



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE
MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTRICO

TEMA:

“DISEÑO DE UNA SUBESTACION ELECTRICA QUE
CONTRIBUYA A MEJORAR LA CALIDAD DEL VOLTAJE EN
LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
EXTENSION CHONE, DESDE AGOSTO DEL 2012 A ENERO
2013.”

AUTORES:

LUCAS GARCIA LUIS ALFREDO
ZAMBRANO CEDEÑO YANDRI OVIDIO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. LOOR SOLÓRZANO ORLEY TEODOCIO

CHONE - MANABÍ – ECUADOR

2013

Ing. Orley Loor Solórzano, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, en calidad de Director de Tesis.

CERTIFICO:

Que la presente TESIS DE GRADO titulada: **“Diseño de una Subestación Eléctrica que contribuya a mejorar la calidad de voltaje en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, desde agosto del 2012” a enero 2013**”, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto de trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Lucas García Luis Alfredo y Zambrano Cedeño Yandri Ovidio, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, abril de 2013

Ing. Orley Loor Solórzano
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en esta tesis de grado, exclusividad de sus autores.

Chone, abril de 2013

Lucas García Luis Alfredo
AUTOR

Zambrano Cedeño Yandri Ovidio
AUTOR

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN
CHONE**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
INGENIERO ELÉCTRICO**

Los miembros del Tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“Diseño de una Subestación Eléctrica que contribuya a mejorar la calidad del voltaje en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, desde agosto del 2012 a enero 2013”**, elaborado por los egresados Lucas García Luis Alfredo y Zambrano Cedeño Yandri Ovidio de la Escuela Ingeniería Eléctrica.

Chone, abril de 2013

Dr. Marcos Zambrano Zambrano Mgs. Die
DECANO

Ing. Orley Loor Solórzano
DIRECTOR DE TESIS

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre Olga García, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y por apoyarme en todo momento.

A mi esposa Roxana Castro, que me ha acompañado en los momentos difíciles y se alegró con mis triunfos, haciéndome sentir que mis fracasos eran superables siempre, compartiendo mis éxitos como suyos; porque todos los días está a mi lado, constituyéndose en el pilar fundamental que sirve de apoyo, en mis momentos de debilidad.

A mi hija Zuleika Lucas, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

Luis

DEDICATORIA

A través del tiempo hemos sido testigo, de los logros alcanzado por el hombre, que sin lugar a duda se debe a la agudeza y confianza en sí mismo y en quienes aportan con cada grano de arena para hacer de cada objetivo un triunfo alcanzado, sin duda alguna se lo debemos al ser supremo.

Por tal motivo dedico de todo corazón mi tesis de grado a DIOS por darme la vida y a mis queridos padres, Ovidio Zambrano, y Nellys Cedeño por permitirme vivirla y de esta manera compartir la felicidad que embarga mi ser.

A mi esposa y a mi querido hijo que son pilares fundamentales y han sabido entender cuando lo he necesitado e hicieron posible que llegase a cumplir una de mis metas propuestas.

A mi prestigiosa Universidad ya que en ella tuve un personal docente altamente capacitado donde me supieron instruir.

A mi hermano Nixon (+) porque sé que donde está a guiado mi camino para lograr todo objetivo cuanto me proponga.

Yandri

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente nos gustaría agradecerle a Dios por estar con nosotros y habernos puesto en nuestro camino aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo este periodo de estudio.

Nuestra gratitud a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, a la Escuela Ingeniería Eléctrica, que nos brindó la oportunidad de prepararnos y culminar nuestra carrera profesional, enriqueciendo nuestro nivel intelectual y fortaleciendo el deseo de superación .

Un profundo agradecimiento al Ing. Orley Loor, nuestro Director de Tesis, por toda su colaboración en nuestro trabajo.

De igual manera al Ing. Frank Castro que con su capacidad de conocimiento nos supo orientar y guiar hasta llegar a la feliz culminación de este proyecto.

Finalmente, quisiéramos agradecer a cada una de las personas que vivieron con nosotros la realización de esta tesis, que no necesitamos nombrar porque tanto ellas como nosotros sabemos que desde lo más profundo de nuestro corazón les agradecemos por habernos brindado todo el apoyo, y colaboración.

Luis y Yandri

INDICE

Portada	i
Aprobación del Director de Tesis	ii
Auditoria de la Tesis	iii
Aprobación del Tribunal de Grado	iv
Dedicatorias	v – vi
Agradecimiento	vii
Índice	viii – xi
Introducción	12
Planteamiento del problema	15
Delimitación del problema	17
Interrogantes de la investigación	17
Justificación	18
Objetivos	21
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	
1. Subestaciones Eléctricas	22
1.1. Qué es una Subestación Eléctrica	22
1.1.1. Funciones de la Subestación	22
1.1.2. Clasificación de las Subestaciones Eléctricas	22
1.1.3. División de las Subestaciones Eléctricas	23
1.1.4. Impacto Ambiental	23
1.1.5. Identificación y selección de efectos Ambientales	24
1.1.6. Alteraciones de la calidad del aire por Emisión de partículas y gases	25
1.1.7. Activación de procesos erosivos y de Sedimentación	25
1.2. Elementos de un Subestación Eléctrica	30
1.2.1. Transformador de potencia	30

1.2.2. Interruptor a gas SF6	31
1.2.3. Transformador de potencia de dos boquillas	32
1.2.4. Interruptor de potencia 13,8Kv	33
1.2.5. Cuchillas	34
1.2.6. Pararrayos	35
1.2.7. Barras colectoras	37
1.2.8. Cajas portafusibles	38
1.2.9. Tablero de control	40
1.2.10. Tipos de aisladores	41
1.2.11. Torres de castillos	43
1.2.12. Reconector	43
1.2.13. Alimentadores	44
1.2.14. Tipos de conductores	45
1.2.15. Crucetas	47
1.2.16. Estudio puesta a tierra	48
1.2.17. Razones en el sistema de puesta a tierra	49
1.2.18. Métodos de puesta a tierra	49
1.2.19. Tipos de puesta a tierra	50
1.2.20. Elementos de puesta a tierra	50
1.2.21. Sistema puesto a tierra con baja impedancia	51
1.2.22. Tipos de sistema	51
1.2.23. Elementos de la puesta tierra	54
1.2.24. Conductores de conexión	54
1.2.25. Electrodo de tierra	54
1.2.26. Bancas	55
1.2.27. Placas	55
1.2.28. Electrodo horizontales	56
1.2.29. Electrodo secundarios	56
1.2.30. Monitoreo de las cargas de consumo de forma Pormenorizada de las diferencia área de la Universidad	58

CAPITULO II	
Hipótesis	72
Variables	72
Termino de relación	72
CAPITULO III	
Diseño Metodológico	73
Métodos y Técnicas	73
Instrumentos	75
Población y muestra	75
Recursos	75
CAPITULO IV	
Resultados y análisis estadísticos de la Investigación	78
Comprobación de la hipótesis	85
CAPITULO V	
Conclusiones	86
Recomendaciones	87
CAPITULO VI	
6. PROPUESTA	
6.1. Diseño de la Subestación Eléctrica	88
6.2. Introducción	88
6.3. Objetivos	90
6.4. Metodología	91
6.5. Principales equipos de una Subestación	91
6.6. Configuración de barras	97
6.7. Diagrama unifilar	99
6.8. Protección en el esquema de subestación	100

6.9. Criterios de colocación de los transformadores.	100
6.10. Protecciones de una subestación críticas	101
6.11. Respaldos remotos de la protección de impedancia	102
6.12. Cuadro comparativo del sistema de protección	104
6.13. Control en el esquema de subestaciones	106
6.14. Lógica de enclavamiento en la subestación	109
6.15. Enclavamiento de seccionador puesta tierra	109
6.16. Comparación de lógica de enclavamiento y Sincronismo	111
6.17. Recomendaciones y conclusiones	111
6.18. Localización de la Subestación eléctrica	112
6.19. Adecuación del predio	112
6.20. Diseño de obras civiles	112
6.21. Edificaciones	112
6.22. Coordinación del aislamiento	113
6.23. Selección de configuración y disposición física	113
6.24. Estudio técnico por realizar en el sitio de la Subestación	114
6.25. Estudios fundamentales	117
6.26. Diagramas de la Subestación Eléctrica	118
6.27. Esquema del área de Subestación Eléctrica	119
6.28. Presupuesto	120
6.29. Conclusiones	121
Recomendaciones	123
CAPITULO VII	
Cronograma	124
Bibliografía	125
Webgrafía	125
Anexos	126

INTRODUCCION

El propósito de todo sistema eléctrico de potencia es suministrar la energía necesaria para el desarrollo de un sector o país. Para alcanzarlo es necesario generar, transmitir y distribuir la energía eléctrica desde los centros de generación, ubicados estratégicamente con base en la disponibilidad de fuentes primarias de energía como el gas, el carbón, el agua o la energía nuclear hasta los centros de distribución y consumo, considerando en todo momento las limitaciones económicas y condiciones de seguridad, de confiabilidad y de calidad del servicio requeridos.

Una subestación eléctrica es la muestra física de un nodo de un sistema eléctrico de potencia, en el cual se puede transformar la energía eléctrica a niveles adecuados de tensión para su transporte, distribución y consumo bajo determinados requerimientos técnicos de calidad, confiabilidad, flexibilidad y eficiencia.

Además las subestaciones eléctricas están conformadas por un conjunto de equipos que permiten:

- a) Controlar el flujo de energía a través de los transformadores de potencia, convirtiendo la tensión de suministro a niveles de tensión más bajos o altos de acuerdo con la necesidad preestablecida
- b) Adelantar la interconexión de diferentes rutas del flujo de energía al mismo nivel de tensión.

Los elevados valores que pueden alcanzar las corrientes de cortocircuito generan esfuerzos electrodinámicos y térmicos de considerable magnitud en barras, aisladores, interruptores y demás elementos de los circuitos recorridos por la corriente en la instalación.

Los calentamientos producidos por las corrientes de cortocircuitos son de temer, ya que la acción térmica conduce a la destrucción de los materiales aislantes que rodean a los conductores, provocando la fusión o debilitando la resistencia mecánica a altas temperaturas cuando aparecen mayores esfuerzos electrodinámicos.

Las Subestaciones de Transformación son un elemento muy importante de los sistemas eléctricos de potencia, debido a que son el nexo existente entre la transmisión de energía eléctrica y la entrega a los usuarios finales.

En la actualidad, podemos encontrar diferentes tipos de subestaciones eléctricas, las mismas que se han tecnificado en el transcurso de los años debido al desarrollo mundial, todo esto como resultado de abastecer el incremento de la demanda eléctrica de los consumidores bajo condiciones de calidad.

Considerando estos antecedentes, las empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica, han implementado de forma paulatina avances tecnológicos en sus instalaciones de potencia, los cuales están principalmente enfocados a los campos de las protecciones eléctricas, el control remoto y local de la operación y el monitoreo de las magnitudes relacionadas con los sistemas eléctricos de potencia.

La implementación de nuevos equipos, requiere de un exhaustivo estudio de las variaciones y relevancias que se generarán las distintas variables que contiene el sistema eléctrico a ser automatizado. Los estudios referidos deben tener como objetivo primordial identificar las condiciones técnicas óptimas, para la instalación de los nuevos componentes que pasarán a realizar las tareas ya existentes, simultáneamente con las nuevas tareas que permitan tener un control y supervisión en tiempo real de las situaciones en los procesos energéticos.

Como el mundo sigue evolucionando las grandes empresas e instituciones de toda índole hacen la manera de tener una subestación que mejore la calidad de electricidad que recorre tanto en el interior como el exterior, y así evitar accidentes muy graves.

Hay que definir que una subestación es un conjunto de máquinas, elementos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros eléctricos, permitiendo el control del flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, los equipos y para el personal de operación y mantenimiento.

FUNCIONES:

- Modificar los niveles de voltaje
- Incremento de voltaje (elevación)
- Reducción de voltaje (reducción)
- Realizar maniobras

Conexión

Desconexión

- Protección
- Monitoreo
- Registro de eventos

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los constantes apagones del fluido eléctrico hace que se paralice el proceso Administrativo, Académico, de Servicio en todo el Campus Universitario, formando un verdadero caos en la evacuación de más de 3000 estudiantes. Así como el congestionamiento vehicular que pone en riesgo a todo un equipo humano de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

CONTEXTO MACRO

En los últimos tiempos se han presentado cambios notables en las formas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, es decir que se presentaron formas nuevas en la energía eléctrica generada tal el caso de las plantas de generación nuclear, la generación de la biomasa.

Que por otra parte con el problema que se tiene en el mundo de espacios físicos donde se puedan instalar subestaciones eléctricas, pues se diseñaron subestaciones blindadas en las cuales se redujeron mucho el espacio de ocupación de las mismas, pero por otro lado se exigen una confiabilidad de equipos de acuerdo a las distancias.

Por tales circunstancias la transmisión de energía eléctrica se ha presentado cambios, llegando a transmitirse en tensiones de 3700 KV, lo cual implica a hacer cambios en el diseño de soportes, estructuras como en la parte de medición, protección y equipos.

Como el consumo se ha incrementado también, la red primaria de distribución está modificando, llegando a tener permutaciones de lo que era antes el transportar, distribuir, por lo tanto es necesario conocer estos cambios.

Sin embargo también es necesario e importante tener conocimientos de definiciones, conceptos de equipos primarios para entender como están formadas las subestaciones o estaciones de conmutación o conexión.

CONTEXTO MESO

El Ecuador tiene un crecimiento demográfico acelerado día con día, lo cual hace muchas veces insuficiente la infraestructura de interconexión entre las subestaciones eléctrica de potencia, es por esto, que existen paralelos a este crecimiento demográfico, una necesidad de crecimiento en la construcción de una infraestructura de interconexión entre subestaciones, así como también de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Las subestaciones eléctricas son esenciales dentro del sistema de potencia ya que son instalaciones con un conjunto de dispositivos y circuito que tienen la finalidad de modificar las variables de tensión y corriente y dar un medio de interconexión y despacho entre las líneas de sistema.

Hacer la subestación es tan importante porque se analiza la confiabilidad que se tiene al brindar el servicio de energía eléctrica. De aquí nacen las distintas configuraciones para la instalación y en donde puede ser implementada para su respectivo diagrama unifilar que es una filosofía de funcionamiento de la subestación.

CONTEXTO MICRO

La Universidad Laica Eloy Alfaro teniendo la necesidad de una subestación eléctrica para mejorar la electricidad dentro de esta institución, lo cual es muy importante ya que nos permiten el control del flujo de la energía necesaria para llevar a cabo los procesos en caso de fallar la energía; las subestaciones se pueden clasificar en primarias, secundarias, y subestaciones en las plantas generadoras; el elemento principal de una subestación eléctrica es el transformador, que funciona con el principio de inducción, a través de una serie de bobinados, que permiten controlar el voltaje de salida.

Por lo tanto el problema se planteó de la siguiente manera ¿La deficiente calidad de Recepción del mediano voltaje, del alimentador N° 2 de la Subestación de la

Ciudad de Chone al Campus Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone?

DELIMITACION DEL PROBLEMA

El presente proyecto se delimita de la siguiente manera:

Campo de Estudio: Eléctrico

Área: Subestación

Aspectos: Mejoramiento de Potencia

Problema: Deficiente calidad de Recepción del mediano voltaje, de la Subestación de la Ciudad de Chone para el Campus de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone.

Delimitación Espacial: Predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

Delimitación Temporal: Agosto 2012 a Enero 2013.

INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN

¿Qué es una subestación eléctrica?

¿Cómo será el diseño de una subestación Eléctrica en los predios de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone?

¿Cuáles son los componentes que integran una subestación Eléctrica?

¿Cuáles son los beneficios para la administración de la Universidad?

JUSTIFICACION

El presente proyecto permite informar la gran importancia que tiene el diseño de una subestación eléctrica para que mejore el servicio eléctrico en los predios de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone y no haya saltos de energía, además para salvaguardar los bienes de la institución y disminuyan los riesgos de cortocircuitos internos y externos.

Las longitudes de las líneas transmisión presentan inductancia, capacitancia y resistencia al paso de la corriente eléctrica. El efecto de la inductancia y de la capacitancia de la línea es la variación de la tensión si varía la corriente, por lo que la tensión suministrada varía con la carga acoplada.

Las Subestaciones Eléctricas utilizan muchos tipos de dispositivos para regular esta variación no deseada. La regulación de la tensión se consigue con equipos reguladores de la inducción y motores síncronos de tres fases, también llamados condensadores síncronos. Ambos varían los valores eficaces de la inductancia y la capacitancia en el circuito de transmisión. Ya que la inductancia y la capacitancia tienden a anularse entre sí, cuando la carga del circuito tiene mayor reactancia inductiva que capacitiva (lo que suele ocurrir en las grandes instalaciones) la potencia suministrada para una tensión y corriente determinada es menor que si las dos son iguales.

La relación entre esas dos cantidades de potencia se llama factor de potencia, como las pérdidas en las líneas de transmisión son proporcionales a la intensidad de corriente, se aumenta la capacitancia para que el factor de potencia tenga un valor lo más cercano posible a 1. Por esta razón se suelen instalar grandes condensadores en los sistemas de transmisión de corriente eléctrica.

El criterio fundamental de diseño de un sistema de servicios auxiliares debe ser el de garantizar los suministros de energía necesarios para los diferentes sistemas

que lo componen, aunque se produzcan fallas en el propio sistema o en las fuentes que lo alimentan. Para el diseño de los sistemas de auxiliares de la subestación debe tenerse en cuenta también los aspectos de operación como:

- ✓ Confiabilidad: la cual debe ser mayor que la confiabilidad evaluada para la subestación.
- ✓ Cargabilidad: se deben definir las cargas y consumos para las cargas de operación de la subestación misma, como las cargas complementarias para la totalidad del proyecto.
- ✓ Modularidad: la cual busca que al ampliarse en algún momento la subestación no requiera cambiarse el sistema de auxiliares.
- ✓ Flexibilidad: en ella se busca optimizar la topología de conexión del sistema de auxiliares.
- ✓ Simplicidad: busca eliminar las complejidades operativas del sistema.
- ✓ Mantenibilidad: la cual busca garantizar los procesos de mantenimiento del sistema.
- ✓ Optimización de costos.

Normalmente en las subestaciones se dispone de dos servicios de auxiliares: los de corriente alterna y los de corriente continua.

El servicio de auxiliar de corriente alterna se utiliza para alimentar las cargas de mayores consumos como son ventilaciones y bombas de equipo de patio y transformación; y demás sistemas complementarios de la misma como son iluminación, sistema contra incendios, sistemas de seguridad, aires acondicionados, instalaciones internas de edificios y como fuente de los sistemas de corriente continua. Las fuentes principales para el servicio de auxiliares de corriente alterna deben disponer de una redundancia del 100%. Las fuentes pueden ser:

- Internas: dependen de la energía que suministra la propia subestación.
- Externas: dependen de la energía que suministra una red de media tensión independiente de las presentes en la subestación.

El presente proyecto se estudia y modifica adecuadamente el diseño y la distribución de cada uno de los elementos y dispositivos a instalar, con el fin de exponer el grado de cumplimiento de todos los requisitos exigidos que afectan a dicha instalación.

De esta forma se pretende tener la autorización administrativa así como la ejecución de la instalación.

La importancia para construir una subestación, es debido a las necesidades de la Universidad y por lo cual se hará al diseño de una subestación para poder abastecer cada edificio además del parque y la cancha de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. La subestación transmitirá y distribuirá energía eléctrica a tres líneas de 13,8 Kv que saldrán de la subestación diseñada para la seguridad en todos los aspectos dentro de la institución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una Subestación Eléctrica que contribuya a mejorar la calidad de energía en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorear un sistema de protección y control de una subestación para diagnosticar la calidad de energía a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.
- Comprobar el consumo de energía eléctrica que tiene la Universidad Laica “Eloy Alfaro” Extensión Chone, en las horas pico de los edificios y equipos que estén en funcionamiento.
- Entregar la propuesta a las autoridades de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, que permita mejorar la calidad de energía dentro de la institución.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1. SUBESTACIONES ELECTRICAS

1.1 ¿Qué es una Subestación Eléctrica?

Una subestación es la parte de una red eléctrica encargada de dirigir y transformar el flujo de la energía. De ella salen y a ella confluyen líneas de igual o diferente tensión. Está compuesta por una serie de equipos eléctricos que sirven para la explotación y protección de la subestación.

1.1.1 Funciones de las subestación

Las funciones de la subestación son:

- ✓ Explotación: La subestación tiene como meta el dirigir el flujo de energía de una manera óptima, tanto desde el punto de vista de pérdidas energéticas, como de la fiabilidad y seguridad en el servicio.
- ✓ Interconexión: Se encarga de la interconexión de las diferentes líneas que forman una red eléctrica, de igual o diferente tensión, así como también de la conexión de un generador a la red.
- ✓ Seguridad: del sistema eléctrico, en caso de falta.

Una subestación, queda formada básicamente por varios circuitos eléctricos o posiciones, conectadas a través de un sistema de barras conductoras. Cada circuito eléctrico está compuesto a su vez por interruptores, transformadores y seccionadores¹.

1.1.2 Clasificación de la subestaciones eléctricas

Las subestaciones se pueden clasificar según la función que desempeñan en la red eléctrica como:

- ✓ Subestaciones de generación, cuyo cometido es conectar e incorporar a la red la energía producida por los diferentes centros de generación de un país

1 revista épsilon, nº 16 • enero-junio 2011 • pp. 79-112 • issn: 1692-1259

(térmicos, hidráulicos, eólicos, etc.) Estas subestaciones suelen tener que elevar el nivel de tensión de la energía, desde los valores de generación a los valores de transporte.

- ✓ Subestaciones de transporte de la energía, desde su punto de generación hasta las áreas de consumo. Actúan de interconexión entre un número variable de líneas de la red.
- ✓ Subestaciones de distribución, que conectan las líneas de transporte con las ramas de distribución de la energía, a menor nivel de tensión, para su transporte local y distribución².

1.1.3 División de las Subestaciones

Se pueden dividir en:

- ✓ Subestaciones de intemperie, donde la aparata eléctrica y los embarrados están situados a la intemperie, enclavados sobre el terreno a través de estructuras metálicas o de hormigón y sus cimentaciones.
- ✓ Subestaciones de interior, donde el conjunto de la subestación se ubica en edificaciones, utilizándose sistemas de construcción convencionales o prefabricados. Estos sistemas obedecen a criterios ambientales o de emplazamiento.

1.1.4 Impacto Ambiental

La evaluación de los impactos ambientales resume el valor ambiental que tienen las distintas actividades que se realizarán para la construcción y operación del sistema de transmisión de 69 Kv, sus componentes principales son los siguientes:

Subestación Eléctrica.-

El valor ambiental se obtiene confrontando la sensibilidad de las diferentes variables ambientales presentes en el área ocupada por el proyecto con el conjunto de acciones que involucra su desarrollo en el área de influencia tanto

² http://es.wikipedia.org/wiki/Subestaci%C3%B3n_el%C3%A9ctrica

directa como indirecta y considerando las etapas de preconstrucción, contracción y operación.

Aun cuando se tienen consideraciones ambientales incorporadas al proyecto, es necesario identificar y valorar los efectos que no se eliminan o atenúan con estas consideraciones ambientales previstas en el diseño. Esta evaluación de impactos implica posteriormente la proposición de las medidas más pertinentes para asegurar la inserción de la variable ambiental en el área de implantación y/o de influencia del mismo.

La metodología seguida para la evaluación de los impactos ambientales de este proyecto se subdividió en tres etapas; en la primera de ellas se realiza la identificación de los efectos que él podría provocar sobre el ambiente y la selección de aquellos que por su relevancia ameritan ser evaluados como impactos; y en la segunda se procede a la evaluación propiamente dicha de los impactos seleccionados. En la tercera etapa se considera la sensibilidad del área de influencia, así como la magnitud del impacto y la probabilidad de ocurrencia, lo que nos da una idea de cuán crítica será esa área en caso que el impacto ocurra³.

1.1.5 Identificación y Selección de Efectos Ambientales

Para esta primera parte, se siguieron las siguientes acciones:

Se identificaron todos los posibles efectos derivados del desarrollo de las diversas acciones del proyecto eléctrico, sin considerar la aplicación de medidas y definiendo los efectos primarios, intermedios y finales.

Se realizó en encadenamiento de las acciones del proyecto y sus efectos derivados, identificando entre estos los que generaran efectos multiplicadores o terminales, cuya ocurrencia supone un impacto positivo o negativo sobre el ambiente. Este encadenamiento se realizó sin considerar las medidas ambientales incorporadas en el diseño del proyecto.

³ <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/42a5b693a4e07.pdf>

Se seleccionaron aquellos efectos ambientales que por su relevancia se consideró que debía ser evaluado.

A continuación se presenta la descripción de los efectos generados en el encadenamiento de efectos elaborado y una justificación de su conclusión o no en el listado de impactos. Dentro de los efectos descritos se obvian aquellos que por razones de similitud en sus consecuencias se encuentran íntimamente ligados en sus manifestaciones.

1.1.6 Alteraciones de la Calidad del aire por Emisión de Partículas y Gases.

Este efecto genera como consecuencia de las actividades de construcción de un sistema de transmisión a 69 Kv y los trabajos a realizar en la Subestación, principalmente durante la ejecución de la apertura.

1.1.7 Activación de Procesos Erosivos y de Sedimentación

Eliminación de la vegetación para el establecimiento de trochas o para la excavación de las fundaciones, el suelo quedara parcialmente desprovisto de su cobertura protectora, lo cual pudiera generar la activación de procesos erosivos en forma localizada, por la acción de los elementos del clima, especialmente el viento y la lluvia. En este sentido, se considera necesario hacer la evaluación de este efecto.

1.1.8 Afectación del Recurso Suelo por Contaminación

En los campamentos y en los sitios de operación de maquinarias y equipos, en los sitios de manejo de desechos y efluentes, bote de material, existe el riesgo de ocasionar contaminación del recurso suelo por derrame de aceites, lubricantes, solventes y otras sustancias contaminantes, así como durante la operación por inadecuado manejo y transmisión. En consecuencia este impacto se podrá presentar durante dos (2) etapas del proyecto: en la construcción cuando se

generaran desechos domésticos e industriales, material vegetal producto de la deforestación y aguas residuales domésticas, mientras, que durante la fase de operación serán generados desechos y fluentes industriales producto de los trabajos de mantenimiento que se realicen a las diferentes obras que conforman el sistema de transmisión eléctrica, en consecuencia este impacto será evaluado.

1.1.9 Inhabilitación de Suelo por Compactación

El contante paso de maquinarias puede ocasionar la compactación del suelo a lo largo del trayecto de la ruta del tendido.

Después de realizadas las instalaciones el suelo no podrá usarse para otra actividad al estar compactado, como sucederá en las parcelas a ser ocupadas, como sucederá en las parcelas a ser utilizada por la subestación.

1.1.10 Afectación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales

Las aguas superficiales ubicadas a lo largo del tendido eléctrico, representadas por los ríos principales, constituyen un elemento de alta intensidad ambiental por formar parte del sistema hidráulico-biológico de las cuencas que hayan en el área de influencia directa. Sin embargo, no se prevé el vertido directo de ninguna sustancia en estos cuerpos de agua y cuando se vaya a efectuar el pase de la línea de transmisión sobre ellos, el diseño del proyecto contempla una metodología a seguir para minimizar la afectación por vertido difícilmente puede ocurrir, excepto por el arrastre de vertidos contaminantes al suelo que por las lluvias. Sin embargo las actividades como la preparación de trochas y vías de accesos, demoliciones, deforestación, movimiento de tierras, manejo de materiales de desecho durante la construcción y la operación pueden provocar el incremento de procesos de sedimentación en estos cuerpos de agua superficiales.

1.1.11 Afectación de la Geo forma y el Paisaje

El paisaje se verá afectado desde el inicio del proyecto, ya que la línea interviene de manera directa en el medio ambiente, cambiando su calidad visual y su valor interno ambiental.

La preparación de las trochas y vías de acceso, así como el desbroce y el desalojo, ocasionara que la calidad de vida óptica sufra daño desde el punto de vista del contraste en los colores y tipo de vegetación que se verá afectada por los cortes hechos en el terreno.

Los movimientos de tierra constituyen un elemento importante en cuanto al contraste y armonía del paisaje degradando notablemente en la fase de construcción al proyecto en particular se torna más en las cercanías en las excavaciones a realizar en zonas con formas elevada de relieves en las cercanías de los ríos también hay que considerar que la línea atraviesa varias áreas protegidas cuyo valor arterial será afectado.

La introducción de las subestaciones a construir cambia el paisaje, de un paisaje agrícola, pasara a formar parte de un paisaje industrial, incidiendo en el cambio de uso del suelo trasformando la armonía, se trata de una zona rodeada de pastos y donde será transformada en una instalación industrial.

La vialidad eléctrica a instalar, introduce un cambio importante en el entorno paisajístico pues define el cruce de la línea por todo el medio y esto afecta el paisaje, al introducir un elemento ajeno a él⁴.

1.1.12 Pérdida de Cobertura Vegetal y Hábitat de Fauna

Actividades como el despeje del área y deforestación, principalmente en la servidumbre de paso de un sistema de transmisión eléctrica, en el sitio de

⁴ http://html.rincondelvago.com/subestaciones-electricas_1.html

construcción de la subestación y vías de acceso que se requieran abrir en la limitación de la vegetación existente.

En el entorno del proyecto se presentan áreas de vegetación de composición diversa y en diferentes grados de alteración, tales como bosques espinosos, matorrales, así como la presencia de zonas de pastos y cultivos, que serán inevitablemente afectadas, en consecuencia este impacto se va generar, además de que a su vez desencadena otros efectos de gran importancia como lo es la acción de procesos erosivos por aumento de la corriente superficial, la disminución de hábitat de fauna, entre otros.

1.1.13 Incremento en la Probabilidad de Ocurrencia de Incendios de Vegetación.

Este impacto se asocia a la presencia de sustancias inflamables (combustibles) durante la etapa de construcción y a la presencia de altas densidades de vegetación en algunos sectores por donde se extiende el proyecto, pudiendo posibilitar que se generen incendios, especialmente en la época de sequía, en las zonas donde se localizan tipos de vegetación que son más susceptibles a incendios. Como son matorrales, bosques secos y bosques espinosos. Así como consecuencias del inadecuado manejo y disposición de los desechos vegetales generados de la deforestación.

Por otro lado, durante la etapa de operación se realizan algunas actividades de mantenimiento que pueden incidir, como el corte de la vegetación existente a lo largo del tendido eléctrico, para mantener las distancias de seguridad de los productores respecto a la vegetación arbórea de mayor altura. Esta limpieza se realiza con obreros y herramientas manuales como machetes y podadoras. Este material, una vez cortado, usualmente se deja en el sitio ó se acumula fuera del área de seguridad, lo que puede traer como consecuencia un incremento de la práctica de quema que se realiza anualmente y con mucha frecuencia en esta zona.

1.1.14 Perturbación de la Fauna

Las maquinarias a ser empleadas en el desarrollo del proyecto incrementaran los niveles de ruido en los alrededores del área de trabajo y generaran gases de combustión que perturbaran a las especies animales en los alrededores del frente de trabajo, lo cual hace que ahuyente a las especies de fauna terrestre, así como a las aves.

Asimismo, la remoción de la vegetación y los movimientos de tierra permitirán el arrastre de partículas por el viento, aportando material particulado que contribuye a la perturbación de la fauna. Dada la frecuencia de las acciones que pueden provocar el impacto, éste será evaluado en la próxima sección.

1.1.15 Afectación Directa de la Fauna Silvestre

El área de desarrollo del proyecto recorrerá zonas ocupadas, ya sea por centros poblados, como por unidades de producción, lo que implica la apertura y utilización de vías de acceso a estas áreas productivas. El problema radica en que estas áreas, dadas sus características naturales, atraen numerosas especies de la fauna silvestre, la cual puede ser afectada directamente generando inclusive la muerte de especies de importancia, bien sea por arrollamiento, por colisión con los tendidos o por la creación de campo electromagnético generado.

1.1.16 Generación de Empleos

Entre los efectos que producirá el proyecto en el área de influencia, uno de los más relevantes corresponde a la generación de nuevos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos; en principio, esto constituye un impacto positivo sobre la población local, toda vez incidirá en la disminución de la tasa de desempleo actual.

Las acciones asociadas a la construcción del Sistema de Transmisión Eléctrica bajo estudio, traen consigo la realización de una serie de actividades de construcción, que a su vez requieren de un cierto número de mano de obra tanto calificada como no calificada, para realizar la deforestación, el movimiento de

tierra, carga y descarga de materiales y equipos, construcción de obras civiles, entre otros. La mano de obra calificada es surtida por los contratistas del proyecto, mientras que la no calificada se contratara en el área o muy cerca de ella.

En términos generales, se estima que el proyecto requerirá de 400 trabajadores de los cuales entre un 65 y 85% serán contratados en el área (Mano de obra local) según cada actividad, este impacto por ser positivo para la comunidad no será evaluado.

1.1.17 Cambios del Uso del Suelo

Dadas las características lineales de un proyecto de Sistema de Transmisión por ejemplo: entre Montecristi y Santiago, ésta atraviesa una serie de zonas de diversos usos de suelos que incluyen zonas urbanas residenciales, zonas de actividades agropecuarias y zonas de vegetación natural y bosque.

Sin embargo, el impacto que podría causar el proyecto debido a conflictos de uso de suelo aunque si podría ser importante en función de determinadas unidades productivas pequeñas⁵.

De acuerdo con esto, el impacto que podría causar el proyecto debido a conflictos de uso de tierras, o de eliminación de usos relevantes para la economía local, es de gran importancia, debido a que las áreas a ser ocupadas tienen efectivamente un uso definido con las actividades que se van a ejecutar, por lo tanto este impacto será evaluado.

1.2. Elementos de una subestación Eléctrica

1.2.1 Transformador de Potencia

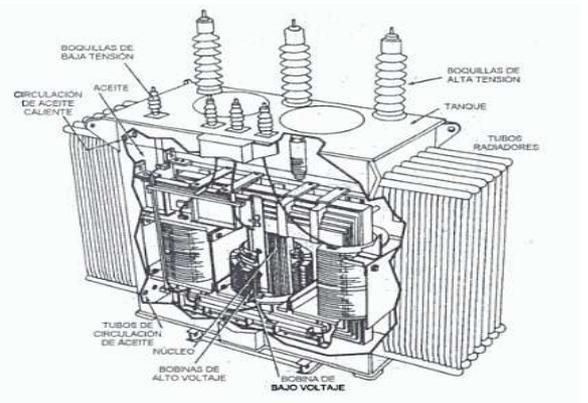
Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador

5 http://www.sav.us.es/formaciononline/asignaturas/asigte/apartados/textos/apartado4_3.PDF

ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. El núcleo, generalmente, es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético.

Las bobinas o devanados se denominan *primarios* y *secundarios* según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. También existen transformadores con más devanados; en este caso, puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario.



1.2.2 Interruptor a Gas SF6

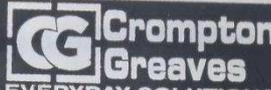
Cada interruptor de media tensión en SF6 es equipado con filtros activos que absorben posible humedad liberada por los materiales aislantes.

Los productos de descomposición por efecto de arco son absorbidos por medio de filtros.

El interruptor en SF6 es un “aparato sellado por la vida” (promedio de vida útil de 20 años en condiciones normales de servicio)

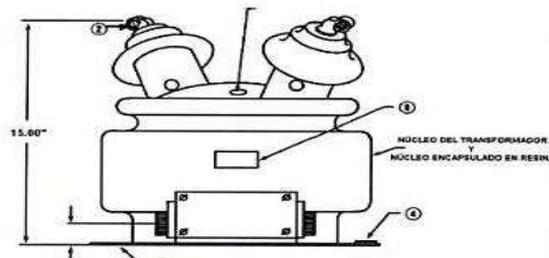
No hay gas y/o productos de descomposición liberados en la atmósfera.



 Crompton Greaves EVERYDAY SOLUTIONS MADE IN INDIA		
INTERRUPTOR A GAS SF6		
TIPO 30-SFGP-40A	NORMA IEC 62271-100	AÑO 2009
VOLTAJE NOMINAL DEL EQUIPO 36 KV	FRECUENCIA NOMINAL	60 Hz
CORRIENTE NOMINAL 1250 A	PODER DE CIERRE EN CORTO CIRCUITO 80 kAp	
CORRIENTE CORTO CIRCUITO 40 kA	DURACION NOMINAL DE LA INTENSIDAD DE CORTO CIRCUITO 40 KA POR 3 SEG.	
VOLTAJE SOPORTADO	FACTOR DE DESPEJE DEL PRIMER POLO 1.3	
IMPULSO RAYO 170 kVp	CICLO DE OPERACION 0-0.3 SEC-CO-3 MIN-CO	
PRESION NOMINAL 6 kg/cm ² -g(20 °C)	PESO DEL GAS 2.75 Kg	PESO TOTAL 780 Kg
VOLTAJE NOMINAL DE BOBINAS DE CIERRE Y DISPARO : 125 VCC .		
VOLTAJE DEL MOTOR 125 VCC	VOLTAJE AUXILIARES 120 VAC , 60 Hz.	
RANGØ DE OPERACION DE LAS BOBINAS:CIERRE (85 -110 %) / DISPARO (70-110 %)		
NUMERO DE SERIE X301713		

1.2.3 Transformador de Potencia de dos Boquillas

Son transformadores de potencia que son utilizados como por ejemplo para: reguladores de tensión, transformadores para rectificadores, transformadores para horno de arco eléctrico, transformadores defasadores, autotransformadores para mina, transformadores para prueba, transformadores para fuentes de corriente directa, posee las mismas características de un transformador de potencia.



1.2.4 Interruptor de Potencia 13,8KVA

El interruptor de potencia es un dispositivo electromecánico cuya función principal es la de conectar y desconectar circuitos eléctricos entre contactos separables bajo condiciones normales o de falla. Los interruptores deben tener también la capacidad de efectuar “recierres”, cuando sea una función requerida por el sistema.

Además de conectar y desconectar circuitos, se requiere que cualquier interruptor de potencia efectúe cuatro operaciones fundamentales:

- Cerrado, debe ser un conductor ideal.
- Abierto, debe ser un aislador ideal.
- Cerrado, debe ser capaz de interrumpir la corriente a que fue diseñado, rápidamente y en cualquier instante, sin producir sobre voltajes peligrosos.
- Abierto, debe ser capaz de cerrar rápidamente y en cualquier instante, bajo corrientes de falla, sin soldarse los contactos por las altas temperaturas.
- Clasificación de los interruptores de potencia.

Los interruptores de potencia se pueden clasificar según:

- Su medio de extinción, el tipo de mecanismo y por la ubicación de las cámaras.
- Tipos de mecanismos de accionamiento Resorte. Como su nombre lo indica, los resortes son utilizados en el interruptor para separar los contactos.

Hidráulico. En este mecanismo se aprovecha la presión del aceite para accionar el interruptor.

Neumático. Emplea el aire a presión para separar sus contactos en caso de falla, una de las desventajas de este tipo de mecanismo es la necesidad de un mantenimiento frecuente⁶.

6 <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/subestaciones-electricas/subestaciones-electricas.pdf>

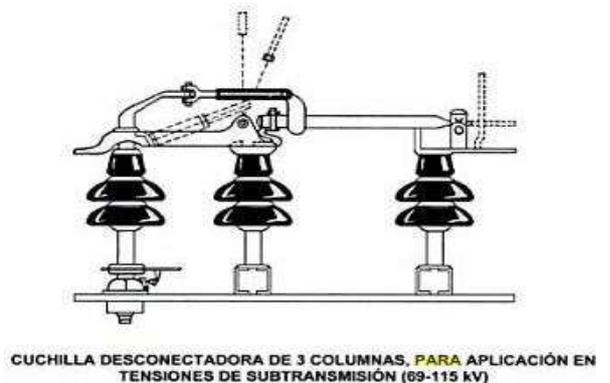


1.2.5 Cuchillas

Las cuchillas desconectadoras (llamados también Seccionadores) son interruptores de una subestación o circuitos eléctricos que protegen a una subestación de cargas eléctricas demasiado elevadas. Son muy utilizadas en las centrales de transformación de energía eléctrica de cada ciudad. Consta de las siguientes partes:

1. Contacto fijo. Diseñado para trabajo rudo, con recubrimiento de plata.
2. Multicontacto móvil. Localizado en el extremo de las cuchillas, con recubrimiento de plata y muelles de respaldo que proporcionan cuatro puntos de contacto independientes para óptimo comportamiento y presión de contacto.
3. Cámara interruptiva. Asegura la interrupción sin arco externo. Las levas de las cuchillas y de la cámara interruptiva están diseñadas para eliminar cualquier posibilidad de flameo externo.
4. Cuchillas. Fabricadas con doble solera de cobre. La forma de su ensamble proporciona una mayor rigidez y alineación permanente, para asegurar una operación confiable.

5. Contacto de bisagra. Sus botones de contacto troquelado y plateados en la cara interna de las cuchillas, en unión con un gozne plateado giratorio y un resorte de presión de acero inoxidable, conforman un diseño que permite combinar óptimamente la presión de contacto, evitando puntos calientes pero facilitando la operación y estabilidad de las cuchillas.
6. Aisladores tipo estación. De porcelana, dependiendo del tipo de seccionador varía el número de campanas.
7. Base acanalada. De acero galvanizado de longitud variable, con varios agujeros y ranuras para instalarse en cualquier estructura.
8. Cojinete. De acero, con buje de bronce que proporciona una operación suave. No requiere mantenimiento y resiste la corrosión.
9. Mecanismo de operación. Permite una amplia selección de arreglos de montaje para diferentes estructuras⁷.



1.2.6 Pararrayos

Un pararrayos es un instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizando el aire para excitar, llamar y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a las personas o construcciones. Fue inventado en 1753 por Benjamín Franklin. El primer modelo se conoce como «pararrayos Franklin», en homenaje a su inventor.

⁷ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Funcionamiento-De-Componentes-Elctricos-De-Una/697394.html>

Las instalaciones de pararrayos consisten en un mástil metálico (acero inoxidable, aluminio, cobre o acero) con un cabezal captador. El cabezal tiene muchas formas en función de su primer funcionamiento: puede ser en punta, multipuntas, semiesférico o esférico y debe sobresalir por encima de las partes más altas del edificio.

El cabezal está unido a una toma de tierra eléctrica por medio de un cable de cobre conductor. La toma de tierra se construye mediante picas de metal que hacen las funciones de electrodos en referencia al terreno o mediante placas de metal conductoras también enterradas. En principio, un pararrayos protege una zona teórica de forma cónica con el vértice en el cabezal; el radio de la zona de protección depende del ángulo de apertura de cono, y éste a su vez depende de cada tipo de protección. Las instalaciones de pararrayos se regulan en cada país por guías de recomendación o normas.

El objetivo principal de estos sistemas es reducir los daños que puede provocar la caída de un rayo sobre otros elementos. Muchos instrumentos son vulnerables a las descargas eléctricas, sobre todo en el sector de las telecomunicaciones, electromecánicas, automatización de procesos y servicios, cuando hay una tormenta con actividad eléctrica de rayos. Casi todos los equipos incluyen tecnologías electrónicas sensibles a las perturbaciones electromagnéticas y variaciones bruscas de la corriente. La fuente más importante de radiación electromagnética es la descarga del rayo en un elemento metálico o, en su caso, en un pararrayos. Las instalaciones de pararrayos generan pulsos electromagnéticos de gran potencia cuando funcionan.



1. 2.7 Barras Colectoras

Las barras colectoras son un conjunto de conductores que se utilizan como elementos de conexión común de los diferentes componentes de la subestación: generadores, transformadores, líneas de transporte, bancos de tierra, bancos de condensadores, etc.

Las barras colectoras están formadas por los siguientes elementos:

- Conductores.
- Aisladores que sirven de soporte mecánico y aislamiento eléctrico.
- Conectores y herrajes que unen los diferentes tramos del conductor y sujetan a éste al aislador.

El diseño implica seleccionar el material, tipo y forma del conductor y determinar el aislamiento, así como las distancias entre apoyos y fases, en base a los esfuerzos estáticos y dinámicos que deberán soportar las barras de acuerdo con las intensidades nominales y de cortocircuito que circulen por la subestación⁸.

⁸ <http://es.scribd.com/doc/59024191/SUBESTACIONES-ELECTRICAS>



1. 2.8 Caja Porta Fusible

El fusible es una parte débil del circuito eléctrico, diseñado para romperse interrumpir el flujo de corriente en caso que el circuito esté sobrecargado. Hay varios tipos distintos de fusibles, y cada tipo se fabrica en diferentes capacidades.

El fusible es el aparato de seguridad más importante de un circuito eléctrico, protegiendo a los trabajadores contra un choque eléctrico, a los equipos eléctricos contra sobrecarga peligrosa y a la planta del fuego. El fusible también sirve para cortar la corriente eléctrica de una línea cuando hay que realizar algún trabajo en ella.

Cuando es necesario remplazar un fusible debe hacerse con otro del mismo tipo. Un fusible de tipo diferente puede dejar al circuito sin protección y los resultados pueden ser muy serios. Es conveniente recordar que un fusible, que es el correcto para un tipo de circuito, puede ser incorrecto para otro, por lo tanto hay que asegurarse de que el fusible que se va a usar es del mismo tipo y amperaje que el que había anteriormente.

La práctica de mantener un circuito en operación haciendo un puente por medio de un fusible de amperaje más alto o introduciendo un conector de metal entre los

dos contactos del fusible, con toda probabilidad va a causar problemas. Es necesario recordar que el hecho de que falle el fusible de amperaje adecuado es una señal de que algo está funcionando mal en el circuito y cualquier cosa que lo mantenga en operación va a ocasionar una sobrecarga peligrosa.

Cuando se quite un fusible quemado o se separe uno en buenas condiciones para trabajar en esa línea, siempre coloque la palanca del interruptor del tablero en la posición “apagado” (off) antes de cambiar un fusible tire de la palanca del interruptor del tablero antes de tocar el fusible. A continuación separe el fusible usando unas pinzas aisladoras para retirar fusibles. Si no hay palanca de interruptor de tablero protegiendo al fusible, tire el extremo del suministro de energía.

Antes de comenzar a trabajar en una caja de fusible, asegúrese de que el piso sobre el que está parado está seco. Si hay humedad no empiece a trabajar en la caja hasta que no consiga una plataforma de madera seca sobre la cual pararse o un par de botas para aislar sus pies.

En el momento de extraer el fusible, vire la cabeza para proteger la cara de cualquier posible chispazo.

Cuando se quite un fusible con el propósito de trabajar en la línea es importante fijar una tarjeta en la caja para evitar que otro empleado coloque de nuevo el fusible mientras usted está trabajando en la línea. En las líneas de 440 voltios o más, corte la corriente sacando los interruptores automáticos de circuito o desconecte. Si es posible conecte a sierra cada fase del circuito antes de empezar a trabajar y compruebe con un voltímetro para estar seguro de que el circuito no está “vivo”.



1. 2.9 Tablero de Control

El tablero de control (*TdeC*) es una herramienta, del campo de la administración de empresas, aplicable a cualquier organización y nivel de la misma, cuyo objetivo y utilidad básica es diagnosticar adecuadamente una situación. Se lo define como el conjunto de indicadores cuyo seguimiento y evaluación periódica permitirá contar con un mayor conocimiento de la situación de su empresa o sector apoyándose en nuevas tecnologías informáticas.

El diagnóstico y monitoreo permanente de determinados indicadores e información ha sido y es la base para mantener un buen control de situación en muchas de las disciplinas de la vida. Como ejemplo de estos podemos señalar a la: medicina, basada en mediciones para el diagnóstico de la salud de los pacientes, a la aviación, cuyos indicadores de tablero de control sintetiza la información del avión y del entorno para evitar sorpresas y permite a los pilotos dirigir el avión a buen puerto; el tablero de un sistema eléctrico o de una represa son otros ejemplos. En todos estos casos el Tablero permite a través del color de las luces y alarmas ser el disparador para la toma de decisiones. En todos estos ejemplos es fundamental definir los indicadores a monitorear.

La empresa como organización formal e informal es sujeta de parametrización en muchos de sus valores para facilitar el diagnóstico y la toma de decisiones. Si bien hay indicadores genéricos para todas las empresas, especialmente en áreas como

las económicas financieras, cada empresa o sector requiere definiciones a medida de sus propios parámetros y definir quién y cómo va a monitorear esa información.

El Tablero de Control nace al no existir una metodología clara para enseñar a los directivos a organizar y configurar la información. En un campo en que las ciencias empresariales han podido evolucionar notoriamente dada la revolución de la información generada a finales del siglo XX. Es necesario generar metodologías gerenciales para que las empresas no se basen sólo en su intuición y conocimientos de cada directivo o por la sola inteligencia existente en herramientas informáticas.



1.2.10 TIPOS DE AISLADORES

El aislamiento eléctrico se produce cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad, es decir, un material que resiste el paso de la corriente a través del elemento que alberga y lo mantiene en su desplazamiento a lo largo del semiconductor. Dicho material se denomina aislante eléctrico.

La diferencia de los distintos materiales es que los aislantes son materiales que presentan gran resistencia a que las cargas que lo forman se desplacen y los conductores tienen cargas libres y que pueden moverse con facilidad.

De acuerdo con la teoría moderna de la materia (comprobada por resultados experimentales), los átomos de la materia están constituidos por un núcleo cargado positivamente, alrededor del cual giran a gran velocidad cargas eléctricas negativas. Estas cargas negativas, los electrones, son indivisibles e idénticas para toda la materia.

En los elementos llamados conductores, algunos de estos electrones pueden pasar libremente de un átomo a otro cuando se aplica una diferencia de potencial (o tensión eléctrica) entre los extremos del conductor.

A este movimiento de electrones es a lo que se llama corriente eléctrica. Algunos materiales, principalmente los metales, tienen un gran número de electrones libres que pueden moverse a través del material. Estos materiales tienen la facilidad de transmitir carga de un objeto a otro, estos son los antes mencionados conductores.

Los mejores conductores son los elementos metálicos, especialmente el oro, plata (es el más conductor),¹ el cobre, el aluminio, etc.

Los materiales aislantes tienen la función de evitar el contacto entre las diferentes partes conductoras (aislamiento de la instalación) y proteger a las personas frente a las tensiones eléctricas (aislamiento protector).



1.2.11 Torres de castillos

Estructura de metal muy alta que se utiliza para sostener cables eléctricos, antenas emisoras de ondas u otros usos.



1.2.12 Reconector

Técnicamente, el reconector cumple con todos los requerimientos eléctricos solicitados dentro de las normas técnicas. Existen factores técnicos similares entre los dos tipos de equipos (interruptores y reconectores) tales como nivel de tensión, frecuencia, corriente nominal, corriente de cortocircuito, velocidad de operación, área de terreno utilizada, nivel básico de aislamiento, número de operaciones garantizadas y cámara de extinción de arco. Utilizando

reconectores se pueden mejorar las configuraciones en media tensión, generando ahorros sustanciales para la compañía distribuidora.

Si en media tensión se considera una configuración de dos filas con barraje principal y transferencia y con interruptores de acople entre los barrajes principales, utilizar reconectores significa sencillamente duplicar la magnitud de los ahorros, tanto en la inversión inicial, como en los costos de mantenimiento. Finalmente, tanto el reconector como el interruptor tienen múltiples ventajas, pero por su menor costo de inversión y mantenimiento, además de las capacidades técnicas, el reconector ofrece una relación beneficio/costo mucho mayor. El reconector es sustancialmente más económico genera ahorros por mantenimiento sustancialmente superiores que usando interruptores en celda metal clad⁹.



1.2.13 Alimentadores

Un alimentador eléctrico es un conductor que como su nombre lo indica es el encargado de suministrar toda la corriente que un grupo de cargas consume. Coloquialmente digamos que es el conductor principal que viene del

⁹ <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=800&tip>

transformador para alimentar un edificio y llega hasta el interruptor general en el centro de cargas.



1. 2.14 Tipos de conductores

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de carga eléctrica.

Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) o cualquier material en estado de plasma.

Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está más indicado en líneas

aéreas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión.¹ A diferencia de lo que mucha gente cree, el oro es levemente peor conductor que el cobre, sin embargo, se utiliza en bornes de baterías y conectores eléctricos debido a su durabilidad y “resistencia” a la corrosión.

La conductividad eléctrica del cobre puro fue adoptada por la Comisión Electrotécnica Internacional en 1913 como la referencia estándar para esta magnitud, estableciendo el *International Annealed Copper Standard* (Estándar Internacional del Cobre Recocido) o IACS. Según esta definición, la conductividad del cobre recocido medida a 20 °C es igual a 58.0 MS/m.² A este valor es a lo que se llama 100% IACS y la conductividad del resto de los materiales se expresa como un cierto porcentaje de IACS.

La mayoría de los metales tienen valores de conductividad inferiores a 100% IACS pero existen excepciones como la plata o los cobres especiales de muy alta conductividad designados C-103 y C-110.³



1. 2.15 Crucetas

Estas crucetas se utilizan para soportar los conductores instalados en los postes de hormigón. Son metálicas, construidas con perfiles de acero galvanizado, unidos mediante tornillos.

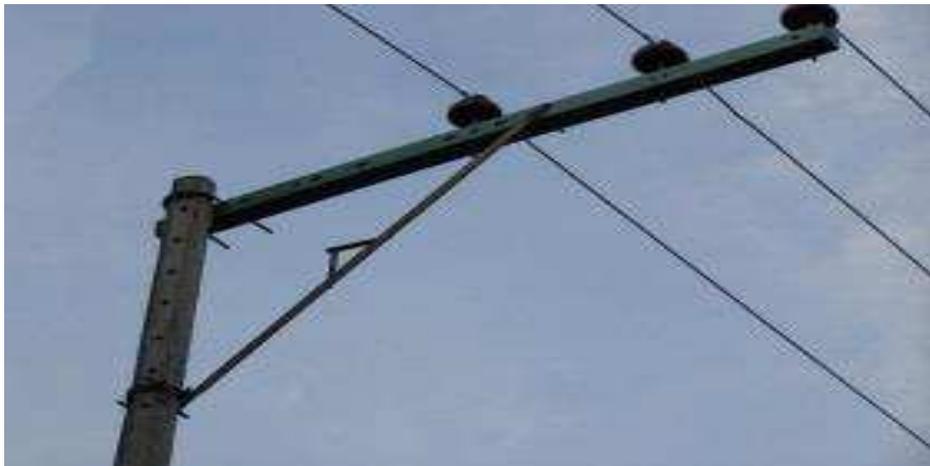
Los tipos más frecuentes son las crucetas tipo bóveda, utilizadas para suspensión, y las rectas cuya aplicación fundamental es amarre.

Existe una enorme diversidad de diseño, y por esto, se incluyen en esta información las dimensiones principales de los armados que se han considerado más usuales.

Por otra parte se fabrican otros tipos de herrajes para estos apoyos, tales como:

- Crucetas de derivación.
- Soportes seccionadores.
- Soportes fusibles.
- Soportes transformadores

Estos armados deberán poderse acoplar a las diferentes cabezas de postes de hormigón existentes en el mercado, para lo cual el cliente deberá comunicar el tipo de apoyo utilizado.



1.2.16 Estudio de Puesta a Tierra

Por puesta a tierra generalmente entendemos una conexión eléctrica a la masa general de la tierra, siendo esta última un volumen de suelo, roca etc., cuyas dimensiones son muy grandes en comparación al tamaño del sistema eléctrico que está siendo considerado.

Antes de exponer definiciones, es importante notar que en Europa se tiende a usar el término “earthing”, mientras que en Norte América es más común el término “grounding”. La definición de la IEEE de puesta a tierra es:

“Tierra (sistema de tierra). Una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande que cumple la función de la tierra”.

Para uso dentro de Europa, el significado permanece si los términos generalmente aceptados se reemplazan como sigue:

“Tierra (sistema de tierra). Una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la masa de la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensiones relativamente grandes que cumple la misma función que la masa de la tierra”.

Como se describirá posteriormente, es posible operar un sistema eléctrico sin una tierra, entonces ¿por qué es tan común la práctica de poner a tierra los sistemas eléctricos?



1.2.17 Razones en el Sistema de Puesta a Tierra

Las razones que más frecuentemente se citan para tener un sistema aterrizado, son:

- Proporcionar una impedancia suficientemente baja para facilitar la operación satisfactoria de las protecciones en condiciones de falla.
- Asegurar que seres vivos presentes en la vecindad de las subestaciones no queden expuestos a potenciales inseguros, en régimen permanente o en condiciones de falla.
- Mantener los voltajes del sistema dentro de límites razonables bajo condiciones de falla (tales como descarga atmosférica, ondas de maniobra o contacto inadvertido con sistemas de voltaje mayor), y asegurar que no se excedan los voltajes de ruptura dieléctrica de las aislaciones.
- Hábito y práctica.
- En transformadores de potencia puede usarse aislación graduada.
- Limitar el voltaje a tierra sobre materiales conductivos que circundan conductores o equipos eléctricos.

1.2.18 Métodos de Puesta a Tierra

Se considerará la puesta a tierra de redes de potencia en primer lugar, ya que el método de puesta a tierra de estas redes influencia fuertemente el método subsiguiente escogido en el interior de construcciones. En teoría, la red principal de potencia no tiene que ser aterrizada (puesta a tierra) y algunas veces se argumenta que una red no aterrizada puede ser más confiable. En algunos casos esto puede ser verdad, pero en general, las redes no aterrizadas no son confiables debido a la sobre-solicitud de la aislación que rodea cables o líneas. Esta solicitud puede surgir debido a estática, inducción o fallas intermitentes.

En el caso de sistemas de alta tensión, la conexión a tierra debe efectuarse tan cerca como sea posible de la fuente de voltaje. Para cada nivel de voltaje se requiere una tierra separada, aunque las tierras de redes de voltaje diferente están a menudo combinadas.

Hay varias formas en las cuales puede operar el sistema de potencia: levantado de tierra, puesto a tierra con baja impedancia y puesto a tierra con alta impedancia. Estos son conceptos completamente diferentes y para aquellos que están familiarizados con los conductores de tierra relativamente grandes y bajos valores de resistencia a tierra en sistemas tradicionales, el empleo de pequeños conductores de tierra.

1.2.19 Tipos de Puesta a Tierra

El tipo de puesta a tierra se clasifica según el tipo de conexión instalada. Los principales tipos son:

1.2.20 Sistema puesto a tierra mediante impedancia

En este caso se insertan deliberadamente resistores y/o reactores en la conexión entre el punto neutro y tierra, normalmente para limitar la corriente de falla a un nivel aceptable. En teoría, la impedancia puede ser lo bastante alta como para que fluya una corriente de falla poco mayor que en la situación de sistema no puesto a tierra.

En la práctica, para evitar sobre voltajes transitorios excesivos debido a resonancia con la capacitancia paralelo del sistema, las puestas a tierra inductivas deben permitir que fluya a tierra por falla al menos un 60% de la capacidad de cortocircuito trifásico. Esta forma de puesta a tierra tiene menor disipación de energía que la puesta a tierra resistiva.

Pueden usarse como conexión a tierra enrollados de supresión de arco, también conocidos como bobinas de Peterson, o neutralizadores de falla a tierra. Estos son reactores sintonizados que neutralizan el acoplamiento capacitivo de las fases sanas y de este modo la corriente de falla es mínima. Debido a la naturaleza auto-compensada de este tipo de puesta a tierra, es efectiva en ciertas circunstancias en sistemas aéreos de media tensión, por ejemplo, aquellos que están expuestos a un alto número de fallas transitorias. El uso de interruptores con recierre automático

ha reducido el uso de este método de puesta a tierra en sistemas de alta y media tensión.

La puesta a tierra por resistencia es de uso más común, porque permite limitar la corriente de falla y amortiguar los sobre voltajes transitorios, eligiendo el valor correcto de resistencia. En principio se usó resistencias líquidas.

Ahora es más común el uso de resistores del tipo cerámico. Estos requieren menos espacio, tienen costos de mantención significativamente menores y luego del paso de la corriente de falla se enfrían más rápidamente que las resistencias líquidas.

1.2.21 Sistema Puesto a Tierra con Baja Impedancia (Sólidamente puesta a tierra)

Esta es la técnica más común, particularmente en bajo voltaje. Aquí el neutro se conecta a tierra a través de una conexión adecuada en la cual no se agrega intencionalmente ninguna impedancia. La desventaja de este arreglo es que las corrientes de falla a tierra son normalmente altas pero los voltajes del sistema permanecen controlados bajo condiciones de falla.

Puesta a tierra de sistemas de bajo voltaje y en el interior de locales

Habiendo revisado los tipos de puesta a tierra existentes en Sistemas de Potencia, consideraremos ahora el sistema de bajo voltaje e instalación eléctrica en el interior de locales.

1.2.21 Tipos de sistemas

Existen ciertos métodos para efectuar una conexión a tierra, los cuales reciben definiciones estándares. Cada uno se identifica por un código que contiene las siguientes letras:

T: Tierra, Conexión Directa a Tierra.

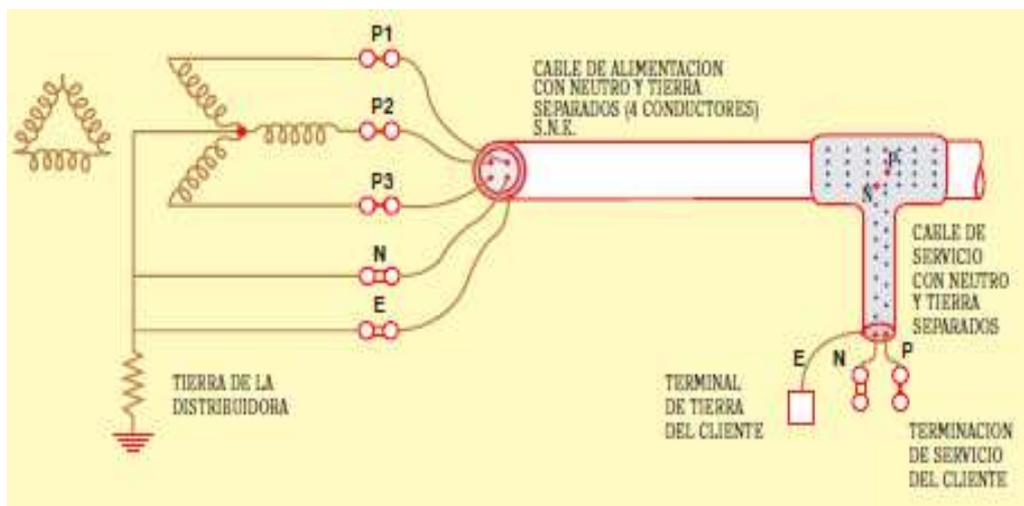
N: Neutro

C: Combinada

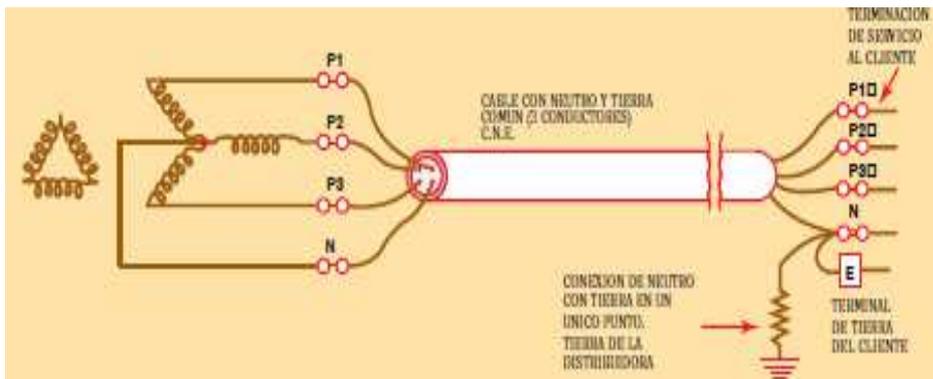
S: Separada

A continuación se describen los tipos principales, incorporando las figuras y diagramas que permiten explicarlos en más detalle. Note que los electrodos de tierra en los diagramas incluyen el símbolo del resistor para mostrar que el electrodo tiene una impedancia, que es predominantemente resistiva.

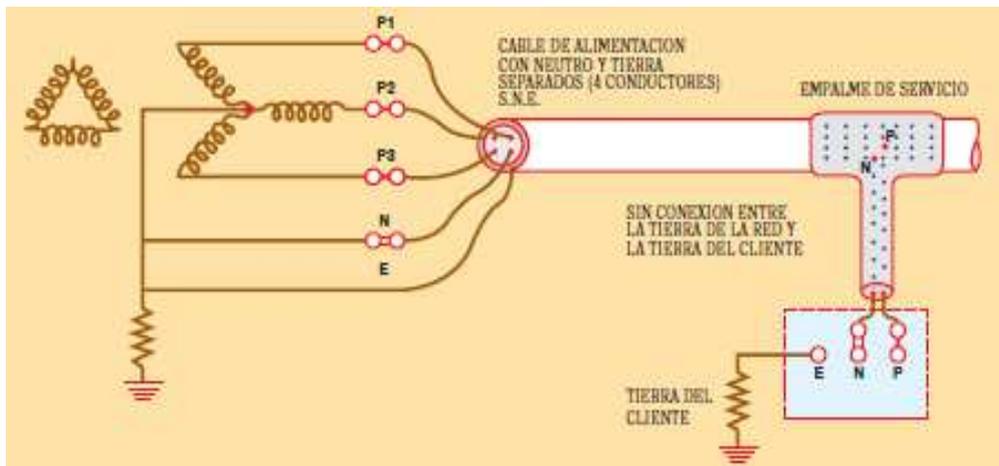
TN-S En este tipo, el neutro de la fuente tiene un único punto de conexión a tierra en el transformador de alimentación. Los cables de alimentación tienen neutro separado del conductor de tierra de protección. Generalmente, el conductor de neutro es un cuarto “conductor” y el conductor de tierra forma una vaina o cubierta protectora (conductor PE). Este era el arreglo estándar antes de la introducción de los sistemas de puestas a tierra de protección múltiples.



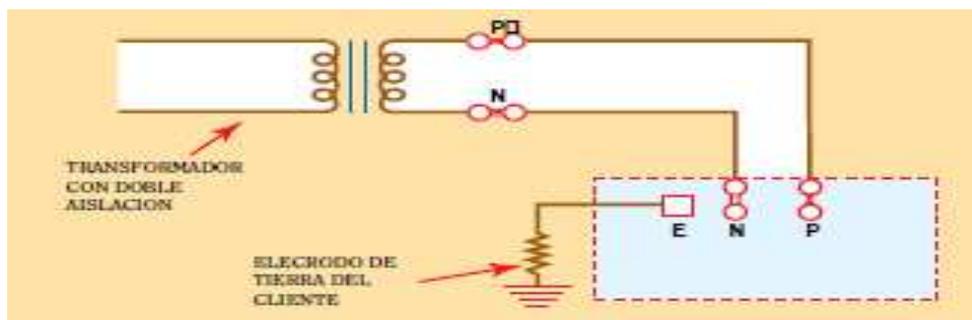
PNB Conexión a neutro de protección. Este es una variación del sistema TN-C-S en que el cliente dispone de un terminal de tierra conectado al neutro de la alimentación, pero el neutro se conecta a tierra en un único punto, normalmente cerca del punto de alimentación al cliente. Se reserva el uso de este arreglo cuando el cliente tiene un transformador particular.



TT Este es un sistema donde la alimentación se pone a tierra en un único punto, pero la pantalla del cable y las partes metálicas expuestas de la instalación del cliente están conectadas a tierra vía un electrodo separado que es independiente del electrodo de alimentación.



IT Este es un sistema que no tiene conexión directa entre partes vivas y tierra pero con las partes conductoras expuestas de las instalaciones conectadas a tierra. Algunas veces se proporciona una conexión a tierra de alta impedancia para simplificar el esquema de protección requerido para detectar la primera falla a tierra.



1.2.23 Elementos de la Puesta a Tierra

Conductor de Protección de Circuito

Este es un conductor separado instalado con cada circuito y está presente para asegurar que parte o toda la corriente de falla regrese a la fuente a través de él. Puede ser un conductor individual, la cubierta metálica exterior de un cable o la estructura de un ducto metálico.

1.2.24 Conductores de Conexión

Estos conductores aseguran que las partes conductivas expuestas (tales como carcasas metálicas) permanezcan aproximadamente al mismo potencial durante condiciones de falla eléctrica. Las dos formas de conductores de conexión son:

Conductores de conexión equipotencial principales, que conectan entre sí y a tierra, partes conductivas expuestas que normalmente no llevan corriente, pero podrían hacerlo bajo una condición de falla. Estas conexiones normalmente unen al sistema de puesta a tierra tuberías metálicas de gas y agua expuestas que ingresan a la instalación, estructura metálica del edificio y servicios principales. En el interior de instalaciones, estas conexiones deben ser de un cierto tamaño mínimo (al menos 6 mm²) y generalmente no necesitan ser mayor que 25 mm² en cobre.

1.2.25 Electrodo de Tierra

El electrodo de tierra es el componente del sistema de puesta a tierra que está en contacto directo con el terreno y así proporciona un medio para botar o recoger cualquier tipo de corrientes de fuga a tierra. En sistemas puestos a tierra se requerirá normalmente llevar una corriente de falla bastante grande por un corto período de tiempo y, en consecuencia, se necesitará tener una sección suficientemente grande como para ser capaz de llevar esta corriente en forma segura. Los electrodos deben tener propiedades mecánicas y eléctricas adecuadas para continuar respondiendo a las solicitudes durante un período de tiempo

relativamente largo, en el cual es difícil efectuar ensayos reales o inspección. El material debe tener buena conductividad eléctrica y no corroerse dentro de un amplio rango de condiciones de suelo. Los materiales usados incluyen cobre, acero galvanizado, acero inoxidable y fierro fundido.

El cobre generalmente es el material preferido por las razones que se describirán posteriormente. El aluminio se usa algunas veces para conexiones fuera del terreno, pero la mayoría de los estándares prohíben su uso como electrodo de tierra debido al riesgo de corrosión acelerada. El producto corrosivo -una capa de óxido- deja de ser conductivo y reduce la efectividad de la puesta a tierra.

1.2.26 Barras

Esta es la forma más común de electrodos, porque su costo de instalación es relativamente barato y pueden usarse para alcanzar en profundidad, suelo de baja resistividad, sólo con excavación limitada y relleno. Están disponibles en diversos tamaños, longitudes, diámetros y materiales. La barra es de cobre puro o de acero recubierto de cobre. El tipo recubierto se usa cuando la barra se entierra por medios mecánicos (impacto) ya que el acero usado tiene alta resistencia mecánica. La capa de cobre debe ser de alta pureza y aplicada electrolíticamente. Esto último asegura que el cobre no se deslice al enterrar la barra. En condiciones de suelo más agresivo, por ejemplo cuando hay alto contenido de sal, se usan barras de cobre sólido. Barras de acero inoxidable son más anódicas que el cobre y se usan ante riesgo de corrosión galvánica. Sin embargo, debe considerarse el hecho que el acero inoxidable tiene baja capacidad de transporte de corriente en comparación con el cobre.

1.2.27 Placas

Se usa varios tipos de placas para propósitos de puesta a tierra, pero el único tipo que se considera generalmente como electrodo debe ser sólido y de tamaño sustancial. Las placas tipo enrejado, se usan para graduar potenciales y no se

espera que permitan el paso de niveles de corriente de falla significativos. Se hacen normalmente de una malla de cobre o de acero.

Los electrodos de placa son de cobre o de fierro fundido. Las planchas de fierro fundido tienen un mínimo de 12 mm de espesor y son cuadradas de 915 ó 1220 mm por lado. Las planchas de cobre son típicamente cuadradas de 600 mm ó 900 mm de lado y entre 1,6 mm y 3 mm de espesor.

Cuando se usan varias planchas, deben instalarse a cierta distancia para prevenir una interacción. Esta distancia es mínimo de 2 m extendiéndose hasta 9 m.

1.2.28 Electrodo Horizontales

Están hechos de cintas de cobre de alta conductividad o conductores retorcidos (cables). La cinta es el material más conveniente pues para una sección dada de material presenta una mayor superficie y se considera que tiene un comportamiento mejor a alta frecuencia, debido a la capacitancia levemente mayor a tierra. Puede ser más difícil de conectar (por ejemplo a barras verticales), de modo que puede significar un costo de instalación levemente mayor.

Para reducir costos globales, la cinta se puede usar para los electrodos que llevarán la mayor corriente (por ejemplo electrodos del perímetro y conexiones principales a los equipos) mientras que el conductor retorcido puede usarse en otra parte.

La cinta que se instala bajo tierra es totalmente recocida de modo que puede ser plegada fácilmente.

Para conexiones exteriores al terreno están disponibles cinta cubierta de PVC, conductores sólidos o retorcidos.

También se dispone de cinta de cobre cubierta de plomo o estaño para aplicaciones especiales.

1.2.29 Electrodo secundarios

Existen algunos tipos interesantes de electrodos secundarios, cuyo propósito es mejorar el comportamiento de un electrodo de tierra. Ellos incluyen pozos de tierra y embalses de terreno.

Un pozo de tierra puede comprender varias tuberías largas enterradas verticalmente en el suelo. Están conectadas entre sí y rodeadas por un material de baja resistividad.

Un embalse de tierra es típicamente una cavidad en una ubicación donde se pueda mantener la humedad, que está llena con desechos metálicos y otro material conductivo¹⁰.

1.2.30 Monitoreo de las cargas de consumo de forma pormenorizada de las diferentes áreas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone

BLOQUE DE AULA # 1

ASOCIACIÓN DE PROFESORES

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	1	300	0,30
TOMACORRIENTE	7	200	1,40
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
LUMINARIA	8	160	1,28
TOTAL POTENCIAS			5,62

10 Manual Técnico elaborado para ProCobre

LABORATORIO DE COMPUTACION #2

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	19	300	5,70
PROYECTOR	1	1.500	1,50
AIRE	1	36.000 BTU	3,96
LUMINARIA	8	128	1,02
TOTAL POTENCIAS			12,18

LABORATORIO DE COMPUTACION #1

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	21	300	6,30
PROYECTOR	1	1.500	1,50
AIRE	1	36.000 BTU	3,96
LUMINARIA	8	128	1,02
TOTAL POTENCIAS			12,78

OFICINA DE SISTEMAS

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	2	300	0,60
LUMINARIA	6	20	0,20
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
TOMACORRIENTE	8	200	1,60
LUMINARIA	4	160	0,64
TOTAL POTENCIAS			5,68

BIBLIOTECA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	16	300	4,80
LUMINARIA	14	20	0,28
AIRE	4	24- 24- 48- 36 BTU	14,52
TOMACORRIENTE	12	200	2,40
LUMINARIA	15	160	2,40
TOTAL POTENCIAS			24,40

AULAS

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	14	1.500	21,00
AIRE	14	24000 BTU	36,96
TOMACORRIENTE	56	200	11,20
LUMINARIA	84	160	13,44
TOTAL POTENCIAS			82,60

PASILLO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
TOMACORRIENTE	18	200	3,60
LUMINARIA	10	160	1,60
LUMINARIA	38	80	3,04
TOTAL POTENCIAS			8,24

DIRECCION DE ESCUELA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	5	300	1,50
LUMINARIA	4	20	0,80
AIRE	2	24.000 BTU	5,28
TOTAL POTENCIAS			7,58

AUDIOVISUALES

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	2	300	0,60
LUMINARIA	8	160	1,28
AIRE	2	36-24 BTU	6,54
TOMACORRIENTE	4	200	0,80
PROYECTORES	2	300	0,60
TOTAL POTENCIAS			9,82

LABORATORIO DE INGLES

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	2	300	0,60
LUMINARIA	10	128	1,28
AIRE	1	36.000 BTU	3,96
TOMACORRIENTE	12	200	2,40
PROYECTORES	1	1.500	3,00
TOTAL POTENCIAS			11,24

CUARTO DE CONTROL DE INTERNET

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	3	300	0,90
LUMINARIA	8	80	0,64
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
TOMACORRIENTE	3	200	0,60
TOTAL POTENCIAS			4,78

TOTALES EN LOS BLOQUE DE AULA #1

LUGAR	KVA
ASOC. DE PROFESORES	5,62
LABORATORIO DE COMPUTACION #2	12,18
LABORATORIO DE COMPUTACION #1	12,78
OFICINA DE SISTEMA	5,68
BIBLIOTECA	24,40
AULAS	82,60
PASILLO	8,24
DIRECCION DE ESCUELA	7,58
AUDIOVISUAL	9,82
LABORATORIO DE INGLES	11,24
CONTROL DE INTERES	4,78
LABORATORIO DE ELECTRICA	2,00
ILUMINACION EXTERIOR	2,25
TOTAL DE KVA	189,17

PROTECCION EN BAJO VOLTAJE

- BREAKER DE 300 A
- CONDUCTOR 2/0, 2 LINEAS POR FASE (THHN)

TRANFORMADOR DE 50 KVA – PARA RAYO PUESTA A TIERRA CON CAJA PORTAFUSIBLE CON GRAPA EN LINEA DE MEDIA TENSION, CABLE PUESTA A TIERRA #2 DE COBRE.

BLOQUE DE AULA # 2

SALA DE CÓMPUTO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	1	1.500	1,50
TOMACORRIENTE	12	200	2,40
AIRE	2	24.000 BTU	5,28
LUMINARIA	6	96	0,58
TOTAL POTENCIAS			9,75

SALA VIRTUAL

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	1	1.500	1,50
COMPUTADORA	1	300	0,30
TOMACORRIENTE	13	200	2,00
AIRE	2	60.000 BTU	13,20
LUMINARIA	15	96	1,44
TOTAL POTENCIAS			19,04

AREA ADMINISTRATIVA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	3	300	0,90
TOMACORRIENTE	4	200	0,80
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
LUMINARIA	6	96	0,58
TOTAL POTENCIAS			4,92

SALA DE TUTORIA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
TOMACORRIENTE	10	200	2,00
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
LUMINARIA	6	96	0,58
TOTAL POTENCIAS			5,22

PASILLO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
TOMACORRIENTE	36	200	7,20
LUMINARIA	49	96	4,70
TOTAL POTENCIAS			11,90

AULA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	15	1.500	22,50
COMPUTADORA	15	300	4,50
TOMACORRIENTE	45	200	9,00
AIRE	15	24.000 BTU	39,60
LUMINARIA	90	96	8,64
TOTAL POTENCIAS			84,24

TOTALES EN BLOQUE #2

LUGAR	KVA
SALA DE COMPUTO	9,75
SALA VIRTUAL	19,04
AREA ADMINISTRATIVA	4,92
SALA DE TUTORIA	5,22
PASILLO	11,90
AULA	84,24
TALLER DE ELECTRICA	2,00
LABORATORIO DE ELECTRICA	2,00
LABORATORIO DE ING. CIVIL	1,00
10 LUMINARIA DE 250 W	2,50
TOTAL DE KVA	142,57

PROTECCION EN SECUNDARIA

BREAKER DE 400 A

TRIFASICO CONDUCTOR 4/0 AWG

TRANSFORMADOR DE 37.5 AUTOPROTEGIDO

PUESTA A TIERRA, CONDUCTOR DESNUDO #2

CONDUCTOR DE REDES DE ALUMINIO #2 TRIFASICO

BLOQUE DE ADMINISTRACION

PASILLO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
TOMACORRIENTE	11	200	2,20
LUMINARIA	54	80	4,32
TOTAL POTENCIAS			6,52

COMISION DE INVESTIGACION

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	5	300	1,50
TOMACORRIENTE	8	200	1,60
AIRE	2	36.000 BTU	7,92
LUMINARIA	25	80	2,00
TOTAL POTENCIAS			13,02

LABORATORIO DE COMPUTO #4

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	1	1.500	1,50
COMPUTADORA	19	300	5,70
AIRE	1	60.000 BTU	6,60
LUMINARIA	13	80	1,04
TOTAL POTENCIAS			14,84

COMISION ACADEMICA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	2	300	0,60
TOMACORRIENTE	6	200	1,20
AIRE	1	6.000 BTU	6.60
LUMINARIA	16	80	1,28
TOTAL POTENCIAS			9,68

OFICINA 5 DE MAYO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	2	300	0,60
TOMACORRIENTE	3	200	0,60
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
LUMINARIA	2	80	0,16
TOTAL POTENCIAS			4,00

SECRETARIA GENERAL

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	3	300	0,90
TOMACORRIENTE	5	200	1,00
AIRE	2	24.000 BTU	5,28
LUMINARIA	11	80	0,88
TOTAL POTENCIAS			8,06

OFICINA DE INGLES

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	3	300	0,90
TOMACORRIENTE	4	200	0,80
AIRE	1	36.000 BTU	3,96
LUMINARIA	8	80	0,64
TOTAL POTENCIAS			6,30

SALON DE TESIS

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	1	1.500	1,50
COMPUTADORA	1	300	0,30
TOMACORRIENTE	4	200	0,80
AIRE	1	24.000 BTU	2,64
LUMINARIA	4	80	0,32
TOTAL POTENCIAS			5,56

DECANATO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
PROYECTOR	1	1.500	1,50
COMPUTADORA	4	300	1,20
TOMACORRIENTE	7	200	1,40
AIRE	1	36.000 BTU	3,96
LUMINARIA	11	80	0,88
TOTAL POTENCIAS			8,94

RECAUDACION

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
COMPUTADORA	3	300	0,60
TOMACORRIENTE	6	200	1,20
AIRE	2	24.000 BTU	5,28
LUMINARIA	8	80	0,64
TOTAL POTENCIAS			8,02

TOTAL DE BLOQUE DE ADMINISTRACION

LUGAR	KVA
PASILLO	6,52
COMISION DE INVESTIGACION	13,02
LABORATORIO DE COMPUTO #4	14,84
COMISION ACADEMICA	9,68
OFICINA 5 DE MAYO	4,00
SECRETARIA GENERAL	8,06
OFICINA DE INGLES	6,30
SALON DE TESIS	5,56
DECANATO	8,94
RECAUDACION	8,02
LUMINARIA	3,75
TOTAL DE KVA	88,69

PROTECCION EN SECUNDARIO

TRANSFORMADOR DE 50 KVA AUTOPROTEGIDO Y CON PARARRAYOS

CONDUCTOR EN MEDIA TENSION #2 ALUMINIO

CONDUCTOR SECUNDARIO # 2/0 DE COBRE THHN

BREAKER DE 200 A

ALUMBRADO

LUMINARIA 12 DE 250 W

LOCALES COMERCIALES 12

TRANSFORMADOR DE 37.5 KVA

CONDUCTOR EN MEDIA TENSION #2 ALUMINIO

CONDUCTOR DE BAJA TENSION #2 ALUMINIO

1 LINEA PILOTO #4 ALUMINIO

PUESTA A TIERRA #4 COBRE

CANCHA MULTIPLE

AULA DE 5 DE MAYO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
BOMBA	2	350	0,70
COMPUTADORA	3	300	0,90
TOMACORRIENTE	9	200	1,80
AIRE	2	24.000 BTU	5,28
LUMINARIA	45	20	0,90
TOTAL POTENCIAS			9,58

CANCHA Y ESCENARIO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
REFLECTORES	16	400	6,40
TOMACORRIENTE	12	200	2,40
LUMINARIA	15	20	0,30
LUMINARIA	18	250	4,50
TOTAL POTENCIAS			13,60

TOTAL DE CANCHA MULTIPLE

LUGAR	KVA
AULA DE 5 MAYO	9,58
CANCHA Y ESCENARIO	13,60
TOTAL KVA	23,18

PROTECCIONES

TRANSFORMADOR DE 37.5 KVA AUTOPROTEGIDO CON PARA RAYO
CONECTOR #2 ALUMINIO EN REDES (SECUNDARIO)
3 ACOMETIDAS PARA (5 DE MAYO, CANCHA)
ESCENARIO Y CANCHA CONDUCTOR #2 DE COBRE AWG Y 1 BREKER
DE 100 A
ACOMETIDA PARA 5 DE MAYO #2 DE COBRE AWG

AUDITORIO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	TOTAL DE KVA
TOMACORRIENTE	67	200	13,40
LUMINARIA 2X32	59	64	3,78
LUMINARIA 3X20	10	60	0,60
LUCES CAÑONES	16	400	6,40
REFLECTORES	9	500	4,50
LUMINARIA 3X32	44	96	4,22
LUMINARIA 2X40	20	80	1,60
COMPUTADORAS	3	300	0,90
PROYECTOR	1	1.500	1,50
AMPLIFICADOR Y POTENCIA	1	600	0,60
SECADOR DE MANO	4	1.600	6,40
AIRE	4	48.000	21,12
AIRE	2	120.000	26,40
TOTAL DE KVA			91,42

3 TRANSFORMADORES DE 75 KVA EN CONEXIÓN TRIFASICA

El total de consumo en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone es de **522,56kva**, lo que podemos deducir que se puede realizar la subestación eléctrica con un transformador de 250 Kv y un generador de 313 Kva.

El presente proyecto se encargará de diseñar por medio de una propuesta realizable para que la universidad lo haga realidad, teniendo en cuenta que las autoridades se comprometen en ayudar para que tal proyecto sea una realidad en poco tiempo.

TIPO DE USUARIO: COMERCIAL								100
REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT	PN (W)					
1	AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA 24.000 BTU	49	2640	129360	80	103488	95	98.313,60
2	AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT 36.000 BTU	9	3960	35640	75	26730	95	25.393,50
3	AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT 48.000 BTU	5	5280	26400	80	21120	95	20.064,00
4	CENTRALES DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT 60.000 BTU	5	6600	33000	80	26400	95	25.080,00
5	AIRE ACONDICIONADO TIPO CENTRAL 120.000 BTU	2	13200	26400	50	13200	75	9.900,00
6	COMPUTADORAS	138	300	41400	65	26910	95	25.564,50
7	LUMINARIAS FLUORECENTE DE 20 W.	94	20	1880	90	1692	100	1.692,00
8	LUMINARIAS FLUORECENTE DE 32 W.	206	32	6592	90	5932,8	100	5.932,80
9	LUMINARIAS FLUORECENTE DE 40 W.	40	40	1600	90	1440	100	1.440,00
10	LUMINARIAS FLUORECENTE DE 2X40 W.	198	80	15840	90	14256	100	14.256,00
11	LUMINARIAS FLUORECENTE DE 3X32 W.	172	96	16512	90	14860,8	100	14.860,80
12	LUMINARIAS FLUORECENTE DE 4X32 W.	26	128	3328	90	2995,2	100	2.995,20
13	LUMINARIAS DE MERCURIO DE 160W.	129	160	20640	90	18576	100	18.576,00
14	LUMINARIAS DE SODIO DE 250 W.	28	250	7000	90	6300	100	6.300,00
15	PROYECTORES	39	1500	58500	50	29250	95	27.787,50
16	ILUMINACION DE ING.CIVIL	1	1000	1000	40	400	60	240,00
17	REFLECTORES DE 500 W.	9	500	4500	90	4050	95	3.847,50
18	AMPLIFICADOR DE 600 W.	1	600	600	50	300	60	180,00
19	SECADOR DE MANO DE 1.600 W.	4	1600	6400	50	3200	60	1.920,00
TOTAL								304.343,40

CENSO DE TRANSFORMADORES				
ITEMS	CENTRO DE TRANSFORMACION	CANT.	PRI (KVA)	P. TOTAL KVA
1	AUDITORIUM	3	75	225
2	ESC. DE ALIMENTOS	1	37,5	37,5
3	ESC. DE ALIMENTOS	1	10	10
4	BLOQUE AULA N° 1	1	50	50
5	BLOQUE ADMINISTRATIVO	1	50	50
6	BARES	1	37,5	37,5
7	BLOQUE AULA N° 2	3	37,5	112,5
8	CANCHAS DE USO MULTIPLE	1	37,5	37,5
TOTAL		12		560

CAPITULO II

HIPOTESIS

¿El Diseño de una Subestación Eléctrica de medio voltaje contribuirá a mejorar la calidad de voltaje en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone desde Agosto de 2012 a Enero de 2013.?

Variables

Variable independiente

Diseño de una Subestación Eléctrica.

Variable dependiente

Calidad de voltaje

Termino de Relación

Contribuirá a mejorar

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

METODOS

Investigación de campo

En el desarrollo de este proyecto se utilizaron los métodos de investigación científica, de campo y bibliográfico lo que permitió obtener información veraz y oportuna, además se contó con el apoyo de los involucrados para realizar una buena planificación, gestión y obtención de los datos necesarios para el diseño de una subestación en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

Científico

Para la realización de la investigación científica nos orientamos a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico, mediante las técnicas de Recolección y organización de Datos.

Bibliográfico

El modo para recolectar la información se dio a través de libros y revistas, artículos en Internet especificados en las correspondientes citas ubicadas en la bibliografía y libros que reposan en la biblioteca de la Universidad.

TÉCNICAS

Por Investigación de campo

- **Observación.-** Por medio de esta técnica se obtuvo información sobre la forma en que se efectúan los procesos para el diseño de una subestación, tomando como referencia la subestación de distribución de la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) ubicada en la Av. Eloy Alfaro vía Chone

– San Antonio que mejore la calidad de energía eléctrica dentro de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

- **Encuesta.-** Permitió recolectar información mediante el uso de formularios de preguntas preparados con anterioridad y fáciles de responder a los estudiantes encuestados.

Por el método científico

- **Recolección.-** Por medio de esta técnica se tuvo datos de Ingeniería especializada, de textos de subestaciones de vital relevancia que permitió ayudarnos en el desarrollo de nuestro proyecto.
- **Organización.-** Los datos recolectados fueron organizados en tareas asociadas que permitió enfocarnos en situación adecuada y dar solución a las mismas.
- **Análisis estructurado.-** Permitió obtener una estructura mental coherente, técnica y pertinente.

Por el método bibliográfico

- **Libros e Internet.-** Estas instrumentos suministraron los datos necesarios para el proceso de investigación.
- **Documentos.-** Normas de diseño de subestaciones eléctricas.

INSTRUMENTOS

- Gps
- Cinta Métrica
- Diagramas
- Cuestionario (Anexo)
- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica (Anexo)
- Encuesta
- Entrevista

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La población la comprenden 60 estudiantes de la escuela de Ingeniería Eléctrica de La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone que corresponde al 100% comprendido en dos paralelos del quinto semestre.

Muestra

El trabajo de investigación se realizó con 56 estudiantes los cuales comprenden el 100% de la población, toda vez que la Población es pequeña.

RECURSOS

INSTITUCIONALES

- Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.
- Corporación Nacional de Electricidad (CNEL Chone)

HUMANOS

- Director de Tesis
- Coordinador de la carrera
- Directivos de la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL Chone)
- Directivos de la Universidad

- Investigadores.
- Estudiantes del Quinto Semestre de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

TECNOLÓGICO

- Computadores.
- Programa Autocad
- Cámaras
- Scanner.
- Impresoras.
- Gps
- Teodolito
- Amperímetros
- Voltímetros

TÉCNICAS

- Por Investigación de campo
- Por el método científico
- Por el método bibliográfico

MATERIALES

- Materiales de Oficina.
- CDS

ECONÓMICOS

Los valores utilizados en la investigación son autofinanciados de los investigadores.

Rubros	Cantidad	Valor / U	Total
TRANSPORTE	50	\$ 2,00	\$ 100,00
RESUMEN DE PAPEL BOND	2	\$ 5,00	\$ 10,00
ALQUILER DEL GPS	1	\$ 50	\$ 50,00
INTERNET	90h	\$ 1,00	\$ 90,00
TRABAJOS DE DIGITACIÓN E IMPRESIÓN	1	\$ 100,00	\$ 100,00
ALQUILER DE INSTRUMENTOS ELECTRONICOS	1	\$ 200,00	\$ 200,00
EMPASTAJE DE TESIS	5	\$ 8,00	\$ 40,00
COPIAS DE INFORME	500	\$0.05	\$5.00
IMPREVISTOS	1	\$ 400,00	\$ 400,00
TOTAL			\$ 995,00

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS ESTADISCO DE LA INVESTIGACION

Aplicada la encuesta, recopilados, verificados y procesados los datos se obtuvieron los siguientes resultados.

Destacar la importancia de una Subestación Eléctrica para mejorar la calidad de voltaje y energía eléctrica.

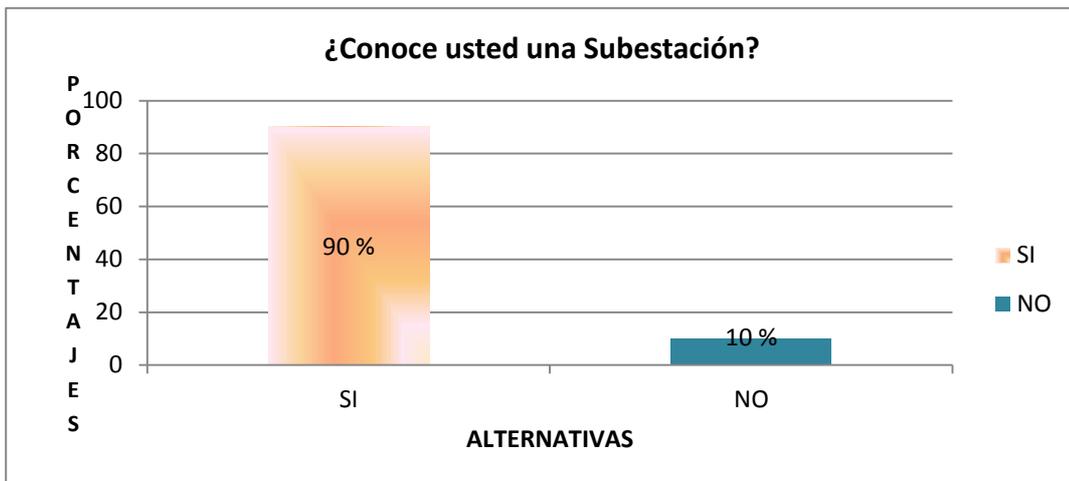
Encuesta dirigida a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone.

1. ¿Conoce usted una subestación eléctrica?

CUADRO # 1

ALTERNATIVAS	Nº	%
SI	50	90
NO	6	10
TOTAL	56	100

GRÁFICO # 1



FUENTE: Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Luis y Yandri

Análisis

En la Escuela de Ingeniería Eléctrica tomamos una muestra de 56 estudiantes y obtuvimos los siguientes resultados:

- El 90% de estudiantes respondieron que si conocen una Subestación.
- El 10% de estudiantes respondieron que no conocen una Subestación.

Interpretación

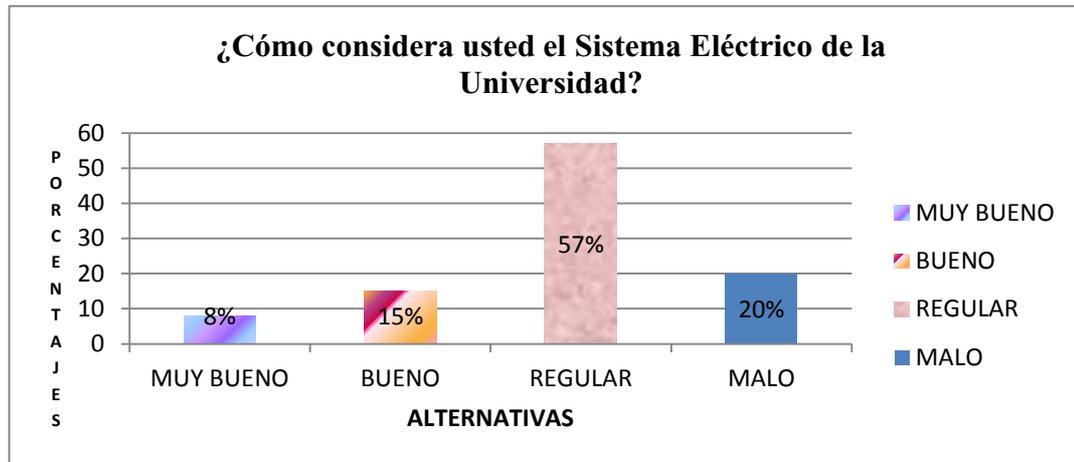
En esta pregunta dirigida a los estudiantes de Ingeniería eléctrica, se concluye que un gran porcentaje si conoce una Subestación, se lo demuestra con las encuestas realizadas.

2. ¿Cómo considera usted el Sistema Eléctrico de la Universidad?

CUADRO # 2

ALTERNATIVAS	Nº	%
MUY BUENO	5	8
BUENO	8	15
REGULAR	32	57
MALO	11	20
TOTAL	56	100

GRAFICO # 2



FUENTE: Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Luis y Yandri

Análisis

En la Escuela de Ingeniería Eléctrica tomamos una muestra de 56 estudiantes y obtuvimos los siguientes resultados:

- El 57% de estudiantes respondieron que es Regular el Sistema Eléctrico de la Universidad.
- El 20% de estudiantes respondieron que es Malo el Sistema Eléctrico de la Universidad.
- El 15% de estudiantes respondieron que es Bueno el Sistema Eléctrico de la Universidad.
- El 8% de estudiantes respondieron que es Muy Bueno.

Interpretación

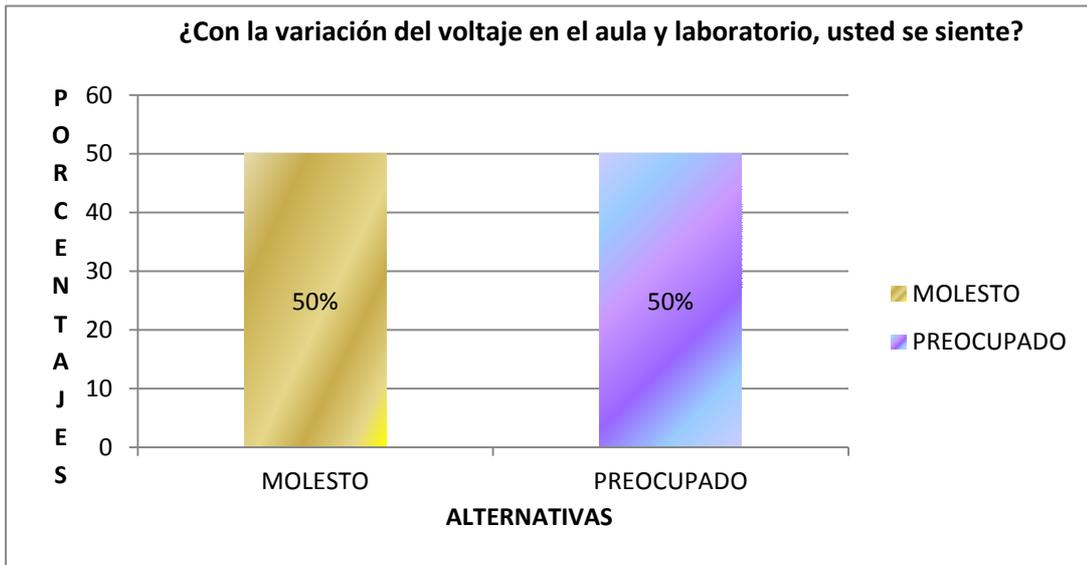
En esta pregunta los estudiantes concluyeron que el Sistema Eléctrico que tiene la Universidad es Regular.

3. ¿Con la variación del voltaje en el aula y laboratorio, usted se siente?

CUADRO # 3

ALTERNATIVAS	N°	%
MOLESTO	28	50
PREOCUPADO	28	50
TOTAL	56	100

GRAFICO # 3



FUENTE: Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Luis y Yandri

Análisis

En la Escuela de Ingeniería Eléctrica tomamos una muestra de 56 estudiantes y obtuvimos los siguientes resultados:

- El 50% de estudiantes respondieron que se sienten molesto con la variación del voltaje en el aula y laboratorio.
- El 50% de estudiantes respondieron que se sienten preocupado con la variación del voltaje en el aula y laboratorio.

Interpretación

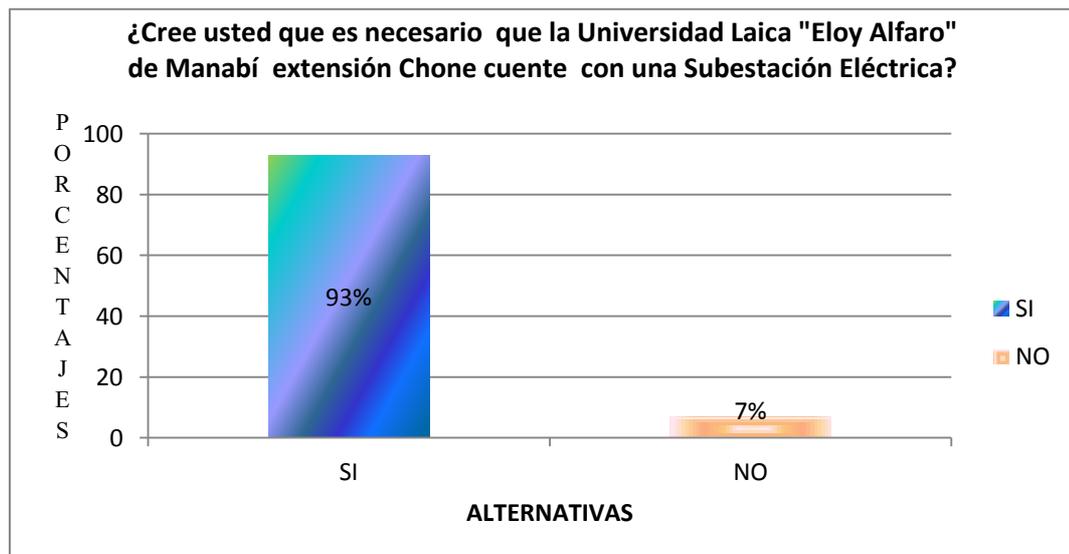
En esta pregunta se concluyó que la mitad de los estudiantes encuestados se sienten molestos con la variación del voltaje en el aula y laboratorio

4. ¿Cree usted que es necesario que la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone cuente con una Subestación Eléctrica?

CUADRO # 4

ALTERNATIVAS	Nº	%
SI	52	93
NO	4	7
TOTAL	56	100

GRAFICO #4



FUENTE: Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Luis y Yandri

Análisis

En la Escuela de Ingeniería Eléctrica tomamos una muestra de 56 estudiantes y obtuvimos los siguientes resultados:

- El 93% de estudiantes respondieron que es necesario que la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone cuente con una Subestación.
- El 7% de estudiantes respondieron que no.

Interpretación

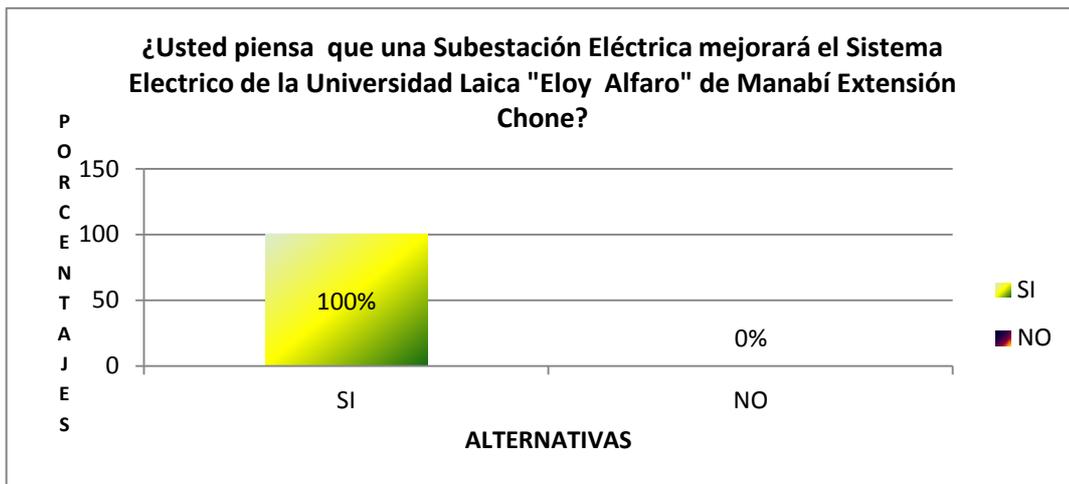
La mayoría de los estudiantes en esta pregunta llegaron a la conclusión que si es necesario que la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone cuente con una Subestación Eléctrica

5. ¿Usted piensa que una Subestación Eléctrica mejorará el Sistema Eléctrico de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” Extensión Chone?

CUADRO # 5

ALTERNATIVAS	Nº	%
SI	56	100
NO	0	0
TOTAL	56	100

GRAFICO # 5



FUENTE: Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Luis y Yandri

Análisis

En la Escuela de Ingeniería Eléctrica tomamos una muestra de 56 estudiantes y obtuvimos los siguientes resultados:

- El 100% de los estudiantes piensa que una Subestación Eléctrica mejorará el Sistema Eléctrico de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí Extensión Chone
- El 0% de los estudiantes piensa que no mejorará el Sistema Eléctrico.

Interpretación

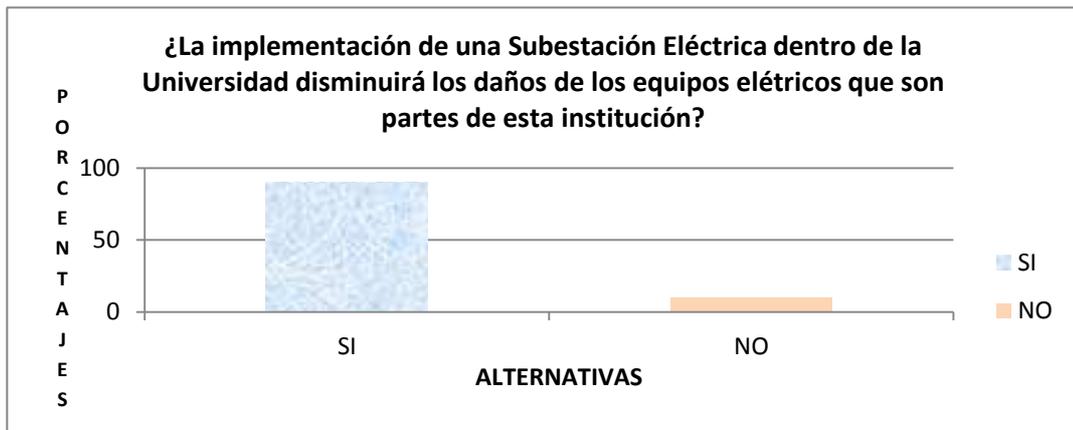
En esta pregunta se concluye que los estudiantes que un 100% piensa que una Subestación Eléctrica mejorará el Sistema Eléctrico de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

6. ¿La implementación de una Subestación Eléctrica dentro de la Universidad disminuirá los daños de los equipos eléctricos que son parte de esta Institución?

CUADRO # 6

ALTERNATIVAS	N°	%
SI	50	90
NO	6	10
TOTAL	30	100

GRÁFICO # 6



FUENTE: Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM Extensión Chone

ELABORACIÓN: Luis y Yandri

Análisis

En la Escuela de Ingeniería Eléctrica tomamos una muestra de 56 estudiantes y obtuvimos los siguientes resultados:

- El 90% de estudiantes respondieron que la implementación de una Subestación Eléctrica dentro de la Universidad si disminuirá los daños de los equipos eléctricos.
- El 10% de estudiantes respondieron que no disminuirá daños.

Interpretación

En esta última pregunta se concluye que la mayoría de los estudiantes piensan que la implementación de una Subestación Eléctrica dentro de la Universidad disminuirá los daños de los equipos eléctricos que son parte de la Institución, mientras que una minoría piensa que no.

COMPROBACION DE HIPOTESIS

En base a la investigación realizada y en los criterios expresar por docentes estudiantes y director de carrera de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, se determina que la hipótesis ¿El Diseño de una Subestación Eléctrica de medio voltaje contribuirá a mejorar la calidad de voltaje en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone desde Agosto de 2012 a Enero de 2013?. Es positiva, ya que a través de la investigación de campo se logro determinar que la universidad tiene la necesidad de una subestación eléctrica que de seguridad a todos los elementos principales del sistema eléctrico tanto de trasmisión, recepción, distribución, transformación, y generación.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de los datos obtenidos llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Que de acuerdo a la investigación realizada podemos darnos cuenta que el diseño de una Subestación eléctrica para la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone es factible, confiable, seguro y de protección para la infraestructura eléctrica y esto contribuirá al desarrollo académico de los futuros profesionales de nuestro Cantón.
2. Que el diseño de nuestro proyecto se encuentra elaborado con todas las normas para un correcto funcionamiento dentro de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.
3. Que la falta de energía eléctrica repercute a la comunidad educativa de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, porque nos hacen entrever que la implementación de la Subestación es necesario tanto para educandos como educadores.
4. Que el abastecimiento del fluido eléctrico para que los equipos eléctricos y electrónicos de nuestra institución estén más seguros y con funcionamiento normal, sin interrumpir las horas académicas en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone.

RECOMENDACIONES

1. Que las autoridades de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone mediante autogestiones pueda hacer realidad la implementación de una Subestación Eléctrica dentro de la Universidad.
2. El personal docente y estudiantil que forma parte de la Escuela de Ingeniería Eléctrica deben de realizar prácticas con cada uno de los componentes de una Subestación Eléctrica, ya que día a día la tecnología nos ofrece nuevas innovaciones, una vez que esta Subestación se haga realidad.
3. Entregar a las autoridades de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone el diseño de la Subestación Eléctrica.

CAPITULO VI

6. Propuesta

6.1. Diseño de la Subestación Eléctrica

En este proyecto se estudia el esquema de una Subestación Eléctrica; específicamente el sistema de protección y la lógica de enclavamientos y verificación de sincronismo, en el área de control.

Se analiza el esquema con 1 transformador de corriente por diámetro propuesto por el ICE en sus diseños y se dan a conocer las debilidades que se presentan en la detección de fallas al no utilizar el esquema ideal de 6 transformadores de corriente para delimitar adecuadamente las zonas de protección. Se presenta un esquema de protección con interruptor de reserva para evidenciar las ventajas del esquema estudiando.

Se analizan las lógicas de enclavamiento y de verificación de sincronismo de interruptores en el área de control; recomendando un procedimiento para su implementación.

6.2 Introducción

Las subestaciones eléctricas son esenciales dentro del sistema de potencia ya que son instalaciones con un conjunto de dispositivos y circuitos que tienen la finalidad de modificar las variables de tensión y corriente y de dar un medio de interconexión y despacho entre las líneas del sistema. Al ser las subestaciones tan importantes se debe analizar la confiabilidad que se tiene al brindar el servicio así como la importancia de la subestación en el sistema, de aquí nacen las distintas configuraciones de barras de la instalación en donde se plantea en un diagrama unifilar la filosofía de funcionamiento de la subestación. Dependiendo de la función que desempeñan las subestaciones se puede clasificar en:

La subestación de central eléctrica: elevan la tensión de generación con valores típico a niveles que rodean los 138kV, 230kV, etc, dependiendo del volumen de

energía a transportar en líneas de transmisión para disminuir las pérdidas por efecto Joule ya que al elevar el voltaje, disminuye la corriente.

Subestaciones receptoras primarias: reciben directamente una línea de transmisión y bajan el nivel de voltaje a niveles de 138kV típicamente para subtransmisión.

Subestaciones receptoras secundarias: reciben líneas de sub-transmisión para alimentar líneas de distribución a niveles típicos de 240kV hasta 13.8kV.

6.3.Objetivos

Objetivo General

Elaborar una guía básica útil para el diseño de subestaciones eléctricas con énfasis en el arreglo de barras colectoras de interruptor y medio analizando los esquemas de protección y de control.

Objetivos Específicos

- Estudiar los criterios básicos de protección de una subestación con un esquema de doble barra con interruptor y medio.
- Estudiar los criterios básicos del esquema de control, específicamente la lógica de verificación de sincronismo y de enclavamiento de una subestación con configuración de doble barra con interruptor y medio.
- Comparar las generalidades del sistema de protección y control de una subestación de interruptor y medio con una barra partida con interruptor de otra subestación.

6.4. Metodología

Debido a que este proyecto es de carácter investigativo la metodología no incluyó experimentos o pruebas de laboratorio.

Se tomó como referencia documentos considerados como confiables.

6.5 Principales equipos de una subestación eléctrica

6.5.1 Principales elementos de la subestación eléctrica

En una subestación eléctrica se encuentran muchos dispositivos, los cuales cumplen funciones distintas. A continuación se mencionan los equipos más importantes de la subestación.

6.5.2 El Transformador de potencia

Es el elemento más importante de la subestación eléctrica ya que es el encargado de elevar o disminuir los niveles de tensión. En la siguiente figura se muestra un transformador de potencia

Estas máquinas presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, por lo que la potencia que entra a la máquina es mayor a la que sale de ella.

Los transformadores usados en las subestaciones son los sumergidos en aceite mineral; los transformadores secos no son utilizados como transformadores de potencia ya que generalmente se fabrican para tensiones que no exceden los 15kV.



6.5.3 Interruptores

Son de suma importancia en la subestación ya que deben operar para la desconexión de carga, para la interrupción de corriente de falla, para cierre con corrientes de falla, etc.

Los interruptores constan de muchos elementos como los aisladores terminales donde generalmente se encuentran los transformadores de corriente (TC), válvulas para el llenado, descarga y muestreo del fluido aislante de los dispositivos, conectores a tierra, placa de datos, el gabinete que es donde están los dispositivos mecánicos como el compresor, resortes, bobinas de disparo y los equipos de control y medición.

En la siguiente figura se muestra un interruptor de potencia.



Características Técnicas

- Corriente asignada en servicio continuo 400A; 630A, 800A
- Tensión asignada 12kV;15,5kV; 27kV;38kV
- Corriente asignada de cortocircuito 12,5kA; 16kA
- Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo 95kV a 190kV
- Tiempo de apertura 30ms.
- Tiempo de cierre 60ms.
- Número de ciclos de maniobra 10,000
- Número de operaciones de cortocircuito hasta 200
- Fases: Trifásico, monofásico, mono/trifásico

- Normas ANSI C37,60;IEC 62271-111; IEC 60255; IEC-62271-100

6.5.4. Interruptor de potencia tripolar

Su maniobra puede ser local o remota. Por si solo no puede operar, sobre él actúan, por medio de un conjunto de entradas y salidas, las unidades de control y protección.

Ya que operan bajo carga necesitan una cámara de extinción de arco eléctrico; los medios de extinción de arco más utilizados son el aceite y el SF6 (Hexafluoruro de Azufre) soplando a alta presión.

6.5.5. Seccionadores

Son usados para maniobra sin carga en la subestación. Poseen una capacidad de interrupción del arco eléctrico casi nula, por lo que se podrían destruir de inmediato con una falla por arco eléctrico.

Su aplicación típica es ubicarlas a ambos lados de un interruptor para aislarlo, una vez que el interruptor este abierto. Su accionamiento puede ser manual o motorizado.

6.5.6. Tipos de seccionador

- **Seccionador de línea:** Se usa para aislar la línea de transmisión de los interruptores para que de esta manera no haya presencia de tensión en la línea. Se le denota con el nombre x86L-3, donde x es el número de módulo de línea del cual forma parte. Si módulo es de transformador, en la notación antes de mencionada se la cambia la letra L por una T.
- **Seccionador de barra:** Se ubica entre la barra y el interruptor de barra. Aísla eléctricamente al interruptor de la barra, se le denota con el nombre x89L-2 para módulo de línea. Si el módulo es de transformador, en la notación antes mencionada se le cambia la letra L por una T.
- **Seccionador de puesta tierra:** Se encuentran únicamente en módulos de línea y generalmente forma parte del seccionador de línea. Su función es no permitir que la línea tenga presencia de tensión por inducción una vez que está aislada.

- **Seccionador de derivación:** Usado en el esquema de barra partida con interruptor de reserva. Cuando un módulo sale de operación, se utiliza un módulo de reserva para sustituirlo y así mantener la continuidad del servicio. Como este seccionador es común a todos los módulos de la subestación, la transferencia de disparos de las protecciones se hacen a través de este seccionador.
- **Seccionador de medio diámetro:** Utilizados en el esquema de doble barra con interruptor y medio. Se ubican en ambos lados del interruptor de medio diámetro.
Se denotan con los nombres de 89M-3 y 89M-2.

6.5.7. Transformador de potencial y transformador de corriente (TP y TC)

Transformadores de potencial (TP)

Reduce la tensión de la línea del orden de los kV a niveles bajos de tensión para alimentar equipos de control y medición, este nivel de tensión es generalmente 120V.

Hay dos tipos de TP, los inductivos y capacitivos. Los de tipo inductivo responden muy rápidamente a cambios de tensión, esta característica lo hace ideal para ser utilizado en el esquema de protección. El de tipo capacitivo es apto para teleprotección, debido a que permite filtrar y sintonizar determinadas frecuencias, este tipo de TP no es el adecuado para el esquema de protección debido a que no detecta rápidamente los cambios de tensión.

Los parámetros más importantes de los TP son:

- **Tensión Primaria:** Se usa el voltaje estándar inmediato superior al de la línea en que se conectará.
- **Tensión Secundaria:** Generalmente es de 120 V.
- **Carga:** Es la cantidad de dispositivos conectados al TP para ser alimentados en baja tensión.
- **Precisión:**

Tabla de precisiones para transformadores de potencial

Presión (%)	Utilización
0,1	Aparatos de medición y calificaciones de laboratorio
0,2 a 0,3	Mediciones de laboratorio, vatímetros y alimentación de wathorímetros de sistemas de potencia y distribución.
0,5 a 0,6	Alimentación de wathorímetros de facturación en circuitos de distribución e industrial.
1,2	Alimentación de bobinas de potencial de los aparatos de medición, indicadores o registradores.
3 a 5	Alimentación a las bobinas de relevadores de tensión, frecuencímetros y sincronoscpios

Transformadores de corriente (TC)

Transforma niveles altos de corriente a valores pequeños para alimentar equipos de medición y control, generalmente el valor para alimentar estos equipos es de 5 A. Se da un pequeño desfase entre la corriente del primario con respecto a la del secundario. Se caracterizan por tener tensión variable, la carga del secundario aumenta cuando aumenta la impedancia en el circuito secundaria (mayor cantidad de equipos).

Hay varios tipos:

- **TC para medición:** La precisión para estos efectos debe estar garantizada desde el 10% de la corriente nominal hasta un 120% de valor de la misma, esto debido a que se deben saturar para valores altos de corriente para proteger a los equipos.
- **TC para protección:** Debe tener precisión de hasta 20 veces la corriente nominal, esto debido a que debe operar bajo falla (No debe saturarse valores altos de corriente)
- **TC para protección y mediación:** El diseño es una combinación de los TC para la protección y medición, los núcleos son de alta precisión en cuanto a los niveles de saturación.

Algunas características importantes son:

Corriente primaria: Las corrientes del circuito primario están normalizadas con ANSI C 57. Se usa la corriente normalizada superior a la corriente circulante en este circuito.

Carga en el secundario: Suma de la impedancia total en el secundario que será la suma de los dispositivos y alimentadores.

Precisión

Precisiones para transformadores de corriente

Precisión (%)	Utilización
0,1	Aparatos de medición y calibraciones de laboratorio
0,2 a 0,3	Mediciones de laboratorio y alimentaciones para los wathorímetros de alimentadores de potencia.
0,5 a 0,6	Alimentación de wathorímetros de facturación en circuitos de distribución e industriales.
1,2	Alimentación de bobinas de corriente de los aparatos de medición, indicadores o registradores y a los relevadores de las protecciones diferencial, de impedancia y de distancia.
3 a 5	Alimentación a las protecciones de sobrecorriente.

Sistemas de control y medición.

Son utilizados para maniobras automáticas en el sistema de la subestación.

Hay dos tipos de control básicamente:

Control local: Es el control que ejerce el operario manualmente a sistemas automatizados de control de medición.

Control remoto: Se tiene control sobre los interruptores, alarmas, medición, etc. Las comunicaciones entre el centro de control y la subestación se puede hacer por microondas, fibra óptica, etc.

El sistema de control se de la siguiente manera:

Equipos que serán controlados, por ejemplo los interruptores, las cuchillas con interbloqueos para evitar una maniobra bajo carga, cambiadores automáticos de derivación de transformadores bajo carga.

Otra clasificación de los circuitos y mecanismos de control son las protecciones, en donde se comprenden los TC y TP, los relevadores de protección y auxiliares y equipos de comunicación.

Cabe mencionar dentro de todas estas clasificaciones, a los equipos de medición como los amperímetros, voltímetros, vatímetros, varímetros, sincronoscopios, además de todos los equipos de alarmas, el equipo de registro de eventos secuenciales como disturbios dentro de la subestación o fuera de ella o secuencias de los interruptores o relevadores, el que registra información valiosa de los disturbios del sistema y los valores de tensión y corriente en cada momento además de dar información del tiempo de disparo de las protecciones, etc.

6.6. Configuración de barras

Estas se han diseñado para mejorar la operación de los sistemas así como para aumentar la facilidad de mantenimiento, se mencionará con énfasis la configuración de interruptor y medio, la de barra de transferencia sólo será mencionada para efectos de comparación.

Es un esquema que se usa para colocar la subestación cerca de plantas generadoras donde el flujo de potencia es considerable, por lo que la hace ser un esquema usado en subestaciones críticas. Las subestaciones críticas son las que deben liberar las fallas en tiempos muy pequeños, ya que de lo contrario se puede perder sincronismo en el sistema.

Las protecciones deben actuar dentro de un tiempo muy corto (menor al tiempo crítico). Si una subestación crítica deja de operar se perderá inminentemente el sistema.

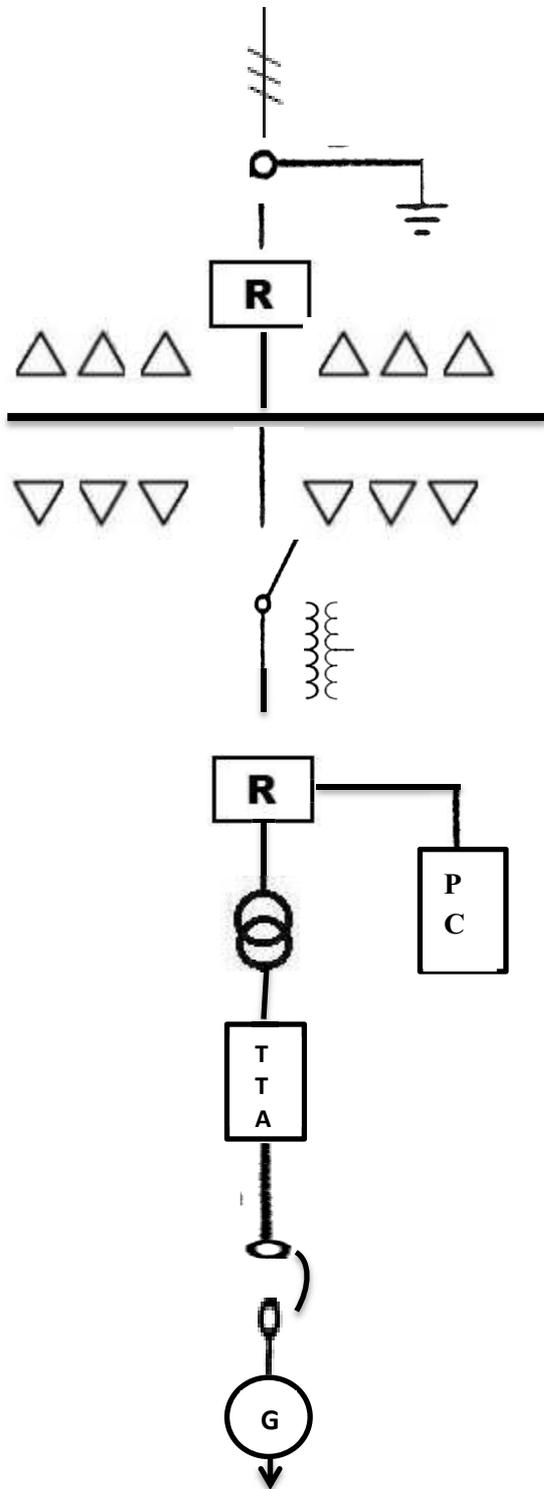
La barra principal está energizada siempre y dos los circuitos se alimentan de ella, la barra de transferencia es el punto importante de esta configuración porque por medio de ella se puede sustituir cualquier interruptor del sistema para su mantenimiento, usando un interruptor de transferencia.

Para sustituir cualquier interruptor se hace una maniobra, la cual consiste en cerrar los seleccionadores del circuito de transferencia, el interruptor de transferencia debe estar abierto. Luego se cierra el interruptor de transferencia para energizar la

barra auxiliar, con esta maniobra se procede a abrir el interruptor que saldrá de operación y después de esto se abren las seleccionadoras adjuntas a dicho interruptor. Con esto el circuito donde se hace la maniobra no pierde el servicio y el interruptor que salió de operación queda correctamente aislado.

El esquema típico de una subestación de este tipo se muestra a continuación.

6.7. DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLOGIA

	Línea eléctrica aérea de entrada
	Puesta tierra
	Transformador de potencia
	Reconectador o interruptor
	Seccionador (S)
	Tablero de transferencia automático
	Panel de control
	Generador
	Transformador monofásico

6.8. Protección en el esquema de subestaciones de doble barra con interruptor y medio

En este esquema se presentan dos barras energizadas alimentando un diámetro de 3 interruptores con dos circuitos conectados; en este capítulo se analizará el sistema de protección de una subestación de este tipo y se darán recomendaciones útiles para su diseño.

6.9. Criterios de colocación de los transformadores de potencial y de corriente (TP y TC).

Los TP y los TC son los ojos de las protecciones eléctricas, ellos detectan las variables de voltaje y de corriente respectivamente, proporcionando así estos valores a las protecciones para ver reflejada la condición del sistema.

En la subestación se deben formar zonas de protección las cuáles se deben traslapar en un interruptor. Los TC's deben colocarse en las fronteras de estas zonas de protección, para que así se pueda ver dentro de una zona determinada la falla y opere el elemento de desconexión que a su vez debe estar comprendido en la zona protegida.

En el esquema de interruptor y medio se forma una zona de protección de barras la cual comprende a la barra junto con los interruptores de barra de los diámetros. Los TC's limitaran la zona protegida y no se incluyen dentro. La protección de los circuitos que se encuentran conectados en los diámetros se hará por medio de 2 zonas de protección las cuales deben tener poder debido a la característica capacitiva de la línea, para que no interprete esta pequeña corriente diferencial como falla. Además se le debe ajustar un factor de estabilización K ($K=IDIFF/Is$) el cual dice que tan grande debe ser la corriente de disparo respecto a la de estabilización para operar.

La corriente de estabilización y diferencia de la 87L se calculan de la siguiente manera:

$$I_{\text{estabilización}} = K(I_1 - I_2) \quad (3.2.2.1)$$

$$I_{\text{DIFF}} = I_1 + I_2 \quad (3.2.2.2)$$

Donde I_1 es la corriente que entra en un extremo de la zona protegida e I_2 es la que entra por el otro extremo. Cabe resaltar que los signos indicados en las ecuaciones 3.3.3.1 y 3.3.3.3 son para una condición de falla (2 corrientes entrando a la zona protegida), si la condición es de carga (una corriente entrando y otra saliendo) los signos se invierten en ambas ecuaciones.

6.10 Protecciones de una subestación crítica de interruptor y medio

Si una subestación crítica deja de operar, el sistema de potencia podría colapsar, debido a que se puede dar pérdida de sincronismo de los generadores y provocar disparos en cascada hasta colapsar el sistema. Estas subestaciones deben tener hasta el último recurso de protección para actuar ante una falla, ya que si algún principio de protección no opera, se deberá contar siempre con respaldos tanto locales como remotos.

La subestación crítica con enlaces críticos de interruptor y medio se debe proteger de la siguiente manera:

Protección Primaria 1 en módulo de línea (P1)

Debe ser una protección de impedancia (ANSI 21) tanto de fase como de tierra, actuando en primera zona con un tiempo menor a los 100 ms. Esta protección es de selectividad relativa, esto implica que puede actuar para fallas dentro de su zona de protección y para fallas fuera de su zona con un retardo de tiempo.

Además debe tener teleprotección para cubrir las líneas críticas en un 100% para asegurar un disparo en primera zona (Z1), ya que sin la teleprotección sólo se tendrá certidumbre en los disparos para primera zona en el primer 85% de la impedancia de la línea, el 15% restante es un margen de error que se da por la

suma de imprecisiones debidas a resistencias de falla, fuentes o cargas intermedias en las líneas, oscilaciones de potencia que implican fluctuaciones en la impedancia, impedancias propias de los TC's y TP's, etc.

Básicamente se cuenta con los siguientes esquemas de teleproteccion:

Esquema por liberación en zona de sobre-alcance Z1B

PUTT (Permisivo en sub-alcance)

POTT (Permisivo en sobrealcance)

Esquema por bloque de disparo en zona desobrealcance Z1B

Bloqueo

6.11 Respaldos remotos de la protección de impedancia

La Subestación Eléctrica de interruptor y medio A, tiene conectada una línea a uno de sus diámetros, esta línea se protege con una protección 21. Esta protección respalda a las líneas conectadas a subestaciones remotas. Si una línea remota falla, el relé en la subestación A verá la falla en una de sus zonas de respaldo remoto estas zonas tienen un retardo de tiempo mayor al de la primera zona para enviar disparo a los interruptores, esto para darle tiempo a las protecciones cercanas a la falla de operar, si no es así operará remoto. Se debe procurar que los respaldos remotos no operen para que de esta forma no se pierda selectividad en la liberación de fallas.

Respaldo Local

Se usa la protección de falla de interruptor. Esta protección inicia su operación con el disparo de las protecciones de la subestación de interruptor y medio.

Arranques de las protecciones

Las protecciones primarias 1 y 2 arrancarán el relé 50BF disparos, el cual tiene función de respaldo local, necesario en subestaciones críticas. Las protecciones para que se provoquen consecuentemente los disparos en la configuración de 4 TC's por diámetro

Recierres

Los interruptores que abren por una falla son los más cercanos a la misma (principio de selectividad). Si una falla se da en un módulo de línea de unos de los diámetros de una subestación de interruptor y medio, se permitirá un solo intento de recierre monopolar después de 400ms, de lo contrario se puede perder sincronismo. Por esta condición requieren interruptores monopolares en las líneas, para que así se puedan abrir independientemente las fases ante fallas monofásicas. Para módulos de transformador sólo se permiten disparos por falla tripolares, porque si se dispara una sola fase, se presentaría un gran desbalance en el transformador, esto provocaría calentamiento excesivo en la máquina. Para transformadores no se permiten los recierres luego de la apertura por falla, ya que los transformadores necesitan altas corrientes de magnetización en el arranque.

La función de recierre es la ANSI 79

6.12 Cuadro comparativo entre el sistema de protección del esquema de doble barra con interruptor y medio y del esquema de barra partida con interruptor de enlace.

Comparación del sistema de protección de los esquemas planteados

Comparación del sistema de protección	
Esquema de barra partida con interruptor de enlace	Esquema de doble barra con interruptor y medio
<p>1. Cuando se usa el interruptor de transferencia para sacar a mantenimiento algún interruptor de módulo, se debe tomar en cuenta que cada módulo alimenta distintos tipos de circuito, por lo que el disparo a este interruptor se debe adecuar a las protecciones del módulo que sustituirá. La transferencia de disparo se da por medio del seccionador de derivación.</p>	<p>1. En este esquema se puede sacar cualquier interruptor a mantenimiento sin modificar el automatismo de las protecciones.</p>
<p>2. Al tener la barra principal dividida por un interruptor se forman 2 zonas de protección de barras las cuales dispararán los interruptores de barra y el interruptor que divide la barra, si se usa el interruptor de transferencia para sustituir algún interruptor el disparo será transferido. Si una diferencial de barras actúa se perderá la mitad de la subestación.</p>	<p>2. Al tener dos barras principales, se forma para cada barra una zona de protección, las barras son totalmente independientes y las protecciones de barra disparan por falla a los interruptores de asociados a ella, se aísla la barra por todos los circuitos seguirán alimentados por la otra barra.</p>
<p>3. La protección de respaldo local 50BF solo mandará disparos a los interruptores locales, ya que si falla algún interruptor de barras de protecciones primarias de un módulo de línea verán la falla y desconectará el</p>	<p>3. La protección 50 BF de los distintos interruptores deben mandar disparos a interruptores locales de la subestación y a los remotos que se encuentran en otras subestaciones por teleprotección, ya que al haber dos barras energizadas</p>

interruptor en el extremo opuesto. Esto provocara un arranque de la 50BF. Si la 87B actúa se aislara la falla, sino la que abrirá los interruptores será la 50BF.	y 2 circuitos por diámetro se tendrán muchos alimentadores de falla que deben desconectarse.
4. Aun con el adecuado esquema de protección dependiendo del tipo de falla se puede perder hasta el 50 de la subestación	4. Con un adecuado esquema de protección y con las zonas de protección debidamente delimitadas por la presencia de TC's, se tendrá alta confiabilidad del servicio de energía. Lo más grave sería la pérdida de un diámetro completo (2 circuitos)
5. No se permiten recierres en el interruptor de transferencia, ya que como puede sustituir cualquier interruptor de modulo, por ejemplo, uno de transformador, el recierre no es permitido	5. Cuando se abren los interruptores que protegen un módulo línea los recierres monopoles solo son permitidos en los interruptores de barra, el interruptor de medio diámetro cierra después por sincrochequeo

6.13 Control en el esquema de subestaciones de doble barra con interruptor y medio

En las subestaciones eléctricas se manejan niveles altos de tensión, lo cual hace peligroso cualquier trabajo en la instalación. En la actualidad se han desarrollado sistemas de control automático que ha hecho más flexibles la operación de los equipos de potencia sin arriesgar la vida de operarios.

Se explica a continuación algunos sistemas de control utilizados.

Unidades de control de bahía (UCB)

Son sistemas electrónicos de alta tecnología en los cuales se pueden integrar muchas funciones de control. Estos equipos reciben señales de los equipos de medición y así procesan la información.

Entre sus funciones están la de supervisar el estado de los interruptores y seccionadores, para poder controlar por medio de un conjunto de entradas y salidas, el cierre y apertura de los mismos.

También recibe alarmas por si hubo mal funcionamiento de los equipos de potencia.

Entre muchas funciones destacan la de verificación de sincronismo para el mando de cierre de interruptores, se puede implementar funciones lógicas de enclavamientos para la generación de los mandos, comunicación entre los relés para reducir cableado y entradas binarias y además comunicación con la unidad central de procesamiento.

Unidad central de procesamiento

Esta unidad se encarga de integrar todas las unidades de control y supervisar el adecuado funcionamiento de ellas. Se comunica con las unidades de bahía por fibra óptica. Tiene centros de control local o remoto.

De esta unidad depende la robustez del sistema de automatización por lo cual usa componentes de hardware muy robustos.

Entre sus principales funciones están la de controlar y regular el procesamiento de datos de todos los dispositivos de la subestación, es importante para la visualización de la interfaz Hombre-Máquina que da al operador facilidad de operación, etc

Estación de operación central (EOL)

Es una interfaz Hombre-Máquina en donde se ejecutara todo el control y monitoreo de la subestación, en ella se permite la adquisición de oscilografía de las protecciones y datos de medición.

Servidor de base de datos de la subestación

Se usa para almacenar información, tiene acceso a todos los subsistemas de nivel 1(Unidades de control de bahía y protecciones con protocolo de comunicación

IEC 61850) a través de una interfaz de comunicación de la unidad central de procesamiento utilizando como medio de comunicación la fibra óptica.

Almacena información de oscilografía de las protecciones, alarmas y datos de medición. La información que almacena

Consultada por centros de monitoreo remoto.

Panel de información

Es una interfaz Hombre-Máquina. Cumple con todo lo referente a la EOL a excepción de que no puede ejecutar mandos.

Niveles de operación

En las subestaciones se tienen diferentes niveles de operación:

1. Nivel 0 o nivel de patio, se refiere al control desde el propio equipo en la subestación.
2. Nivel 1 o nivel de bahía, se refiere al control local de las bahías por medio de la UCB correspondiente.
3. Nivel 2 o nivel de subestación se refiere al control desde la EOL en sala de control.
4. Nivel 3 o nivel de control remoto, se refiere al control que se realiza remotamente, en el caso de Costa Rica es el Centro Nacional de Control de Energía.

Jerarquía de mando

El nivel 0 tiene la mayor jerarquía de mando, mientras el nivel 3 tiene la menor.

Desde el nivel 0 hasta el nivel 2 se dispondrá de algún medio para conmutar la operación de local a remoto. Se debe aclarar lo del nivel de jerarquía de la siguiente forma, si hay varios niveles de operación con su conmutador en local, solo el de mayor jerarquía podrá dar mandos sobre el equipo a operar.

En el nivel 0 hay conmutadores de operación local/remoto en cada interruptor de potencia y en todos los seleccionadores motorizados.

En el nivel 1 hay un conmutador local/remoto por cada UCB, el cual puede ser un elemento físico o un elemento del panel de operación de la UCB. Además se indica el estado de jerarquía con alguno de estos comentarios: Patio, bahía, remoto.

En el nivel 2 hay un conmutador local/remoto en la interfaz Hombre-Máquina de la EOL. Se indica la jerarquía de mando con uno de los siguientes comentarios: Subestación o Remoto. En la pantalla de detalle de bahía por uno de estos comentarios: Patio, bahía, subestación o remoto.

La unidad central de procesamiento envía al nivel 3 todas las variables de la jerarquía de mando. Todo este sistema debe ser capaz de pasar el mando al nivel 3 automáticamente si hay pérdida de comunicación entre la unidad central de procesamiento y la EOL, o cada vez que se reinicien estos equipos.

6.14 Lógicas de enclavamientos en la subestación de doble barra con interruptor y medio

Los enclavamientos son un sistema para restringir ante determinadas condiciones la operación de un equipo para evitar fallas por maniobra.

Los enclavamientos pueden ser mecánicos, eléctricos o por software.

El enclavamiento mecánico es el que impide la operación de un equipo por restricción física. Un ejemplo claro es el enclavamiento que se da con el seccionador de línea y de puesta de tierra, ya que por su diseño físico es imposible que operen al mismo tiempo.

El enclavamiento eléctrico es el que se da por relés y contactos eléctricos de los equipos. La operación es muy sencilla y se basa principalmente en que si se energiza una bobina se permite la operación del equipo, si las condiciones del enclavamiento no se dan, la bobina no se energiza y por lo tanto los controles de

apertura y cierre se bloquean por un bloqueo mecánico, lo que impide la operación del equipo.

El enclavamiento por software mejora el enclavamiento eléctrico, ya que no es necesario el uso de contactos auxiliares de los elementos que intervienen en una lógica de enclavamiento; esto se logra con el protocolo de IEC 61850 que permite el intercambio de información entre los equipos y con las UCB con la capacidad de implementar lógicas de enclavamiento.

Como se sabe el interruptor es el elemento que se abre de primero en una maniobra y es el último en cerrarse, esto se justifica porque las seccionadoras no pueden operar bajo carga.

Enclavamiento del interruptor de barra

El enclavamiento consiste en un orden lógico de verificación de la condición de los seccionadores para ver si se puede cerrar el interruptor, el cual se establece así:

6.15 Enclavamiento del seccionador de puesta a tierra

El estado de este seccionador depende del estado del seccionador de línea.

Lógica de enclavamiento seccionador

Este dispositivo cierra para dar mantenimiento a la línea y proteger de voltajes inducidos a los operarios.

Cabe resaltar que si el módulo es de transformador los enclavamientos son idénticos, lo único que cambia es que no se debe tomar en cuenta la restricción que tiene el seccionador de línea (ahora seccionador de transformador) con respecto a que no se puede cerrarse si el seccionador de puesta a tierra está cerrado ya que este no está presente.

6.16 Lógica de verificación de sincronismo en subestaciones de doble barra con interruptor y medio

Al ocurrir una falla, se da la apertura de interruptores para aislarla; estos interruptores interconectan sistemas de generación propia, en el caso de subestaciones críticas, esto provoca que para cerrar dichos interruptores se deba seguir un procedimiento de verificación de sincronismo de voltajes, su operación se basa en la comparación tensión, ángulo de fase y frecuencia.

Para poder hacer la interconexión de los sistemas con generación propia, se debe contar con equipos que verifiquen la condición de los voltajes de los sistemas que se van a interconectar. Se debe verificar que los voltajes estén en un rango mínimo de tolerancia, lo que se hace es comparar las tensiones dentro de un rango llamado rango de sincronización.¹¹

Este rango se establece con valores máximos y mínimos de tensión y frecuencia, dentro de este rango se puede decir que los sistemas están sincronizados y se pueden cerrar los interruptores; fuera de este, se dice que los sistemas no están sincronizados y por ende no se pueden cerrar los interruptores para la interconexión.

Verificación de sincronismo: Cierre interruptor de barra

Se plantea, que se debe hacer la salvedad de que ya se tiene como referencia la tensión de la barra A, se busca entonces conmutar potenciales para que se de esta forma se inicie la verificación de sincronismo. Si se llegara a conmutar a la tensión de la barra B, esta sería el caso de la conexión del primer diámetro de la subestación.

Se debe entender modulo del centro listo como la condición en que el interruptor y los seccionadores y están cerrados.

¹¹ Siemens Vacuum Recloser 3AD

Se debe entender como módulo 1 listo como la condición de tener al interruptor y los seccionadores cerrados. Además se debe entender modulo listo como la condición de tener al interruptor y los seccionadores cerrados.

6.17 Cuadro comparativo entre la lógica de enclavamiento y de verificación de sincronismo del esquema de doble barra con interruptor y medio y del esquema de barra partida con interruptor de enlace.

Comparación de lógicas de enclavamiento y sincronización	
Subestación de barra partida con interruptor de enlace	Subestación de doble barra con interruptor y medio
1.Los enclavamientos de los equipos en este esquema se basa en el estado de los equipos adyacentes.	1.En este esquema la lógica de enclavamientos debe tomar en cuenta, en algunos casos, el estado de los elementos de barra y los elementos de medio diámetro.
2.La verificación de sincronismo se hace si se tiene la barra energizada y el modulo energizado para cerrar un interruptor de módulo, si alguno de los elementos no está energizado no es necesario la verificación de sincronismo. En este esquema no se hace transferencia de potenciales.	2.En este esquema se debe hacer transferencia de potenciales para luego determinar cuales potenciales serán utilizados para verificar sincronismo.

6.18 Localización de la Subestación Eléctrica

Para la localización de una subestación eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone depende o se deriva de un estudio de

planeación, a partir del cual se localiza, con la mayor aproximación, el centro de carga del Campus Universitario que se necesita alimentar.

Muchos factores influyen para la correcta elección del tipo de subestación para una aplicación dada. El tipo de subestación más apropiado depende de factores tales como el nivel del voltaje, capacidad descarga, consideraciones ambientales, limitaciones de espacio en el terreno y necesidades de derecho de vía de la línea de transmisión.

6.19 Adecuación del predio

Esta labor cubre la ejecución de todos los estudios técnicos necesarios que permitirán establecer los movimientos de tierra requeridos para disponer de las áreas necesarias del proyecto, teniendo en cuenta criterios económicos, técnicos y ambientales.

6.20 Diseño de obras civiles

Esta actividad cubre la ejecución de los diseños de las vías interiores y de acceso de la subestación, los drenajes de aguas lluvias, los tipos y longitudes de cercamos y ductos, la ubicación de la caja de tiro, cerramientos, señalización interior y ubicación de las casetas para el sistema contra incendios, cimentaciones de pórticos y equipos de patio foso y cimentación para los transformadores, autotransformadores, reactores de terciario, rectores de neutro, transformadores zigzag, carrileras, tanques separadores de aceite; muros cortafuego; el alumbrado exterior y perimetral, el alumbrado de seguridad de patio, el alumbrado del equipo de patios y el alumbrado de acceso de la subestación

6.21 Edificaciones

Dependiendo de las características técnicas del proyecto en esta actividad se definen y diseñan las edificaciones que conformarían la subestación como: las casetas de control, la portería que controle el acceso de estudiantes y profesores de

la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, Guardia para salvaguardar la subestación eléctrica en general, etc

6.22 Coordinación de aislamiento

Al diseñar una subestación es necesaria protegerla contra dos tipos de sobretensiones:

Sobretensiones debidas a descargas atmosféricas. Son las originadas por las descargas atmosféricas, donde la magnitud de la onda es inferior al nivel de aislamiento de la línea y no alcanzan a ser detectadas por los aisladores de la instalación, lo que conlleva a instalar protecciones contra estas sobretensiones, para ello se usan dos sistemas:

El DPS (pararrayo): dispositivo que debe seleccionarse tal que su tensión nominal es la tensión máxima a frecuencia nominal, a la cual se debe interrumpir la corriente remanente de una descarga transitoria, quedando después como si fuera un aislador

Blindaje: dispositivo que corresponde a una malla formada por cables de guarda que se instalan sobre las estructuras metálicas del barraje de la subestación. Para el cálculo del blindaje se pueden utilizar cualquiera de los siguientes métodos: electro-geométrico, método de Bewley o el método de las bayonetas.

6.23 Selección de configuración y disposición física

Se establece como configuración en una subestación eléctrica al arreglo de los equipos electromecánicos que conforman un patio de conexiones pertenecientes a un mismo nivel de tensión, de tal forma que su operación permita establecer en la subestación diferentes grados de confiabilidad y seguridad para el manejo, transformación y distribución de la energía:

Parámetros de flexibilidad, confiabilidad y seguridad para el manejo, transformación y distribución de la energía en subestaciones eléctricas.

Idealmente todo sistema seguro y confiable es aquel en que todos sus elementos están duplicados y la pérdida de uno de ellos no afecta a ninguno de los otros; por lo anterior, por razones económicas ninguna subestación puede ser 100% segura y confiable, con base en ello es que se establece la selección del tipo de configuración requerida de acuerdo con las necesidades de flexibilidad, confiabilidad y seguridad de esta dentro del sistema eléctrico, lo que permite establecer que:

- ❖ La flexibilidad de una subestacion.se define como la propiedad de la instalación para ajustarse a las diferentes condiciones técnicas que se pueden presentar por cambios operativos, por fallas o mantenimiento del sistema.
- ❖ La confiabilidad de una subestaciones explica como la probabilidad de que la subestación continúe suministrando energía durante un tiempo dado, de acuerdo con la condición de que al menos uno de sus componentes este fuera de servicio. Lo anterior se produce en una condición de falla o proceso de mantenimiento en uno de los elementos de la subestación (Barraje, interruptor, etc.); y que se sobrepasa después de efectuar una operación interna en uno o más de los demás elementos (seccionador, interruptor, etc.) mientras se efectúa la reparación de dicho elemento.
- ❖ La seguridad en una subestación se establece como la propiedad de dar continuidad de servicio sin interrupción alguna durante las fallas de los equipos de corte (interruptores) y barrajes; por lo general la seguridad está determinada por la potencia que se pierde en una falla y su impacto en la estabilidad y del comportamiento del resto del sistema

6.24 Estudio Técnico por Realizar en el Sitio de la Subestación

ESTUDIO	INFORMACION OBTENIDA
Topográficos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificación de coordenadas del punto de amarre con respecto al sistema de información geográfica establecida para el sistema eléctrico.
Geotécnicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del subsuelo con el fin de recomendar los criterios técnicos requeridos para la construcción de la obra en contacto con el suelo y que garantice su comportamiento adecuado. La cual no se realizara por ser una subestación eléctrica muy pequeña.
Sísmicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permiten evaluar los efectos sísmicos por considerar para el diseño de las obras civiles y estructuras metálicas de la subestación, de acuerdo a las normas descriptas por el Instituto Geofísico del Ecuador (IGE).
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del impacto ambiental en el sitio de ubicación, que permita identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales mediante un plan de manejo ambiental a fin de lograr una adecuada aceptación del proyecto en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone en la cual se construirá. ✓ El estudio de impacto ambiental tendrá en cuenta aspectos como: la contratación de mano de obra local, capacitación y educación vial, señalización vial, protección del patrimonio ecológico, abastecimiento de agua, gestión de residuos sólidos, gestión de residuos líquidos, control de erosión y sedimentación, control de vegetación, manejo de fauna, normas básicas para el desmonte, descapote

	<p>y revegetalización, adecuación paisajista del área, etc.</p>
<p>Urbanización y disposición física</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En este estudio se realiza la urbanización del predio y las disposiciones físicas definitivas de los diferentes patios de conexión que se tendrán en la subestación. ✓ Conociendo la configuración, disposición física y niveles de aislamiento se elabora el plano preliminar que determina el área que establece: la caseta de control, las vías perimetrales, las zonas de circulación y de acceso, la zona para bodega y talleres, el área del patio de los transformadores y sus carrileras de acceso, las áreas de acceso de los circuitos de línea y las áreas para ampliaciones futuras de la subestación. ✓ Una vez definidas las diferentes áreas requeridas, se procede a urbanizar el predio de la subestación, lo cual consiste en distribuir las áreas en el predio de tal forma que se ocupe el menor espacio sin que existan interferencias entre estas.

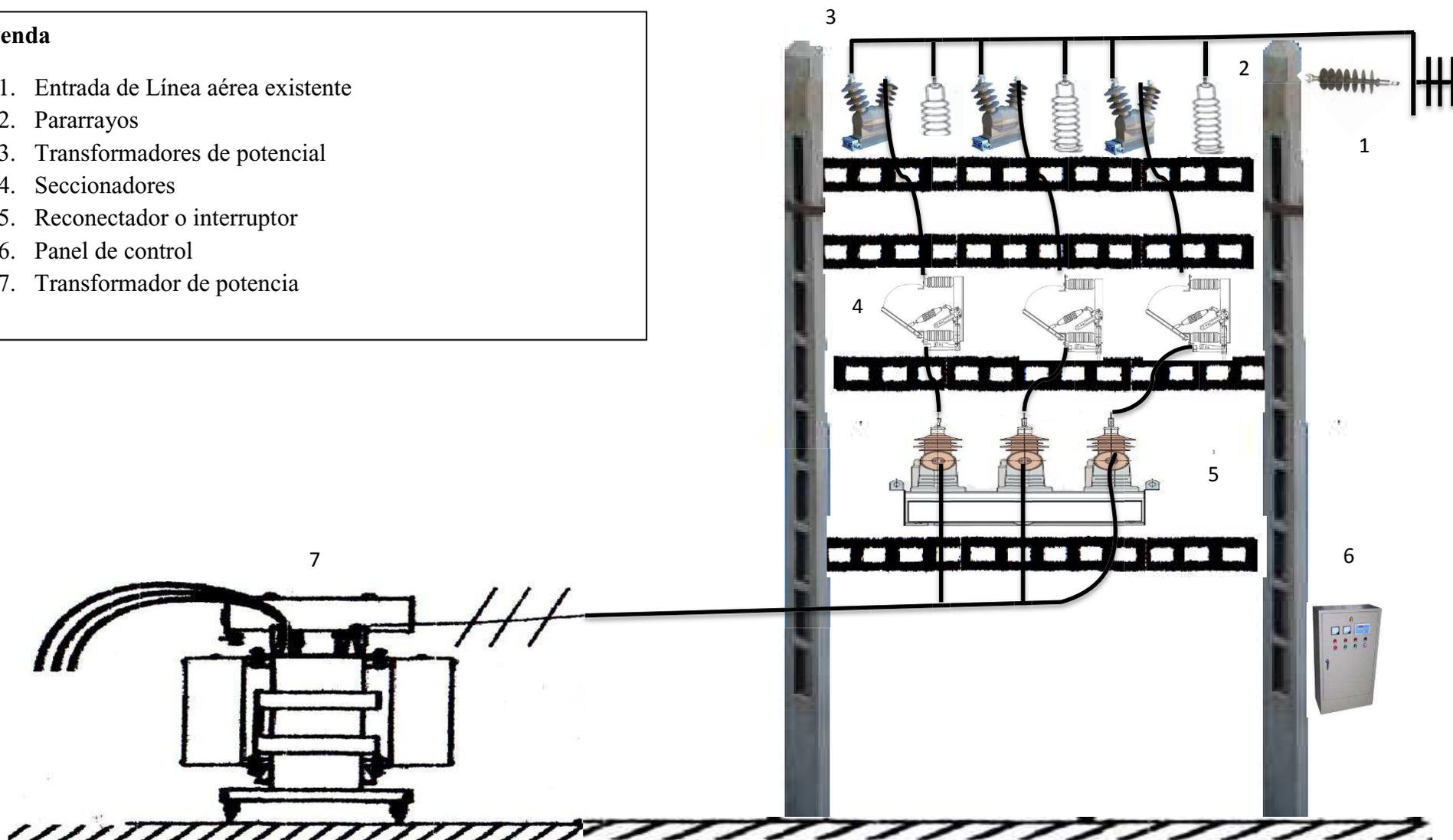
6.25 Estudios Fundamentales

ESTUDIO	INFORMACION OBTENIDA	USO DE LA INFORMACION
Flujos de carga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flujos máximos de potencia ✓ Corrientes máximas ✓ Tensiones máximas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ajustes de protecciones ✓ Requerimientos de compensación ✓ Relación de los TC y TT
Cortocircuito	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corrientes de cortocircuito ✓ Distribución de corrientes y aportes ✓ Relación X/R ✓ Sobre tensiones fallas asimétricas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equivalente de Thevenin ✓ Coordinación de protecciones ✓ Selección de pararrayos
Estabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempos máximos de despeje de falla ✓ Sobretensiones por rechazo de carga 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Selección de tiempos de recierre ✓ Selección de pararrayos
Sobretensiones temporales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corriente capacitiva de línea ✓ Máxima tensión de extremo abierto ✓ Sobretensiones fases sanas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Selección de pararrayos ✓ Selección de interruptores ✓ Selección de compensaciones ✓ Ajustes de relés de sobretensión
Armónicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Frecuencia de resonancia 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinación de la necesidad de filtros (sistemas de compensación)

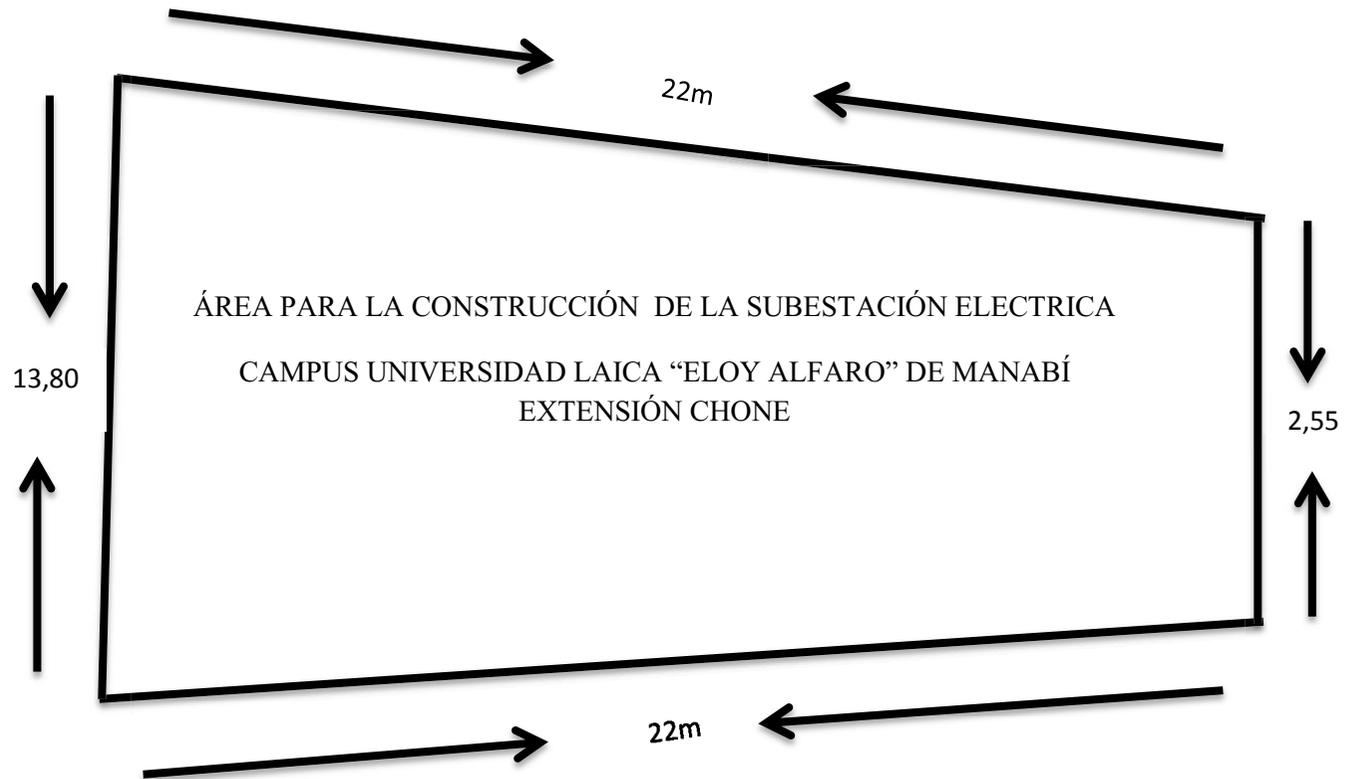
6.26. DIAGRAMA DE LA SUBESTACION ELECTRICA UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI EXTENSION CHONE

Leyenda

1. Entrada de Línea aérea existente
2. Pararrayos
3. Transformadores de potencial
4. Seccionadores
5. Reconectador o interruptor
6. Panel de control
7. Transformador de potencia



6.27 Esquema del área de Subestación Eléctrica



6.28 PRESUPUESTO DE LA SUBESTACION ELECTRICA

Ítems	Descripción	U	Cant.	Valor Unitario	V. Total
1	Metro de cable Tensor 2/7 hilos	U	10	2,50	25,00
2	Varilla 5/8 anclaje	U	1	12,00	12,00
3	Bloque de hormigón armado de 40x40x20 cm	U	3	6,00	18,00
4	Grapas de 3 pernos	U	6	2,50	15,00
5	Postes de Hormigón armado tipo H de 11m.	U	3	230,00	690,00
6	Abrazaderas reforzadas	U	3	6,50	19,50
7	Grapas Pistolas	U	3	6,50	19,50
8	Tuercas ojo	U	3	2,00	6,00
9	Aislador de suspensión	U	6	9,50	57,00
10	Grapas de derivación por línea en caliente	U	3	10,50	31,50
11	Crucetas metálicas de 2.5''x ¼ x 3m con abrazadera y pie de amigo de	U	6	65,00	390,00
12	Cable blindado 15 KVA # 2	U	1	130,00	130,00
13	Espiga Pin reforzada	U	1	12,00	12,00
14	Aislador Pin	U	1	9,00	9,00
15	Varilla de cobre 1,8 metro	U	1	10,50	10,50
16	Reconector de 12 – 27 KV	U	1	20000,00	20000,00
17	Transformador 600Kv/13.8/220-127	U	1	15506,00	15506,00
18	Pararrayos 15Kv.	U	3	57,65	172,95
19	Seccionador	U	4	90,00	360,00
20	Punta de media tensión exterior – interior	U	6	167,00	1002,00
21	Transformador de corriente IP TP para medición en directa	U	3	478,00	1434,00
23	Aislador de retenida	U	3	5,50	16,50
Total					39,936,45

6.29 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Se demostró las limitaciones que ofrece el esquema de protección con 3 TC's por diámetro respecto al de 6 TC's.
2. Las fallas en el interruptor de barra con la configuración de 3 TC's no serán vistas por la protecciones primarias de una línea de transmisión lo cual provocara la no acción de la protección del respaldo local, esta provocara tardanza en la operación debido a que se deben esperar las acciones de respaldos remotos.
3. La falla en el interruptor de medio diámetro provocara la perdida inmediata del diámetro completo ya sea por la acción de la protección primarias de los módulos de acción de respaldo local.
4. Al buscar bajos costos a la hora de diseñar una subestación de doble barra con interruptor y medio, colocando 3 TC's por diámetro, se sacrifica selectividad en la acción de las protecciones disminuyendo así la confiabilidad de la subestación.
5. Se determinó que un adecuado esquema de protección en la subestación de doble barra con interruptor y medio, se obtiene mayor confiabilidad en la continuidad de servicio con respecto a la subestación con esquema de barra partida con interruptor de enlace ya que la falla mas grave seria perder un diámetro completo, mientras que el esquema de barra partida con interruptor de enlace se pierde el 50% de la subestación para la falla más grave.

6. La lógica de enclavamiento en el esquema de doble barra con interruptor y medio toma en algunos casos, no solo el estado de los equipos adyacentes, sino también verificar el estado de los equipos de la sección media del diámetro; caso contrario al esquema de barra partida con interruptor de enlace que solo se verifica con el estado de los equipos adyacentes al equipo a enclavar.

7. En el esquema de interruptor y medio se permite siempre y cuando se cumplan las condiciones, el recierre de cualquier interruptor a excepción del interruptor de medio diámetro. En el esquema de barra partida con interruptor de enlace se permite todos los interruptores a excepción del interruptor de transferencia.

Recomendaciones

1. Se recomienda para subestaciones críticas el esquema de doble barra con interruptor y medio, con 6 TC's por diámetro, ya que la respuesta de las protecciones primarias será inmediata para el despejo de la falla y actuara siempre el respaldo local si por los disparos de las protecciones primarias no operan un interruptor se gana así tiempo de operación.
2. Se recomienda para el sistema de teleprotección la fibra óptica, para que así se pueda usar protecciones 87L como primaria 2 en módulos de líneas, esto debido a que en subestaciones críticas con líneas de transmisión críticas los principios P1 P2 deben ser complementarios con principios de operación distintos.
3. Se recomienda a los lectores de este documento tomar todas las consideraciones planteadas, no como un lineamiento a seguir, sino como una ayuda para tener un mejor criterio en su diseño.
4. Se recomienda el estudio de estabilidad transitoria de la subestación de doble barra con interruptor y medio para así determinar los tiempos críticos de liberación de fallas.

CRONOGRAMA

Actividades	Tiempo en semanas																				Recursos						
	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril							Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Humanos	Materiales	Otros
Recolección y organización de la información			X	X	X	X	X																		Autores de tesis	Útiles de oficina	Viáticos
Realización del proyecto									X	X	X	X	X	X	X	X									Autores de tesis	Equipos de Computación	Viáticos
Prueba del proyecto																			X	X					Autores de tesis	Equipos de computación	Viáticos
Documentación de la tesis							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Autores de tesis	Equipos de oficina	Viáticos
Entrega del borrador																				X					Autores de tesis	Equipos de oficina	Viáticos
Corrección de la tesis																					X				Autores de tesis	Útiles de oficina	Viáticos
Entrega de la tesis																						X	X		Autores de tesis	Equipos de computación Útiles de oficina	Viáticos
Sustentación																							X		Autores de tesis	Equipos de computación Útiles de oficina	Viáticos

BIBLIOGRAFIA

- ✓ revista épsilon, nº 16 • enero-junio 2011 • pp. 79-112 • issn: 1692-1259
- ✓ Manual Técnico elaborado para ProCobre
- ✓ ENRIQUEZ HARPER, Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas Segunda edición 2005.
- ✓ Siemens Vacuum Recloser 3AD 2008 Siemens AG. All rights reserved

WEB GRAFIA

- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Subestaci%C3%B3n_el%C3%A9ctrica
- ✓ <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/42a5b693a4e07.pdf>
- ✓ http://html.rincondelvago.com/subestaciones-electricas_1.html
- ✓ http://www.sav.us.es/formaciononline/asignaturas/asigte/apartados/textos/apartado4_3.PDF
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/subestaciones-electricas/subestaciones-electricas.pdf>
- ✓ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Funcionamiento-De-Componentes-Electricos-De-Una/697394.html>
- ✓ <http://es.scribd.com/doc/59024191/SUBESTACIONES-ELECTRICAS>
- ✓ <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=800&tip>

ANEXOS

Anexo 1

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE
MANABÍ EXTENSION CHONE**

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

Estimados compañeros:

Sírvase a leer en forma comprensiva la información de este formulario y contestar con la letra “X” la respuesta según las alternativas que considere pertinentes.

1. ¿Conoce usted una subestación eléctrica?

Sí

No

2. ¿Cómo considera el sistema eléctrico de la Universidad?

Muy Bueno

Bueno

Regular

Malo

3. ¿Con la variación del voltaje en el aula y laboratorio, usted se siente?

Molesto

Preocupado

4. ¿Cree usted que es necesario que Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone cuente con una subestación eléctrica?

Sí

No

5. ¿Usted piensa que una subestación eléctrica mejorará el sistema eléctrico de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone?

Sí

No

6. ¿La implementación de una subestación eléctrica dentro de la Universidad disminuirá los daños de los equipos eléctricos que son parte de esta institución?

Sí

No

Anexo 2



En la Subestación Chone examinando cada uno de los elementos

Anexo 3



Revisando la investigación teórica con el Director de Tesis

Anexo 4



Toma aérea de la Subestación



Panel de control