

NOMBRE DEL TRABAJO

PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN EN 50 MVA Y LA MODIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BARRA SIMPL

AUTOR

JOSE ANGEL ORTIZ LLAMOCCA

RECUENTO DE PALABRAS

10666 Words

RECUENTO DE CARACTERES

61854 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

59 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.3MB

FECHA DE ENTREGA

May 23, 2024 2:09 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 23, 2024 2:10 PM GMT-5

● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untehs.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: ORTIZ LLAMOCCA JOSE ANGEL
D.N.I.: 43215271
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANA
Teléfono: 991468374
e-mail: JANDELORTIZOS@GMAIL.COM

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTIÓN
Programa Académico: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: PROYECTO AMPLIACION DE LA TRANSFORMACIÓN EN SOMVA Y LA MODIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BARRA SIMPLE A DOBLE BARRA EN LA SUBESTACIÓN ZORRITOS ANIVEL DE 220KV Y 60KV
Fecha de Sustentación: 09 DE JUNIO DE 2019
Calificación: APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación: 2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

OR/P2 LLAMOCCA JOSE ANGEL
APELLIDOS Y NOMBRES

43245271
DNI


Firma y huella:



Lima, 16 de ABRIL del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN EN 50 MVA Y
LA MODIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BARRA SIMPLE A
DOBLE BARRA EN LA SUBESTACIÓN ZORRITOS A NIVEL DE 220 KV
Y 60 KV”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ORTIZ LLAMOCCA, JOSE ANGEL

ORCID: 0009-0006-5236-7869

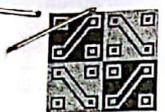
ASESOR

NAVARRO RODRIGUEZ, RICHARD ALBERTO

ORCID: 0000-0001-8766-7323

Villa El Salvador

2019



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador siendo las 08:40 horas del día Domingo 09 de junio de 2019, se reunieron en el Aula B3-7, los Miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: Dr. RUBIÑOS JIMÉNEZ, SANTIAGO	CIP N°112655
Secretario	: Mg. FLORES CÁCERES, RICHARD	CIP N° 185839
Vocal	: Mg. PAZ PURISACA, ROLANDO	CIP N° 186976

Designados con RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N°270-2019-UNTELS-CO-V.ACAD-FIG, de fecha 12 de abril de 2019.

Se da inició al Acto Público de Sustentación y Evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, bajo la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional. (Resolución de Comisión Organizadora N° 275-2017-UNTELS de fecha 12 de diciembre de 2017, en la cual se APRUEBA el Reglamento de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur – UNTELS; siendo que el Art. 4° del precitado Reglamento establece que: "El trabajo de Suficiencia Profesional consiste en la presentación, sustentación y aprobación de un Proyecto que permite demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realiza en un acto académico público", en el cual;

El bachiller: **ORTIZ LLAMOCCA, JOSE ANGEL**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN EN 50 MVA Y LA MODIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BARRA SIMPLE A DOBLE BARRA EN LA SUBESTACIÓN ZORRITOS A NIVEL DE 220 KV Y 60 KV.

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición... Aprobado unánimemente con nota..... 12
Equivalente..... BUENO..... De acuerdo al Art. 74° del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las. 10:15 del día Domingo 09 de junio de 2019, se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente Acta los miembros del Jurado.

SECRETARIO

RICHARD FLORES CÁCERES
INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 185839

Dr. Santiago C. Rubinos Jimenez
INGENIERO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 112655
PRESIDENTE

VOCAL

ROLANDO PAZ PURISACA
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 186976

Nota: Art. 17°.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del Presidente del Jurado asumirá la presidencia el docente de mayor categoría. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada para el día hábil siguiente.

DEDICATORIA:

El presente trabajo se lo dedico a dios, a mis padres y a mis hermanas por darme el apoyo incondicional en mi formación personal y académica.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a mis padres,
profesores y amigos quienes con
sus conocimientos transmitidos,
apoyo y paciencia hicieron realidad
el presente proyecto.

INDICE

INTRODUCCIÓN:	7
CAPITULO I	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 Descripción de la realidad problemática:	8
1.2 Justificación del problema:	8
1.2.1 Justificación económica:	8
1.2.2 Justificación tecnológica:	8
1.3 Delimitación de la investigación:	9
1.3.1 Delimitación teórica	9
1.3.2 Delimitación espacial	9
1.3.3 Delimitación temporal	9
1.4 Formulación del problema	9
1.4.1 Problema general	9
1.4.2 Problemas específicos	10
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo general	10
1.5.2 Objetivos específicos	10
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1 Antecedentes	11
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1 Subestación de energía eléctrica	11
2.2.2 Transformador eléctrico de potencia	15
2.2.3 interruptores eléctricos de potencia	18
2.2.4 Los seccionadores	22
2.2.5 Transformadores de tensión	29
2.2.6 Transformadores de corriente	30
2.2.7 Pararrayos	31
2.2.8 Configuraciones de conexión de barras	33
2.3 Definición de términos básicos	37
CAPÍTULO III	39
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	39
3.1 Modelo de solución propuesto	39
3.1.1 Ubicación del proyecto	39

3.1.2	parámetros ambientales del sistema.....	40
3.1.3	Descripción técnica de la subestación	40
3.1.4	Descripción del proyecto	41
3.1.5	Descripción del tipo de equipamiento.	44
3.1.6	especificaciones de montaje electromecánico.	48
3.2	RESULTADOS.....	50
3.2.1	Presupuesto del montaje electromecánico.....	50
3.2.2	Diagrama de Gantt	53
3.2.3	Flujo económico del proyecto	55
3.2.4	La curva S.....	56
CONCLUSIONES.....		57
RECOMENDACIONES:		58
BIBLIOGRAFÍA		59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de generación, transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica.....	12
Figura 2 Componentes de un Transformador de Potencia.....	16
Figura 3 Interruptor de tanque muerto.....	19
Figura 4 Interruptor de tanque vivo	20
Figura 5 Seccionador de columnas giratorias	26
Figura 6 Seccionadores de pantógrafo.	27
Figura 7 Seccionadores semipantógrafos o tipo rodilla.....	29
Figura 8 Transformadores de tensión	30
Figura 9 Transformadores de corriente	31
Figura 10 Pararrayos de óxido metálico.....	33
Figura 11 Configuración de barra doble	37
Figura 12 Ubicación de la Ampliación de la Subestación Zorritos.....	39
Figura 13 Diagrama de Gantt.....	54
Figura 14 Curva S del proyecto.....	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros ambientales de la zona.....	40
Tabla 2 Principales niveles de aislamiento.....	41
Tabla 3 Distancias mínimas de seguridad eléctrica	43
Tabla 4 Características Técnicas de los interruptores.....	44
Tabla 5 Características Técnicas de los seccionadores.....	45
Tabla 6 Características Técnicas de los transformadores de corriente.....	45
Tabla 7 Características Técnicas de los transformadores de tensión	46
Tabla 8 Características Técnicas descargadores de sobretensión	46
Tabla 9 Características Técnicas de los aisladores	47
Tabla 10 Características Técnicas del transformador de potencia.....	47
Tabla 11 Presupuesto general del proyecto.....	51
Tabla 12 Análisis de precios unitarios ejemplo 1.....	52
Tabla 13 Análisis de precios unitarios ejemplo 2.....	53
Tabla 14 Flujo económico mensual.....	55
Tabla 15 Flujo económico acumulado.....	55

INTRODUCCIÓN:

Red de Energía del Perú (REP) en cumplimiento de su Contrato de Concesión de los Sistemas de Transmisión ETECEN-ETESUR, tiene previsto la presentación del “Plan de Expansión del Sistema de Transmisión de REP 2010-2019” al Ministerio de Energía y Minas (MEM). El Plan de Expansión contiene, entre otros, los proyectos de ampliación de capacidad de transformación y cambio de configuración de barra simple a doble barra que requiere el sistema de transmisión en el corto plazo.

Con la finalidad de atender oportunamente el crecimiento y las necesidades del sistema en el corto plazo, así como cumplir las obligaciones del Contrato de Concesión referente a ampliaciones.

El presente trabajo de suficiencia profesional pretende determinar el costo del montaje electromecánico del “proyecto ampliación de la transformación en 50 MVA y la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la subestación zorritos a nivel de 220 kV y 60 kV”, a través de la formulación de un cronograma de ejecución del montaje electromecánico y desarrollar un correcto uso de los recursos económicos, a través del flujo de gastos del proyecto, apoyándonos de la herramienta grafica ms projec denominada curva “S”

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática:

La Subestación Zorritos posee una capacidad de 50 MVA a través de un solo transformador de en 220/60/22.9 kV. La proyección de demanda estimada para el transformador actualmente instalado en la subestación es hasta el año 2019.

Debido a lo mencionado el transformador está por llegar al límite de trabajo y las protecciones actuaran protegiéndolo y cortando la energía en la ciudad de tumbes.

Se requiere un transformador de respaldo por posibles eventos o mantenimientos programados.

1.2 Justificación del problema:

1.2.1 Justificación económica:

La ampliación de transformación en 50MVA y configuración de barra simple a doble barra tiene un impacto económico principalmente en:

- Mejora y aumenta la potencia de la subestación con la finalidad de atender convenientemente el crecimiento y las necesidades en las ciudades de influencia.
- Reduce los impactos ante cortes inesperados de energía eléctrica (si ocurre un evento en un transformador el segundo automáticamente abastece toda la zona de influencia).

1.2.2 Justificación tecnológica:

La ampliación de la subestación zorritos permite poder garantizar principalmente.

Un eficiente suministro de energía (continuo y de niveles aceptables de calidad)

Una mejor productividad por reducir los impactos de cortes inesperados y una reducción a la carga de trabajo lo que permitirá reducir el desgaste prematuro de los transformadores.

1.3 Delimitación de la investigación:

1.3.1 Delimitación teórica

Desde el punto de vista teórico el proyecto abarca el sistema de transmisión de alto voltaje

- Transformador de potencia
- Transformador de corriente y de tensión
- Subestaciones eléctricas

1.3.2 Delimitación espacial

La subestación Zorritos 220 kV / 60 kV / 22,9 kV está ubicada en el distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante Villar, departamento de Tumbes, a una altitud de 41 m.s.n.m. aproximadamente.

1.3.3 Delimitación temporal

El proyecto de Ampliación de la transformación en 50 MVA y la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la subestación Zorritos a nivel de 220 kV y 60 kV se llevara a cabo desde el 13 de agosto del 2018 hasta el 07 de enero del 2019.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál será la manera más eficiente y económica de efectuar el montaje electromecánico de la ampliación de la transformación en

50 MVA y la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la Subestación Zorritos a nivel de 220 kV y 60 kV?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cómo planteamos la mejor manera de efectuar el montaje electromecánico de la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la Subestación Zorritos a nivel de 220 kV y 60 kV?

¿Cuál será el costo del montaje electromecánico del proyecto?

¿Cómo controlamos la gestión del proyecto en tiempo y costos?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Definir el presupuesto de montaje electromecánico de la ampliación de la transformación en 50 MVA y la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la Subestación Zorritos a nivel de 220 kV y 60 kV.

1.5.2 Objetivos específicos

- Plantear la mejor manera de efectuar el montaje electromecánico de la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la Subestación Zorritos a nivel de 220 kV y 60 kV.
- Calcular el presupuesto del montaje electromecánico del proyecto.
- Efectuar el GANTT del proyecto y su curva S.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Camargo, (2013), en una de sus conclusiones indica: La subestación de potencia de Marcona vendrá a ser fuente de sustento de las diferentes cargas de la minera Shougang, mismo que alimentará principalmente a su planta concentradora, debido a su crecimiento por su aumento de producción, lo que permitirá que el suministro de energía eléctrica esté asegurado de manera continua, eficiente y con niveles razonables de calidad.¹

Analizando los datos proporcionados por REP y tomando en cuenta una de las conclusiones realizada por Camargo resulta necesario efectuar un análisis de los costos del proyecto.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Subestación de energía eléctrica

La subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos de los sistemas eléctricos de potencia donde se modifican los parámetros de tensión y corriente. La subestación también sirve como punto de interconexión del sistema de generación de energía eléctrica con el sistema de transmisión y distribución, lo que permite que la energía pueda ser transportada a los centros de consumo.²

2.2.1.1 Clasificación de las subestaciones eléctricas.

Depende de la función que desempeñan las subestaciones eléctricas se pueden clasificar:

¹ Camargo J. (2013). *“diseño del sistema eléctrico de potencia para la ampliación de planta beneficio de la compañía minera shougang hierro peru s.a.a”*, (pag. 157).

² Alcantar I. (2015).

www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas. (pag. 6)

- Por su operación:
 - De corriente alterna
 - De corriente continua
- Por su servicio:
 - Elevadoras
 - Reductoras
 - De maniobra
- Por su construcción:
 - Tipo Intemperie
 - Tipo Interior
 - Tipo Blindado

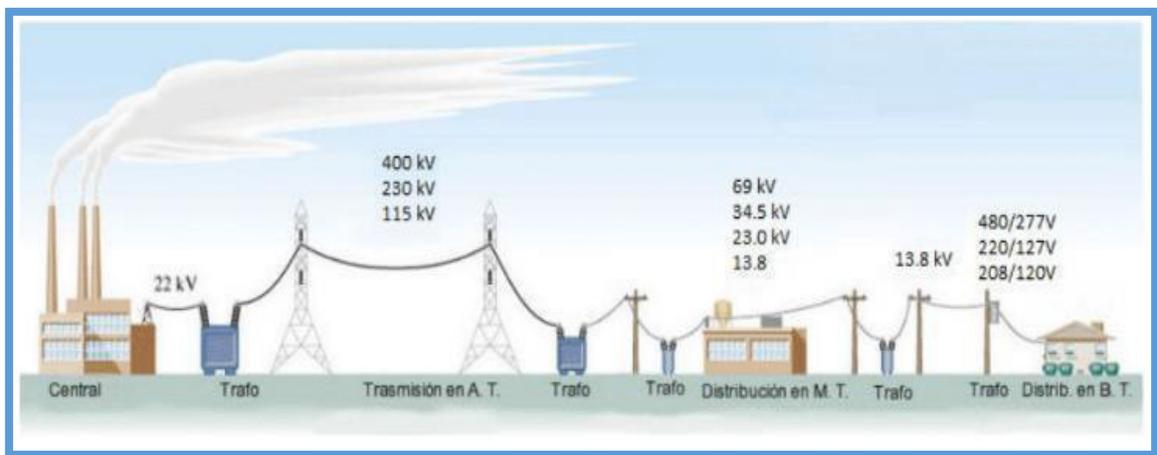


Figura 1. Sistema de generación, transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica

Fuente: <https://www.researchgate.net>

Por su servicio:

- Subestaciones eléctricas elevadoras.

Cuando una subestación eléctrica tiene un banco de transformación que aumenta el nivel de tensión de las fuentes de alimentación, se denomina subestación eléctrica. Este tipo de subestaciones se utiliza con frecuencia en las plantas generadoras cuando se trata de elevar los voltajes de generación a valores de voltajes de transmisión. En otras

palabras, los parámetros principales de generación de energía eléctrica se modifican mediante transformadores de potencia. Estos equipos elevan el voltaje y reducen la corriente para transmitir grandes cantidades de energía eléctrica a largas distancias mediante líneas de transmisión con mínimas pérdidas.³

b) Subestaciones eléctricas reductoras.

Una subestación eléctrica es reductora cuando tiene banco de transformación que disminuye el nivel de tensión de las fuentes de alimentación.

En estas subestaciones, los niveles de voltaje de transmisión (400kV y 230kV) se reducen a niveles de voltaje de subtransmisión (115kV, 69kV y 34.5kV) y distribución (13.8kV), es decir, se reduce la tensión y se incrementa la corriente por medio de transformadores de potencia.

Las subestaciones reductoras se conectan a líneas de transmisión, subtransmisión o distribución para transmitir la energía eléctrica a distancias medias o cortas y alimentar a las redes de distribución de bajos voltajes para su comercialización. Estas subestaciones constituyen el mayor número de subestaciones en un sistema eléctrico.⁴

c) Subestaciones eléctricas de Maniobra.

Estas subestaciones se caracterizan por no tener un banco de transformación que modifique el nivel de tensión de las fuentes de alimentación.

³ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equiupos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 7).

⁴ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equiupos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 7).

Se emplea cuando no se requiere cambiar el nivel de tensión de los circuitos y/o fuentes de alimentación, y están destinadas a efectuar sólo operaciones de maniobra (conexión y desconexión).⁵

2.2.1.2 Elementos que constituyen una subestación.

Elementos Principales o Primarios:

- Transformador
- Interruptor de potencia
- Restaurador
- Cuchillas fusible
- Cuchillas desconectadoras
- pararrayos
- Condensadores
- Transformadoras de instrumento

Elementos Secundarios:

- Cables de potencia
- Cables de control
- Alumbrado
- Estructura
- Herrajes
- Equipo contra incendio
- Equipo de filtrado de aceite
- Sistema de tierra
- Intercomunicación
- Trincheras, ductos, conducto, drenajes.
- Cerca

⁵ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 8).

2.2.2 Transformador eléctrico de potencia

Debido a que brindan las diversas transformaciones posibles de las características de la energía eléctrica, el transformador de potencia es uno de los dispositivos conocidos como convertidores.

Los transformadores son dispositivos que pueden convertir una corriente alterna en otra corriente alterna de diferente tensión, lo que los hace indispensables en una variedad de aplicaciones industriales.

Los valores de tensión primaria y secundaria generalmente son diferentes, lo que hace que los devanados se llamen devanados de alta y baja tensión, respectivamente.

El tipo de transformador puede ser elevador o reductor. Cuando el devanado primario es también el devanado de alta tensión, son reductores; cuando el devanado primario es también el devanado de baja tensión, son elevadores.

Con lo anteriormente mencionado, se pueden obtener beneficios significativos, como el transporte de energía eléctrica, ya que la tensión de transporte más económica resultará en el transporte de energía. Además, es más sencillo producir energía eléctrica, menos peligrosa a baja tensión y más fácil de usar. Aquí se resumen las dos principales ventajas del transformador:

1. Convertir la energía eléctrica de baja tensión de una central generadora en energía eléctrica de alta tensión y pequeña intensidad de corriente para reducir las pérdidas y los costos.
2. Para distribuir y usar esta energía eléctrica, transforme esta energía de alta tensión y pequeña intensidad de corriente en energía de baja tensión y gran intensidad de corriente. El término "transformador de potencia" se refiere

al dispositivo que realiza las dos funciones principales de un sistema eléctrico: el transporte y la distribución.⁶

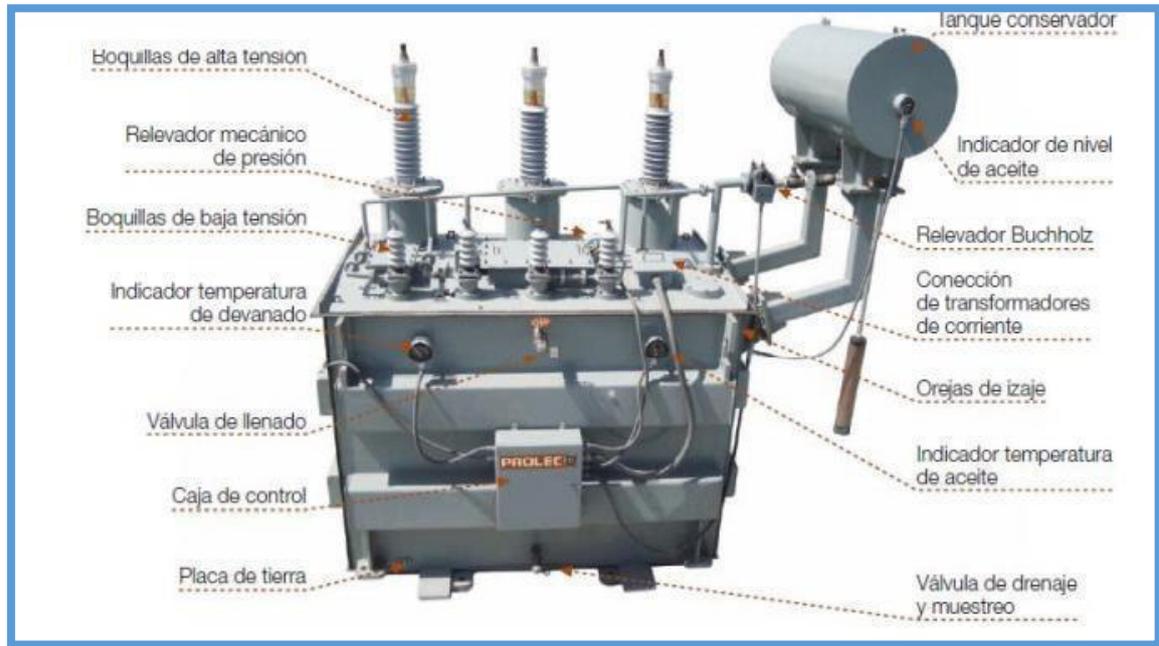


Figura 2 Componentes de un Transformador de Potencia.

Fuente: <http://www.sectorelectricidad.com>

2.2.2.1 Clasificación de transformadores.

Por su construcción

- Tipo núcleo o columna
- Tipo acorazado

Por su aplicación

- Reductores
- Elevadores
- Reguladores
- Para puesta a tierra
- Arranque

⁶ Astocondor R. (2018).
repositorio.untels.edu.pe/bitstream/UNTELS/284/1/Astocondor_Edwin_Trabajo_Suficiencia_2018.pdf
(pag. 41).

Por número de fases

- Monofásicos
- Trifásicos

Por su capacidad

- Pequeña potencia, con capacidades de 500 a 7500kVA.
- Mediana potencia, con capacidades de 7.5 MVA a 10 MVA.
- Gran potencia, con capacidades de 10 MVA a mayores.

Por su ambiente de operación

- Interior
- Intemperie o exterior.

Por su conexión

- Delta / estrella
- Estrella / delta
- Estrella / estrella
- Delta / delta

2.2.2.2 Tipos de enfriamiento de un transformador.

ONAN: sumergido en aceite aislante y se enfria naturalmente. El aceite aislante circula por convección natural dentro de un tanque con paredes lisas y corrugadas en estos transformadores. Alternativamente, pueden tener enfriadores tubulares o radiales desmontables.

ONAN/ONAF: enfriamiento natural y enfriamiento con aire forzado. Es básicamente un transformador ONAN con ventiladores para mejorar la disipación de calor en superficies que necesitan enfriamiento.

OFAF: sumergido en aceite aislante y enfriado por aire forzado y aceite forzado natural. Este tipo de transformadores funciona con bombas de aceite y ventiladores al mismo tiempo.⁷

2.2.3 interruptores eléctricos de potencia.

Son herramientas que permiten conectar y desconectar diferentes componentes de una instalación eléctrica y realizar operaciones de operación o de mantenimiento, y pueden interrumpir la continuidad de un circuito sin carga de manera visible.

Es decir, deben funcionar en vacío, pero deben poder soportar corrientes nominales, sobretensiones y corrientes de corto circuito durante un período de tiempo determinado.

Los interruptores generalmente se clasifican como: "construcción de tanque muerto" o "construcción de tanque vivo". "Tanque muerto" significa que el tanque del interruptor y todos sus componentes están conectados al potencial a tierra y se utilizan boquillas convencionales para conectar la fuente y la carga externas. "Tanque vivo" significa que la envolvente de metal y porcelana que contiene el mecanismo de interrupción está montada sobre una columna de porcelana aislante y, por lo tanto, está a potencial de línea.

⁷ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 17).

Además de servir como soporte aislante, esta columna puede servir como acceso para la varilla de operación o la interfaz y, en el caso de interruptores de aire, como conducto de suministro de aire. Son construcción de "tanque vivo" a 242 kV. Sin embargo, algunas unidades de tanque muerto todavía están en uso.⁸



Figura 3 Interruptor de tanque muerto

Fuente: <https://www.researchgate.net>

⁸ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 18).



Figura 4 Interruptor de tanque vivo

Fuente: <https://www.researchgate.net>

2.2.3.1 Interruptores de aceite:

Cuando se produce un arco eléctrico, el aceite en contacto se vaporiza rápidamente, formando una burbuja de gas compuesta principalmente por hidrogeno. Debido a su corto tiempo de deionización, este gas es un excelente medio de extinción y refrigerante. Además, esta gasificación provoca turbulencia en el aceite, lo que desioniza el medio. Debido a la aparición de los interruptores de SF6, estos interruptores ya no se utilizan

a) Interruptores de gran volumen de aceite.

Fue el primer interruptor en interrumpir corrientes grandes. Es un interruptor de tipo tanque muerto lleno de aceite que aísla eléctricamente y extingue arcos.

Las desventajas del interruptor de gran volumen de aceite son las siguientes:

- Requiere una cantidad significativa de aceite
- Debido a que el aceite es un combustible y a las altas presiones que pueden existir dentro del recipiente, existe el riesgo de explosión.

- La carbonización del aceite provoca una pérdida de rigidez eléctrica, lo que requiere una regeneración o renovación del aceite a intervalos regulares.

b) Interruptores con un volumen de aceite pequeño.

Interruptor creado principalmente en Europa con el fin de reducir el espacio y la cantidad de aceite necesarios debido a su alto costo y al riesgo asociado con su manejo. La principal diferencia entre los interruptores de gran volumen de aceite y los interruptores de aceite de gran volumen es que este último solo utiliza aceite para interrumpir el arco eléctrico. Para lograrlo, se utilizan pequeñas cámaras de extinción del arco en aisladores huecos o polos del interruptor. Los polos están sujetos a una columna aislante que los aísla entre sí y contra tierra. Como resultado, este tipo de interruptor es tanque vivo.⁹

2.2.3.2 interruptores que utilizan aire comprimido

Hasta la aparición del interruptor sf6, el interruptor de aire funcionaba mejor a altas tensiones; de hecho, en algún momento era el único interruptor adecuado para operar a tensiones mayores de 345 kv. El desarrollo de estos interruptores elimina el peligro de que los interruptores de aceite exploten.

Los interruptores de aire del tipo tanque vivo funcionan con tensiones entre 72,5kv y 800kv y el apagado del arco se realiza mediante el uso de un chorro de aire comprimido que elimina el aire ionizado del arco.

Los principales inconvenientes de los interruptores de aire son el alto costo de las instalaciones neumáticas y el mantenimiento frecuente necesario debido a la gran cantidad

⁹ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 19).

de válvulas y equipos de compresión, además del fuerte ruido que se produce durante la operación del equipo debido a la alta presión del aire. Con la aparición de los interruptores en SF6, estos interruptores ya no se usaban.¹⁰

2.2.3.3 El hexafluoruro de azufre gaseoso (SF6)

es un excelente medio para enfriar y aislar arcos eléctricos debido a sus propiedades químicas. Los interruptores de (SF6), a pesar de su existencia relativamente corta, ya dominan el mercado de los interruptores de alta tensión, dejando obsoletas las tecnologías de aceite y aire comprimido.

Sin embargo, para algunas aplicaciones en climas extremadamente fríos, se debe tener especial cuidado con la temperatura del ambiente porque el gas (SF6) sometido a presión se puede licuar a temperaturas bajas (6.1 bar a -25 grados Celsius o 11.2 bar a -5 grados Celsius).

2.2.4 Los seccionadores

Se les llama también separadores o desconectores. Son herramientas que se pueden usar para conectar y desconectar diferentes componentes de una instalación eléctrica, realizar operaciones o realizar mantenimiento. Estas máquinas tienen como objetivo aislar tramos de circuitos de manera visible.

El seccionador debe actuar en vacío, lo que significa que los circuitos que debe interrumpir deben estar libres de corriente. Sin embargo, debe poder soportar corrientes nominales, sobreintensidades y corrientes de cortocircuito durante un período de tiempo determinado. Por lo tanto, este dispositivo mantendrá los

¹⁰ Alcantar I. (2015).
www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas.
(pag. 19).

tramos de circuito aislados libres de tensión, lo que permitirá que los trabajadores los toquen sin riesgo.

Los seccionadores que se emplean con frecuencia en instalaciones eléctricas tienen una amplia gama de diseños y se pueden dividir en categorías según su método de accionamiento:

- Seccionadores de cuchillas giratorias.
- Seccionadores de cuchillas deslizantes.
- Seccionadores de columnas giratorias.
- Seccionadores de pantógrafo.
- Seccionadores semipantógrafos o tipo rodilla.

Sea cual fuera el tipo (de apertura horizontal o vertical y con movimiento giratorio central o lateral, pantográfico o semipantográfico) deberán permitir la observación clara y precisa de la distancia de aislamiento en aire.

Dentro de esta clasificación todos pueden tener una constitución unipolar o tripolar.

El tipo de apertura deberá elegirse teniendo en cuenta las distancias eléctricas adoptadas para el proyecto. Los de apertura lateral, por ejemplo, requieren mayores distancias entre ejes de fases que los de otro tipo.

Esta elección adquiere particular importancia cuando se trata de ampliación de instalaciones existentes, cuyas distancias pueden haber sido proyectadas para otro tipo de equipamiento. Los seccionadores de 220 kV tendrán mando motorizado para operación individual por polo de las cuchillas principales.¹¹

¹¹ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf> (pag. 1)

2.2.4.1 Seccionadores con cuchillas giratorias.

Estos dispositivos se utilizan con mayor frecuencia para tensiones medias, tanto interiores como exteriores, y pueden tener seccionadores unipolares o tripolares.

Estos seccionadores tienen una estructura simple compuesta por dos aisladores soporte de porcelana, una base o armazón metálico rígido que servirá de base para los demás componentes, un contacto fijo o pinza de contacto y un contacto móvil o cuchilla giratoria. Ambos elementos están montados en cada uno de los aisladores de porcelana.

Es importante mencionar que el uso de seccionadores unipolares puede causar desequilibrio entre las fases de una instalación, por lo que se prefieren los seccionadores tripolares, que cuentan con cuchillas giratorias de cada fase unidas por un eje común, lo que permite un accionamiento conjunto de todas las fases. Sin embargo, este tipo de seccionadores son más costosos.

Los seccionadores están equipados con dos o más cuchillas por polo en caso de alta corriente nominal. La principal distinción entre los seccionadores de cuchillas giratorias para instalación en interior y en intemperie es el tamaño y la forma de los aisladores que soportan los contactos. Los seccionadores de intemperie tienen aisladores de mayor tamaño y forma acampanada, lo que resulta en mayores líneas de fuga en los aisladores y mayores tensiones de contorno bajo la lluvia.

En muchos casos es conveniente colocar las instalaciones a tierra cuando se necesita trabajar en ellas, lo que se logra mediante la construcción de seccionadores con cuchillas de puesta a tierra accionadas por una palanca auxiliar maniobrada con la pértiga de accionamiento. Estos seccionadores están contruidos de tal manera que cuando

las cuchillas del seccionador están conectadas, las cuchillas de puesta a tierra no pueden conectarse y, recíprocamente, las cuchillas de puesta a tierra no pueden conectarse mientras el dispositivo de puesta a tierra está conectado. El enclavamiento electromecánico lo hace posible.¹²

2.2.4.2 Seccionadores de cuchillas deslizantes.

Con una estructura similar a la de los seccionadores de cuchillas giratorias descritos anteriormente, tienen la ventaja de requerir menos espacio para su operación porque sus cuchillas se mueven longitudinalmente, lo que permite su instalación en áreas más angostas. Sin embargo, en comparación con los modelos anteriores, estos seccionadores tienen una capacidad de desconexión reducida en un 70% debido al tipo de desplazamiento de las cuchillas. Seccionador con cuchillas deslizantes para uso en el interior Este modelo puede funcionar con tensiones de 400 a 630 A y de 13,2 a 33 kV.2.2.4.3

2.2.4.3 Seccionadores de columnas giratorias.

Este tipo de seccionadores se utiliza en instalaciones de intemperie y con tensiones de servicio desde 33 kV hasta 220 kV. Dentro de este tipo de seccionadores cabe distinguir dos construcciones diferentes: Seccionador de columna giratoria central o de tres columnas por polo: en este tipo de seccionador la cuchilla o contacto móvil está fijada sobre una columna aislante central que es giratoria. Con esta disposición se tiene una interrupción doble, de tal suerte que cada punto de interrupción requiere una distancia en aire igual a la mitad de la total. Las dos columnas exteriores están montadas rígidamente sobre un soporte metálico de

¹² <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf> (pag 2).

perfiles de acero galvanizado en caliente y son las encargadas de sostener los contactos fijos.



Figura 5 Seccionador de columnas giratorias

Fuente: <http://www.tk-electric.com/Spanish/NewsInfo.asp?ArticleID=227#list>

2.2.4.4 Seccionadores de pantógrafo.

Los seccionadores de pantógrafo se utilizan para conectar líneas y barras que se encuentran a diferentes alturas y cruzadas entre sí, lo que facilita la construcción y ejecución de instalaciones de distribución de alta tensión en condiciones de intemperie.

Se diferencia de los seccionadores anteriores mencionados en términos de concepto al eliminar el contacto fijo de cada fase y conectar el contacto móvil directamente sobre la línea a través de un contacto especial instalado en ella.

Son seccionadores de un solo poste aislante que sostiene el componente móvil. Esta está compuesta por un sistema mecánico de barras conductoras similares a los pantógrafos

de las locomotoras eléctricas. La parte fija, conocida como trapecio, está colocada directamente sobre el pantógrafo a través de un cable o tubo que forman las barras. Esto permite que el contacto móvil se conecte con la mordaza fija al elevarse, cerrando el circuito.¹³

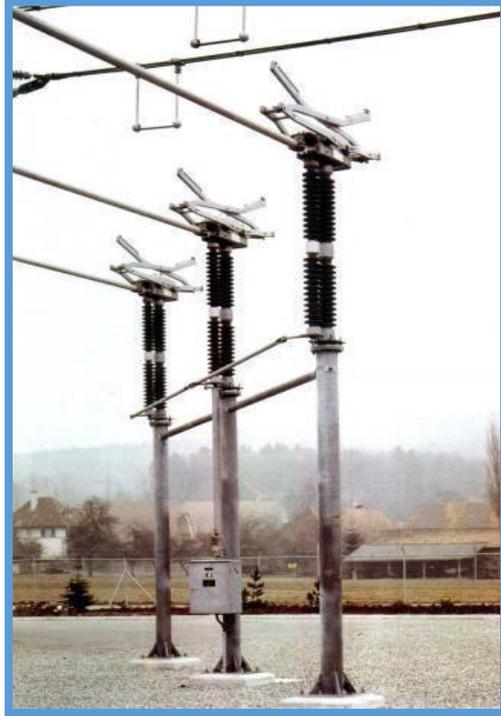


Figura 6 Seccionadores de pantógrafo.

Fuente: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf>

2.2.4.5 Seccionadores semipantógrafos o tipo rodilla.

El seccionador tipo rodilla pertenece al grupo de los seccionadores de palanca. El brazo del seccionador, que constituye el contacto móvil, se mueve en un plano vertical y abierto genera un espacio del aislamiento horizontal. La alta confiabilidad operacional y el diseño simple son ventajas típicas de este tipo constructivo.

¹³ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf> (pag. 7).

La caja de mando (9), los aisladores soporte (5), el aislador rotativo (6) y el mecanismo de accionamiento (3) son idénticos que los usados para el seccionador tipo pantógrafo. El contacto móvil (1) consiste en dos brazos paralelos unidos entre sí y articulados en un punto (rodilla). El contacto móvil es conducido en uno de sus extremos por el mecanismo de giro (3) mientras que el extremo libre se introduce casi horizontalmente en el contacto fijo (4) y es asegurado en la posición cerrada por una guía (2) vinculada al mecanismo de giro.

El cierre confiable está garantizado incluso si el tiro de los conductores cambia como resultado de fluctuaciones de la temperatura o de cortocircuitos.

El mecanismo de giro acomoda en su interior el sistema de palanca para transmitir las fuerzas mecánicas y los resortes para contrapesar la masa intrínseca del contacto móvil.

El sistema de palanca alcanza una posición central muerta en ambas posiciones finales del contacto móvil en las cuales el seccionador es bloqueado y las partes móviles son aliviadas de carga mecánica.¹⁴

¹⁴ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf> (pag 10).

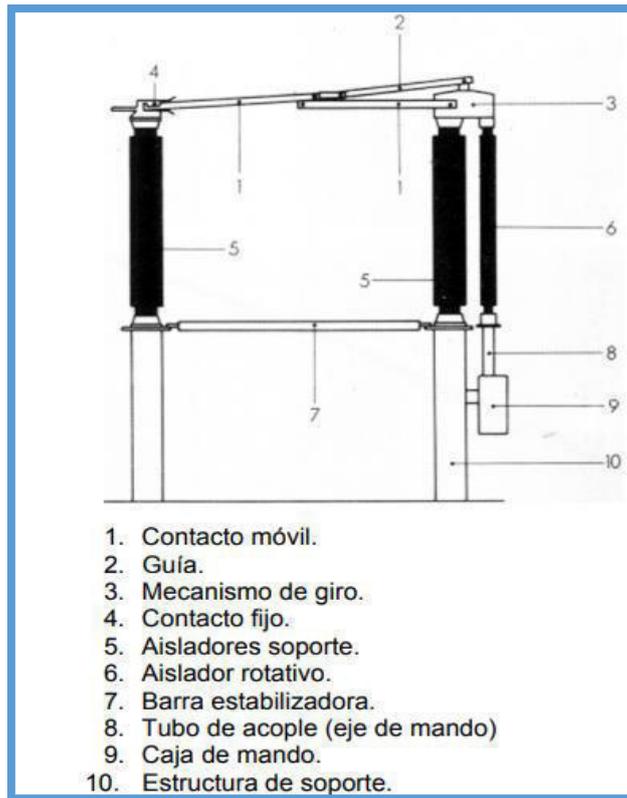


Figura 7 Seccionadores semipantógrafos o tipo rodilla.

Fuente: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf>

2.2.5 Transformadores de tensión

Son aparatos en donde la tensión secundaria dentro de las condiciones normales de operación es prácticamente proporcional a la tensión primaria, aunque un poco desfasada. Su principal función es transformar la tensión y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

El primario del transformador se conecta en paralelo al circuito por controlar y el secundario en paralelo con las bobinas de tensión de los aparatos de medición y protección que se requieren energizar. A diferencia de los transformadores de corriente, los de potencial se constituyen de un solo embobinado secundario¹⁵

¹⁵ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/seccionadores.pdf> (pag. 17).



Figura 8 Transformadores de tensión

Fuente: propia

2.2.6 Transformadores de corriente

Son aparatos en que la corriente secundaria, dentro de las condiciones normales de operación, es prácticamente proporcional a la corriente primaria, aunque ligeramente desfasada. Desarrollan dos tipos de función; transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

El primario del transformador se conecta en serie con el circuito por controlar y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y protección que requieren ser energizados.

Un transformador de corriente puede tener uno o varios secundarios, embobinados a su vez sobre uno o varios circuitos magnéticos. Si el aparato tiene varios circuitos magnéticos, se comporta como si fueran varios transformadores diferentes.¹⁶

¹⁶ <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/moduloii.pdf> (pag. 2).



Figura 9 Transformadores de corriente

Fuente: propia

2.2.7 Pararrayos

Dispositivos eléctricos que reducen la cantidad de sobretensiones generadas por descargas atmosféricas u operación de interruptores y conducen las corrientes generadas por estas sobretensiones a tierra.

Los cuernos de arqueo, los pararrayos autovalvulares y los pararrayos de óxidos metálicos son los tres grupos en los que se encuentran los pararrayos. Actualmente, estos son los más utilizados.¹⁷

2.2.7.1 Pararrayos cuernos de arqueo

Es el método más sencillo y económico de salvaguardar los equipos de distribución. Es necesario que puedan soportar la tensión nominal más alta del sistema y realizar la descarga cuando se produzca una sobretensión.

Una vez que se produce el arco, no pueden eliminar la corriente de 60 ciclos que precede a la corriente transitoria, lo que provoca una falla a tierra que debe ser reparada por

¹⁷ <https://es.slideshare.net/doncarlosskate/subestaciones-electricas-72953741> (pag. 36 -38)

el sistema de protección. Este inconveniente causa una interrupción, lo que limita su uso.

2.2.7.2 Pararrayos autovalvulares.

Los pararrayos de tipo autovalvular están formados por un entrehierro y una resistencia no lineal. La resistencia del entrehierro tiene una alta impedancia a la corriente que sigue a la transitoria porque descarga las corrientes transitorias a tierra con una baja tensión de descarga.

La corriente de descarga durante una sobretensión causada por descargas atmosféricas alcanza niveles de miles de amperes durante una sobretensión, pero disminuye luego a cientos de amperes una vez que se disipa la sobretensión. Ante cualquier sobretensión momentánea que permanezca en las terminales del pararrayos, los entrehierros deben interrumpir esa corriente posterior y permanecer bloqueados.

Durante una sobretensión, la resistencia presenta poca oposición y la corriente transitoria y fluye libremente.¹⁸

2.2.7.3 Pararrayos de óxidos metálicos

Es un dispositivo de protección contra sobretensiones que se basa en las propiedades semiconductoras de los óxidos metálicos, como el óxido de zinc (ZnO). Debido a sus características de no linealidad superiores a las del carburo de silicio, así como a sus bajas pérdidas a tensiones nominales, se ha eliminado el uso de entrehierro, lo que ha reducido el tamaño y peso de estos equipos.

¹⁸ <https://es.slideshare.net/doncarlosskate/subestaciones-electricas-72953741> (pag. 40).

Este pararrayos mejora el nivel de protección del sistema descargando únicamente a un valor de corriente predeterminado debido a su característica tensión-corriente.

Es fundamental tener en cuenta la temperatura de operación porque su comportamiento es sensible a la temperatura. A medida que aumenta la temperatura ambiente, la energía que debe disipar el pararrayos aumenta, lo que aumenta la corriente a través del pararrayos, lo que aumenta la temperatura del equipo.

Debido a esto, el pararrayos nunca debe superar su capacidad térmica, ya que de lo contrario podría fallar.¹⁹



Figura 10 Pararrayos de óxido metálico

Fuente: <http://www.sectorelectricidad.com>

2.2.8 Configuraciones de conexión de barras

La configuración de conexión de barras se refiere a aquellos en los que cada circuito tiene un interruptor y se pueden conectar

¹⁹ <https://es.slideshare.net/doncarlosskate/subestaciones-electricas-72953741> (pag. 41).

seccionadores a una o más barras. Las configuraciones que se utilizan con mayor frecuencia son:

2.2.8.1 Barra sencilla

Es una configuración que utiliza un solo barraje colector y un interruptor para conectar los circuitos.

Es económico, simple, fácil de proteger y ocupa poco espacio. Además, no hay muchas posibilidades de que funcione mal. La principal desventaja es la falta de confiabilidad, seguridad y flexibilidad, lo que obliga a suspender el servicio en su totalidad para realizar revisiones o reparaciones en la barra colectora o en el circuito. Sin embargo, al seccionar el barraje en dos partes, se puede realizar una reparación más fácil y se logra una mayor confiabilidad y flexibilidad.²⁰

2.2.8.2 Barra principal y barra de transferencia

Para aumentar la confiabilidad en caso de fallas de interruptores en la configuración de barra simple, se puede añadir una barra auxiliar o de transferencia. En esta configuración, cada circuito cuenta con un seccionador (de transferencia) para conectarse a dicha barra y un interruptor (de transferencia) para unir las dos barras, lo que crea una configuración conocida como barra principal y de transferencia.

Esta configuración permite que cada circuito se conecte a la barra de igual nombre a través del interruptor de transferencia. Esto mantiene el servicio del equipo correspondiente durante el mantenimiento del interruptor o durante las fallas del interruptor, siempre y cuando no haya fallas en el circuito, lo que demuestra la confiabilidad de la

20

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8474/6213126083.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (pag.48).

configuración en estas condiciones. Aunque requiere un interruptor de transferencia, esta configuración tiene un costo inicial y final bajo.²¹

2.2.8.3 Doble barra

La configuración de doble barra se puede formar agregando una segunda barra principal y un interruptor para unir las dos barras para aumentar la flexibilidad de la barra simple.

Esta configuración es adaptable al permitir la separación de circuitos en cada barra, lo que permite la división de sistemas. Además, es confiable y se puede realizar mantenimiento en las barras sin interrumpir el servicio.

2.2.8.4 Doble barra más seccionador de by-pass o paso directo

Reúne las características de la doble barra, la barra de transferencia y la barra principal, pero no todas al mismo tiempo. Esto se logra con la doble barra conectando un seccionador de by-pass o paso directo a cada salida del interruptor y agregando otro seccionador cerca del interruptor para aislarlo. Complementariamente a la operación normal de doble barra, con estos seccionadores adicionales se puede operar la subestación, con una barra siendo la principal y la otra la de transferencia. Para cualquier interruptor de línea en mantenimiento, se puede usar el interruptor de acoplamiento como de transferencia. Esta configuración requiere un mayor número de equipos

21

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8474/6213126083.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (pag.49).

por campo, lo que hace que la subestación sea más costosa y difícil de operar.²²

2.2.8.5 Doble barra más seccionador de transferencia

Esta configuración utiliza un seccionador menos que la anterior. Para lograr esta configuración de manera práctica, se necesitan seccionadores de tipo pantógrafo o semipantógrafo (con conexión o desconexión vertical), o seccionadores instalados en los pórticos de la subestación en al menos una de las conexiones a las barras.

Las características generales son las mismas que las de la doble barra con seccionador de by.pass. En niveles de 220 kV, esta disposición tiene un amplio campo de aplicación en Europa.

En comparación con las configuraciones anteriores, es una desventaja que requiere una mayor área.²³

²²

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8474/6213126083.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (pag.53).

²³

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8474/6213126083.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (pag.55).

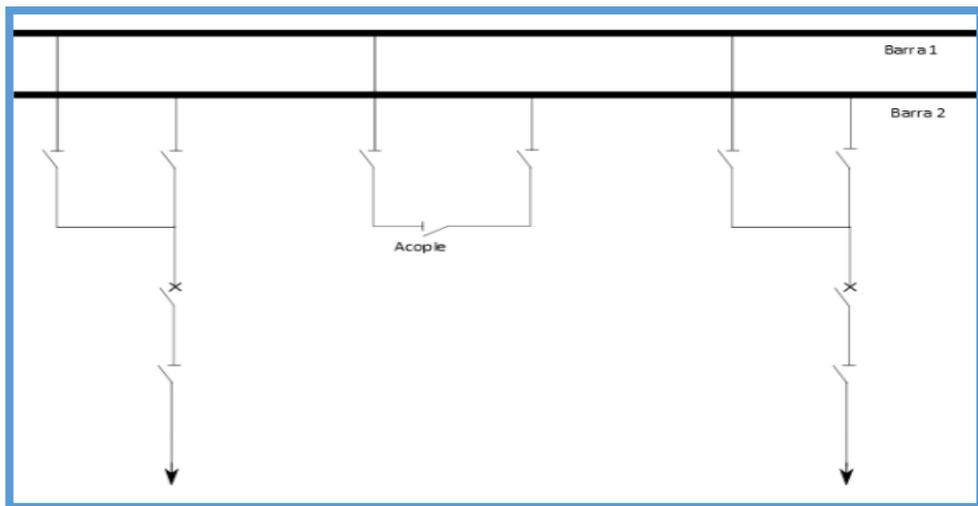


Figura 11 Configuración de barra doble

Fuente: <https://www.researchgate.net>

2.3 Definición de términos básicos

- El término "transformador" se refiere a un dispositivo que puede transformar la tensión de una corriente eléctrica alterna en una corriente eléctrica continua sin alterar su potencia.
- Los devanados son un componente de un circuito eléctrico que se compone de un hilo conductor aislado que se devana repetidamente.
- Bobinas: son un elemento pasivo de un circuito eléctrico que consiste en un alambre aislado que se enrolla en forma de hélice. Como resultado de esto, el fenómeno conocido como autoinducción le permite almacenar energía en un campo magnético
- La corriente es el flujo de carga eléctrica que atraviesa un material debido al movimiento de electrones dentro de él. La intensidad de corriente eléctrica se define como la cantidad de carga por unidad de tiempo y su unidad es los Amperios (A).
- La tensión es una magnitud física que mide la variación en el potencial eléctrico entre dos lugares. El campo eléctrico ejerce

trabajo sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones específicas.

- Resistencia: la resistencia de un conductor a la corriente eléctrica. La reactancia se expresa en ohmios y es la oposición al paso de una corriente alterna que proporciona una inductancia o capacidad pura a un circuito.
- La potencia es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo, o la cantidad de energía que un elemento entrega o absorbe en un momento determinado.
- El aislamiento es un material que resiste la corriente eléctrica a través del semiconductor y lo mantiene a lo largo del semiconductor. Dicha sustancia se conoce como aislante eléctrico.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Modelo de solución propuesto

La propuesta de “Montaje electromecánico” para la ampliación de transformación en 50 MVA y la modificación de la configuración barra simple a doble barra en la subestación zorritos, consta de efectuar el análisis de precios unitarios de las actividades, que conforman el presupuesto.

En este proyecto se presenta la descripción de las obras requeridas para la construcción e implementación de la ampliación y cambio de configuración de la subestación Zorritos 220 kV / 60 kV / 22,9 kV .

3.1.1 Ubicación del proyecto

La subestación Zorritos 220 kV / 60 kV / 22,9 kV está ubicada en el distrito Zorritos, en la provincia de Contralmirante Villar, en el departamento de Tumbes, a una altitud de 41 m.s.n.m. aproximadamente.

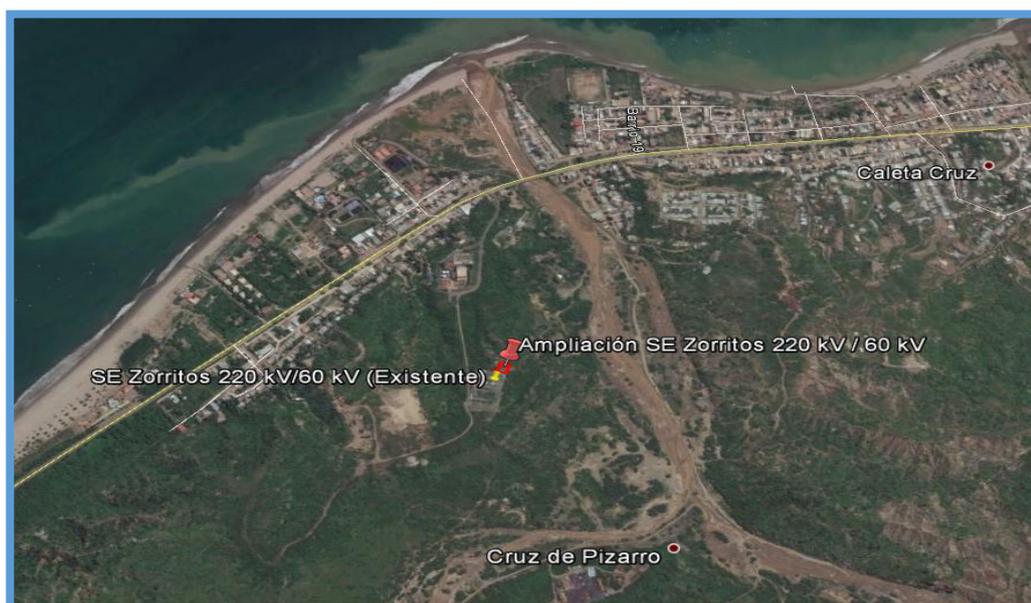


Figura 12 Ubicación de la Ampliación de la Subestación Zorritos

Fuente: Isa Rep Pdi

3.1.2 parámetros ambientales del sistema

Los parámetros ambientales aplicables a la zona del proyecto se muestran en la Tabla

Tabla 1
Parámetros ambientales de la zona

Parámetro	Unidad	Valor
a. Altura sobre el nivel del mar	m.s.n.m.	41
b. Temperatura		
• mínima	°C	14
• media	°C	24.5
• máxima	°C	35
c. velocidad de viento promedio	km/h	70
d. humedad relativa mensual		
• mínima promedio	%	50.5
• media	%	60.6
• máxima promedio	%	71.4
e. características sísmicas		
• riesgo sísmico		Alto

Fuente: Isa Rep Pdi

3.1.3 Descripción técnica de la subestación

Configuración de la subestación

Forma parte del alcance del proyecto los siguientes cambios de configuración:

- En 220 kV, cambio de configuración de barra principal más barra de transferencia a doble barra.
- En 60 kV, cambio de configuración de simple a doble barra

Implementación banco de capacitores de 20 mvar

Forma parte del alcance del proyecto los siguientes la implementación de 02 bancos de capacitores en 60 kV distribuidos de la siguiente manera:

- Un banco de capacitores a 1/3 de la capacidad nominal. Esto es a 6,7 MVAR

- Un banco de capacitores a 2/3 de la capacidad nominal. Esto es a 13,3 MVAR.

Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento, para la altura de instalación del proyecto, se determina con base al estudio realizado según referencia. Los principales niveles de aislamiento se muestran en la Tabla.

Tabla 2
Principales niveles de aislamiento

Descripción	Unidad	valor		
a. Tensión de operación del sistema	kV	220	60	22,9
b. Máxima tensión de diseño del equipo	kV	245	72.5	24
c. Frecuencia asignada	Hz	60	60	60
d. Nivel de aislamiento				
• Tensión soportada al impulso tipo rayo (Up)	kV	1050	325	125
• Tensión soportada a la frecuencia industrial (Ud)	kV	460	140	50
e. Puesta a tierra (sólido / a través de alta impedancia / aislado).	Tipo	Sólido	Sólido	Aislado
f. Corriente de corta duración admisible asignada				
• Para especificación de equipos	kA	31.5	25	25
• Para diseño de la instalación	kA	31.5	25	25

Fuente: Isa Rep Pdi

3.1.4 Descripción del proyecto

La ampliación y cambio de configuración de la subestación Zorritos 220 kV / 60 kV / 22,9 kV, así como la implementación de los bancos de capacitores en 60 kV, se realizarán con equipamiento tipo convencional (aislado en aire), con niveles de conexión y distancias eléctricas conforme al nivel de aislamiento y según las distancias existentes.

3.1.4.1 Obras Electromecánicas

- Montaje de Transformador de potencia
- Suministro e Instalación de equipamiento en alta tensión en 220 kV. Esto es interruptores de potencia, seccionadores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, pararrayos.
- Suministro e Instalación de equipamiento en alta tensión en 60 kV. Esto es interruptores de potencia, seccionadores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, pararrayos, banco de capacitores, filtro de armónicos, transformadores de corriente de desbalance, aisladores soporte, terminales cables de energía,
- Suministro e instalación de estructuras metálicas de pórticos (nuevos y reforzamiento de existentes) y soportes de equipos de 220 kV.
- Suministro e instalación de estructuras metálicas de pórticos (nuevos y reforzamiento de existentes) y soportes de equipos de 60 kV.
- Suministro e instalación de la malla a tierra y su conexión a los equipos y estructuras asociados al proyecto de la subestación.
- Suministro e Instalación de gabinetes en caseta de campo existente de 220 kV. Esto es 02 gabinetes de control y protección del nuevo transformador T116-262, 01 gabinete de regulación automática del transformador y 01 gabinete para el acople
- Suministro e Instalación de los sistemas de control, protección, medida, registradores de falla para las nuevas instalaciones en 60 kV, los mismos que constarán de nuevos tableros (06) a implementar en la nueva caseta de campo. Esto es : 01 gabinete de control y protección de acople en 60 kV, 02 gabinetes de control y protección, registradores de fallas de las nuevas bahías de los bancos de capacitores en

60 kV. Y 03 gabinetes de control y protección con medidores existentes relacionados a las tres celdas de líneas en 60 kV.

- Desmontaje de Tableros existentes en caseta de control principal relacionados al control, protección, medición de las tres celdas de línea de 60 kV.
- Suministro e instalación de cables de control y fuerza relacionados a las nuevas instalaciones y complemento de las existentes en 220 kV.
- Suministro y Aplicación de siliconeado de la porcelana que forma parte de los nuevos equipos suministrados en este proyecto.
- Desmontaje de tableros que quedan fuera de servicio incluyendo los cables de control y fuerza asociados.
- Pruebas y puesta en servicio.

3.1.4.2 Distancias seguras y mínimas

Los valores de las distancias mínimas y de seguridad para el nivel de tensión de la subestación, según el documento de referencia, se indican a continuación.

Tabla 3
Distancias mínimas de seguridad eléctrica

Tensión nominal (kV)	Tensión máxima de operación (kV)	Distancia mínima (según IEC) (mm)			
		Fase – tierra		Fase - fase	
		Punta-estructura	Conductor-estructura	Conductor-conductor	Punta-Conductor
220	245	2100	1900	2100	1900
60	72,5	630	630	630	630
22,9	24	220	220	220	220

Fuente: código nacional de electricidad

3.1.5 Descripción del tipo de equipamiento.

Para adaptarse a las condiciones ambientales presentes en el sitio de la subestación, se instalará equipamiento convencional con una distancia de fuga específica fase-fase de 31 mm/kV.

3.1.5.1 Características de los interruptores

Los interruptores para 220 kV y 60 kV que se instalarán serán del tipo tanque vivo, con extinción del arco en SF₆, con mando local y/o remoto. Modelos 3AP1FI para 220 kV y 3AP1FI para 72,5 kV (interruptores de las celdas de los capacitores) y 3AP1FG para 72,5 kV (acople y celda del nuevo transformador T116-262).

Para el interruptor de potencia asociados al campo de acople y a la celda de transformación 60 kV serán de accionamiento tripolar. Los interruptores para 22,9 kV que se instalarán en la celda de media tensión serán del tipo interior y con medio de extinción en vacío. Los equipos tendrán las siguientes características generales:

Tabla 4
Características Técnicas de los interruptores

Descripción	Unidad	valor		
		220kv	60kv	22,9kv
Medio de extinción		SF ₆	SF ₆	vacío
Tensión asignada	kV	245	72,5	24
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000	1600	800
Corriente de cortocircuito	kA	31,5	25	25
Duración del cortocircuito asignada	s	1	1	1
Tiempo total de apertura	ms	48	53	=< 50

Fuente: Manuales de Usuario – Siemens

3.1.5.2 Características de los seccionadores

Los seccionadores serán tipo apertura central, motorizados con mando local y remoto. Modelos SGC-245, SGC-72/1600, SGCP-72/1250 y las cuchillas SPTE – 72. Sus características generales son las siguientes:

Tabla 5
Características Técnicas de los seccionadores

Descripción	unidad	220kv	60kv	
Tipo de ejecución		exterior	exterior	exterior
Corriente asignada en servicio continuo	A	2000	1600	1250
Poder de corte asignado en cortocircuito	kA	40	31,5	31,5
Duración del cortocircuito asignada	s	1	1	1

Fuente: Manuales de Usuario – Siemens

3.1.5.3 Características de los transformadores de medida

a) Características del transformador de corriente Los transformadores de corriente serán Arteché modelos CA-245 para 220 kV y CA 72 para 60 kV . y tendrán las siguientes características principales:

Tabla 6
Características Técnicas de los transformadores de corriente

Descripción	Unid.	valor				
		220kv	60kv			22,9kv
Corriente asignada en servicio continuo	A	400 - 800	1000 - 2000	400 - 800	300 - 600	300 - 600
Corriente secundaria asignada	A	1	1	1	1	1
Corriente de cortocircuito térmica	kA	31,5	25	31,5	25	25
Duración del cortocircuito asignada	s	1	1	1	1	1

Fuente: Manuales de Usuario – Arteché.

a) Características del transformador de tensión Los transformadores de tensión serán Arteché Modelos DFK-245 para 220 kV y DDB-72 para 60 kV del tipo capacitivo, inmersos en aceite. Las características principales se indican a continuación:

Tabla 7
Características Técnicas de los transformadores de tensión

Descripción	Unid.	valor		
		220kv	60kv	22,9kv
Número de devanados secundarios		3	3	3
Tensión primaria para el sistema.	kV	$220\sqrt{3}$	$60\sqrt{3}$	$22,9\sqrt{3}$
Tensión secundaria para el sistema.	V	$100\sqrt{3}$	$100\sqrt{3}$	$100\sqrt{3}$

Fuente: Manuales de Usuario – Artech

3.1.5.4 Características de los descargadores de sobretensión

Los descargadores de sobretensión serán de ZnO, a instalar con contadores de descarga para los niveles de tensión 220 kV y 60 kV. Modelos 3EL3 198-4PL424XF1 para 220 kV y 3EL2-060-2PF31-4XF1 para 60 kV. Las características principales se indican a continuación:

Tabla 8
Características Técnicas descargadores de sobretensión

Descripción	Unid.	valor		
		220kv	60kv	22,9kv
a. Tensión asignada.	kV	198	60	30
b. Tensión continua de operación.	kV	158	48	24
c. Corriente de descarga asignada.	kA	20	10	10
d. Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión.	kA	65	65	-
e. Clase de descarga de línea	-	4	3	2

Fuente: Manuales de Usuario – Siemens

3.1.5.5 Características de los aisladores

Los aisladores serán tipo poliméricos del proveedor Silicon con el nivel de aislamiento definido teniendo en cuenta las características del sistema y la altura de instalación, determinándose los esfuerzos electromecánicos según los datos de viento, sismo y cortocircuito de cada sitio. Los aisladores poliméricos tipo poste tendrán las siguientes características principales:

Tabla 9
Características Técnicas de los aisladores

Descripción	Unid.	valor	
		220kv	60kv
a. Tensión máxima de equipo	kV	245	72,5
b. Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo	kV	1597	560
c. Longitud mínima de fuga	mm	8000	3160
d. Distancia de Arco	mm	2370	990
e. Resistencia en cantiléver.	kN	10	12

Fuente: Manuales de Usuario – Siemens

3.1.5.6 Características del transformador de potencia

El transformador de potencia, el cual dicho suministro corresponde al proveedor Hidrostal (en un contrato aparte con el cliente final) tiene las siguientes características principales:

Tabla 10
Características Técnicas del transformador de potencia

Descripción	Unid.	valor
Tensión asignada		
a) Devanado de alta tensión	kV	220
b) Devanado de media tensión	kV	60
c) Devanado de baja tensión	kV	22,9
Tipo de refrigeración		Onan/onaf
Conexión del autotransformador		YN , yn0, d11
Conexión del neutro	kV	Sólido a tierra
Potencia de transformación requerida	MVA	50/50/20 (ONAN) 65/65/25 (ONAF)
Corriente de cortocircuito	kA	31,5/25/25
Tipo de unidad		Trifásico
Cambiador de tomas bajo carga		
a) Localización		Centro de estrella del devanado 1
b) Pasos positivos		8
c) Pasos negativos		8
d) Porcentaje de los pasos		1,25

Fuente: Manuales de Usuario – Weg

3.1.6 especificaciones de montaje electromecánico.

a) Equipos de alta tensión

Los equipos de alta tensión deben quedar montados con todos sus accesorios incluyendo conexiones en alta tensión (entre equipos y con las barras y tendidos superiores y de entrada de circuito), mecanismo de operación, gabinete de mando, cajas terminales, conexiones internas y externas, tuberías para conexión externa, puesta a tierra de la estructura soporte, equipo y gabinete de mando.

Todas las partes móviles de los equipos de maniobra deben instalarse en forma exacta, ensayando el funcionamiento de las mismas y haciendo los ajustes necesarios que determine el Control de obra en la obra, hasta obtener una correcta operación.

Se tendrán todas las precauciones necesarias para que todos los equipos queden con el alineamiento correcto y dentro de las tolerancias especificadas.

Para los interruptores debe realizarse su completo ensamble, procediendo al llenado con SF6 a la presión especificada por el fabricante, efectuando el ajuste necesario en su mecanismo de operación. Así mismo, es alcance de El Contratista la prueba del relé de mando sincronizado suministrado con el interruptor.

Para los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra, debe tenerse especial cuidado en su reglaje, es decir, en la calibración de penetración de los contactos y el adecuado ajuste mecánico de estos y de su mecanismo de operación.

En los transformadores de corriente se debe verificar la correcta conexión de los puentes necesarios para ajustar la relación de transformación adecuada. Adicionalmente, se verificará para estos equipos, el correcto funcionamiento de los indicadores de nivel de aceite.

En los pararrayos se debe tener especial cuidado en la conexión en cable aislado o barra entre el terminal de tierra del pararrayos y el contador de descargas y de este a tierra.

En los transformadores de tensión El Contratista será responsable de todas las actividades necesarias y suministros para el montaje de los transformadores de tensión de acuerdo con lo indicado en los manuales del fabricante y los planos y documentos de ingeniería del proyecto, así como el conexionado desde las cajas terminales de cada transformador de tensión hasta la caja de agrupamiento ubicado en la fase central del equipo.

Los bancos de condensadores y los equipos asociados Reactancia de amortiguamiento y transformador de corriente de desbalance serán montados sobre sus estructuras, con todos sus accesorios incluyendo conectores, conexiones en alta tensión y otros, de acuerdo con lo indicado en los manuales del fabricante.

b) Transformador de potencia

El transformador de potencia a instalar es aislado en aceite y contará con gabinete terminal, gabinete del OLTC (ON-LOAD TAP CHARGER), gabinete de control remoto de OLTC. Será responsabilidad de El Contratista apoyar en las labores de descarga, colocarlos en su sitio exacto, alinearlos, ensamblarlos y tratar el aceite. Si posterior a los trabajos realizados por El Contratista, resultan trabajos adicionales para corregir alineamientos y otros producidos por anomalías durante la descarga; estos serán asumidos por El Contratista. El Contratista también instalará las bombas, ventiladores, radiadores, válvulas y demás accesorios según aplique y montará los gabinetes correspondientes, lo mismo que realizará la conexión a tierra de los equipos. Será obligación de El Contratista el llenado y tratamiento de aceite, incluyendo el suministro de herramientas, equipo de montaje y demás accesorios.

Las plantas de tratamiento de aceite serán suministradas por El Contratista, al igual que las plantas de energía que se requieran para alimentar a las plantas de tratamiento de aceite. El tratamiento del aceite se hará hasta que a juicio del Control de obra y mediante

las pruebas adecuadas, se demuestre el cumplimiento de los parámetros exigidos.

Para la aprobación de las máquinas de vacío, de tratamiento de aceite y la máquina de llenado de aceite, El Contratista deberá presentar al Control de obra todos los documentos de calidad y mantenimiento de las máquinas que demuestren el perfecto estado de sus equipos.

c) Equipos de media tensión

Se deben estudiar previamente los manuales de montaje y seguir paso a paso las instrucciones correspondientes bajo la dirección de los ingenieros o técnicos de montaje de los equipos de media tensión. Para el caso de las celdas de media tensión, estas deben quedar completamente ensambladas, ancladas, con puesta a tierra, con todos sus elementos y accesorios, cableadas y conexionadas individualmente y entre sí en media y baja tensión, de acuerdo con los planos definitivos debidamente aprobados y bajo la supervisión del Ingeniero o técnico de montaje de las celdas

3.2 RESULTADOS

3.2.1 Presupuesto del montaje electromecánico

Para realizar el proyecto de ampliación de la subestación zorritos tenemos que tener en cuenta la inversión que se necesita, para ello realizamos un presupuesto detallado de cada actividad a desarrollarse, haciendo uso de herramientas virtuales que nos permiten un mejor resultado. Al realizar el presupuesto mostrado a continuación, utilizamos previamente un análisis de precios unitarios y un diagrama de Gantt los cuales mostraremos mas adelante, también podemos ver el precio de cada actividad en dólar y en nuevo sol los cuales son referenciales.

Tabla 11
Presupuesto general del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL (US\$)	PRECIO TOTAL (S/.)
1.00	MONTAJE DE EQUIPOS DE PATIO 220 kV	138755.00	459279.05
2.00	MONTAJE DE EQUIPOS DE PATIO 60 kV	177056.00	586055.36
3.00	MONTAJE DEL SISTEMA DE CABLES DE ENERGÍA 72,5 kV	89661.00	296777.91
4.00	MONTAJE DE PORTICOS METALICOS 220 kV	16044.60	53107.63
5.00	MONTAJE DE PORTICOS METALICOS 60 kV	26426.40	87471.38
6.00	MONTAJE DE SISTEMA DE TEMPLAS, BARRAS, CADENA DE AISLADORES, CONEXIONES PRIMARIAS Y BAJANTES	86829.00	287403.99
7.00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO	22462.00	74349.22
8.00	SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR EN PATIO DE LLAVES 220 kV Y PERIMETRO DE LA SE	41527.00	137454.37
9.00	INSTALACION DE PLACAS DE IDENTIFICACION Y NOMENCLATURA OPERATIVA	7172.00	23739.32
10.00	MONTAJE DE GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL, PROTECCION, Y MEDICION EN NUEVA CASETA DE CAMPO	20952.00	69351.12
11.00	MONTAJE DE GABINETES Y/O EQUIPOS DE CONTROL, PROTECCION, MEDICION, EN SALA EXIST. SE ZORRITOS 220 kV	14147.00	46826.57
12.00	MONTAJE DE GABINETES Y/O EQUIPOS DE CONTROL, PROTECCION, MEDICION, EN SALA DE CONTROL PRINCIPAL EXIST. SE ZORRITOS	4719.00	15619.89
13.00	MONTAJE DE EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES Y EQUIPOS ASOCIADOS	53324.00	176502.44
14.00	INSTALACIONES DE EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO Y SILICONEADO DE PORCELANA DE EQUIPOS	22934.00	75911.54
15.00	INSTALACION DE CABLES DE CONTROL Y FUERZA, COMUNICACIONES	59459.00	196809.29
16.00	PERSONAL TECNICO DE APOYO - SISTEMAS DE CONTROL	19631.04	64978.74
17.00	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	148176.00	490462.56
18.00	CONFIGURACIONES EN INGENIERÍA SECUNDARIA, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	75504.00	249918.24
TOTAL		1024779.04	3392018.62

FUENTE: PROPIA

3.2.1.1 análisis de precios unitarios

El presente análisis de precios unitarios nos permite realizar el cálculo económico de cada actividad teniendo en cuenta cada uno de los materiales, herramientas y mano de obra que se requiere para dichas actividad. En los ejemplos mostrados a continuación, podemos observar el costo por el uso de la camioneta y el camión con brazo hidráulica, también el gasto del personal que se encargara de la actividad

Tabla 12
Análisis de precios unitarios ejemplo 1

REF	FORMULARIO : ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
1.050						
OBRA:	"PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN EN 50 MVA Y LA MODIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BARRA SIMPLE A DOBLE BARRA EN LA SUBESTACIÓN ZORRITOS A NIVEL DE 220 KV Y 60 KV"			costo	lugar	
PARTIDA	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 245 kV / 460 kV / 1050 kV, 40 Ka			TABLA DE RENDIMIENTOS (En 8 horas) en		
	ESPECIFICACION	CANTID.	HORAS	REN.CUADRILLA	0.3	
	Camioneta 1000 Kg.	0.20	1.6	FACTOR REND.	0.9	
	Camión Brazo H. 10 T.	1.00	8.0	REN.EQUIPOS	0.3	
				PERSONAL BASE :		
				JEFE GRUPO	1 = 8	
				TECNICO	3 = 24	
				OFICIAL	1 = 8	
				PEON	1 = 8	
COD	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
		UNID	CANTID.	UNITARIO	PARCIAL	SUB TOTAL
	Mano de obra:					
	Jefe de grupo	H.H.	29.63	21.40	634.07	
	Técnico	H.H.	88.89	13.91	1236.44	
	Oficial	H.H.	29.63	11.77	348.74	
	peón	H.H.	29.63	10.65	315.45	
						2534.71
	Herramientas y equipos					
	Herramientas v. y eq. seguridad	EST.	19%		481.60	
	Camioneta 1000 Kg	H.M	5.33	41.34	220.48	
	Camión Brazo H. 10 T.	H.M	26.67	4000	4000	
						4702.08
COSTO UNITARIO DIRECTO S/.						7236.79

FUENTE: PROPIA

Tabla 13
Análisis de precios unitarios ejemplo 2

REF	FORMULARIO : ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
2.110						FECHA 30/03/2019
OBRA:	"PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN EN 50 MVA Y LA MODIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BARRA SIMPLE A DOBLE BARRA EN LA SUBESTACIÓN ZORRITOS A NIVEL DE 220 KV Y 60 KV"				COSTO POR UNID.	LUGAR TUMBES
PARTIDA	MONTAJE DE PARARRAYOS POLIMERICO UR=60 KV, UC=48 KV, 10 KA				TABLA DE RENDIMIENTOS (En 8 horas) en	
	ESPECIFICACION	CANTID.	HORAS		REN.CUADRILLA	0.4
	Camioneta 1000 Kg.	0.20	1.6		FACTOR REND.	0.8
	Camión Brazo H. 10 T.	1.00	8.0		REN.EQUIPOS	0.4
					PERSONAL BASE :	
					JEFE GRUPO	1 = 8
					TECNICO	2 = 16
					OFICIAL	1 = 8
					PEON	1 = 8
COD	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
		UNID	CANTID.	UNITARIO	PARCIAL	SUB TOTAL
	Mano de Obra:					
	Jefe de grupo	H.H.	25.00	21.40	535.00	
	Técnico	H.H.	50.00	13.91	695.50	
	Oficial	H.H.	25.00	11.77	294.25	
	peón	H.H.	25.00	10.65	266.16	
						1790.91
	Herramientas y Equipos					
	Herramientas v. y eq. seguridad	EST.	19%		340.27	
	Camioneta 1000 Kg	H.M	4.00	41.34	165.36	
	Camión Brazo H. 10 T.	H.M	20.00	150.00	3000.00	
						3505.63
COSTO UNITARIO DIRECTO S/.						5296.55

FUENTE: PROPIA

3.2.2 Diagrama de Gantt

En nuestro grafico de barras también llamado diagrama de Gantt muestra la relación entre actividades pudiendo observarla con detalle la duración de cada una de ellas, también las actividades críticas, en este caso la actividad critica es la movilización y entrega del transformador, haciendo uso del diagrama podemos tomar precauciones para la realización de dicha actividad, también nos permite administrar mejor nuestros recursos (herramientas y trabajadores) trasladándolos a realizar las actividades en los momentos oportunos.

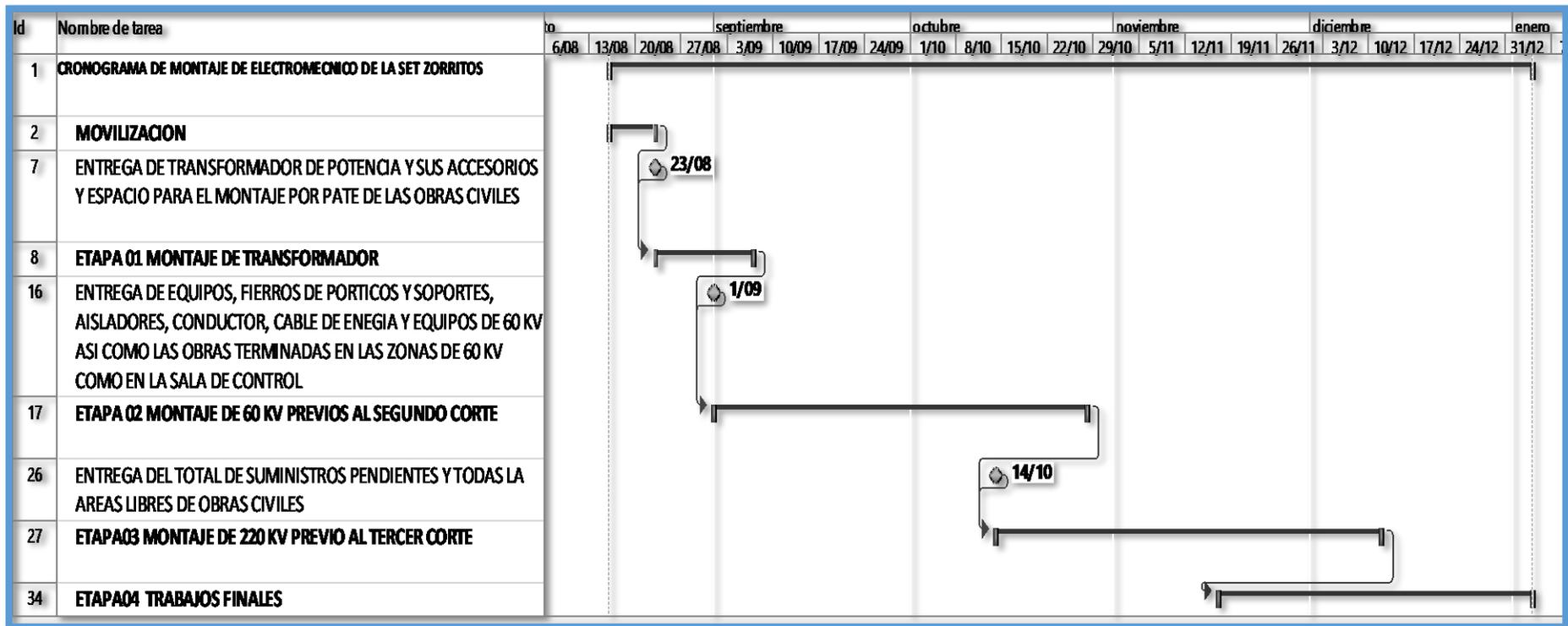


Figura 13 Diagrama de Gantt

Fuente: propia

3.2.3 Flujo económico del proyecto

El flujo económico desarrollado en el proyecto de ampliación de la subestación zorritos, nos muestra el costo que se ejecutara, durante todo el proyecto.

Flujo económico mensual: nos ayuda a llevar el registro de desembolso de las actividades con respecto a l tiempo, en la tabla 12 podemos observar que el flujo durante los 2 primeros meces son mayores por las actividades a realizarse durante ese periodo.

Tabla 14
Flujo económico mensual

	01/09/2018	03/10/2018	04/11/2018	04/12/2018	03/01/2018
COSTO MENSUAL	321150.00	367690.83	151970.17	123575.40	58937.60

Fuente: propia

Flujo económico acumulado: es la suma del flujo económico mensual que nos permite llevar el registro de desembolso total realizado hasta ese periodo.

Tabla 15
Flujo económico acumulado

	01/09/2018	03/10/2018	04/11/2018	04/12/2018	03/01/2018
COSTO ACUMULADO	321150.00	688840.83	840811.00	964386.40	1023324.00

Fuente: propia

3.2.4 La curva S

La curva S del proyecto es la gráfica del flujo económico acumulado

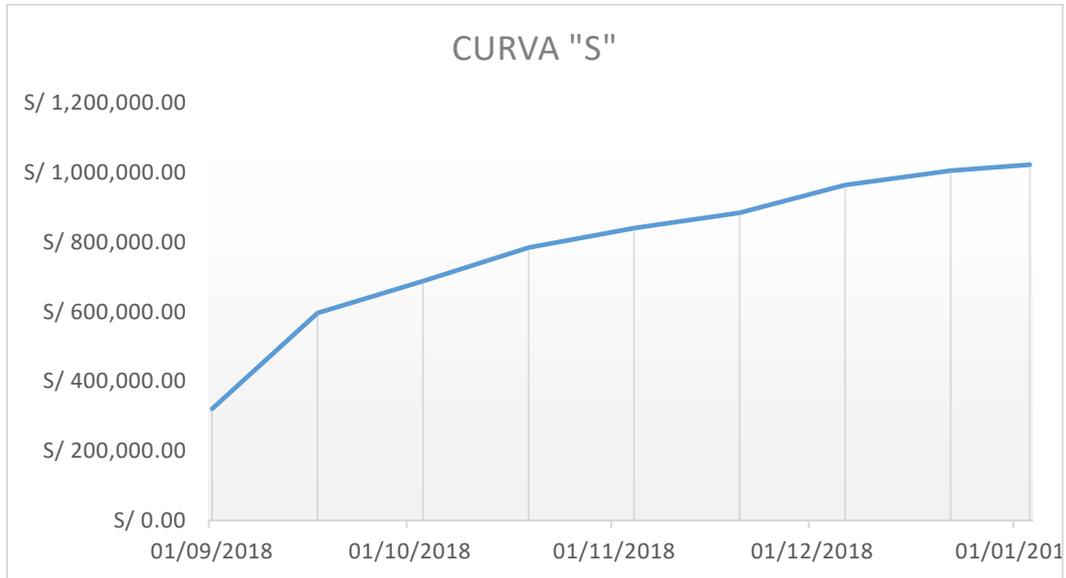


Figura 14 Curva S del proyecto

Fuente: propia

CONCLUSIONES

- 1.- La subestación de energía Zorritos proporcionará energía a las diversas cargas de la ciudad de Tumbes, lo que alimentará principalmente a su población. Su expansión y crecimiento garantizará el suministro de energía eléctrica de manera constante, eficiente y con niveles aceptables de calidad.
- 2.- La puesta en marcha de la ampliación de la subestación zorritos de potencia de 50 MVA en 220/60/22.9 kV será de gran beneficio para reducir los impactos ante cortes inesperados de energía eléctrica cumpliendo para ello las especificaciones técnicas de montaje como lo muestran los pasos antes mencionados
- 3.- De acuerdo a los resultados obtenidos del presupuesto y del diagrama de Gantt, la realización del proyecto es viable por generar ingresos para la empresa

RECOMENDACIONES:

- 1.- Se recomienda la puesta en marcha de la ampliación de la subestación zorritos de potencia de 50 MVA en 220/60/22.9 kV ya que será de gran beneficio para reducir los impactos ante cortes inesperados de energía eléctrica cumpliendo para ello las especificaciones técnicas de montaje como lo muestran los pasos antes mencionados
- 2.- Además, es importante tener en cuenta la cantidad de sal presente en la región, ya que los materiales podrían corroerse rápidamente y dañar el equipamiento eléctrico. Por lo tanto, es posible utilizar materiales de protección anticorrosiva para los transformadores de potencia y otros equipos.

BIBLIOGRAFÍA

Ramírez C. (2003). "SUBESTACIONES DE ALTA Y EXTRA ALTA TENSIÓN". Segunda Edición. Mejía Villegas S.A. Colombia.

Enríquez G. (2001). "ELEMENTOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS". Segunda Edición. Editorial Limusa. México.

Alcántar L. (2015). Estructuras y equipos de Subestaciones Eléctricas. México. Obtenido en fecha 03, 2019, desde el sitio web: www.researchgate.net/publication/303543292_Estructuras_y_equipos_de_Subestaciones_Electricas.

Revista educativa Partesdel.com, equipo de redacción profesional. (2017). Partes de la subestación eléctrica. Obtenido en fecha 03, 2019, desde el sitio web: https://www.partesdel.com/partes_de_la_subestacion_electrica.html