

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.
Carrera de Ingeniería En Mantenimiento Eléctrico.

**IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PATIO DE PRUEBAS PARA EL
MONTAJE DE UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN EN POSTE, EN
EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD.**

Trabajo de grado presentado ante la Ilustre Universidad Técnica del Norte
previo a la obtención del título de grado de ingeniero en Mantenimiento
Eléctrico.

AUTOR:

Michael Jonathan Guamán Farinango.

DIRECTOR:

MSc. Jhonny Javier Barzola Iza Ing.

Ibarra-Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100409858-6
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guamán Farinango Michael Jonathan
DIRECCION:	Imbabura - Ibarra - La Esperanza - El Abra
EMAIL:	miguamanf@utn.edu.ec
TELEFONO FIJO:	TELEFONO MÓVIL: 0992058853

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN EN POSTE, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD.
AUTOR:	Guamán Farinango Michael Jonathan
FECHA: DD/MM/AAAA	02/07/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR/ DIRECTOR:	Ing. Jhonny Barzola Iza MSc.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, declaro que la obra es original y que el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad en casa de reclamo por parte de terceros.

Ibarra, a los 02 días del mes de julio del 2021

EL AUTOR:



Guamán Farinango Michael Jonathan

100409858-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Aceptación del Director

MSc. Jhonny Barzola

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante; Guamán Farinango Michael Jonathan certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de grado de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN EN POSTE, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD".

Para la obtención de título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobado la defensa, impresión y empastado.

JHONNY
JAVIER
BARZOLA
IZA

Firmado
digitalmente por
JHONNY JAVIER
BARZOLA IZA
Fecha: 2021.06.09
15:05:36 -05'00'

MSc. Jhonny Barzola

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dedicatoria.

“LA VIDA ES Y SIEMPRE SEGUIRÁ SIENDO UNA ECUACIÓN INCAPAZ DE RESOLVER, PERO TIENE CIERTOS FACTORES QUE CONOCEMOS”.

Nikola Tesla.

Dedico el presente trabajo a Dios por haberme dado la salud, la vida y ser mi mi guía en el camino de mi preparación académica.

A mis padres quienes han sido mi apoyo incondicional en lo económico y lo moral.

A mis hermanos, amigos y maestros que con sus ánimos y conocimientos me ayudaron a culminar este proceso académico.

Agradecimiento.

Agradezco a Dios y Virgen del Quinche por haberme ayudado a superar las distintas dificultades en las distintas situaciones.

Agradezco a mi Padre Luis Alfonso por el esfuerzo constante en su trabajo para darme la educación y a mi madre Luisa Francisca por su esfuerzo y constante preocupación, recalcando mi agradecimiento a mis padres ya que son el pilar fundamental de mi vida por su sabiduría y enseñanzas.

A mis hermanos y amigos por su constante motivación y apoyo para lograr cumplir mi objetivo.

A los Ing. Jhonny, Jairo, Hernán y Ramiro, quienes con sus conocimientos me guiaron para la culminación de mi meta.

Tabla de Contenido.

Certificación de Derechos de Autor.....	II
Certificación del Trabajo de Grado.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Tabla de contenido.....	VI
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XII
Resumen.....	XIII
Abstrac.....	XIV
Anteproyecto.....	XV
A1. Introducción.....	XV
A2. Planteamiento del problema.....	XVII
El problema.....	XVII
A3. Justificación.....	XVIII
A4. Alcance.....	XVIII
A5. Objetivo General.....	XIX
A6. Objetivos específicos.....	XIX
Capítulo 1.....	1
1.1. Subestación de distribución.....	1
1.1.1. Subestación	
- Subestación de transformación.	
- Subestación de maniobras.	
- Subestación de transformadoras elevadoras.	
- Subestación de transformadoras reductoras.	
1.1.2. Unidades de Subestación.	
- Anillo de transmisión.	
- Conductores.	
- Montaje electromecánico.	
- Protección eléctrica.	

- Bahía.	
- Barra.	
- Sistema de protección.	
- Líneas de transmisión.	
1.2. Alimentadores primarios.....	3
1.3. Transformadores de distribución.....	5
- Devanado primario.	
- Devanado secundario.	
- Núcleo.	
1.3.1. Datos de placa.	
1.3.2. Clasificación de transformadores.	
1.3.2.1. Transformador monofásico.	
- Partes de un transformador monofásico.	
- Pararrayos.	
- Aceite para transformadores monofásicos.	
- TAP, monofásico.	
1.3.2.2. Transformador trifásico.	
1.3.2.3. Autotransformador.	
1.3.2.4. Impedancia.	
1.3.2.5. Potencia.	
1.3.2.6. Comunicación.	
1.3.2.7. Medida.	
1.3.2.8. Elevador/reductor de voltaje.	
1.3.3. Polaridad del transformador.	
- Polaridad aditiva.	
- Polaridad sustractiva.	
1.3.4. Conexión de transformador.	
- Conexión estrella.	
- Conexión delta.	
- Conexión zigzag.	
- Conexión D-y.	
- Conexión d-Y.	
- Conexión D-d.	
- Conexión Y-y.	

1.3.5	Simbología.	
1.4.	Montaje de un transformador monofásico.....	16
1.4.1.	Elementos y equipos para el montaje	
-	Equipo y herramientas.	
-	Elementos para el montaje.	
1.4.2.	Seguridad del transformador.	
1.5.	Montaje de un transformador trifásico.....	21
1.6.	Alimentadores secundarios.....	22
1.7.	Conexión de servicio a los consumidores.....	24
1.7.1.	Alumbrado público.	
1.7.2.	Acometidas.	
1.7.3.	Medidores.	
Capítulo 2.....		26
2.1.	Introducción.....	26
2.1.1	Ubicación física.	
2.2.	Descripción del objetivo.....	27
2.3.	Análisis del diseño del patio de pruebas.....	27
2.4.	Desarrollo del objetivo.....	28
2.4.1.	Preparación del espacio para el patio.	
2.4.2.	Excavación para la colocación de los postes.	
2.4.3.	Adecuación de los postes.	
2.4.4.	Movilización de los postes.	
2.4.5.	Plantación de los postes.	
2.4.6.	Excavación de la zanja.	
2.4.7.	Adquisición de materiales.	
2.4.8.	Cimentación para el muro.	

2.4.9. Colocación de los tubos para el cerramiento.	
2.4.10. Colocación de la malla.	
2.4.11. Construcción del muro.	
2.4.12. Preparación del suelo.	
2.4.13. Colocación del ripio.	
2.4.14. Acabados.	
2.5. Selección de materiales.....	36
2.5.1. Transformador tipo poste.	
2.5.2. Elementos para el montaje.	
2.5.3. Equipo de liniero.	
2.5.4. Equipo de protección personal para el montaje.	
Capítulo 3.....	40
3.1. Introducción.....	40
3.2. Descripción del montaje de un transformador en poste.....	40
3.2.1. Actividades.	
3.2.2. Responsabilidades.	
3.3. Normas de seguridad para protección personal en trabajo eléctricos.....	41
3.3.1. Características.	
3.3.2. Equipos de protección personal.	
3.4. Descripción de los elementos para el montaje.....	42
3.4.1. Elementos de seguridad para el montaje.	
3.4.2. Elementos para el montaje	
3.4.3. Elementos mecánicos.	
3.5. Procedimiento.....	43
a) Montaje de la estructura acoplada al tecele.	

b) Colocación del transformador.	
c) Acenso del transformador.	
d) Acople de abrazaderas con el poste.	
e) Desmontaje de la estructura acoplada al tecla.	
Conclusiones y Recomendaciones.....	47
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	48
Bibliografía.....	49
Anexos.....	56
Anexo A. Manual de Procedimiento para el montaje de un transformador en poste.....	56
Anexo B. Montaje del transformador tipo poste.....	57
Anexo C. Montaje de pararrayos.....	69
Anexo D. Montaje del seccionador porta fusible unipolar.....	73

Índice de figuras.

Figura 1. Diagrama unifilar de alimentador tipo radial.
Figura 2. Diagrama unifilar de un alimentador tipo anillo.
Figura 3. Datos de placa de un transformador trifásico
Figura 4. Datos de placa de un transformador.
Figura 5. Transformador monofásico.
Figura 6. transformador monofásico.
Figura 7. Transformador trifásico.
Figura 8. Autotransformador.
Figura 9. Transformador de impedancia.
Figura 10. Transformador de potencia.

Figura 11. Transformador de comunicación.

Figura 12. Transformador de medida.

Figura 13. Conexión de transformador.

Figura 14. Descripción gráfica para los elementos.

Figura 15. Descripción frontal.

Figura 16. Descripción frontal del montaje trifásico.

Figura 17. Diagrama unifilar de sistema trifásico de tres hilos.

Figura 18. Alumbrado público aéreo.

Figura 19. Alumbrado público subterráneo.

Figura 20. Ubicación donde se implementó el emulador del patio de pruebas

Figura 21. Referencia de las medidas del patio.

Figura 2.2. Limpieza del patio.

Figura 23. Excavación para la colocación de postes.

Figura 24. Adecuación de los postes a una altura apropiada.

Figura 25. Movilización de los postes.

Figura 26. Plantación de los postes.

Figura 27. Excavación de la zanja para el cerramiento.

Figura 28. Adquisición de la malla presoldada.

Figura 29. Adquisición de los tubos de acero galvanizado.

Figura 30. Adquisición del ripio tipo chispa.

Figura 31. Cimentación del muro.

Figura 32. Colocación de los tubos de acero.

Figura 33. Colocación de la malla.

Figura 34. Construcción del muro.

Figura 35. Roseado de aceite quemado en el espacio del patio.

Figura 36. Colocación del ripio en el espacio del patio.

Figura 37. Resultado del Emulador de patio, para el montaje de un transformador tipo poste.

Figura 38. Transformador de 10kv tipo poste.

Figura 39. Equipo de liniero.

Figura 40. Trepadoras.

Figura 41. Montaje de la estructura acoplada al tecele.

Figura 42. Centrado del transformador para el acenso.

Figura 43. Acenso del transformador.

Figura 44. Ensamblado del transformador.

Figura 45. Desmontaje de la estructura acoplada al tecele mecánico.

Índice de tablas.

Tabla 1. Tipos de una subestación transformadora.

Tabla 2. Descripción de las partes de un transformador monofásico.

Tabla 3. Clasificación de transformadores.

Tabla 4. Simbología.

Tabla 5. De equipos y herramientas para el montaje de un transformador.

Tabla 6. Elementos para el montaje de un transformador menor a 50KVA.

Tabla 7. Elementos para el montaje de un transformador trifásico.

Tabla 8. Niveles de tensión aprobadas.

Tabla 9. Elementos y herramientas para el montaje.

Tabla 10. Descripción del equipo de protección personal

Tabla 11. Equipo de protección personal según IEES

Tabla 12. Elementos de seguridad.

Tabla 13. Elementos de montaje.

Tabla 14. Elementos mecánicos.

Resumen.

El presente proyecto consiste en implementar un emulador de patio de pruebas para el montaje de un transformador en poste, en la carrera de Electricidad, ubicado en la provincia de Imbabura-Ibarra y cede en la Universidad Técnica del Norte. El emulador del patio de pruebas ayudará a la mejora del tiempo en el montaje de un transformador en poste, como también a la noción de los estudiantes de la carrera de Electricidad.

Tiene como objetivo emular un patio de pruebas para el montaje de un transformador de distribución, la cual ayudará a la mejora de tiempo y calidad del montaje, para la cual se aplicará un manual de procedimiento detallando el tiempo de demora en cada procedimiento. La metodología que se aplicó es la de la investigación deductiva de las distintas partes de un sistema de distribución eléctrica, como para el diseño del patio, en la elaboración del manual se aplicó la metodología inductiva, ya que esta se realizó a partir de la observación en el desarrollo del emulador de patio de pruebas para el montaje de un transformador en poste.

Como resultado de emular un montaje de un transformador de distribución se obtuvo un tiempo total de montaje de 56 minutos, y por otra parte la altura de los postes es la apropiada para un proceso práctico del montaje de un transformador.

Palabras clave: emulador, transformador, montaje, procedimiento y manual.

Abstrac.

The present project consists of implementing a test yard emulator for the assembly of a pole-mounted transformer in the Electricity career, located in the province of Imbabura-Ibarra and located at the Technical University of the North. The test yard emulator will help to improve the time in the assembly of a pole-mounted transformer, as well as the notion of the students of the Electricity career.

Its objective is to emulate a test yard for the assembly of a distribution transformer, which will help to improve the time and quality of the assembly, for which a procedure manual will be applied detailing the time delay in each procedure. The methodology applied is that of deductive investigation of the different parts of an electrical distribution system, as for the design of the yard, in the elaboration of the manual the inductive methodology was applied, since this was carried out from the observation in the development of the test yard emulator for the assembly of a transformer on a pole.

As a result of emulating the assembly of a distribution transformer, a total assembly time of 56 minutes was obtained, and on the other hand, the height of the poles is appropriate for a practical process of transformer assembly.

Keywords: emulator, transformer, assembly, procedure and manual.

ANTEPROYECTO.

TEMA.

Implementación de un emulador de patio de pruebas para el montaje de un transformador de distribución en poste, en el edificio de la Carrera de Electricidad.

A1.- INTRODUCCIÓN.

En la actualidad la energía eléctrica es una de las importantes en los diferentes aspectos y por ello para la transportación de la energía eléctrica se utiliza los transformadores. Este equipo regula la intensidad o voltaje en el circuito manteniendo estables la frecuencia y la potencia (Ecuatran.ec, 2016). Los transformadores eléctricos son dispositivos de voltaje y corriente, tomando valores de relación entre 110/120 para E.E.U.U. y latino América, pero para el resto del mundo se tiene una relación 220/240, en casos industriales se llega a una relación de 440/480, conservando la frecuencia (60-50Hz) (Bobinado jr, 2019).

Para realizar el montaje de un transformador monofásico, según el catálogo Electro Huila indica que debemos basar en normas de especificaciones referentes al tema de montaje de transformadores, las normas que están adaptadas son la IEC-60076-1, IEC-60076-11, ANSI C57 12, NTC 3609, NTC-1490, ect (Electrhuila, 2016). También se agrega que, en función de las condiciones de servicio se clasifica el uso, esta puede ser para exterior o interior, por otro lado, según su lugar de instalación se clasifica si es en poste, subestación o de tipo pedestal (Prolege, 2007).

Existen diversos ámbitos para el montaje de un transformador de distribución tipo poste, en la cual la instalación se lo realiza de acuerdo con su potencia nominal y peso del equipo ya que existen límites, como en potencia es de 250 kVA y en peso es 800kgf, en caso de ser menor o mayor a estos valores se procede de diferente forma. Según el portal Cens, determina que las condiciones son previstas según el lugar, capacidad o el uso que se va a dar al equipo. De acuerdo con estos factores se especifica la altura del poste, el empotramiento, protecciones contra sobre corrientes y sobre tensiones (CENS, 2016).

Para elaborar una forma segura y óptima el montaje de un transformador de distribución se requiere un manual de procedimientos donde nos indique las pautas a tomar. De manera general, según el análisis de peligros y puntos críticos, menciona que, en una subestación, con la falta de una manual de procedimientos se pueden generar incendios de gran propagación, como también daños a equipos eléctricos generando así pérdidas de material e inclusive humanas (Análisis y puntos críticos), también se añade que existen accidente en un mantenimiento de un transformador de distribución ocasionando lesiones graves en el operario, esta se generó por no seguir el procedimiento correcto al desenergizar el equipo (trabajo, 2001). Para evitar estos tipos de daños a los equipos eléctricos se debe tener un guía donde especifique el material, el tipo de equipos a utilizar, tipo de mantenimiento, conexionado y su respectivo procedimiento a tomar en cada etapa del desarrollo de una instalación en este caso sería al realizar un montaje de un transformador y para evitar daños al personal se debe tener en cuenta el equipo de protección personal ya que pueden existir descargas inesperadas, estos equipos de protección personal van de acuerdo a la cantidad de tensión, la ergonomía y el lugar donde se va a trabajar (SRT, 2017)

Según el plan de prevención instalaciones eléctricas, para realizar un procedimiento de montaje se debe considerar distintos factores, parámetros y actividades a realizar, como; colocar de forma ordenada la actividad a realizar, identificar los posibles riesgos, los equipos de protección personal necesaria y la cantidad de personal necesaria para dicha actividad, según esto se procederá de una manera segura garantizando la vida del personal y la eficiencia del trabajo (renovables, s.f.).

Al tratar con la energía eléctrica, proporciona riesgos de accidente notoriamente inferior dependiendo a la solvencia de precauciones tanto para el personal como para las instalaciones, un accidente eléctrico es generado por acciones inseguras originadas por el hombre en condiciones inseguras, por ello se debe tomar medidas que prevengan y mantengan una instalación sea de un transformador o cualquier otro elemento eléctrico, todo esto puede ser subsanado con un correcto método de trabajo (Klein, 2017).

Debido a la parte teórica mencionada, en la carrera de electricidad se implementará un emulador de patio de pruebas para el montaje de un transformador de distribución contemplando las respectivas normas de procedimiento, y se espera que mediante este

enfoque se mejore tiempos y calidad en el área de montaje de un transformador de distribución. Para realizar esto se contará con los respectivos equipos de maniobras y un manual de procedimientos, que servirá de guía para una óptima ejecución de la actividad.

A2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Según el portal Ecuatran.ec, menciona que la energía eléctrica es una de las más indispensable en varios aspectos, y para transportar esta energía se utiliza un transformador ya que esta regula la intensidad o voltaje en un circuito determinado, conservando la frecuencia y la potencia. Al transformador se lo considera como un equipo de corriente o voltaje, esta tiene valores de relación dependiendo de la ubicación en una región.

Mediante el análisis de peligros y puntos críticos, se da a conocer que, al existir una falla en algún equipo eléctrico, esta ocasiona pérdidas tanto de materiales, equipos y en ocasiones pérdidas humanas, en el caso del transformador se puede generar incendios de gran propagación y debido al aceite que esta contiene se puede generar una contaminación ambiental, esto es generado por acciones inseguras por parte del personal en condiciones inseguras.

Al realizar un montaje de un transformador se puede generar accidentes por distintas acciones, esto se da debido al desconocimiento de los procesos, parámetros o equipos de seguridad a utilizar para llevar a cabo el proceso del montaje. En el caso del montaje de un transformador existen normas como, IEC-60076-1, IEC-60076-11, ANSI C57 12, NTC 3609, NTC-1490, ect, que ayudan a un proceso seguro en el montaje de un transformador de distribución

EL PROBLEMA.

¿Qué parámetros técnicos, se deben emplear para emular un patio de pruebas, que permita la mejora de tiempos y calidad en el montaje de un transformador de distribución, por medio de la aplicación de un manual de procedimientos?

A3.- JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo se enfocará en la mejora de tiempo y calidad, en el montaje de un transformador de distribución en poste, debido a que, en situaciones de realizar el montaje sin una guía documentada, implicando así tiempo y calidad en la actividad laboral. La aplicación del presente proyecto se realizará para la carrera de electricidad, en la cual los estudiantes tendrán la oportunidad de adquirir experiencia técnica, referente al tema de montaje de transformadores.

De acuerdo con esto, se plantea realizar la emulación de un patio de pruebas, donde se pueda realizar la respectiva práctica referente al montaje del transformador de distribución, en la cual, para una mayor optimización de actividades se contará con un manual de procedimiento con las respectivas normas de protección y seguridad personal.

Para la seguridad personal, se realizará un manual de procedimientos, donde se detalle las distintas etapas para el montaje de un transformador mediante las normas que rigen para el proceso del montaje, y la cual será aplicada en la carrera de electricidad, donde los estudiantes tendrán acceso a este documento y por otra parte podrán utilizar los equipos de maniobra que se utiliza para realizar este tipo de actividades.

A4.- ALCANZE.

El presente proyecto por realizarse, se emulará un patio de pruebas en donde se realizará el montaje de un transformador de distribución en poste, se utilizará una estructura de una altura considerable para evitar riesgos en los estudiantes de la carrera de electricidad, en el caso del transformador se utilizará uno que este en óptimas condiciones físicas ya que solo se realizará el montaje en la estructura, mas no la energización de dicho transformador.

Para el montaje, se obtendrá los distintos equipos de maniobra tales como, trepadoras, arnés de seguridad, equipos de protección personal y herramientas adecuadas para el montaje de un transformador, de esta manera se originará un ambiente óptimo, donde el estudiante realizará los respectivos procedimientos prácticos.

Para la optimización de la actividad del montaje se realizará un manual de procedimiento, en el cual constaran los distintos procesos y parámetros a tomar al

realizar el montaje del transformador de distribución, y también se mencionará sobre las normas de seguridad a utilizar en el desarrollo del montaje.

A5.- OBJETIVO GENERAL.

Implementar un emulador de patio de pruebas para el montaje de un transformador de distribución en poste, para la mejora de tiempos y calidad en el montaje del transformador de distribución, mediante la aplicación de un manual de procedimiento, en el edificio de la carrera de Electricidad.

A6.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Analizar las características, normativas y estándares utilizados en el medio para el montaje de transformadores de distribución.
2. Emular un patio de pruebas para el montaje de un transformador de distribución en poste.
3. Elaborar un manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de un transformador de distribución en poste.

Capítulo 1.

Analizar las características, normativas y estándares utilizados en el medio para el montaje de transformadores de distribución.

1.1. Subestación de distribución.

1.1.1. Subestación.

Según el sitio twenergy, define a una subestación eléctrica como un conjunto de dispositivos eléctricos que forman parte de un sistema eléctrico de potencia (Lopez, 2020). Por otra parte, una subestación se lo define como una instalación encargada para la transformación de la tensión, frecuencia, numero de fases o en casos unión de dos o más circuitos (Foro nuclear, 2020).

Al tratar de una subestación, esta debe modificar y establecer los niveles de tensión, para ellos se clasifican en:

a) Subestación de transformación.

Es una instalación de importancia ya que en este lugar se convierte la energía originaria en otras más apropiadas para su uso. Este tipo de subestación se clasifican según la energía de salida de la central generadora y los valores que maneja en media y alta tensión se lo detalla en la tabla 1.1. (Patiño, 2013).

TABLA 1.1. Tipos de una subestación transformadora

Tipo	Valor	Uso
Media tensión.	3,6,10,15,20(kV).	Producción y distribución de la energía.
Alta tensión.	30,45,66(kV).	Producción y distribución de la energía.
Muy alta tensión.	132,230,400(kV)	Producción y distribución de la energía.

Fuente: (Patiño, 2013)

b) Subestación de maniobras.

Este tipo de subestación se encarga de conectar dos o más circuitos, distribuyendo así la energía a las demás subestaciones, por esta razón esta subestación tiene como

característica ser flexible, segura y confiable. La función de esta subestación es garantizar la seguridad de la persona y la continuidad del servicio en caso de mantenimiento o reconfiguración de la red. Esta subestación no transforma energía solo se encarga de conectar dos o más circuito mediante maniobras (clogle.it, 2020).

c) Subestación de Transformadoras elevadoras.

La subestación elevadora se encarga de elevar la cantidad de generación a valores extremadamente altos, de esa manera distribuirlos, al tener cantidades elevadas de tensión se producen pérdidas por el efecto joule. También se agrega que la potencia transportada desde este tipo de subestación es directamente proporcional a su tensión por ende la intensidad debe ser menor para transmitir (Rodríguez, 2017).

d) Subestación de Transformadoras reductores.

Este sistema es la encargada de disminuir la elevada cantidad de tensión a cantidades de distribución comercial mediante un banco de transformadores, se reduce de 400 kV a 230 kV, 69 kV a 34.5kV, es decir se reduce la tensión y se incrementa la corriente. Esta subestación se conecta la línea de transmisión y subtransmisión para transmitir distancias cortas y largas, contribuyendo así al mayor número de subestaciones (ALcantar, 2020).

1.1.2. Unidades de Subestación.

Las unidades de una subestación, se denomina de la siguiente manera (Sistemas eléctrico Ecuador., 2010):

- a) Anillo de transmisión: Esta unidad es utilizada, para definir un conjunto de líneas de transmisión las cuales tienen un inicio y un fin.
- b) Conductores: Esta unidad es la encargada de transmitir el flujo eléctrico conformadas en las líneas de transmisión.
- c) Montaje electromecánico: Está relacionada con el ensamblaje de estructuras metálicas, transformador de potencia y las respectivas barras de subestaciones.

- d) Protección eléctrica: Conjuntos de relés y aparatos asociados, las cuales cumplen la función de separar un elemento del sistema de transmisión.

- e) Bahías: Es un elemento de una subestación, la cual está conformada por equipos de maniobras.

- f) Barra: Es un elemento de una subestación, la cual recibe o distribuye la energía eléctrica.

- g) Sistema de protección: Conjunto de dispositivos que detecta alguna irregularidad en un sistema eléctrico.

- h) Líneas de transmisión: Son propiedad de la empresa distribuidora, que operan a voltajes nominales.

1.2. Alimentadores primarios.

Los alimentadores primarios en la parte de distribución eléctrica son las encargadas de transportar la energía eléctrica a partir de las subestaciones de potencia hasta los transformadores de distribución, su valor de voltaje varía desde 2.4 kV hasta 13.3kV (Cuba, 2004). También por otra parte Naranjo, (2006) en su libro proyecto proyecto de distribución del sistema eléctrico, define a un alimentador primario como, tensiones de nivel intermedio formando parte de la subestacion de distribución y esta esta compuesto por un conjuntos de cargas la cuales son los transformadores de distribución.

El alimentador primario , esta conformado por la carga, alimentador en la lazo y alimentador en anillo:

- a) Carga.

Se considera carga la parte del sistema que está encargada de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, como un claro ejemplo están los motores eléctricos que cumplen esta función y por ende están los diferentes aparatos eléctricos (Prof, 2003).

- b) Alimentador en radial.

Este alimentador tiene como característica por tener una sola ruta para el flujo de potencia entre la fuente de alimentación y su respectivo usuario, como una desventaja de este alimentador es las largas interrupciones debido a una falla en algún componente o es su plan rutinario de mantenimiento (Prof, 2003).

A continuación, en la figura 1, se indica un diagrama unifilar de un sistema de alimentador radial.

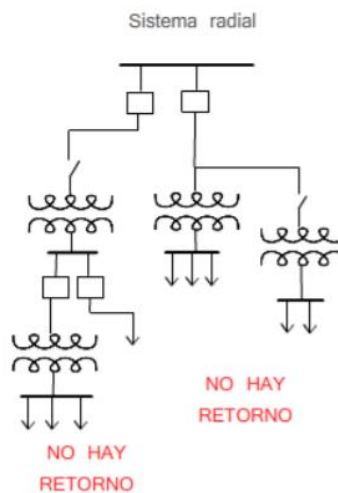


Fig. 1. Diagrama unifilar de alimentador tipo radial.

Fuente: (Sequence.4, 2017).

En la figura se puede observar, que el alimentador de forma radial está conectado a un solo juego de barras, también se observa que solo tiene una sola vía de flujo entre la alimentación y la carga si retorno.

c) Alimentador en anillo.

La composición del sistema es más confiable que del alimentador radial, ya que este alimentador cuenta con un mínimo de dos trayectorias para el flujo entre la fuente de alimentación y su respectivo usuario, es empleado en las construcciones de baja tensión siendo así la más utilizada para abastecer grandes masas de cargas. (Prof, 2003).

A continuación, se puede apreciar en la figura 2, un diagrama unifilar de alimentador en anillo.

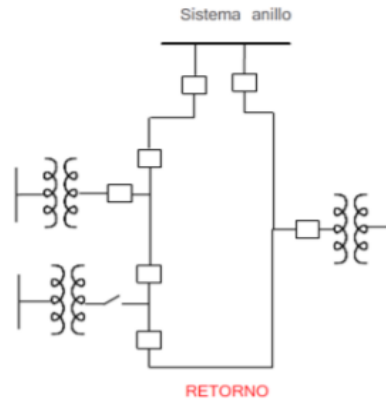


Fig. 2. Diagrama unifilar de un alimentador tipo anillo.

Fuente: (Sequence.4, 2017).

Como se mencionó en la definición de un alimentador tipo anillo, se puede observar que contiene más trayectorias para proporcionar la energía eléctrica a diferencia del alimentador tipo radial.

1.3. Transformadores de distribución.

Al transformador según el portal TECSA (2019), lo define como un máquina eléctrica la cual esta basada en los principios de inducción electromagnética, con la función de transferir energía de un circuito eléctrico a otro, sin alterar el valor de la frecuencia, también se menciona que esta máquina ayuda a la mejora de la seguridad y eficiencia en los sistemas de distribución.

Al ser una máquina esta conformado por tres partes principales las cuales son:

- a) Devanado primario.

Esta parte del transformador es la que va conectado a la fuente de energía, transportando así la corriente de suministro, esta varia de bajo a alto voltaje dependiendo de la aplicación que este diseñada (Maquina y herramientas.com, 2018).

- b) Devanado secundario.

El devanado secundario es la parte que suministra la energía a la carga, también es el lugar donde se genera la fuerza electromotriz debido al principio electromagnético,

dependiendo de su uso o aplicación esta puede ser de alto o bajo voltaje (Maquina y herramientas.com, 2018).

c) Núcleo.

Por lo general es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico la cual tiene como propósito optimizar el flujo magnético (Madeo., 2018). El núcleo es una las partes más importantes de un transformador junto a sus devanados, por lo tanto, el núcleo se encarga de conducir el flujo magnético, por otra parte, está el devanado la cual está conformado por hilos conductores de cobre, que hace que el número de vueltas del primario junto con el secundario de como resultado la relación del transformador (EDENSA, 2019).

1.3.1. Datos de placa.

El transformador al ser una máquina eléctrica tiene parámetro como su voltaje, corriente, potencia nominal y tener su forma de conexión, la cual será requerida por el usuario y por ello estos datos deben estar provisto en la carcasa de la máquina indicando sus parámetros.

Los parámetros que se deben reflejarse son:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de transformador.
- Número de serie.
- Año de fabricación.
- Potencia nominal (kVA).
- Frecuencia (Hz).
- Tensión nominal primaria (V).
- Tensión nominal secundaria (V).
- Grupo de conexión.
- Intensidad nominal primaria (A).
- Intensidad nominal secundaria (A).
- Nivel de aislamiento.
- Tensión de cortocircuito.
- Peso total (Kg).
- Diagrama de conexión (unifilar).
- Litros de líquido aislante.

En las siguientes figuras 3 y 4, se indica ejemplos de los datos de placas de un transformador.



Fig. 3. Datos de placa de un transformador trifásico.

Fuente: (emaze, 2019).

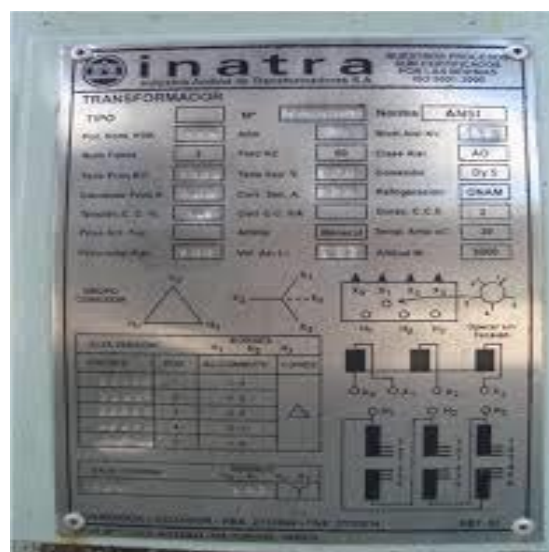


Fig. 4. Datos de placa de un transformador.

Fuente: (Universidad Salesiana, 2017).

1.3.2. Clasificación de los transformadores.

Los transformadores tienen diversas aplicaciones, usos y formas, por ello se clasifican en:

1.3.2.1. Transformador Monofásico.

Los transformadores monofásicos, frecuentemente son utilizados para el suministro de la energía eléctrica para el uso residencial (Mecafenix, 2020). En la figura 5, se observa un transformador monofásico.



Fig. 5. Transformador monofásico.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

a) Partes de un transformador monofásico tipo poste.



Fig. 6. Transformador monofásico.

Fuente: (rte.mx, 2020).

En la figura 6, se observa la enumeración de las partes de un transformador monofásico, las cuales se detalla a continuación en la tabla 1.2.

TABLA 1.2. Descripción de las partes de un transformador monofásico.

1. Aparta rayos.	8. Válvula de alivio.
2. Boquilla de alta tensión.	9. Conexión superior para el llenado de aceite.

3. Boquilla de baja tensión.	10. Luz indicadora de sobrecarga.
4. Puente de baja tensión a tierra.	11. Cambiador de derivaciones.
5. Conexión de baja tensión a tierra.	12. Placa de datos.
6. Interruptor termomagnético.	13. Conector para puesta a tierra.
7. Soporte para montaje a poste.	

Fuente: (rte.mx, 2020).

b) Pararrayos.

El pararrayo es un elemento de protección, que está ubicado a la intemperie junto al elemento que requiere ser protegido contra descargas atmosféricas. Esta varía su forma y su composición dependiendo de la estructura a proteger, es uno de los más indispensables en un transformador o una subestación ya que esta manda directamente a tierra las cantidades de sobrecarga (Transformadores.cl, 2019).

c) Aceite para transformadores monofásicos.

El aceite es un aislante de altas temperaturas ya que esta contiene propiedades dieléctricas, presentando características de alta resistencia al paso de corriente y a la oxidación. Sus funciones principales son; enfriamiento ya que en incrementos de voltaje las bobinas tienden a subir de temperatura, y el aceite reduce la temperatura haciendo más óptima la función de la máquina, también es un aislador ya que entre las bobinas de un transformador existen grandes cargas eléctricas que pueden provocar un corto circuito y por último tiene la función de seguridad ya que el relé Buchholz opera gracias al aceite dieléctrico evitando que se dañe el transformador por sobrecalentamiento (Bardhalo, 2020).

d) TAP monofásico.

Es un selector mecánico que varía el número de espiras en el lado primario de la bobina con el objetivo de adecuar la salida de tensión. Se opera para mantener el voltaje del lado de baja para mantener en los rangos establecidos. Para operar este elemento mecánico se lo debe realizar desenergizado, caso contrario se provocará un corto circuito provocando daño a las cargas conectadas (García, 2014).

También se tienen otros transformadores que, a diferencia del monofásico, varían sus valores nominales y su forma de acuerdo con la función requerida.

1.3.2.2. Trifásico.

Son utilizados en la transmisión y distribución de la energía eléctrica, son construidas en potencias nominales, en otra palabra se puede decir que, este transformador es

como tres transformadores monofásicos montados sobre un núcleo (Mecafenix, 2020). En la figura 7, se observa un transformador trifásico.



Fig. 7. Transformador trifásico.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

1.3.2.3. Autotransformador.

Este tipo se considera como un caso particular, ya que esta contiene solo un bobinado arrollado sobre el núcleo de hierro presentado así puntos comunes (Mecafenix, 2020). En la figura 8, se observa un auto transformador.

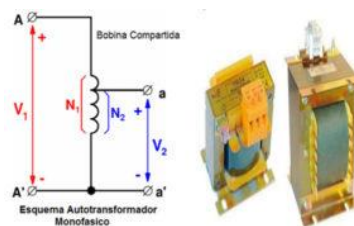


Fig. 8. Autotransformador.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

1.3.2.4. Impedancia.

Es utilizado para la adaptación de antenas y líneas de transformación, y se construye partir de un núcleo ferrita en forma cilíndrica (Mecafenix, 2020). En la figura 9, se observa un transformador de impedancia.



Fig. 9. Transformador de impedancia.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

1.3.2.5. Potencia.

Son comúnmente usado en subestaciones y para la transformación de energía en alta y media tensión, por su capacidad son dispositivos gran tamaño, su tasa de eficacia es del 99% (Mecafenix, 2020). En la figura 10, se observa un transformador de impedancia.



Fig. 10. Transformador de potencia.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

1.3.2.6. Comunicación.

“Provisto para trabajar con tensiones y frecuencias variables, empleado en aplicaciones electrónicas” (Mecafenix, 2020). En la figura 11, se observa un transformador de comunicación.



Fig. 11. Transformador de comunicación.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

1.3.2.7. Medida.

Estos transformadores permiten aislar dispositivos de medición y protección, trabajan con corriente o tensiones proporcional a los elementos de aislación, por otra parte, consigue reducir las perturbaciones de los campos magnéticos (Mecafenix, 2020). En la figura 12, se observa un transformador de medida.



Fig. 12. Transformador de medida.

Fuente: (Mecafenix, 2020).

1.3.2.8. Elevador/reductor de voltaje.

Estos transformadores de manera general permiten a los operadores aumentar o disminuir la tensión eléctrica dependiendo a la carga a conectarse (Mecafenix, 2020).

Existen otras formas de clasificación de los transformadores las cuales se detallan en la siguiente tabla 1.3.

TABLA 1.3. Clasificación de transformadores.

Según el método de enfriamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Auto refrigerados. • Refrigerados por chorro. • Sumergido en aceite. • Sumergido en líquido. • Sumergidos en aceite, refrigerados por agua • Sumergidos en aceite, enfriados por aceite forzado • Sumergidos en aceite, combinación de auto refrigerados y refrigerados por agua
Según el aislamiento entre los devanados.	<ul style="list-style-type: none"> • Devanados aislados entre sí. • Autotransformadores.
Según el número de fases.	<ul style="list-style-type: none"> • Monofásico. • Trifásico.
Según el método de montaje.	<ul style="list-style-type: none"> • En poste y plataforma.

	<ul style="list-style-type: none"> • Subterráneos. • En bóveda. • Especiales.
Según el propósito.	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje constante. • Voltaje variable. • Corriente. • Corriente constante.
Según el servicio.	<ul style="list-style-type: none"> • Gran potencia. • Pequeña potencia. • Distribución. • Iluminación de carteles. • Control y señalización • Para timbres. • Para instrumentos. • Corriente constante. • Transformadores en serie para alumbrado público.

Fuente: (Maquina y herramientas.com, 2018).

1.3.3. Polaridad de transformadores.

La polaridad de un transformador lo da el arrollamiento, ya que esta puede estar en un mismo sentido o de una manera opuesta, haciendo que la corriente gire en un solo sentido o de manera contraria por la bobina (Sites.com, 2013).

Las polaridades se clasifican en dos grupos las cuales son:

a) Polaridad Aditiva.

Trata cuando un transformador tiene el mismo sentido de arrollamiento en su bobina primario y su bobina secundaria, esto hace que los campos magnéticos se sumen (Sites.com, 2013).

b) Polaridad Sustractiva.

Este tipo de polaridad sucede cuando el transformador tiene en sentido opuesto el arrollamiento tanto de la bobina primaria y bobina secundaria, esto hace que los campos magnéticos se resten (Sites.com, 2013).

Para determinar la polaridad de un transformador la página (Sites.com, 2013), menciona que se debe colocar un puente entre los terminales del lado izquierdo del transformador

y mediante un voltímetro en el lado derecho se mide el valor de la tensión al ser energizada.

1.3.4. Conexión de transformadores.

Una conexión de un transformador es una configuración en sus devanados, las configuraciones más comunes son:

c) Conexión estrella.

Esta forma de conexión hace referencia de tres extremos del bobinado a un solo punto, comúnmente en la nomenclatura se utiliza U, V, W (Máquinas eléctricas, 2016).

d) Conexión delta.

En esta forma de conexión, se unen los extremos de cada devanado, pero de una manera opuesta y sucesiva, dependiendo del orden de la sucesión se obtiene la configuración (Máquinas eléctricas, 2016).

e) Conexión zigzag.

La conexión zigzag, en la actividad práctica solo se realiza la conexión en el lado de menor tensión, esta forma consiste en subdividir los devanados secundarios de una manera uniforme la cuál una parte se conecta en estrella y cada rama se une en serie de una manera invertida para cada fase adyacente (Máquinas eléctricas, 2016).

En la siguiente figura 13, se observa las tres formas de conexión, de una forma unifilar.

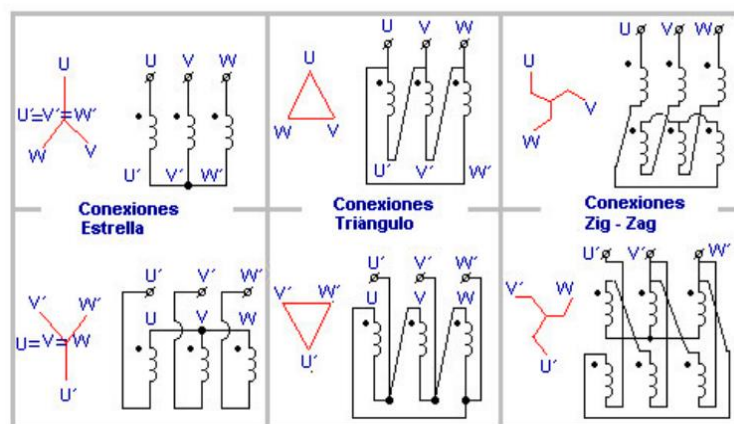


Fig. 13. Conexión de transformador.

Fuente: (Transformador de potencia, 2013).

Existen otras formas de conexión, las cuales son resultado de la unión de la conexión delta y estrella:

f) Conexión D-y

Es utilizada para elevar la tensión, y debido a su relación de transformación la tensión del devanado secundario es multiplicada por $\sqrt{3}$. Esta conexión es utilizada en transformadores elevadores en red de alta tensión (Máquinas eléctricas, 2016).

g) Conexión d-Y

Esta forma de conexión se utiliza para reducir la tensión, debido a su relación de transformación la tensión del secundario se lo divide para $\sqrt{3}$. Comúnmente usados en transformadores reductores en la red de alta tensión (Máquinas eléctricas, 2016).

h) Conexión D-d.

Conexión utilizada en transformadores de baja tensión, haciendo que la corriente reduzca un 58% en comparación a la línea, en esta ocasión tanto el lado primario como el secundario estar en una conexión delta, también con este tipo de conexión se tendrá que en caso de avería uno de los transformadores puede ser separada (Máquinas eléctricas, 2016).

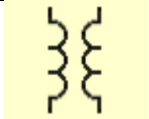



i) Conexión y-Y.




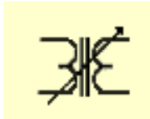
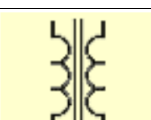
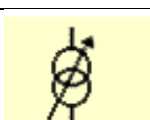
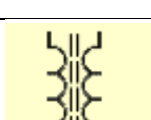
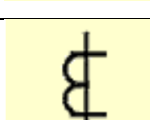
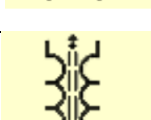
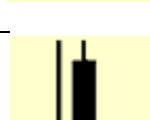
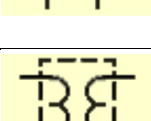
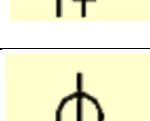
En esta forma de conexión la corriente del devanado será igual al de la línea, sin embargo, la tensión en los bornes será de un 58% menos que la tensión compuesta (Máquinas eléctricas, 2016).

1.3.5. Simbología.

En esta parte, la simbología de un transformador nos ayuda a identificar en un diagrama que tipo se está utilizando, a continuación, en la tabla 1.4, se presenta la posible simbología para un transformador.

TABLA 1.4. Simbología

Símbolo.	Nombre.	Símbolo.	Nombre.
	Transformador con núcleo de aire.		Autotransformador.
	Transformador con núcleo de aire.		Autotransformador.

	Transformador con núcleo de aire.		Autotransformador.
	Transformador de acoplamiento ajustable		Transformador ajustable.
	Transformador con núcleo de hierro.		Transformador ajustable.
	Transformador con núcleo de ferrita.		Transformador de intensidad.
	Transformador ajustable con núcleo de ferrita.		Transformador de intensidad
	Transformador apantallado		Transformador de intensidad.

Fuente: (Educam).

1.4. Montaje de un transformador monofásico.

Al tratar del montaje de un transformador, el portal (SERCE, 2019), define como actividades y maniobras para una correcta instalación de transformadores, basados en procesos, actividades e instrucciones. También menciona que se debe preservar el medio ambiente, por otra parte, también recalca el cuidado de equipos e instalaciones y ante todo salvaguardar la vida del personal técnico.

Generalmente el montaje se realiza a transformadores inmersos en aceite, refrigerante o de tipo seco, las cuales son clasificado según su potencia y su tensión. Por otra parte, están los transformadores de una subestación las cuales comprenden niveles de tensión de 10kV, 13.2kV y de 22.9 kV entre otras (SERCE, 2019).

Las principales actividades que se procede a realizar en montaje de un transformador son:

- Traslado del transformador desde el punto de fabricación hasta el punto de instalación.
- Llenado del aceite dieléctrico definido para transformadores.

- Conexión del cable de fuerza.
- Limpieza general del transformador.
- Pruebas eléctricas con dicho elemento.
- Puesta en servicio.

En proceso de las actividades, y antes de efectuar su funcionamiento se debe comprobar lo siguiente (ABB, 2017):

- Verificar si todas las piezas se encuentran en sus respectivos lugares.
- Comprobar la conexión eléctrica.
- Comprobar si todas válvulas radiadores estén abiertas.
- Comprobar si el tap funciona suavemente.
- Comprobar la correcta función de los contactos.
- Comprobar si los indicadores de aceite estén señalados adecuadamente.
- Asegure de la conexión a tierra cumple con los respectivos parámetros.

Para el proceso del montaje de un transformador se procede de la siguiente manera (Siles, 2017):

- Se realiza la configuración de las conexiones de media tensión, tierra de la carcasa y el neutro del transformador.
- Enganchar el transformador a la grúa.
- Instalar el transformador por el lado opuesto de los cortacircuitos.
- Proceder a asegurar las abrazaderas, instalando primero la abrazadera superior y luego la inferior.
- Liberar al transformador de la grúa.
- Se coloca la cruceta de protección para los cortacircuitos.
- Se instala los cortacircuitos dependiendo del número de fases del transformador.
- Se conecta las bajantes del transformador en media tensión hacia los cortacircuitos.
- Se conecta las bajantes de baja tensión del transformador.
- Verificar las conexiones de alta, media, baja y tierra.
- Realizar la respectiva maniobra de energización.

1.4.1. Elementos y equipos para el montaje.

Para realizar este tipo de maniobras se requiere de planes y procedimientos, también de un personal especializado y capacitado en el ámbito del montaje de transformadores. Además, se requiere de equipos de maniobra de izaje y anclaje adecuado para el

montaje de un transformador, como también de sus respectivos accesorios (SERCE, 2019).

Al tratar de los equipos y materiales para el montaje de un transformador, esta deberá aprobar protocolos y pruebas eléctricas de campo, con el fin de verificar los parámetros óptimos para el desarrollo del procedimiento de montaje de un transformador (SERCE, 2019).

a) Equipos y herramientas.

En la siguiente tabla 1.5, se menciona los equipo y herramientas usualmente necesarios para realizar el montaje.

TABLA 1.5. De equipos y herramientas para el montaje de un transformador.

Equipos.	Herramientas.
Espinterómetro.	Escalera telescópica.
Tensiómetro.	Niples y acoples.
Camión grúa.	Extensiones eléctricas.
Equipo de medición del punto de rocío.	Torquímetro.
Gata hidráulica motorizada y manual.	Herramientas mecánicas.
Multímetro.	Eslingas.
Pinza amperimétrica	
Revelador de tensión.	
Piso antideslizante.	
Montacarga manual.	
Equipo de prueba eléctricas.	

Fuente: (Paruana, 2011).

b) Elementos para realizar el montaje.

Loa elementos que se utiliza depende de las normas constructivas en el montaje de un transformador, a continuación, se presenta una tabla 1.6, con los elementos para el montaje de un transformador menores a 50 kVA.

TABLA 1.6. Elementos para el montaje de un transformador menor a 50KVA.

ITEM	Descripción.
1	POSTE CONCRETO 12M 1050KGF
2	CONDUCTOR DE FASE DE 13.2 kV

3	CRUCETA METALICA 2 m 2 ½" x 2 ½" x 3/16"
4	CORTACIRCUITOS 13.2kV
5	CADENA DE AISLADORES 15kV
6	LÍNEA DE 13.2 kV
7	ESTRIBO PARA OPERAR EN CALIENTE
8	GRAPA PARA OPERAR EN CALIENTE
9	BORNES DE CONEXIÓN 13.2kV
10	PROTECCIÓN SOBRETENSIÓN
11	INDICADOR DE LIQUIDO REFRIGERANTE
12	BORNE DE CONEXIÓN NEUTRO
13	PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO
14	INTERRUPTOR Y FUSIBLE POR FASE EN LE PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR
15	SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO
16	CONDUCTOR DE FASE RECUBIERTA DE 7.6 KV
17	CONDUCTOR DE NEUTRO.

Fuente: (CENS., 2017).

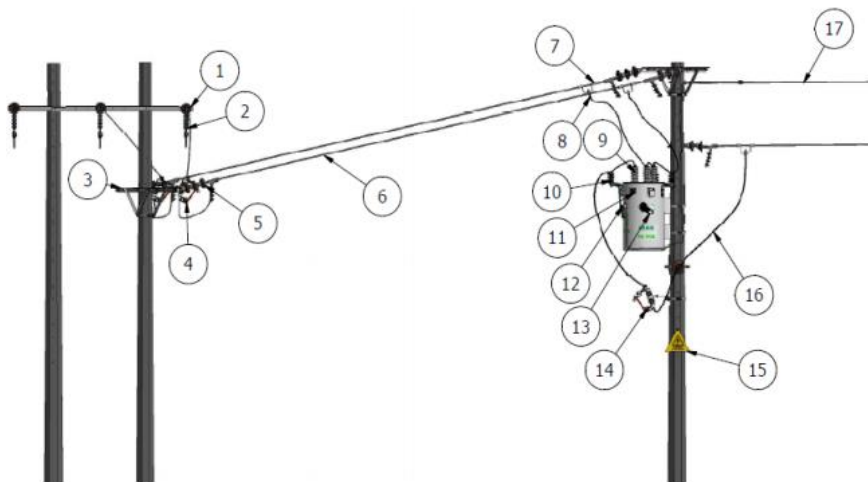


Fig. 14. Descripción gráfica para los elementos de la tabla 1.6

Fuente: (CENS., 2017).

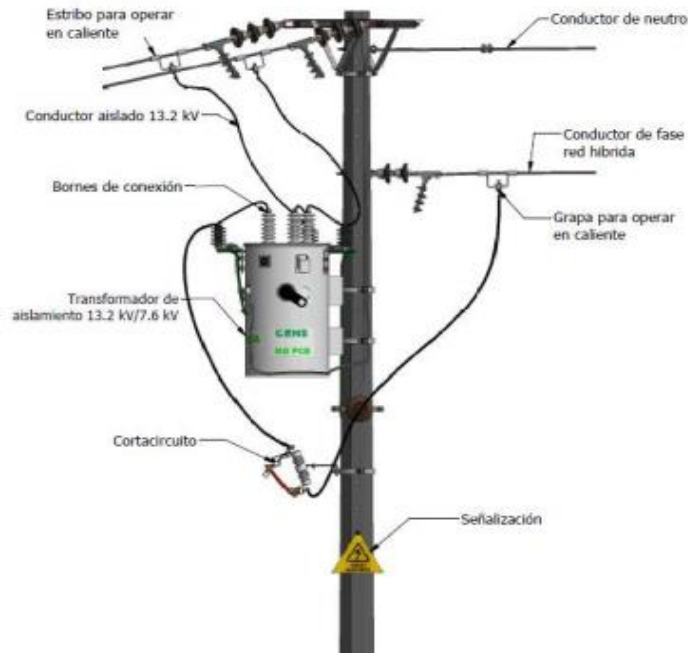


Fig. 15. Descripción frontal de tabla 1.6.

Fuente: (CENS., 2017).

1.4.2. Seguridad del transformador.

Al tratar de la seguridad de un transformador, existen normas, parámetros, que rigen con el cumplimiento de la calidad y condiciones que requiere este equipo, las cuales por general son (Ladera, 2013):

- Características del transformador, deben estar en las condiciones requeridas.
- Una relación de transformación correcta.
- El transformador no debe estar en cortocircuito o tener sus devanados abiertos.
- Comprobar la resistencia de su respectivo aislamiento.
- Un sistema a tierra adecuado para el sitio de instalación.
- Verificación de las posibles fugas en un transformador.
- Verificación de las protecciones y accesorios sean las adecuadas para el transformador en base a sus valores nominales.
- En caso de una instalación cerrada para un transformador, se debe verificar la ventilación correcta de dicho lugar.

Para la operación de un transformador, las instalaciones deben estar apropiadamente instaladas y realizadas el montaje, la ejecución de la operación se debe realizar en condiciones y protecciones apropiadas. Se debe realizar un mantenimiento eficaz, tanto para el equipo, protecciones y el lugar de la instalación, por ello esto debe estar en un plan riguroso de mantenimiento preventivo (Ladera, 2013).

1.5. Montaje de un transformador Trifásico.

Par relazar este tipo de montaje se realiza un esquema de actividades donde se detallan, inspección interna y externa, lavado de la carcasa, tratamiento de aceite, tiempo de reposo y pruebas funcionales. En la parte del transporte de este tipo de transformador, se debe prever posibles obstáculos, inclinaciones y el estado de la carreta debe estar en óptimas condiciones con un límite de inclinación de 25 grados en el sentido de longitudinal y de sección transversal no debe ser mas de 30 grados (Arrieta., 2010).

El siguiente esquema de gráfica es presentado según Enel, condesa, (2011), la vista frontal del montaje de un transformador trifásico.

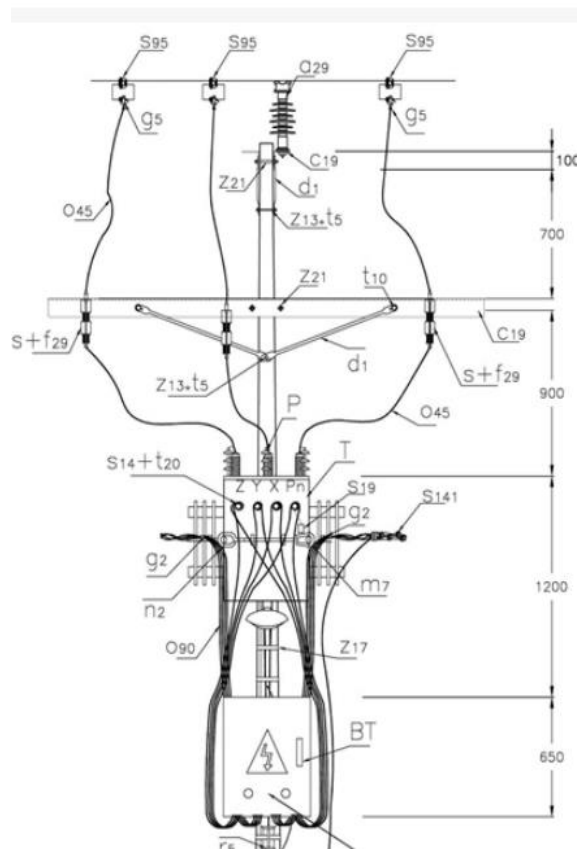


Fig. 16. Descripción frontal del montaje trifásico.

Fuente: (Enel, condesa, 2011).

A continuación, en la tabla 1.7., se presenta los materiales que se utiliza para realizar en el montaje de un transformador trifásico con su respectiva cantidad.

TABLA 1.7. Elementos para el montaje de un transformador trifásico.

Cantidad.	Material.
-----------	-----------

3	Cruceta metálica.
1	Soporte para luminaria horizontal.
1	Caja para derivación de acometida.
1	Tablero de protección.
2	Crucetas metálicas de 2.5m.
1	Foto control.
3	Fusible dual.
2	Grapas de retención aislada.
5	Hebillas de acero inoxidable.
1	Tuerca de ojo.
1	Perno de ojo.
12	Cable desnudo de cobre 4AWG
3	Cortocircuito de cañuela de 100 15KV
8	Conector Terminal 4/0 AWG
2	Conector de compresión en ranuras paralelas.
3	Conector cuña con estribo 4/0
8	Tornillo de carruaje 5/8
4	Tornillos de acero galvanizado 5/8.
1	Sistema puesto a tierra en acero.

Fuente: (Enel, condesa, 2011).

Los materiales presentados en la tabla anterior son los posibles materiales, ya que los materiales varían de acuerdo con el tipo de montaje, ya que pueden realizar el montaje de distintas maneras dependiendo de la regulación, el espacio y la ergonomía del lugar.

1.6. Alimentadores secundarios.

Se tiene como una definición de un alimentador secundario, como líneas a partir del transformador de distribución, las cuales tiene como objetivo brindar el servicio eléctrico a los consumidores de una determinada área por medio de acometidas, comprendiendo así el alumbrado público y a la red de servicios particulares. (Cuba, 2004).

En el siguiente cuadro se indica los niveles de tensión aprobados en el subsistema de distribución e instalaciones de alumbrado público.

TABLA 1.8. Niveles de tensión aprobadas.

Tensión normal trifásica (V).	red	Red monofásica (V).
220 V.		230 V.
380 V.		400 V.

Fuente: (Rivero, 2011).

De una manera general los circuitos secundarios contienen una estructura radial, ya que el flujo de energía no seguirá la misma dirección, estas se clasifican en monofásico de dos hilos, monofásicos de tres hilos y trifásico de cuatro hilos.

a) Monofásico de dos hilos.

La red monofásica de dos hilos se considera como un sistema usado para recorrer distancias muy cortas, la cual está conformado por una línea de fase y otra de neutra, en esta ocasión la conexión a tierra sale de un punto medio de la línea del neutro o del respectivo devanado (Webstart.net, 2015).

b) Monofásico de tres hilos.

Este sistema consiste en dos líneas viva y una línea neutra, la cual se lo realiza para obtener un valor de tensión de 240 V en las instalaciones eléctricas residenciales, está conformado por un interruptor principal seguido de una protección tipo fusible. En este sistema al tener una puesta a tierra esta se podrá remplazar al neutro en caso de una falla, pero su valor de tensión dependerá de la estructura de la puesta a tierra (Zuñiga, 2015).

c) Trifásico de cuatro hilos.

Este sistema de distribución está comprendido de tres conductores de un mismo diámetro conocidos como hilos de fase, la cuales salen del transformador y el secundario de la máquina está conectado en triángulo. En la siguiente figura 17, se indica un diagrama unifilar de un sistema trifásico de cuatro hilos (SenaFadie, 2015).

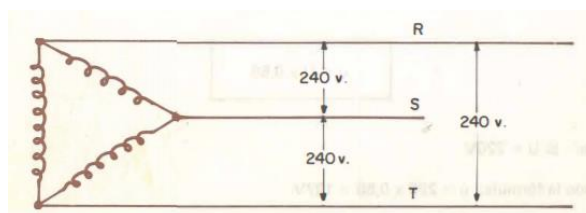


Fig. 17. Diagrama unifilar de sistema trifásico de tres hilos.

Fuente: (SenaFadie, 2015).

En el caso de este sistema se lo utiliza en la industria donde no se precisa neutro secundario, como por ejemplo la alimentación para motores trifásicos, y por último los valores de tensiones utilizados por medio de este sistema son, 220 V, 240 V, 440 V y 480 V (SenaFadie, 2015).

1.7. Conexión de servicio a los consumidores.

Para la conexión del servicio eléctrico a los consumidores, el artículo 4 de la ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE), establece los derechos de los consumidores o usuarios finales, recibir los servicios de la energía eléctrica acorde a los requerimientos de la constitución basados en la eficiencia, calidad, responsabilidad, continuidad y un precio equitativo (ARCONEL, 2018). En la conexión para los servicios a los consumidores se tiene el alumbrado público, acometidas y medidores.

1.7.1. Alumbrado público.

El alumbrado público, tiene como objetivo iluminar las vías de circulación o comunicación y espacios determinados, caracterizados por permanecer siempre iluminados y de una manera permanente o circunstancial. Este tipo de servicio proporciona seguridad al sector de iluminación evitando robos y en las carreteras evitando posibles accidentes (Blque 4 alumbrado público, 2021).

Este servicio principalmente se base en la confiabilidad ya que la instalación no debe presentar fallas a su intemperización, también de ser un sistema independiente conectada a la línea de baja tensión, por otra parte, deberá ser aprueba de vandalismo y para su mantenimiento esta deberá ser un sistema en cual sea fácil el reemplazo de un elemento en mal estado (CPPIE, 2014).

Existen dos tipos de alumbrado público las cuales son, aéreos y subterráneos, para la parte aérea se deberá considerar una altura de montaje que sobrepase al paso de los automotores y en el caso de los subterráneos debe ser a una profundidad que los automotores no dañen con el aplastamiento (CPPIE, 2014).

A continuación, se presenta figuras 18 que representan los dos tipos de alumbrado público en el primer caso se tiene, un alumbrado público aéreo.



Fig. 18. Alumbrado público aéreo.

Fuente: (Autor,2021).

Como se puede observar en la figura 1.19, está conectado directamente a línea de baja tensión, esta puede ser de circuito abierto o de tipo preensamblado. Como siguiente caso se tiene un alumbrado tipo subterráneo.

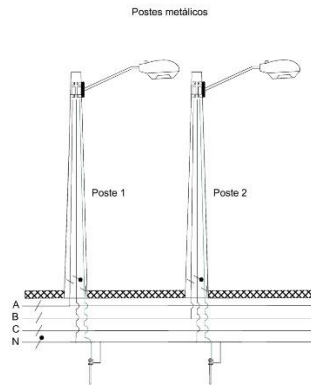


Fig. 19. Alumbrado público subterráneo.

Fuente: (Autor,2021).

En esta parte los postes deben ser de tipo metálico, la profundidad de la zanja debe ser mayor a 0.53 metros, todas estas especificaciones están contempladas en el artículo 300 de la NOM-001-SEDE-2012 (CPPIE, 2014).

1.7.2. Acometidas.

Según la reforma 019-18 de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, establece como acometida, la derivación física para la conexión entre la red eléctrica propiedad de la distribuidora y las instalaciones del consumidor (ARCONEL, 2018).

1.7.3. Medidores.

Se define como medidor de la energía eléctrica a un equipo que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por los clientes, la tarifa de dicho consumo es establecida

por un Ente regulador, mediante el medidor, la empresa puede realizar una facturación adecuado acorde a la energía y potencia consumida (INEN, 2017).

Capítulo 2.

Emular un patio de pruebas para el montaje de un transformador de distribución tipo poste.

2.1 Introducción.

En el presente capítulo, se presentará el desarrollo de un emulador de un patio de pruebas para realizar el montaje de un transformador tipo poste. Para medrar el presente punto, se realizará un proceso de construcción tipo obra civil, utilizando herramientas y métodos requeridos para una construcción civil.

Para el desarrollo de un emulador de un patio de prueba, se aplicó, el análisis crítico contemplando distintas opciones y realizando la mejor selección, tanto para los materiales y diseño del emulado del patio de pruebas.

También se realizará la respectiva selección de materiales, en un estado óptimo para realizar el respectivo montaje del transformador tipo poste, en la cual los materiales se describirán en un apartado del presente documento.

2.1.1. Ubicación física.

El presente trabajo de grado de se desarrollará en el campus principal de la Universidad Técnica del Norte, la cual está ubicada en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, ciudadela universitaria, en las avenidas 17 de julio 5-21 y General José María. Para la implementación del emulador de un patio de pruebas, para el montaje de un transformador tipo poste el espacio se lo aprecia en la siguiente figura 20.



Fig. 20.- Ubicación donde se implementó el emulador del patio de pruebas.

Fuente: (Autor,2021).

2.2 Descripción del objetivo.

El presente capítulo se desarrollará en el campus de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la provincia de Imbabura perteneciente a la ciudad de Ibarra sector el Olivo.

Tiene como objetivo desarrollar un emulado de un patio, de medidas de, 4m desde la entrada al patio, 10.50m de largo con referencia hacia el edificio de postgrado y de 7m hacia el edificio de CIELE. En la figura 21, se muestra la referencia de medidas del emulado de patio de pruebas.

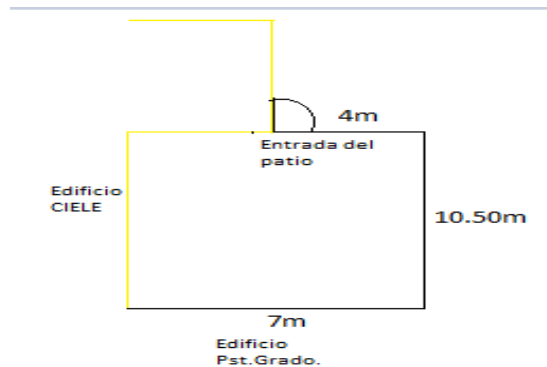


Fig. 21. Referencia de las medidas del patio.

Fuente: (Autores,2021)

En base a los datos de la figura 21, se desarrollará un cerramiento con las medidas ya predichas, y se colocará una malla presoldada sujeta a unos tubos de acero galvanizado ubicados a distancias estéticas, también se deberá colocar una capa de ripio tipo chispa y finalmente se colocará pintura antiadherente tanto en la malla y el muro. Por otra parte, se colocará postes de medidas estéticas para un proceso académico.

2.3 Análisis del diseño del patio de pruebas.

Para el análisis del diseño, se tomó como referencia del trabajo de grado ya realizada anteriormente, en la cual se creó nuevas referencias para unas nuevas medidas y también como un factor de aporte para las nuevas medidas, es el área cuadrada que se dispone, ya que este espacio está ubicado en la parte posterior de los laboratorios de la carrera de Electricidad.

Para el diseño del cerramiento, se analizó la estética, ya que se observará distintos cerramientos ya realizados, observando así la malla y la pintura utilizada en estas, por análisis de observación se seleccionará la malla que va acorde al criterio estético, y en la pintura se seleccionará una resistente al medio ambiente.

Para la selección de la altura del poste, se tomará en cuenta una altura apropiada para un ámbito académico, ya que una altura exagerada podría ocasionar accidentes, por último, para la selección del ripio tipo chispa se considerará el criterio de, comodidad al caminar y una mejor visualización estética al culminar el patio.

2.4 Desarrollo del objetivo.

En esta parte del documento, se mencionará todo el proceso de desarrollo del objetivo, ya que se realizó un proceso de construcción civil.

2.4.1 Preparación del espacio para el patio.

Para la preparación del espacio en el patio, lo que se realizó fue la limpieza del área según las medidas establecidas, como se puede observar en la figura 22.



Fig. 22.- Limpieza del patio.

Fuente: (Autores,2021).

La limpieza que se realizó, se lo hizo con el objetivo de optimizar la visualización del espacio y de esa manera poder ubicar los puntos para la ubicación de postes de hormigón.

2.4.2 Excavación para la colocación de los postes.

Una vez ya realizada la respectiva de limpieza, se tomó medidas del espacio definiendo la distancia adecuada para la excavación de los huecos para los respectivos postes, como se puede observar en la figura 23.



Fig. 23.- Excavación para la colocación de los postes.

Fuente: (Autores,2021)

Para las medidas de excavación, se tomó en cuenta la altura del poste y la dimensión de esta, la cual se la aplicó a la fórmula establecida por la unidad de propiedad establecida por el Ministerio de Electricidad y Energías renovables (Meer).

2.4.3 Adecuación de poste.

En este punto, se realizó la adecuación de los postes ya que las adquiridas tenían una altura de 12m, la cual no era la óptima para una actividad académica, para cumplir el objetivo requerido se cortó los postes a una altura de 4,5m, como se observa en la figura 24.



Fig. 24. Adecuación de los postes a una altura apropiada.

Fuente: (Autor,2021).

Para realizar el corte se utilizó una amoladora de tamaño grande con un disco de diamante, este corte se realizó con la final de obtener la altura deseada para emular un patio de pruebas.

2.4.4 Movilización de los postes.

Para la movilización de los postes, se utilizó una grúa proporcionada por el departamento de construcción de la Universidad Técnica del Norte, la cual se indica en la figura 25.



Figura 25. Movilización de los postes.

Fuente: (Autor,2021).

Se ocupó ese tipo de maquinaria, ya que los postes estaban ubicados a una distancia lejana del punto de colocación y sobre todo el peso de esta.

2.4.5 Plantación de postes.

Al tener ya la adecuación de los postes con una altura 4.5m y a ver echo la respectiva movilización hacia el espacio del emulado, como siguiente actividad se tenía la plantación de los postes, como se puede observar en la figura 26.



Fig. 26. Plantación de los postes.

Fuente: (Autor,2021).

Para un correcto lineamiento al plantar los postes, se tomó referencia a una misma distancia tomada desde la pared del edificio de la carrera de Electricidad, para lo cual se colocó una piola que ayuda a un mayor lineamiento al plantar los tres postes.

Para una exactitud en forma vertical se lo realizó mediante un nivel, y para la sujeción se aplicó el apisonador, que con su peso y contextura ayudo a una mayor firmeza de suelo que rodea a los postes ya plantados.

2.4.6 Excavación de la zanja.

Esta actividad tiene como justificativo el cerramiento para el emulador del patio de pruebas, y para ello se realizó una zanja de 30cm de ancho y 1m de alto hacia la referencia del nivel del suelo, como se observa en la figura 27.



Fig. 27. Excavación de la zanja para el cerramiento.

Fuente:(Autor,2021).

La referencia de nivel se tomó con una diferencia de 1m desde el suelo, la cual mediante una maguera transparente se colocó la referencia en cada punto estratégico, como en cada esquina del patio. Como el suelo no tenía un sentido uniforme en ciertas partes no era necesario una excavación profunda.

2.4.7 Adquisición de materiales.

Para la adquisición de materiales, se realizó de acuerdo con el criterio de diseño, en la cual se determinó una malla presoldada, como se puede observar en la figura 28.



Fig. 28. Adquisición de la malla presoldada.

Fuente: (Autor,2021)

Esta malla presoldada, tiene una altura 2.10 m y de 2mm de longitud, pero de largo esta medía 6m por ende se cortó de acuerdo con el vano entre los tubos de acero galvanizado.

También se adquirió tubos galvanizados por el criterio de diseño, esto se puede apreciar en la figura 29.



Fig. 29. Adquisición de los tubos de acero galvanizado.

Fuente: (Autor,2021).

Se escogió este tipo de material, por la dureza y resistencia, también para una mayor facilidad al momento de soldar, estos tubos miden una longitud de 4mm y 6m de largo.

Para cubrir el espacio en el patio, se adquirió el ripio tipo chispa, como se puede apreciar en la figura 30.



Fig. 30. Adquisición del ripio tipo chispa.

Fuente: (Autor,2021).

Se escogió este tipo de material, por la estética para la presentación del trabajo terminado y la comodidad al caminar sobre el espacio del patio. Se colocó todo el material para una mayor firmeza del piso.

2.4.8 Cimentación para el muro.

Una vez concluido con la excavación de la zanja, se procedió a la cimentación del muro para ello se colocó piedras a la respectiva altura de acuerdo con el punto de nivel, como se puede observar en la figura 31.



Figura 31. Cimentación del muro.

Fuente: (Autor,2021).

Como consiguiente a ello, se colocó una capa de 5cm de concreto de acuerdo con la expectativa de la altura del cerramiento.

2.4.9 Colocación de los tubos para cerramiento.

Para la colocación de este tipo de tubos, se trazó una línea en base a una piola con la referencia del nivel superficial del suelo, como se puede apreciar en la figura 32.



Fig. 32. Colocación de los tubos de acero galvanizado.

Fuente: (Autor,2021).

Para una mayor sujeción en el piso, en los puntos acordados para los respectivos tubos se excavo una profundidad de 50cm y se colocó una cantidad apropiada de concreto para su mayor firmeza, también en las esquinas se colocó tubos en un ángulo de 45 grados que sirve como sujeción al momento de soldar la malla y evitar la deformidad del vertical del tubo de acero galvanizado.

2.4.10 Colocación de la malla.

Para la colocación de malla presoldada, se adquirió el equipo adecuado para realizar este tipo de trabajo, y se puede apreciar en la figura 33.



Fig. 33. Colocación de la malla.

Fuente: (Autor,2021).

Para la colocación de esta, se tuvo que apropiar a una medida especificada a la distancia del cerramiento, ya en ciertas partes la distancia de los 6m de la malla tocaba a cortarla o en ocasiones unirla, y la máquina soldadora utilizó una fuente de poder de 220v.

2.4.11 Construcción del muro.

Esta parte se lo realizó con el objetivo de a sujetar la parte inferior de la malla colocando una capa de mezcla de cemento, como se puede apreciar en la figura 34.



Fig. 34. Construcción del muro.

Fuente: (Autor,2021).

El muro tiene una altura de 30cm, para realizar esta se utilizó bloques de 20cm de alto y los espacios restantes se lo completo mediante pedazos restantes, por otra parte, también se pensó en la parte estética de la presentación y por ello se le aplicó la esponja para un mayor relleno de la mezcla y suavidad al realizar fricción.

2.4.12 Preparación del suelo.

El aceite quemado contiene lubricantes resultantes de sustancias tóxicas y metales pesados la cual es producida en las temperaturas y presiones en los motores (SIGAUS,

2018), y gracias a estas propiedades esta vuelve a la tierra infértil, por ello esta se aplicó en el espacio del emulador del patio pruebas, como se puede apreciar en la figura 35.



Fig. 35. Roseado de aceite quemado en el espacio del patio.

Fuente: (Autor,2021).

De acuerdo a area en m^2 , es la cantidad en galones para el roseado completo, en esta ocasión se roseo 20 galones de aceite quemado la cual se aplico en area total del espacio.

La cantidad exacta que se aplicó fue un recipiente de 120ml, la cual se preparó una cantidad de medio recipiente a una cantidad máxima de agua con respecto a la bomba. Esta se roseo por todo el espacio para evitar el rebrote de la maleza.

2.4.13 Colocación del ripio.

Como se observado en la mayoría de las subestaciones se coloca ripio como un medio aislante eléctrico, en esta ocasión se colocó un ripio tipo chispa para una mejor visualidad estética y como un aislante eléctrico, como se puede observar en la figura 36.



Fig. 36. Colocación del ripio en el espacio del patio.

Fuente: (Autor,2021).

La cantidad que se colocó fue una volqueta de 7m³ la cual fue estimada para el área total de espacio del patio, se colocó toda la cantidad quedando como resultado en el espacio una cantidad de 20cm de grosor como capa de ripio.

2.4.14 Acabados.

En esta parte se pensó en la presentación del producto final, para la cual se aplicó una pintura adherente al agua, el color negro se cogió según el criterio de presentación, para una presentación con autoría de originalidad, esta pintura se aplicó tanto de manera interna y externa del espacio, realizando su respectiva limpieza.

Como resultado final del desarrollo del objetivo se observa en la figura 37.



Fig. 37. Resultado del Emulador de patio, para el montaje de un transformador tipo poste.

Fuente: (Autor,2021).

Para el acabado final del emulador del patio de pruebas, se procedió a pintar el muro, la malla, los tubos de acero galvanizado y los respectivos postes, para ello se utilizó un compresor con pistola de roseado, el color para la malla, los tubos y los postes se lo pinto de color gris de acuerdo con los criterios de diseño.

2.5 Selección de materiales.

Para la selección de materiales se lo hizo en base al alcance general que tiene el trabajo, como, el transformador se limitó que esta no debe estar en óptimas condiciones y por otra parte debe existir un equipo de liniero. A continuación, se detallará acerca del transformador tipo poste, los elementos para el montaje, equipo liniero y los respectivos materiales de construcción que se utiliza para realizar dicho montaje.

2.5.1 Transformador tipo poste.

En el alcance del proyecto se especificó, que, para realizar el montaje del transformador esta no deberá estar en condiciones de energizado, para lo cual se adquirió un tanque sin sus partes internas y solo con la mayoría de sus partes externas, como se puede apreciar en la figura 38.



Fig. 38. Transformador de 10kv tipo poste.

Fuente: (Autor,2021).

El transformador, no contiene todas sus partes, debido a que el transformador adquirido fue el resultado de un atraco y por ende ciertas piezas se extraviaron, la partes que constan en dicha máquina son, la carcasa, el bushin, el tap, luz piloto de emergencia, la placa de característica y la salida de la bajante de baja tensión.

2.5.2 Elementos para el montaje.

Para llevar a cabo el montaje de un transformador, se utiliza ciertos elementos que se utiliza para su respectivo conexionado con la línea y herramientas adecuadas para su respectivo ensamblado, estos elementos y herramientas se detallan en la tabla 2.1.

TABLA 2.1.- Elementos y herramientas para el montaje.

Elementos de montaje.	Herramientas de montaje.
Abrazaderas de tres pernos.	Llaves aisladas 15/16
Conectores estancos.	Juego de rachas
Bajantes para cada fase, cable 1/0 TTU	Alicates aislados
Pararrayo.	
Seccionador.	

Fuente: (Autor 2021).

Estos elementos y herramientas se lo utilizan de acuerdo con el tipo, peso y tamaño del transformador, ya que en este caso es un montaje de un transformado tipo poste.

2.5.3 Equipo de liniero.

Se considera equipo de liniero, al cinturón de portar herramientas y la soga de vida, como se aprecia en la figura 39.



Fig. 39. Equipo de liniero.

Fuente: (Autor,2021).

La selección de este material se lo hizo, de acuerdo al criterio de necesidad para el montaje del transformador y por lo óptimo para realizar este tipo de actividad.

También un elemento importante para el montaje de un transformador son las trepadoras, ya con estas se puede acceder a alturas provistas de postes, las trepadoras adecuadas para este tipo de trabajo se observa en la siguiente figura 40.



Fig. 40. Trepadoras.

Fuente: (Autor,2021).

Todo liniero debe estar equipado con estos equipos para una mayor seguridad sea el montaje de estructuras o el montaje de un transformador.

2.5.4 Equipo de protección para el montaje.

Según Tirado (2009), pone como criterios para el montaje de un transformador, verificar la condición óptima del transformador, cuantificar los materiales adecuados o necesarios para dicho proceso y revisar el estado de las líneas. Por otra parte como seguridad personal menciona la respectiva señalización de riesgo eléctrico, evitar la confianza de manipular los conductores y no trabajar en lugares húmedos (Tirado, 2009).

El equipo básico de protección personal se presenta en la siguiente tabla 2.2., en la cual se describe el equipo adecuado para este tipo de procesos.

TABLA 2.2.- Descripción del equipo de protección personal.

Equipo.	Descripción.
Botas de seguridad.	Están deben ser adecuadas para la caída de objetos pesados y de ligas elásticas para evitar el acceso de las chispas eléctricas.
Guantes.	El tipo de guantes debe ser de goma, ya que es un material aislante a la corriente.
Vestimenta de asbesto y lana	Esta debería ajustar muy bien a la comodidad del operario.
Casco de seguridad.	Esta deberá ser sin ventilación que proporcione un aislamiento eléctrico de 1000V.

Fuente: (Autor 2021).

Se presentó el equipo generalmente usado para este tipo de actividades, ya que por otra parte existen parámetros que ayudan a la protección personal evitando riesgos eléctricos.

Capítulo 3

Elaborar un manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de un transformador de distribución en poste.

3.1. Introducción.

En el presente capítulo se desarrollará un manual de procedimientos referente al montaje de un transformador en poste, para desarrollo práctico y familiarización por parte de los estudiantes de la carrera de Electricidad referente a los materiales, para su respectivo desarrollo se toma como referencia el emulado del patio de pruebas que se realizó en un capítulo anterior.

Las partes que se tomaran en cuenta para el desarrollo de este capítulo son la actividades y responsabilidades que toman en un montaje de un transformador tipo poste, ya existen cierto parámetros y objetivos que se deben tener para el desarrollo de esta actividad laboral en ciertas instituciones referente al ámbito eléctrico.

También se tratará acerca de equipo de protección personal que se utiliza para el desarrollo de la actividad del montaje de un transformador tipo poste, la cual para la protección de la cabeza vienen a ser los cascos, para una protección visual son las gafas y para una protección troncal vienen a ser los overoles, todos los materiales antes mencionados deben tener como objetivo principal aislar a la persona de la tensión eléctrica.

Por último, también para el desarrollo del manual de procedimiento se hará la descripción del procedimiento del montaje de un transformador, como por ejemplo la selección de materiales, identificación de las partes de un transformador, estructura para emular la grúa del montaje, etc. Se debe tener en cuenta que el objetivo es imitar el proceso de montaje, por ello la descripción será de una forma didáctica.

3.2. Descripción del montaje de un transformador en poste.

Según SIRCE-PERÚ (2018), determina al montaje de un transformador tipo poste como una serie de actividades y maniobras llevando a cabo todas las etapas y procesos del montaje.

3.2.1. Actividades.

En el proceso del montaje de un transformador tipo poste, las actividades más frecuentes son:

- a) Transporte del transformador desde la fábrica hasta el punto de instalación.
- b) Llenado del aceite dieléctrico para transformadores.
- c) Conexión del cable de fuerza del transformador.
- d) Limpieza integral del transformador.
- e) Pruebas eléctricas del transformador.
- f) Puesta en servicio.

3.2.2. Riesgos.

- a) Descargas eléctricas por una desconexión obsoleta de alimentación.
- b) Descenso abrupto del personal.
- c) Cortes y golpes.
- d) Desplome de objetos o herramientas.

3.3. Normas de seguridad para protección personal en trabajo eléctricos.

Una norma de seguridad de protección personal en un trabajo eléctrico evita posibles accidentes y riesgos. (ALPI, 2019).

3.3.1. Características.

Según el Acuerdo Ministerial 013 reformado, menciona las cinco reglas de oro para el personal que interviene en las áreas eléctricas, la cual les son (Acuerdo Ministerial 13, 2017):

- a) Desconexión de todas las fuentes de tensión y neutro con un corte visible.
- b) Bloqueo de las fuentes de voltaje.
- c) Comprobación de ausencia de tensión.
- d) Colocación de la puesta a tierra.
- d) Señalización y delimitación de la zona de trabajo.

3.3.2. Equipos de protección personal.

El equipo de protección personal es una barrera entre el personal y un posible accidente, en si cada equipo de protección reduce el porcentaje del riesgo laboral (Medlineplus, 2021). A continuación, en la tabla 3.1 se presenta los equipos de protección.

TABLA 3.1.- Equipo de protección personal según.

Equipo.	Descripción.	Imagen.
Casco.	Protección superior referente a la cabeza.	
Calzado.	Protección inferior, referente a los pies.	
Gafas.	Protección visual, referente a los ojos.	
Guantes.	Protección de extremidades, referente a las manos.	
Overol.	Protección trocal, referente al cuerpo.	


Fuente: (IEES, 2019)

3.4. Descripción de los elementos para el montaje.

En el procedimiento práctico del montaje, existen elementos que son de importancia para su respectiva acción mecánica y de seguridad personal.

3.4.1. Elementos de seguridad para el montaje.

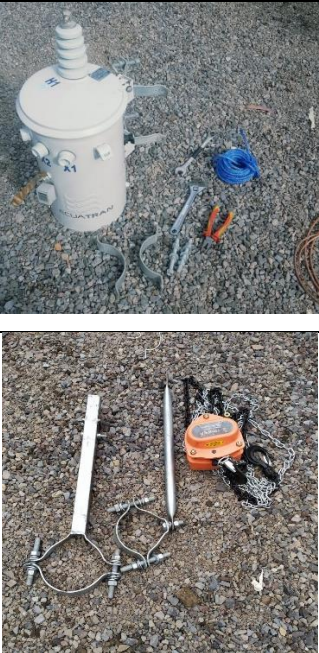
TABLA 3.2.- Elementos de seguridad.

ELEMENTOS DE SEGURIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> • Trepadoras. • Cinturón de multifunciones. • Arnés de vida. • Casco. • Guantes. 	

Fuente: (Autor, 2021).

3.4.2. Elementos para el montaje.


TABLA 3.3.- Elementos de montaje.

Elementos de montaje.	
<ul style="list-style-type: none">• Transformador.• Abrazaderas.• Cabo.• Brazo metálico (0.50m).• Pie amigo (0.65m).• Tecele mecánico.	

Fuente: (Autor,2021).

3.4.3. Elementos mecánicos.

TABLA 3.4.- Elementos mecánicos.

ELEMENTOS MECÁNICOS.	
<ul style="list-style-type: none">• Llave mecánico número 15/16.• Llaves pico de loro.• Alicates.• Rachas.	

Fuente: (Autor,2021)

3.5. Procedimiento

En esta parte se detallará cada uno de los procedimientos, que se debe llevar para el montaje práctico de un transformador en poste.

a) Montaje de la estructura acoplada al tecele.

El primer paso es imitar a una grúa ya que en el proceso laboral es la encargada de realizar el ascenso del transformador para este proceso práctico se lo realizará con una estructura acoplada a un tecele mecánico que imite la función de la grúa procediendo al ascenso del transformador, como se puede apreciar en la figura 41, esta sección del procedimiento está a más detalle en la documentación manual.



Fig. 41. Montaje de la estructura acoplada al tecele.

Fuente: (Autor,2021).

Para el montaje de esta estructura se lo hace acorde a la altura del poste como se puede observar en la figura, también se toma a consideración, si existe un montaje adicional, y por otra el tiempo requerido para este procedimiento es de 10 minutos.

b) Colocación del cabo en el transformador.

Como consiguiente es colocar el cabo alrededor de la parte superior del transformador, esto se lo realiza para obtener un ascenso centrado, la cual se puede apreciar en la figura 42.



Fig. 42.- Centrado del transformador para el acenso.

Fuente: (Autor,2021).

Se debe hacer esto, ya que el transformador en su estado completo contiene un aceite aislante que requiere un equilibrio centrado y estático, esta requiere un tiempo de 7 minutos, para un mayor detalle se lo presenta en el manual documentado.

c) Acenso del transformador.

Una vez colocado y verificado el óptimo ajuste del cabo, se procede al acenso del transformador a una velocidad provista del tecele mecánico, este acenso se lo hace de una manera centrada y equilibrada imitando así al acenso real de un transformador la cual se aprecia en la figura 43.



Fig. 43.- Acenso del transformador.

Fuente: (Autor,2021).

En esta parte del procedimiento se requiere de dos personas, la cual tendrán distintas funciones que cumplir, para el acenso de esta se requiere alrededor de 15 minutos, la cuál esta a mas detalle en la documentación del manual.

d) Acople de las abrazaderas con el poste.

Una vez finalizado el ascenso del transformador a una altura óptima se procede a la colocación y ajuste de las respectivas abrazaderas, como se indica en la figura 44.



Fig. 44.- Ensamblado del transformador.

Fuente: (Autor,2021).

Para esto se procede a utilizar las respectivas herramientas de ajuste mecánico, para lo cual se requiere un tiempo de 6 minutos.

e) Desmontaje de la estructura acoplada al tecele.

Para finalizar se procede a la verificación del óptimo acople del transformador con el poste de hormigón, como último se procede al desmontaje de la estructura acoplada al tecele mecánico, la cual se aprecia en la siguiente figura 45.



Figura 45.- Desmontaje de la estructura acoplada al tecele mecánico.

Fuente: (Autor,2021).

Para proporcionar una mayor seguridad se utilizó todo el tiempo el arnés de seguridad con su respectiva cuerda de vida como también los guantes y cascos.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

- a) Las características de las normativas, estándares usados para el montaje de un transformador en poste requiere un contenido más amplio en la parte de sistema de distribución eléctrica, ya que en estas se procede a tratar temas de alimentadores primarios y secundarios, las cuales esta formados de distintos esquemas según los requerimientos, también se concluye que la parte del alumbrado público en una sección muy amplia donde depende de los requerimientos, áreas y distancias que cubrir.
- b) Con la implementación un patio de pruebas para el montaje de un transformador en poste en el edificio de la carrera de Electricidad permitió seleccionar materiales que proporcionen una mayor estética, como también la selección de distintos equipos, materiales y herramientas que se requiere para llevar a cabo el proceso de montaje de un transformador en poste. También se concluye que, con las medidas del criterio de diseño se obtuvo un mayor espacio de trabajo en comparación al espacio de trabajo anterior.
- c) La elaboración del manual de procedimiento y normas de seguridad se define que, se puede proceder al realizar distintos procesos iniciando desde el proceso de la selección de materiales para el montaje hasta un último proceso la cual es del ensamblado de las abrazaderas con el poste de hormigón, y por otra parte se recalca la importancia del equipo de protección personal como las cinco reglas de oro, la cual mediante estos parámetros se reduce un posible riesgo eléctrico.
- d) La implementación de pruebas para el montaje de un transformador en poste, para la mejora de tiempos se tiene un tiempo total de demora de una hora con dieciséis minutos al realizar el respectivo montaje del transformador, pararrayo y seccionador de porta fusible unipolar, ya que sin una guía documentada el proceso de montaje con respecto al tiempo es mayor.

Recomendaciones.

- a) De acuerdo con la teoría, se puede complementar más información como del tipo clasificación en los alimentadores primarios y secundarios, estableciendo ventajas y desventajas de cada tipo de estructura de alimentadores. En el caso de servicios a los clientes se puede realizar en comparación entre las distintas normativas que rigen en el país.

- b) Al tratar de un emulador de patio de pruebas esta se puede modificar a nuevos parámetros, como la altura del cerramiento, la altura de los postes o el material de los postes y también se puede incrementar un transformador en la cual se pueda apreciar el proceso del conexionado de esta.

- c) Con el manual de procedimientos elaborado, se puede realizar comparaciones de tiempos entre un proceso sin la guía documentada y a su vez con la respectiva guía, presentado así un cuadro de comparación, también se puede realizar en base al presente manual una mejor selección de material y equipos de protección.

Bibliografía.

Referencias

- 13, A. M. (2017). *Trabajos.gob*. Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-13.-REGLAMENTO-DE-RIESGOS-DE-TRABAJO-EN-INSTALACIONES-ELECTRICAS.pdf?x42051>
- ABB. (2017). Obtenido de https://library.e.abb.com/public/57330bb673de21eb852573fa007b1791/1ZCL000001EG-ES_Manual%20del%20Usuario.pdf
- Acuerdo Ministerial 13*. (2017). Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-13.-REGLAMENTO-DE-RIESGOS-DE-TRABAJO-EN-INSTALACIONES-ELECTRICAS.pdf?x42051>
- Alamy*. (29 de Octubre de 2020). Obtenido de (figura): <https://www.alamy.es/tres-postes-de-electricidad-y-telecomunicaciones-de-madera-con-cables-electricos-y-la-estructura-del-edificio-amarillo-con-chimenea-y-salida-de-emergencia-sobre-azul-cielo-nublado-image233789158.html>
- Alcantar, P. (2020). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Subestacion-electrica-elevadora-Subestaciones-electricas-reductoras-Una_fig2_303543292
- Alejandro. (15 de mayo de 2010). *blogpost*. Obtenido de <https://electricidad-viatger.blogspot.com/2010/05/lineas-aereas-de-media-tension.html>
- ALPI. (2019). Obtenido de <https://es.alpi-software.com/normas/normas-electricas.html>
- Análsis y puntos críticos. (s.f.). *Fiec*.
- Anónimo. (2016). *Impregnaciones*. Obtenido de <http://www.impregnacionesespeciales.com/crucetas.php?r=1&van=es&w=1360&h=768>
- Arconel. (2018). Pliego tarifario para las empresa de distriubción . *Regulación eléctrica.*, 18.
- ARCONEL. (2018). Resolución Arconel 018. *Reforma*, 28.
- Arrieta., I. M. (2010). *biblioteca utb*. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0062314.pdf>
- Bardhalo*. (2020). Obtenido de <https://www.bardahlindustria.com/funciones-de-un-aceite-dielectrico/#:~:text=Un%20aceite%20dielectrico%20es%20un,balastros%20y%20otros%20elementos%20electricos.>
- Bellot, A. (15 de abril de 2019). *alcanzia*. Obtenido de <https://alcanzia.es/blog/que-es-la-tension-electrica/>

- Bibing.us.* (2017). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5714/fichero/Analisis+del+flujo+de+cargas+en+redes+de+BT+a+4+hilos%252F02.-+Redes+de+distribuci%C3%B3n+de+baja+tensi%C3%B3n.pdf>
- Blogpost.* (Septiembre de 2016). Obtenido de <http://altaabaja.blogspot.com/p/partes-de-un-poste-electrico.html>
- Blque 4 alumbrado público.* (2021). Obtenido de upcommons: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4429/anexo%2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Bobinado jr.* (24 de abril de 2019). Obtenido de <https://bobinadosjr.com/transformador-monofasico/#:~:text=DONDE%20SE%20UTILIZAN%20LOS%20TRANSFORMADORES%20MONOF%3%81SICOS&text=Hay%20que%20tener%20en%20cuenta,puede%20utilizar%20440%20a%20480..>
- Bruno, L. (26 de Marzo de 2010). *Ingenieria electrica.* Obtenido de (figura): <http://ingenieriaelectricaplicada.blogspot.com/2010/03/postes-de-hormigon-armado-y-accesorios.html>
- Castro, J. (2012). *Scrip.* Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/114763557/PROCEDIMIENTO-de-Montaje-de-Transformadores-de-Potencia>
- CENS. (marzo de 2016). *NORTIVA DEL MONATJE DE TRANSFORMADOR.* Obtenido de https://www.cens.com.co/Portals/2/Documentos/Norma_Actualizada/CNS-NT-03-03_MONTAJE_TRANSFORMADORES%20DE%20AISLAMIENTO%20CON%20POTENCIA%20MENOR%20A%2050kVA.pdf
- CENS. (Marzo de 2017). *cens.com.* Obtenido de https://www.cens.com.co/Portals/2/Documentos/Norma_Actualizada/CNS-NT-03-03_MONTAJE_TRANSFORMADORES%20DE%20AISLAMIENTO%20CON%20POTENCIA%20MENOR%20A%2050kVA.pdf
- clogle.it.* (2020). Obtenido de <https://coggle.it/diagram/W-27SyXDnENIVdmL/t/subestaci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-de-maniobra#:~:text=Subestaciones%20de%20maniobra%20%3A%20son%20las,circuitos%20y%20realizar%20sus%20maniobras.&text=es%20una%20instalaci%C3%B3n%20de%20stinada%20a,distribuci%C3%B3n>
- comuval.com.* (2014). Obtenido de <http://www.comuval.com/blog/Que-es-un-centro-de-transformacion.html>
- Covisa.* (2020). Obtenido de <https://www.covisa.cl/productos/alambres-y-cables-thw/>
- CPPIE. (2014). *Manual de alumbrado público.*
- Cuba, S. d. (2004). *Ecured.* Obtenido de https://www.ecured.cu/Caracter%C3%ADsticas_Generales_de_las_Red_de_Distribuci%C3%B3n#:~:text=c%20ALIMENTADORES%20PRIMARIOS%20O%20DISTRIBUCION,a%20los%20transformadores%20de%20distribuci%C3%B3n.&text=Son%20las%20l%C3%ADneas%20que%20partiendo%20de%20los%20

Ecuatran.ec. (2016). Obtenido de <https://www.ecuatran.com/blog/la-importancia-de-los-transformadores/>

EDENSA. (Agosto de 2019). Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>

Educarm. (s.f.). Obtenido de <http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/24/simbologia.pdf>

Electrhuila. (23 de diciembre de 2016). Obtenido de http://electrohuila.com.co/Portals/0/NORMA%20TECNICA/06_REDES%20A%C3%89REAS%20%20BAJA%20TENSI%C3%93N%20-%20MONTAJE%20DE%20TRANSFORMADORES%20EN%20POSTE.pdf

Electrocables. (2018). Obtenido de <https://www.electrocable.com/index.php/es/categorias-productos/construccion/aluminio/antifraude-seu.html>

emaze. (2019). Obtenido de (Figura): <https://www.emaze.com/@AZRCIWZW>

ENEL. (2018). Obtenido de <https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%C3%B1ol/2-1-6-normas-tecnicas/especificaciones-tecnicas-para-materiales-y-equipos-de-media-tension/ET-419.pdf>

ENEL. (2019). Obtenido de <http://likinormas.micodensa.com/Home/DownloadPDF/787>

Enel, condesa. (2011). Obtenido de https://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_aereas_urbanos_rurales/centros_transformacion_aereos_urbanos_trifasicos/ctu501_centro_distribucion_urbano_montaje_poste

Ensa. (noviembre de 2006). Obtenido de https://www.ensa.com.pa/sites/default/files/02_capitulo_1_normas_de_construccion_aerea_ver.2.2.pdf

Entumano. (2018). Obtenido de <http://www.entumano.es/linea-alta-tension.html>

Entumano.es. (2018). Obtenido de <http://www.entumano.es/linea-alta-tension.html>

Epiconstrucción. (2019). Obtenido de <http://epiconstruccion.lineaprevencion.com/tipos-de-epi/proteccion-de-la-cabeza/tipos-y-normativa-de-aplicacion/casco-con-aislamiento-electrico-bt-en-50365>

EPP seguridad. (2017). Obtenido de <http://www.eppseguridad.com/pstk/>

EPSA. (1 de Agosto de 2012). *celsia.com.* Obtenido de <https://www.celsia.com/Portals/0/contenidos-celsia/proveedores/pdf/politicas-generales/norma-medicion-acometida-v7-2.pdf>

Equiplast. (2020). Obtenido de <https://www.equiplast.com/articulos/que-es-prfv/3/>

Foro nuclear. (2020). Obtenido de <http://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/que-es-una-subestacion-electrica>

- García, E. (14 de diciembre de 2014). Obtenido de <https://es.slideshare.net/EdgardoGarcia5/cambio-de-tap#:~:text=2.,que%20se%20ha%20de%20operar.>
- Iadiexport.* (s.f.). Obtenido de <https://www.iadiexport.com.ve/productos/view/65#:~:text=La%20cruce%20angular%20es%20una,red%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa.>
- INEN. (27 de septiembre de 2017). *Metrología*. Obtenido de http://inenmetrologia.blogspot.com/2017/09/medidores-de-energia-electrica_27.html#:~:text=El%20medidor%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica,la%20potencia%20y%20energ%C3%ADa%20consumida.
- Klein, L. (2017). *redi, ufasta*. Obtenido de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1526/2016_SH_103.pdf?sequence=1
- Ladera, J. (13 de enero de 2013). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juladera/6-presentacin-transformadores-v2>
- Lichtenberg, F. e. (s.f.). *Madera shop*. Obtenido de <https://www.todoenmaderashop.com/curiosidades/madera-como-conductor/>
- Lopez, S. (julio de 2020). *twenergy*. Obtenido de <https://twenergy.com/energia/energia-electrica/que-son-las-subestaciones-electricas/>
- Madeo., Á. (01 de Junio de 2018). *blogspot.com*. Obtenido de <http://maquinaselectricasg3.blogspot.com/p/definicion-de-un-transformador-y-partes.html>
- Maderas técnicas inmunizadas.* (2017). Obtenido de <https://www.maderastecnicasinmunizadas.co/venta/postes-y-cruce%20en-madera-inmunizada-bogota>
- Mafepe.* (2018). Obtenido de <https://www.mafepe.com/es/blog/noticias/caracteristicas-y-usos-de-los-guantes-dielectricos#:~:text=Los%20guantes%20die%C3%A9ctricos%20son%20utilizados,ante%20una%20posible%20descarga%20el%C3%A9ctrica.>
- Maqueda, G. (25 de mayo de 2020). *Ale sur*. Obtenido de <https://www.gomezmaqueda.com/conductores-cobre-aluminio/>
- Maquina y herramientas.com.* (2018). Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/transformadores-electricos>
- Máquinas eléctricas.* (enero de 2016). Obtenido de <https://sites.google.com/site/201602maquinaselectricas/transformadores/tipos-de-conexiones-de-transformadores>
- Mecafenix. (2020). *ingmecafenix.com*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tipos-de-transformadores/>

- Medlineplus. (2021). Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000447.htm>
- Mh, education. (2017). Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171489.pdf>
- Naranjo, A. (2006). *Proyecto del sistema de distribución eléctrico*. Caracas: Equinocio.
- Paredes Seguridad. (2018). Obtenido de <https://paredesseguridad.com/blog/calzado-de-seguridad-maxima-resistencia-electrica/#:~:text=CALZADO%20DIEL%C3%89CTRICO%20%20AISLANTE&text=Es%20un%20calzado%20destinado%20a,como%20aislantes%20de%20la%20electricidad>.
- Paruana, H. (2011). Procedimiento de montaje para transformadores de potencia. *ABB*, 11.
- Patiño, M. (19 de julio de 2013). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/milcipatirodriguez/subestaciones-de-transformacion>
- Prof, J. E. (2003). *Caracterización de la carga en los sistemas eléctricos de distribución*. Maracaibo : Reverte.
- Prolege. (febrero de 2007). Obtenido de http://www.prolegce.com/wp-content/uploads/2018/02/DT_postemonoytri_dtaarea.pdf
- Promelsa. (2020). Obtenido de <http://www.promelsa.com.pe/pdf/10004704.pdf>
- renovables, M. d. (s.f.). *Plan de prevención*. Obtenido de <http://historico.energia.gob.ec/sector-electrico-consejos-para-evitar-accidentes-electricos-durante-construcciones/>
- Rivero, F. A. (27 de Julio de 2011). *issu*. Obtenido de https://issuu.com/artureh/docs/revista_sistema_de_distribucion_francisco_rivero
- Rodriguez, C. (23 de Junio de 2017). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/CarlosRodriguez1473/subestaciones-elevadoras>
- rte.mx. (2020). Obtenido de <https://rte.mx/transformadores/poste-monofasico/componentes-accesorios>
- rte.mx. (2021). Obtenido de <https://rte.mx/transformadores/poste-monofasico/componentes-accesorios>
- S.A., C. (2011). *Enel*. Obtenido de http://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae239_acometidas_subterranas_b_t
- S.A., C. (2011). *Likinormas.com*. Obtenido de https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae235_numero_maximo_conductores_monopolares_baja_tension
- S.A., C. (2013). *ENEL*. Obtenido de http://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae244_alimentadores_barraje_transformadores_distribucion
- salud., S. y. (Septiembre de 2013). *ISO 45001*. Obtenido de <https://normasohsas18001.blogspot.com/2013/09/lentes-de-seguridad.html>

- Sector eléctrico.* (25 de noviembre de 2016). Obtenido de (figura):
<http://www.sectorelectricidad.com/16522/peru-postes-de-poliester-reforzado-con-fibra-de-vidrio/>
- Sector Eléctrico.* (1 de diciembre de 2013). Obtenido de
<http://www.sectorelectricidad.com/5612/tipos-de-estructuras-para-alta-media-y-baja-tension/>
- SenaFadie. (2015). *Sistema de distribución y acometidas*. Camina. Obtenido de
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/962/4842_sistemas_de_distribucion.pdf?sequence=12&isAllowed=y
- Sequence.4.* (2017). Obtenido de
<http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/784/A4%20SISTEMAS%20DE%20DISTRIBUCION.pdf?sequence=4>
- SERCE, P. (diciembre de 2019). *serceperu.com*. Obtenido de <http://serceperu.com/montaje-de-transformadores/>
- SIG AUS.* (2018). Obtenido de <https://www.sigaus.es/un-residuo-peligroso#:~:text=si%20el%20aceite%20usado%20se,%2C%20f%C3%B3sforo%2C%20azufre%2C%20etc.>
- Siles, R. (Dirección). (2017). *Video 8 montaje de un transformador ECA* [Película].
- SIRCE-PERÚ. (2018). Obtenido de <http://serceperu.com/montaje-de-transformadores/#:~:text=Consiste%20en%20realizar%20las%20actividades,%C3%A9nfasis%20en%20la%20preservaci%C3%B3n%20del>
- Sistemas eléctrico Ecuador.* (2010). Obtenido de
https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/ley/terminologia.pdf
- Sites.com.* (2013). Obtenido de <https://sites.google.com/site/tecnololectronica2013/-que-es-polaridad-de-un-transformador-electrico-1>
- SRT.* (2017). Obtenido de https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/preve_electrica.pdf
- Stupiñan, W. (21 de junio de 2020). *likinormas.com*. Obtenido de
http://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/generalidades_7_2_acometidas_electricas#:~:text=Se%20entiende%20por%20acometida%2C%20la,interruptor%20general%2C%20armario%20de%20medidores
- Sumidelec.* (2020). Obtenido de <https://www.sumidelec.com/blog/cables-de-cobre>
- TECSA. (31 de Octubre de 2019). *TECSAQRO*. Obtenido de
<https://www.tecsaqro.com.mx/blog/que-es-un-transformador-electrico/>
- Tirado, S. (2009). *Monografias*. Obtenido de
<https://www.monografias.com/trabajos77/proceso-sustitucion-transformador-portencia/proceso-sustitucion-transformador-portencia2.shtml>
- Top cable.com.* (2017). Obtenido de <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>

- Torres, J. (2019). *Lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/conductores-electricos/trabajo>, l. n. (2001). *spt.inchs*. Obtenido de <http://stp.insht.es/stp/binvac/045-electrificaci%C3%B3n-de-un-trabajador-por-alta-tensi%C3%B3n-en-un-centro-de-transformaci%C3%B3n>
- Transformador de potencia*. (02 de Febrero de 2013). Obtenido de <http://umh2223.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/188/2013/02/Grupos-de-Conexi%C3%B3n.pdf>
- Transformadores.cl*. (2019). Obtenido de <https://www.transformadores.cl/blog/pararrayos-tipos-transformadores/>
- Universidad Salesiana*. (2017). Obtenido de (figura): <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/ensayo-transformadores-trifasicos-grupo-conexiones/ensayo-transformadores-trifasicos-grupo-conexiones.pdf>
- Venemedia comunicación*. (2019). Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/alta-tension/>
- Webstart.net*. (2015). Obtenido de <https://webstarsnet.com/es/82-types-of-ac-power-distribution-systems.html>
- Yersei, K. (01 de Febrero de 2018). *Genio landia* . Obtenido de <https://www.geniolandia.com/13142257/que-metales-son-buenos-conductores-de-la-electricidad>
- Zuñiga, P. (Noviembre de 2015). *Blogspot*. Obtenido de <https://instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com/2015/10/alimentacion-monofasica-de-tres-hilos.html>

ANEXOS.

Anexo A. Manual de Procedimientos para el montaje de un transformador en poste.

A1. Introducción.

El presente Manual de Procedimiento esta referenciado al montaje de un transformador tipo poste, en la cual se presentará los distintos parámetros y materiales que se utiliza para el desarrollo de dicho procedimiento, de esta manera brindar una ayuda documentada a los estudiantes de la carrera de Electricidad.

También trata acerca del montaje del pararrayo, en clareciendo sus medidas preventivas con sus posibles riesgos, también se detalla su respectivo procedimiento de montaje para este elemento.

Para finalizar este el procedimiento del montaje de la seccionadora porta fusible unipolar, en la cual contiene el detallado procedimiento para su respectivo montaje, como por ejemplo, el montaje de la cruceta, la fijación y su respectivo conexionado.

A2. Objetivo del Manual de Procedimiento.

Este documento tiene como objetivo expresar al estudiante, el proceso y criterios que se procede al realizar el montaje de un transformador en poste, como también los equipos adecuados para este procedimiento.

A3. Clasificación del Procedimiento.

Los procedimientos por presentarse son del tipo aprendizaje con el objetivo de crear una noción en los estudiantes, los procedimientos a tomar en cuenta son:

- Selección del material.
- Identificación de las partes externas de un transformador.
- Colocación de la estructura para el montaje.

- Preparación del transformador tipo poste.
- Acenso del transformador.
- Ensamblado del transformador.

Anexo B. Montaje del transformador tipo poste.

B1. Procedimiento N° 1

Tema: Selección de Material.

Objetivo General.

- Socializar los distintos materiales, enumerando los materiales y equipos mediante un table, para la noción de los estudiantes de la carrera de Electricidad.

Objetivo Específicos.

- Clasificar los materiales necesarios para el montaje de un transformador en poste.
- Determinar el equipo de protección personal.
- Detallar mediante una tabla de especificaciones.

Desarrollo.

Para realizar este procedimiento se debe tener en cuenta los materiales o equipo de protección personal, ensamblado y los requerido para el llevar a cabo el montaje las cual se los presenta en las siguientes figuras 1,2 y 3.



Figura 1. Elementos de protección.

Fuente: Autor.



Figura 2. Elementos de ensamblado.

Fuente: Autor.



Figura 3. Elementos para el montaje.

Fuente: Autor.

Los elementos presentados pueden variar dependiendo de la actividad a realizar, también cabe mencionar que estas deben estar en unas condiciones óptimas laborales.

Especificaciones.

A continuación, se detalla los materiales y equipos, como de protección personal, elementos de ensamblado y elementos de montaje.

Elementos de protección.				
Nº	Elemento	Descripción.	Cantidad.	Tiempo
1	Caso.	Esta debe ser, de provista de un material aislante y de óptima condición laboral.	1	1 min
2	Cinturón.	Debe ser de un material resistente y esta debe estar completa con su respectivo arnés de vida.	1	1 min
3	Guantes.	Deber ser el tipo adecuado para trabajar con los materiales de ensamblado y su condición debe ser nuevas.	2 (pares)	1 min
4	Calzados.	Deber ser las apropiadas para un trabajo eléctrico, ajusten y brinden comodidad al usar las trepadoras.	1 (par)	2 min
5	Trepadoras.	Esta debe tener todas sus partes y se recomienda que los estancos de sujeción estén en las mejores condiciones.	1	1 min
Nº	Elemento	Descripción.	Cantidad.	Tiempo.

6	Llaves	Estas llaves deben de un ajuste mecánico número 15/16, la cual debe estar aislada.	2	0.5 min
7	Rachas.	Al tener en juego se obtiene todos los necesarios, y estas deben tener un manco cubierto de material aislante.	1 (juego)	0.5 min
8	Laves pico de loro.	Estas son requeridas la sujeción opuesta de los pernos esparrago.	2	0.5 min
9	Alicates.	Esta ser específicamente para trabajos eléctricos la cual de ser de un material aislante.	1	0.5 min
Nº	Elemento	Descripción.	Cantidad.	Cantidad.
10	Transformador tipo poste.	Su forma física debe reflejar en un transformador tipo poste.	1	3 min
11	Abrazaderas.	Estas abrazaderas son de 50"x6"x160".	2	2 min
12	Pernos esparrago.	Estas son partes de la abrazadera la cual debe ser de 5/8x150"	4	2 min
13	Cabo.	Debe ser en condiciones óptimas, que será utilizada para el acenso del transformador.	6 (metros).	1 min

Tabla 1. Detalles de los respectivos elementos para el montaje.

Fuente: Autor.

Esta tabla 1, se añade que en base a tiempo que se demoré en la selección de cada elemento el tiempo en demorase en este procedimiento es de 16 minutos.

B2. Procedimiento N° 2.

Tema: Identificación de las partes externas de un transformador.

Objetivo General.

- Identificar y conocer las partes físicas del transformador, mediante las especificaciones, para una mayor noción en los estudiantes de la carrera de Electricidad.

Objetivo Específicos.

- Verificar el transformador de una manera física.
- Revisar las especificaciones las partes de un transformador en poste.
- Detallar las partes del transformador.

Desarrollo.

Al obtener el transformador tipo poste, lo que se debe realizar es verificación de sus partes óptimas, se debe realizar la respectiva limpieza y preparación, a continuación, se presenta en la figura 4 un transformador tipo poste.

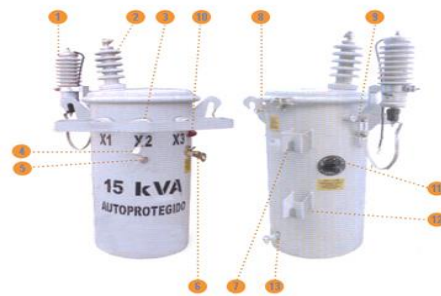


Figura 4. Aspecto físico del transformador.

Fuente: Autor.

Estas partes, debe estar de una manera física óptima para su respectivo reconocimiento, dependiendo la forma en la que se obtuvo el transformador.

Especificaciones.

A continuación, se presenta una tabla 2, donde se puede apreciar las partes de un transformador tipo poste, basado en la figura 4 presentada anteriormente.

N°	Descripción.	N°	Descripción.
1	Apartarrayos.	8	Válvula de alivio.
2	Boquilla de alta tensión.	9	Conexión superior para el llenado del aceite y prueba de hermeticidad.
3	Boquilla de baja tensión.	10	Luz indicadora de sobrecarga.
4	Puente de la baja tensión a tierra.	11	Cambiador de derivaciones.
5	Conexión de la baja tensión a tierra.	12	Placa de datos.
6	Interruptor termomagnético.	13	Conector para la puesta a tierra.
7	Soporte para montaje a poste.		

Tabla 2. Partes de un transformador tipo poste

Fuente: Autor.

Las partes presentadas en la tabla 2, son de manera externa, ya que en la parte interna un transformador posee un núcleo, entrehierro, cobre y el aceite refrigerante.

B3. Procedimiento N° 3.

Tema: Colocación de la estructura para el montaje.

Objetivo General.

- Emular una grúa para el acenso del transformador, mediante una estructura acoplada un tecele mecánico.

Objetivo Específicos.

- Definir la estructura apropiada para realizar el acenso de un transformador.
- Definir el tecele mecánico.

- Apropiar la estructura en el poste.

Desarrollo.

Para emular a una grúa de montaje de un transformador se tiene una estructura de brazo de 0.50 m y de pie amigo de 0.65 m, la cual se observa en la figura 5.



Figura 5. Estructura de montaje.

Fuente: Autor.

Para realizar esta estructura se debe tomar en cuenta el espacio disponible en el poste como también su altura, ya que será para un proceso práctico.

Especificaciones.

Esta estructura se lo colocará en un espacio adecuado del poste, ya esta puede tener una estructura de baja tensión, la especificación se lo describe en la siguiente tabla 3.

Estructura para el montaje.				
Nº	Elemento.	Descripción.	Cantidad.	Tiempo.
1	Brazo metálico.	De acuerdo con el espacio y la altura del poste se considera apropiado un brazo metálico de 0.50 m.	1	3 min
2	Pie amigo.	Según el largo del brazo metálico, se procede a obtener un pie amigo de 0.65 m.	1	3 min
3	Abrazadera.	Para la sujeción en el poste, se requiere de dos abrazaderas una	2	2 min

		de dos pernos y otra de tres pernos de especificación de 3/16"x11"x2".		
4	Tecele.	Esta tendrá en base al peso del transformador adquirido.	1	1 min.

Tabla 3. Especificación de la estructura de montaje.

Fuente: Autor.

El tiempo presente en la tabla es, lo que se demora en montar cada una de las partes por la cual se estima un aproximado de demora en este procedimiento de 10 minutos.

B4. Procedimiento N° 4

Tema: Preparación del transformador tipo poste.

Objetivo General.

- Adecuar el transformador, para su respectivo acenso mediante la estructura de montaje.

Objetivo Específicos.

- Colocar el cabo para un acenso centrado.
- Verificar el estado del cabo.
- Asignar las personas necesarias para realizar dicho procedimiento.

Desarrollo.

Para obtener un acenso centrado, se debe colocar un cabo que ayude al equilibrio del acenso, ya que en un transformador completo necesita un equilibrio apropiado por el aceite refrigerante que contiene en su interior, en figura 6, se indica como el cabo esta contiene un punto centro del transformador.



Figura 6. Colocación del cabo en el transformador.

Fuente: Autor.

Esta adaptación se lo hace de acuerdo al peso del transformador, que se menciona en anteriores procedimientos depende de la forma de obtención de un transformador, por cual su peso debe variar .

Especificaciones.

Las especificaciones de la siguiente tabla 4, se lo hace dependiendo al transformador obtenido para su respectivo montaje.

Preparación del transformador en poste.				
Nº	Elemento.	Descripción.	Cantidad.	Tiempo.
1	Cabo	Este elemento debe estar en condiciones óptimas que ayuden a un seguro acceso del transformador.	6m de largo.	6 min
2	Personas.	Este procedimiento requiere de dos personas, las cuales, una persona colocará el cabo y la otra persona verificará los materiales necesarios para el acople entre el transformador con el poste.	2	0 min

3	Transformador.	El transformador debe estar verificado y limpio de impurezas.	1	1 min
---	----------------	---	---	-------

Tabla 4. Especificación referente a la preparación del transformador.

En esta parte se debe considerar el tipo de transformador, dependiendo a ello seleccionar el tipo y la distancia del cabo. Con respecto al tiempo de demora se estima una demora 7 minutos en este procedimiento.

Fuente: Autor.

B5. Procedimiento N° 5

Acenso del transformador.

Tema: Acenso del transformador.

Objetivo General.

- Ascender el transformador, para su respectivo acople mediante la estructura de montaje.

Objetivo Específicos.

- Asignar la cantidad de personas requeridas para el acenso.
- Verificar los materiales y elementos para su respectivo acople.
- Utilizar los equipos de seguridad personal.

Desarrollo.

Para este procedimiento, se requiere dos personas las cuales deberán estar con su equipo de protección y asegurar la correcta colocación del cabo alrededor del transformador, la cual se observa en la siguiente figura 7.



Figura 7. Acenso del transformador.

Fuente: Autor.

Una vez asegurado el equipo de protección y la correcta colocación del cabo se procede al acenso del transformador, observado si esta procede de una manera centrada y equilibrada.

Especificaciones.

Según el objetivo en esta parte de procedimientos se requiere de personas, equipos de protección, etc. Las cuales se lo especifica en la siguiente tabla 5.

Acenso del transformador.				
Nº	Elemento.	Descripción.	Cantidad.	Tiempo.
1	Equipo de protección	En el equipo de protección el personal debe tener lo siguiente, casco, guantes, calzado y overol eléctricos.	1	3 min.
2	Personas.	Este procedimiento requiere de dos personas, las cuales, una persona estará en el manejo del tecla y la otra persona acoplará el transformador con el respectivo poste.	2	5 min.
3	Transformador.	El transformador debe estar verificado y limpio de impurezas.	1	2 min.

4	Estructura de montaje.	De acuerdo con el espacio y la altura se colocará la estructura de montaje.	1	0 min.
5	Equipo de montaje.	El personal deberá contar con el siguiente equipo de montaje, trepadoras, cinturón de seguridad y arnés de vida.	1	3 min.

Tabla 5. Especificaciones para el acenso del transformador.

Fuente: Autor.

La tabla presentada es para que el estudiante, tenga la respectiva noción de lo requerido al realizar el acenso del transformador de una manera académica, también se debe considerar el peso del transformador ya que dependiendo de su composición esta puede variar. De acuerdo con el tiempo estimado de demora en cada parte del procedimiento, se estima un tiempo total de demora de 15 minutos.

B6. Procedimiento N° 6

Tema: Ensamblado del transformador.

Objetivo General.

- Ensamblar el transformador con el poste, para el adecuado montaje mediante el acenso de la estructura de montaje.

Objetivo Específicos.

- Enumerar las personas necesarias para este procedimiento.
- Contar lo equipos adecuados para ensamblado.
- Verificar un correcto ángulo de posición.

Desarrollo.

Al finalizar el acenso del transformador, se procede al ensamblado de esta con el poste de hormigón, asegurándose una fijación brusca, la cual se observa en la siguiente figura 8.



Figura 8. Ensamblado del transformador.

Fuente: Autor.

Una vez terminado el ajuste del transformador con el poste, se procede al desmontaje de la estructura junta al tecele mecánico.

Especificaciones.

Las especificaciones para este procedimiento se lo describen en la siguiente tabla 6.

Ensamblado del transformador.				
Nº	Elemento.	Descripción.	Cantidad.	Tiempo.
1	Equipo de protección	En el equipo de protección el personal debe tener lo siguiente, casco, guantes, calzado y overol eléctricos.	1	0 min
2	Personas.	Este procedimiento requiere de dos personas, las cuales, una persona	2	5 min.

		estará en el manejo del teclé y la otra persona acoplará el transformador con el respectivo poste.		
3	Transformador.	El transformador debe estar verificado y limpio de impurezas.	1	0 min.
4	Estructura de montaje.	De acuerdo con el espacio y la altura se colocará la estructura de montaje.	1	0 min.
5	Equipo de montaje.	El personal deberá contar con el siguiente equipo de montaje, trepadoras, cinturón de seguridad y arnés de vida.	1	0 min.
6	Elementos de ensamblado.	Los elementos mecánicos que se requiere son, la llave número 15/16, una llave de pico y un alicate.	3	1 min.

Tabla 6. Ensamblado del transformador.

Fuente: Autor.

Las especificaciones son similares al anterior procedimiento, salvo por los elementos que se requiere para el ensamblado de esta. Con el tiempo de demora, en cada parte de este procedimiento se estima un tiempo total de 7 minutos.

Según los tiempos estimados en cada procedimiento se estima un total de 56 minutos, el tiempo presentado es la cual se demora en realizar el montaje de un transformador en poste.

Anexo C. Montaje del pararrayo.

A continuación, se detalla el procedimiento y elementos requeridos para el montaje de un pararrayo de 10 kV.

Reconocer los posibles riesgos.

- Descargas eléctricas por una desconexión obsoleta de alimentación.

- Descenso abrupto del personal.
- Cortes y golpes.
- Desplome de objetos o herramientas.

Medidas de prevención.

- Identificar y analizar la instalación del trabajo.
- Comprobar y verificar las condiciones atmosféricas.
- Colocar la señalización.
- Verificar el estado de los equipos de protección personal, equipos de protección colectiva y herramientas que se va a utilizar.
- Desprenderse de los objetos metálicos personales.

En la siguiente tabla 7 se procede, a mencionar los elementos requeridos para el montaje.

MONTAJE DE UN PARRAYO DE 10 kV.	
Elementos de seguridad para montaje.	<ul style="list-style-type: none"> • Trepadoras. • Cinturón de multifunciones. • Arnés de vida. • Casco. • Guantes.
Elementos de montaje.	<ul style="list-style-type: none"> • Pararrayo de 10 kV. • Tuercas. • Capuchón. • Acero galvanizado. • Arandela plana. • Arandela de presión.
Elementos mecánicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave mecánico número 15/16. • Llaves pico de loro. • Alicates.

	<ul style="list-style-type: none"> • Rachas.
Personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Persona encargada del ensamblado. • Persona encargada de la verificación.

Tabla 7. Ensamblado del transformador.

Fuente: Autor.

C1. Acenso al poste.

El primer procedimiento, es subir el poste con la ayuda de las trepadoras, una vez que el transformador este realizado el montaje fijo, la cual se observa en la siguiente figura 9.



Figura 9. Asenso al poste.

Fuente: Autor.

Una vez terminado el acenso, se procede a la verificación del punto de ensamblado del pararrayo, el tiempo estimado para este procedimiento es de dos minutos.

C2. Fijación del pararrayo.

Como siguiente procedimiento, es reconocer el material y ver su forma de colocación, la cual se indica la siguiente figura 10.

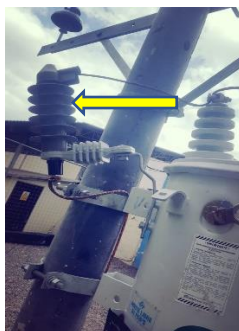


Figura 10. Fijación del pararrayo.

Fuente: Autor.

Una vez verificado el espacio del ensamblado se procede al adquirir los respectivos materiales, el tiempo de demora es de un minuto la cual está a más detalle en la documentación del manual.

C3. Ensamblado del pararrayo de 10 kV.

Para su respectivo ajuste se utiliza el acero galvanizado, la tuerca y la respectiva arandela de 5/8 x 1 1/2", mediante una llave de 7/8. La cuál se procede a indicar en la figura 11.



Figura 11. Ensamblado del pararrayo

Fuente: Autor.

Por recomendación la adaptación debe quedar fija, sin la posibilidad de movimiento ante un fenómeno natural, el tiempo determinado es de un minuto.

C4. Conexión.

Para terminar, se realiza la respectiva conexión con un conductor de cobre 4 AWG desnudo, la cual se muestra en la figura 12.



Figura 12. Conexionado.

Fuente: Autor.

Para el conexionado esta puede ser de un conductor del cobre o de aluminio ACR 2 AWG de 7 hilos, el tiempo estimado es de dos minutos.

Como conclusión en el tiempo de montaje de un pararrayo se determina según el procedimiento un tiempo requerido de ocho minutos.

Anexo D. Montaje del seccionador porta fusible unipolar.

En esta parte se establece, el procedimiento a seguir para el montaje del seccionador porta fusible unipolar.

Reconocer los posibles riesgos.

- Descargas eléctricas por una desconexión obsoleta de alimentación.
- Descenso abrupto del personal.
- Cortes y golpes.
- Desplome de objetos o herramientas.

Medidas de prevención.

- Identificar y analizar la instalación del trabajo.
- Comprobar y verificar las condiciones atmosféricas.
- Colocar la señalización.

- Verificar el estado de los equipos de protección personal, equipos de protección colectiva y herramientas que se va a utilizar.
- Desprenderse de los objetos metálicos personales.

En la siguiente tabla 8 se procede, a mencionar los elementos requeridos para el montaje.

MONTAJE DE UN PARRAYO DE 10 KV.	
Elementos de seguridad para montaje.	<ul style="list-style-type: none"> • Trepadoras. • Cinturón de multifunciones. • Arnés de vida. • Casco. • Guantes.
Elementos de montaje.	<ul style="list-style-type: none"> • Fusible unipolar. • Porta fusible/ Cañuela. • Perno se acero Galvanizado. • Arandela plana. • Arandela de presión.
Elementos mecánicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave mecánico número 15/16. • Llaves pico de loro. • Alicates. • Rachas.
Personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Persona encargada del ensamblado. • Persona encargada de la verificación.

Tabla 8. Ensamblado del transformador.

Fuente: Autor.

D1. Colocación de la cruceta.

El primer procedimiento, es subir el poste con la ayuda de las trepadoras, para la respectiva colocación de la cruceta porta fusible, la cual se indica en la siguiente figura 13.



Figura 13. Colocación de la cruceta.

Fuente: Autor.

En este caso es un trabajo de dos personas, la cual en ascenso debe ser un trabajo colaborativo, la cual se estima una demora de cinco minutos.

D2. Ensamblado del porta fusible.

El siguiente procedimiento es el ensamblado de la porta fusible con la cruceta de acero galvanizado.



Figura 14. Ensamblado del porta fusible.

Fuente: Autor.

Al finalizar se debe verificar su respectiva fijación a la cruceta, sin la posibilidad de que un fenómeno natural los desproporcione, la cual se estima una demora de dos minutos.

D3. Conexionado.

Una vez terminado el ensamblado, se procede a la conexión con el respectivo conductor de cobre.



Figura 15. Conexionado.

Fuente: Autor.

Para el conexionado esta puede ser de un conductor del cobre o de aluminio ACR 2 AWG de 7 hilos, se estima una demora de dos minutos.

D4. Alimentación

Al tener listo la conexión y haber realizado la verificación pertinente, se procede al cierre de la cañuela para su respectiva alimentación.



Figura 16.- Alimentación.

Fuente: Autor.

Para esta actividad, se lo realiza con la ayuda de una pértiga de material aislante, esta parte el tiempo estimado de medio minuto. Como conclusión se puede añadir que el tiempo requerido para el montaje del seccionadora porta fusible unipolar es diez minutos.