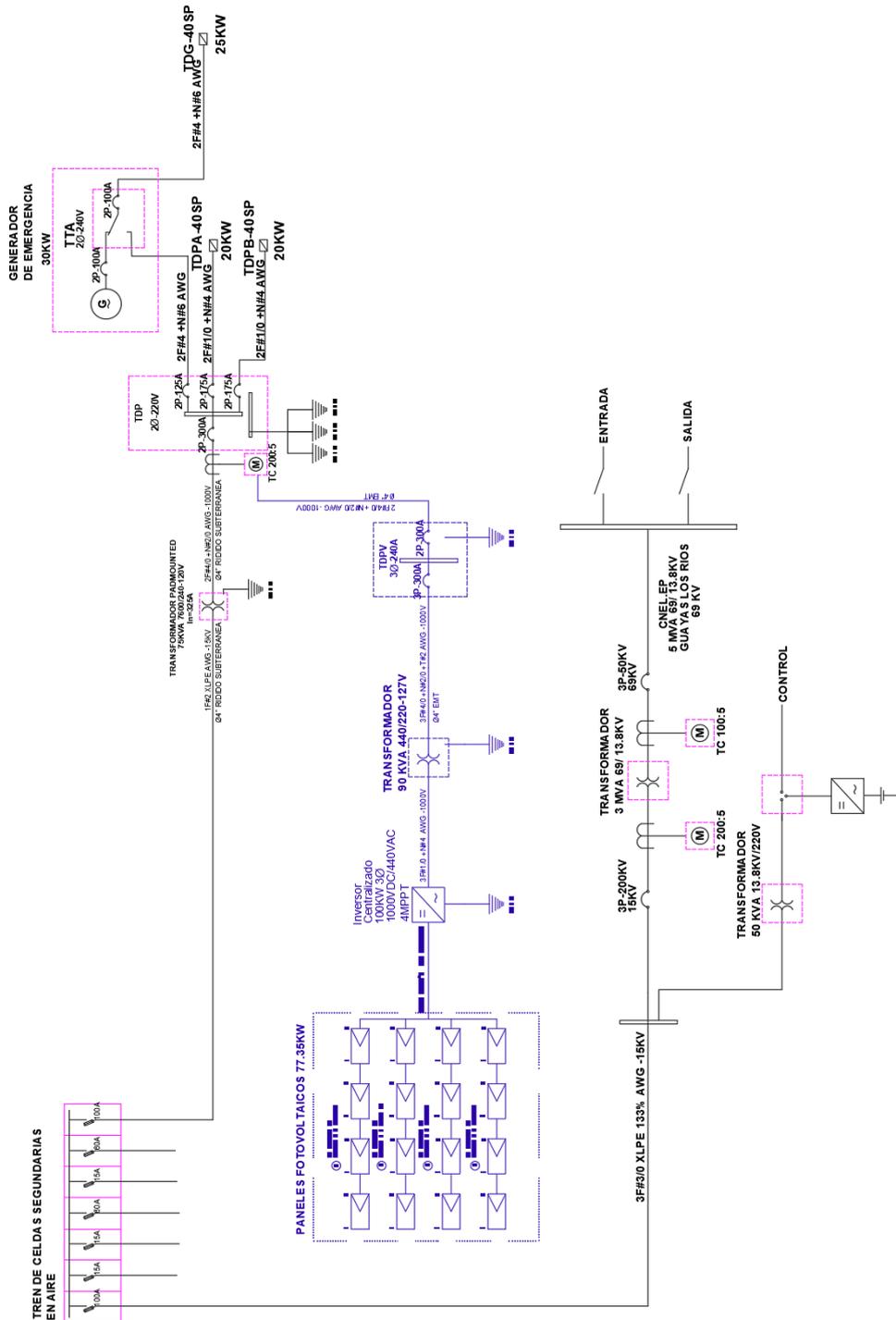


Nota: ubicación de la subestación en la zona nor-este Fuente: Google Earth, 2024

3.1.3. Red de distribución existente

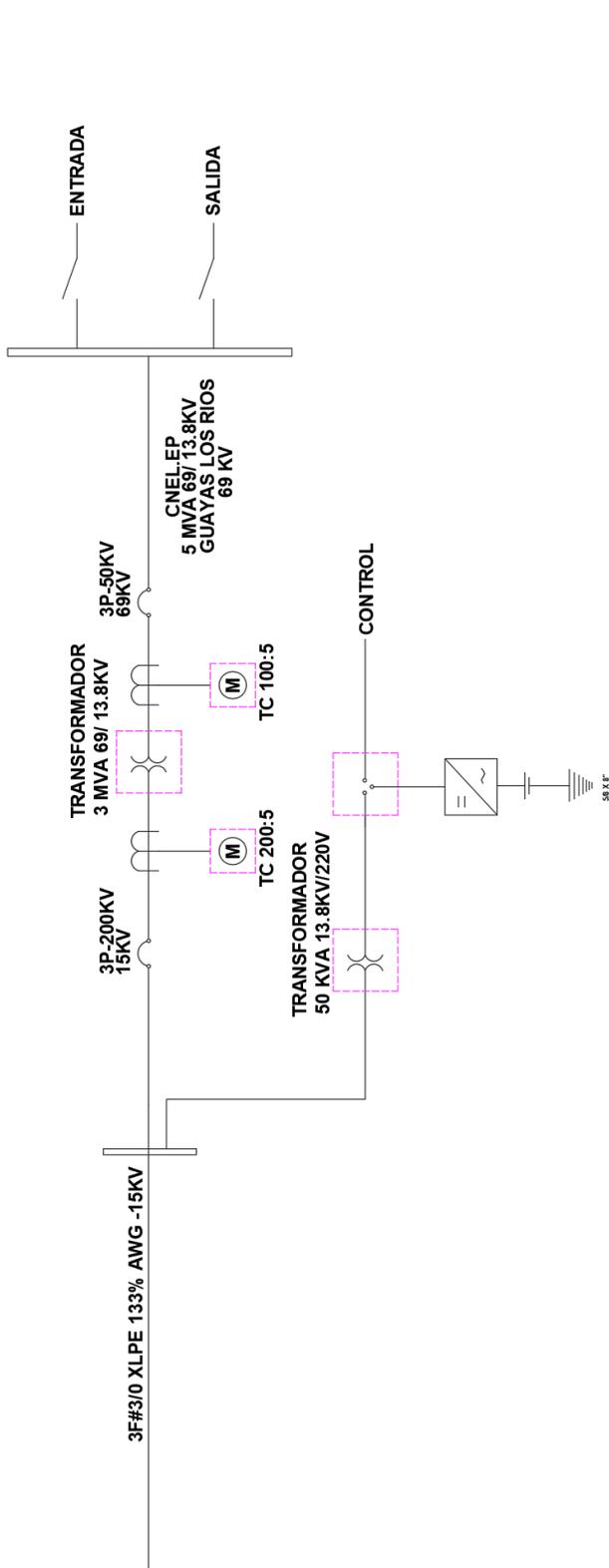
La industria cuenta con una subestación eléctrica de 2.5/3MVA que opera a un nivel de tensión de 69 kV/13.8 kV, es alimentado por un ramo de la línea de transmisión que pasa por el sector boliche, la subestación actualmente cuenta con una bahía de entrada tipo H. la subestación cuenta con un seccionadores tripolares, pararrayos, transformadores de potencial y de corriente, interruptor tanque muerto y transformador de poder, como parte de los equipos secundarios un arreglo de celdas que alimenta a la planta principal y a la filial vecina encargada de los productos de balanceado y laboratorios.

Figura 19. Diagrama unifilar generador de la industria



Fuente: Lanec, 2023

Figura 20. Diagrama unifilar ampliación del sistema en alta tensión



Fuente: LANEK, 2023

3.1.4. Demanda actual

La subestación lanec cuenta con medidores inteligentes en la salida de cada celda remonte, la sumatoria de estas cargas asciende a 2.5MVA. El sistema eléctrico de la industria Lanec cuenta con una demanda máxima de 2,87 MVA. Sin embargo, dicha demanda no será considerada dado que solo se ha registrado dicho valor en eventos especiales donde la industria demanda mayor producción.

Actualmente la subestación se encuentra en oprimas condiciones, debido a que anualmente la industria tiene contemplado un mantenimiento predictivo. A continuación, la figura 26 muestra el estado actual del transformador de poder.

Figura 21. Transformador de potencia 2.5/3MVA



Nota: Transformador de potencia en buen estado Fuente: Autor, 2023

CAPITULO IV: DISEÑO ELÉCTRICO DE UNA SUBESTACIÓN

4.1. Generalidades

El capítulo IV tomara la información mas relevante del capítulo anterior, para realizar el rediseño eléctrico de la subestación en función a la carga proyectada. Este apartado, considerara muchos factores relevantes demanda máxima actual, demanda proyectada, tiempo de posible incremento de carga, condiciones meteorológicas, resistencia puesta a tierra de la infraestructura. Etc.

4.2. Antecedentes

La industria de balanceados ubicada actualmente tiene una demanda de máxima de 2,65MVA y una demanda promedio de 2.5MVA hasta el periodo 2022, en los últimos años la demanda máxima asciende a 2,78 MVA, por tal motivo, la industria en función a su crecimiento exponencial proyecta una demanda de 6MVA para el periodo 2025, por lo que se requiere la repotenciación de la subestación de 69 kV/13.8 kV para poder abastecer de energía al cliente y considerando una reserva para futuras ampliaciones.

4.3. Dimensionamiento de Equipos

4.3.1. Dimensionamiento de nuevo transformador

Para dimensionar el transformador es importante primero conocer el equipo actual, mismo que en el capítulo anterior se especifica que cuenta con una capacidad de 2,5/3MVA y opera a un nivel de tensión de 69 kV/13.8 kV, siendo su demanda promedio 2.5MVA. A continuación, la ecuación 1 mostrara el porcentaje de operación que actualmente tiene el transformador existente.

Ecuación 1. Eficiencia del Transformador actual

$$\%Transformador = \frac{Demanda\ promedio \times 100}{Capacidad\ maxima\ del\ transformador}$$

$$\%Transformador = \frac{2.5\ MVA \times 100}{3\ MVA}$$

$$\%Transformador = 83.33\%$$

El nuevo transformador se dimensiona considerando la demanda proyectada de 6 MVA, donde dicha demanda representara el 75% de potencia que distribuye el equipo, y el 25% restante considerado como reserva para futuras actualizaciones a la infraestructura. La ecuación 2 detalla la nueva potencia que deberá tener el transformador.

Ecuación 2. Cálculo de la potencia aparente del transformador

$$S_{transformador} = \frac{Demanda\ proyectada \times 100}{75}$$

$$S_{transformador} = \frac{6\ MVA \times 100}{75}$$

$$S_{transformador} = 8\ MVA$$

La ecuación 2. Indica que la capacidad del transformador debería ser de 8 MVA, por tanto se propone el suministro de un transformador de potencia 8/10MVA que opere a un nivel de tensión de 69 kV/13.8kV.

Características Técnicas del transformador de potencia

A continuación, se detallan algunas de las características técnicas que debe tener el transformador para operar dentro de la subestación.

Tabla 1. Especificaciones del transformador

• Capacidad MVA 8/10.5
• Número de fases 3
• Frecuencia 60 Hz
• Relación de voltaje 69/13,8 KV
• Voltaje Máximo 72.5KV
• Grupo de conexión DYn 1
• Impedancia (%) 7
• Pérdidas en vacío máxima 16Kw
• Pérdidas con carga máxima 32.64/54Kw
• Cambiador de taps Manual sin carga
• Taps en alta tensión $\pm 2 \times 5\%$

• Tipo de puesta a tierra Sólidamente aterrizado
• Tipo de enfriamiento ONAN/ONAF

Fuente: Autor, 2024.

4.3.2. Dimensionamiento de los transformadores de corriente a 69 KV

La selección de los transformadores de corriente, ira en función a la nueva demanda , una posible demanda futura y la capacidad total del transformador, estableciendo 3 relaciones importantes que permitirán obtener una mayor precisión en la toma de medidas de corriente en la etapa de medición y para la protección diferencial, por medio del censo de señales de campo en las bobinas de alta y media tensión. A continuación la ecuación 3 y 4 detalla los nuevos transformadores de corriente que necesita la subestación.

Ecuación 3. Cálculo de corriente transformador propuesto

$$I_n = \frac{S_{Transformador}}{\sqrt{3} \times V_{ll}}$$

$$I_n = \frac{10MVA}{\sqrt{3} \times 69 \text{ kV}}$$

$$I_n = 83,67A$$

La ecuación 3. Detalla que la corriente nominal para el transformador propuesto será de 83.67 A, por tal motivo la primera relación del transformador de corriente será de 100:5. El siguiente calculo de corriente se realizará con la demanda proyectada, como lo muestra la ecuación 4.

Ecuación 4. Cálculo de corriente de la demanda proyectada

$$I_n = \frac{S_{Proyectado}}{\sqrt{3} \times V_{ll}}$$

$$I_n = \frac{6MVA}{\sqrt{3} \times 69 \text{ kV}}$$

$$I_n = 50,20A$$

La ecuación 4. Detalla que la corriente nominal para en función de la carga proyectada y este tiene una corriente de 83.67 A, por tal motivo la segunda relación del transformador de corriente será de 60:5. El siguiente cálculo de corriente se realizará con la demanda proyectada, como lo muestra la ecuación 5.

Ecuación 5. Cálculo de corriente de la demanda actual

$$I_n = \frac{S_{actual}}{\sqrt{3} \times V_{ll}}$$

$$I_n = \frac{2.5MVA}{\sqrt{3} \times 69 kV}$$

$$I_n = 20,91A$$

La ecuación 5. Detalla que la corriente nominal para en función de la carga proyectada y este tiene una corriente de 20.91 A, por tal motivo la tercera relación del transformador de corriente será de 25:5.

El transformador de corriente de tipo exterior será multirelacion de 100/ 60 / 25: 5 que operara a un nivel de tensión de 69 kV y contara con grado de protección 5P20 y medición.

4.3.3. Dimensionamiento de los transformadores de corriente a 13.8 KV

La selección de los transformadores de corriente en media tensión, también es de vital importancia pues es necesario tomar las señales de corriente para que lo pueda leer la protección 87 del diferencial. Por tanto, la selección se basará en la nueva demanda, una posible demanda futura y la capacidad total del transformador. Se establecerán tres relaciones clave que permitirán obtener una mayor precisión en la medición de corriente durante la etapa de medición y para la protección diferencial, mediante el censo de señales de campo en las bobinas de alta y media tensión. A continuación, las ecuaciones 6, 7 y 8 detallan los nuevos transformadores de corriente que requiere la subestación.

Ecuación 6. Cálculo de corriente de la demanda máxima MT

$$I_n = \frac{S_{Transformador}}{\sqrt{3} \times V_{ll}}$$

$$I_n = \frac{10MVA}{\sqrt{3} \times 13.8 kV}$$

$$I_n = 518,35A$$

La ecuación 6. Detalla que la corriente nominal para el transformador propuesto será de 518.35 A, por tal motivo la primera relación del transformador de corriente será de 600:5. El siguiente cálculo de corriente se realizará con la demanda proyectada, como lo muestra la ecuación 7.

Ecuación 7. Cálculo de corriente de la demanda proyectada MT

$$I_n = \frac{S_{Proyectado}}{\sqrt{3} \times V_{ll}}$$

$$I_n = \frac{6MVA}{\sqrt{3} \times 13.8 kV}$$

$$I_n = 251,01A$$

La ecuación 4. Detalla que la corriente nominal para en función de la carga proyectada y este tiene una corriente de 251.01 A, por tal motivo la segunda relación del transformador de corriente será de 300:5. El siguiente cálculo de corriente se realizará con la demanda proyectada, como lo muestra la ecuación 5.

Ecuación 8. Cálculo de corriente de la demanda actual MT

$$I_n = \frac{S_{actual}}{\sqrt{3} \times V_{ll}}$$

$$I_n = \frac{2.5MVA}{\sqrt{3} \times 13.8 kV}$$

$$I_n = 104,58A$$

La ecuación 5. Detalla que la corriente nominal para en función de la carga proyectada y este tiene una corriente de 104.58 A, por tal motivo la tercera relación del transformador de corriente será de 150:5.

Características Técnicas del transformador de corriente

A continuación, se detallan algunas de las características técnicas que debe tener los TC a 13,8 kV para operar dentro de la subestación.

Tabla 2. Especificaciones técnicas de los CTs

Frecuencia 60 Hz
Voltaje nominal de operación 13.8 kV
Voltaje máximo de diseño 15 kV
Tensión min. Impulso/frecuencia industrial 125/50
Relación de transformación (RTC) 100/5
Carga y clase de precisión (TC1) 3,75 VA (Burden), 5P20
Carga y clase de precisión (TC2) 3,75 VA (Burden), 5P20
Carga y clase de precisión (TC3) 3,75 VA (Burden), 0,2

Fuente: Autor, 2024

Capítulo V: ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

5.1. Generalidades

Este capítulo analiza la relación costo-beneficio del proyecto, desde el punto de vista técnico - económico, mediante un análisis de variables que compara las ventajas ofrecidas con el costo del proyecto para determinar su rentabilidad. Para ello, es esencial conocer el costo de implementación del proyecto, así como los costos indirectos, como mantenimientos, diseño, pólizas y otros rubros que no estén contemplados dentro del mismo.

5.2. Presupuesto referencial de la repotenciación de la subestación

El capítulo V busca calcular el costo del proyecto y evaluarlo desde una perspectiva económica, así como en relación a la ejecución del proyecto instaurado en el presupuesto. En este apartado considerar aspectos como el suministro, instalación y puesta en marcha, así como las pruebas y una estimación de mantenimiento y finalmente establecer la duración del proyecto, la equipo, material y el personal requerido.

El presupuesto eléctrico proporciona un desglose detallado para la repotenciación de la subestación, junto con nuevos estudios para garantizar la coordinación de protecciones en función a la carga proyectada, tal como se presenta en la tabla 6.

Tabla 3. Presupuesto eléctrico repotenciación de la subestación eléctrica

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Suministro e instalación de transformador de poder 8/10MVA 69kV/13.8 kV	u.	1	\$131.760,00	\$131.760,00
2	Desmontaje de transformador existente	u.	1	\$ 5.600,00	\$ 5.600,00
3	Ampliación de base de transformador	u.	1	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
4	Suministro e instalación de transformador de corriente tipo exterior MR 100/60/25:5	u.	3	\$ 8.900,00	\$26.700,00
5	desmontaje de transformador de corriente existente	u.	3	\$ 750,00	\$ 2.250,00
6	Suministro e instalación de transformador de corriente tipo interior 5	u.	3	\$ 2.400,00	\$ 7.200,00
7	Desmontaje de Cts tipo exterior	u.	3	\$ 300,00	\$ 900,00
8	Estudio de cargas	u.	1	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
9	Coordinación de protecciones	u.	1	\$ 2.940,00	\$ 2.940,00
Subtotal:					\$181.550,00
IVA 15%					\$27.232,50
TOTAL					\$208.782,50

Nota: presupuesto contempla estudio de carga y coordinación de protecciones Fuente: Autor, 2024

La tabla 3. presenta el presupuesto eléctrico donde concluyo con un valor de 181,550.00 dólares, siendo de esta manera considerado como un proyecto de largo plazo acorde al monto económico y el tipo de sistema (infraestructura eléctrica).

Tabla 4. Presupuesto de mantenimiento de la subestación repotenciada

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Mantenimiento preventivo de una subestación	Glb	1	\$ 27.450,00	\$ 27.450,00
Subtotal:					\$ 27.450,00
IVA 15%					\$ 4.117,50
TOTAL					\$ 31.567,50

Nota: presupuesto incluye prueba a los equipos Fuente: Autor, 2024

La tabla 4. Detalla un presupuesto adicional por mantenimiento a la subestación repotenciada, con un monto total de 27,450.00 dólares. Este monto es un estimado anual que cubre las pruebas para garantizar la correcta operación del sistema.

5.3. Ejecución del proyecto

El proyecto por sus características técnicas e importación de sus equipos contempla un tiempo de ejecución de 240 días, siendo 150 días para la importación y puesta en sitio de los transformadores de corriente, 180 días para el transformador de potencial, 10 días, para el estudio de coordinación de protecciones y nuevo estudio de carga.

5.3. Beneficios técnicos de un sistema repotenciado

- a) Aumentar la capacidad de carga: Al repotenciar una subestación, se aumenta su capacidad para gestionar mayores cantidades de energía, lo que permite atender a más usuarios o soportar un aumento en la demanda eléctrica sin afectar la estabilidad del sistema.
- b) Aumento de eficiencia: La repotenciación puede involucrar la actualización de equipos y tecnología, lo que mejora la eficiencia operativa de la subestación, reduciendo las pérdidas de energía y optimizando su rendimiento general.
- c) Fiabilidad en las instalaciones: Con equipos más modernos y una mayor capacidad de gestión, una subestación repotenciada puede ofrecer un suministro eléctrico más confiable, disminuyendo la frecuencia y duración de las interrupciones.
- d) Protección mejorada del sistema: La modernización de los sistemas de protección y control en una subestación repotenciada permite una respuesta más rápida y precisa ante fallas, protegiendo tanto los equipos como la integridad de la red eléctrica.

- e) Adaptación a tecnologías emergentes: Una subestación repotenciada puede albergar nuevas tecnologías, como sistemas de gestión y monitoreo en tiempo real o la incorporación de fuentes de energía renovable, facilitando la adaptación a las demandas y desafíos futuros del sistema eléctrico.
- f) Prolongación de la vida útil: Repotenciar una subestación puede aumentar la vida útil de los equipos, retrasando la necesidad de construir nuevas instalaciones y maximizando la inversión en la infraestructura existente.
- g) Mejor calidad del servicio: mejora la calidad del suministro eléctrico, proporcionando un servicio más estable y con menos fluctuaciones para los usuarios finales.

CONCLUSIONES

El levantamiento de información encontró que actualmente la subestación eléctrica solicita de manera inmediata un aumento de capacidad, debido a que el transformador de potencia se encuentra operando a un 83% , por lo es necesario la repotenciación de la subestación eléctrica.

En la etapa de diseño, se estableció la capacidad del nuevo transformador de potencial siendo este de 8/10 MVA que opera a un nivel de tensión de 69 kV/13.8 kV. Al cambiar la capacidad, también las corriente por tanto en la línea de alta, el nuevo TC cuenta con una relación de 100/60/25:5.

La repotenciación de la subestación conto con un presupuesto referencial que asciende a 181,550.00 dólares, con un tiempo de ejecución de 240 días y se estimo a su vez un presupuesto para el mantenimiento en función a la capacidad proyectada, teniendo un monto de 27,450.00 dólares.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio de carga, una vez realizados los cambios de la subestación, para de esta manera tomar en consideración el % de operación del sistema eléctrico.

Se recomienda instaurar en la industria del cantón duran un sistema solar fotovoltaico para reducir su planilla de consumo eléctrico, mediante la inyección de energía por medio de un generador de origen renovable.

Se recomienda realizar un nuevo estudio de coordinación de protecciones, en función a la nueva capacidad instalada y demanda proyectada, para la reprogramación de la curva de disparo de los sistemas de protección.

Referencias

- Alcivar, B. (2014). *Descripción de la estructura y malla a tierra de la Subestación Vilcabamba*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Arellano, E. (2015). *Línea de transmisión Milagro Recinto*. Quito: Universidad Politecnica Nacional.
- Bedoya, J. (2009). *Metodología para la gestión de proyectos de infraestructura de transmisión de energía eléctrica aplicada al proyecto subestación Yarumal II y repotenciación línea 110 Kv salto - Yarumal*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cajas, D., & Chuquitarco, A. (2019). *Estudio del sistema eléctrico para determinar la capacidad del sistema e implementar nuevas cargas en la empresa inplastico*. Ambato: Universidad Técnica del Cotopaxi.
- Calderon, A. (2020). *Estudio de factibilidad para la implementación de una subestación eléctrica de distribución en el área de concesión nor-oriental de EMELNORTE*. Quito: Universidad Técnica del Norte.
- Castillo, Y. (2018). *Estudio de coordinación de protecciones en el Sistema de Subtransmisión de la Empresa Eléctrica Quito considerando la conexión de la Línea Vicentina-Santa Rosa 138 kV*. Quito : Escuela Politecnica Nacional.
- Celi, J. (2015). *Estudio del sistema de puesta a tierra de la subestación de 5 MVA a 69/13,8 KV, a implementarse en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Changoluisa, C., & Diego, M. (2021). *Análisis del sistema de puesta a tierra y apantallamiento eléctrico, mediante modelamiento en software para garantizar el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, considerando una futura expansión en la central de generación "GASGREEN S.A.", ubica*. Ambato: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Cordova, L. (2004). *Diseño de la subestación Ibarra*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.

- Garzon, D. (2018). *Diseño eléctrico de la subestación Zumbahua 69/13,8 kV para la Empresa Eléctrica de Cotopaxi ELEPCO S.A.* Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Gomez, j. (2017). *Diagnóstico de la confiabilidad de servicio y su relación con el comportamiento eléctrico de los transformadores de distribución del alimentador Tambo, subestación Pelileo de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA), durante el año 2016. Propuesta de repo.* Ambato: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Gonzales, J. (2020). *Auditoría energética y rediseño de subestación eléctrica trifásica en una planta industrial para mejorar su eficiencia y capacidad.* Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Jaramillo, L., & Miño, L. (2018). *Manual de verificación y mantenimiento subestación eléctrica CC Santo Domingo.* Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Levy, R. (2004). *Instalaciones electricas indusrtriales.* Colombia: Editorial Jorge sarmiento.
- Machado, J., & Albornoz, C. (2006). *Ubicación óptima de la nueva subestación alta tensión media tensión en la zona urbana de Cuenca.* Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Mariño, C., & Moya, J. (2018). *Riesgos eléctricos en la Subestación la Península de la EEASA.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Medina, G. (2018). *Análisis y diseño de una subestación eléctrica reductora de 69KV/13.8KV para la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.* Guayaquil: Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.
- Mendoza, W., & Samaniego, J. (2023). *Validación del programa ATP para estudios de cortocircuitos en sistemas eléctricos de potencia.* Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.

- Negrete, t. (2021). *Predicción sobre la frecuencia de fallas en los transformadores de potencia de una subestación eléctrica*. Guayaquil: Universidad Politecnica Saleciana.
- Novillo, P. (1988). *Investigación de las causas de la falla del transformador de 138-46-13,8 kV de la Subestación Vicentina del Sistema Nacional Interconectado*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Pachucho, K. (2012). *Criterios de seleccion de tableros DC en una subestacion de 10MVA*. Guayaquil: Escuela Politecnica Nacional.
- Peña, G., & Ramirez, J. (2012). *Reconfiguración y optimización de los alimentadores primarios de la subestación obrapía y San Cayetano pertenientes a la EERSSA*. Cuenca: Univercidad de Cuenca.
- Pilco, B., & Caiza, A. (2022). *Evaluación de la red electrica subterranea en media y baja tension del sistema de transformación para el alumbrado publico de la "urbanización Consorcio Habitacional Colinas del Sur" localizado en el cantón Salcedo*. Ambato: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Rodríguez, J. (2022). *Repotenciación de línea trifásica aérea en el alimentador Olón, provincia Santa Elena, para incremento de carga eléctrica de la comuna Olón*. Guayaquil: Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.
- Romero, J. (2015). *Diseño de subestaciones eléctricas*. Colombia: ASEUC.
- Sanchez, J., & Salgado, M. (1980). *Estudio de cortocircuito y coordinación de protecciones de los alimentadores principales de la subestación no. 4 de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Sanchez, M. (1977). *Diseño de una subestación para distribución rural*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Taco, V. (2006). *Análisis en los primarios de distribución de las subestaciones No. 02, No. 10, No. 32 y No. 53 pertenecientes a la Empresa Eléctrica*

Quito S.A. para reducir pérdidas. Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.

Terneus, R. (1974). *Diseño de la subestación Epiclachima.* Quito: Escuela Politecnica Nacional.

Trashorras, J. (2015). *Subestaciones Electricas.* España: Ediciones Paraninfo, S.A; 1er edición.

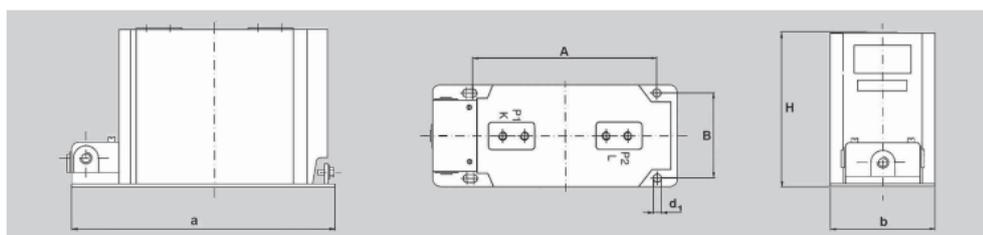
ANEXOS

Anexo 1. Transformador de corriente tipo interior 15 kV

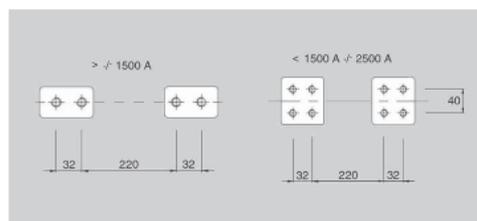


ASS

Transformadores de intensidad de tipo soporte para servicio interior, construcción bloque (construcción estrecha) ASS 12 | 17,5 | 24



Tipo ASS Dimensiones mm			
	ASS 12	ASS 17,5	ASS 24
A	270	270	280
B	125	125	150
a	360	360	355
b	148	148	178
d ₁	12	12	14
H	220	220	280



Tipo ASS				
		ASS 12	ASS 17,5	ASS 24
U _m	kV	12	17,5	24
Tensión de ensayo	kV	28 75	38 95	50 125
Intensidad primaria asignada – I _{PN}	A	hasta 2500	hasta 2500	hasta 2500
Intensidad secundaria asignada – I _{SN}	A	1 5	1 5	1 5
Intensidad térmica de corta duración asignada – I _{th}		hasta 1000 x I _{PN} max. 100 kA		
Valor de cresta de la intensidad admisible – I _{dyn}		2,5 x I _{th}		
Núcleo, Número de núcleos		Determinación en función de las exigencias: Clase de precisión, sobre intensidad indicada, potencia		
Frecuencia	Hz	50 60		
Peso	kg	20	20	28

Sujeto a modificaciones técnicas



GERMANY HAMBURG • WIRGES • KIRCHAICH • DRESDEN
AUSTRIA MARCHTRENK | HUNGARY KECSKEMÉT | CHINA SHANGHAI | USA LAVONIA





Prolec GE ofrece una línea completa de transformadores sumergidos en líquido aislante que cumplen con las normas internacionales actuales.

Además de su ya existente gama de producto en Pequeña Potencia, ahora Prolec GE lanza unidades con voltajes arriba de 34.5 kV hasta 69 kV en el devanado primario y un rango de capacidades desde 5 MVA hasta 12 MVA (ONAN), los transformadores Prolec GE son utilizados en una amplia gama de aplicaciones industriales, y de suministro de energía eléctrica.

Todos los transformadores de Prolec GE se fabrican con la más alta calidad de materiales combinados con tecnología de punta en sistemas de manufactura y diseño, logrando así entregar productos que operen con la más alta confiabilidad en el mercado.

Los transformadores tipo Pequeña Potencia cumplen con todas sus necesidades en aplicaciones industriales y de suministro eléctrico.

Accesorios estándar

- Aceite mineral dieléctrico
- Cambiador de derivaciones para operación externa, sin carga, con 2 derivaciones completas arriba y abajo del voltaje nominal de 2.5%
- Boquillas de alta tensión de tipo capacitivo montadas en la tapa
- Indicador de presión-vacío
- Provisión para válvula filtro prensa
- Indicador de nivel de líquido aislante
- Indicador de temperatura de líquido
- Indicador de temperatura de devanados
- Válvula de alivio de presión
- Válvula de drenaje y muestreo
- Ganchos para izaje
- Boquillas de baja tensión colocadas en la tapa o en la pared del tanque
- Provisiones para aterrizar tanque
- Pintura ANSI 61 o 70, 5 mils de espesor
- Radiadores removibles

Dimensiones generales de referencia

Peso (kg) Volumen (lt) y dimensiones (mm)					
MVA	Alto	Largo	Ancho	Aceite	Peso
5.0	3900	4570	3810	9,080	21,750
7.5	4000	4450	4700	10,600	27,200
10.0	4240	6680	4000	12,100	33,500
12.0	4165	6680	4500	12,100	35,000

Para capacidades y/o tensiones no listadas, contacte a su representante de ventas o directamente a la fábrica. Dimensiones y pesos son aproximados y sujetos a cambio sin previo aviso. No deben utilizarse como referencia con propósitos de construcción.

Voltajes de alta tensión estándar, kV
46
69

Voltajes de baja tensión estándar
4160 Y / 2400 V
12470 Y / 7200 V
13200 Y / 7620 V
13800 Y / 7960 V
23000 Y / 13280 V

Capacidad estándar (kVA)
5000
7500
10000
12000

Nivel básico de impulso	
Clase de Voltaje Kv	Estándar BIL, kV
46	250
69	350



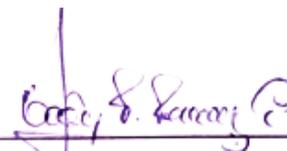
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramírez Eugenio, Gody Robert** con C.C: # 0921375135 autor/a del trabajo de titulación: **Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el Cantón Durán**, 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 titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

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

Guayaquil, **15 de agosto de 2024**

f. 
Nombre: **Ramírez Eugenio Gody Robert**

C.C: 0921375135



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

Yo, **González Ortiz, Rafael Alberto**, con C.C: # 0919714618 autor/a del trabajo de titulación: **Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el Cantón Durán**, 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 titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

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

Guayaquil, **15 de agosto de 2024**

f. **GONZÁLEZ ORTIZ, RAFAEL ALBERTO**

C.C: 0919714618



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Rediseño de una subestación de 69kv/13.8kv para suplir la demanda proyectada de una industria de balanceados en el Cantón Durán.		
AUTOR(ES)	González Ortiz, Rafael Alberto; Ramírez Eugenio Gody Robert		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Bonilla Sánchez, Ronnie, MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de agosto de 2024	No. DE PÁGINAS:	52
ÁREAS TEMÁTICAS:	Transformadores, Electricidad, Repotenciación,		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Subestación, energía, Distribución, eficiencia energética, protecciones eléctricas.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>La subestación de la industria de balanceados ubica en el cantón Duran por su importante crecimiento en el sector de la producción y exportación de camarones, a aumentado considerablemente su demanda máxima, llegando casi a superar, la capacidad permitida, ante tal situación el presente proyecto busco justificar la ampliación del sistema por lo que se realizó un levantamiento de información, para conocer la demanda actual, y necesidades de la industria. El análisis reveló que la subestación eléctrica necesita de manera urgente un aumento de capacidad, debido a que el transformador de potencia opera em la actualidad al 83% de su capacidad, lo que hace necesaria su repotenciación. En la etapa de diseño, se determinó que el nuevo transformador de potencia que contara con una capacidad de 8/10 MVA, operando a un nivel de tensión de 69 kV/13.8 kV. Con el cambio de capacidad, las corrientes son superiores, por lo que se estableció un nuevo transformador de corriente con una relación de 100/60/25:5 y para la media tensión con una relación de 600:150:5. Finalmente se presentó presupuesto estimado de 181,550.00 dólares con un tiempo de ejecución de 240 días. Además, se proyectó un presupuesto de 27,450.00 dólares para el mantenimiento, acorde con la nueva capacidad</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-0984706443	E-mail: Rafael.gonzalez@cu.ucsg.edu.ec Gody.ramirez@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ubilla González, Ricardo Xavier		
	Teléfono: +5930999528515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			