



INSTITUTO SUPERIOR TECNÓLOGICO CENTRAL TÉCNICO

TEMA:

DISEÑO SISTEMA DE APANTALLAMIENTO - PUESTA A TIERRA PARA PRUEBAS DE AISLAMIENTO, E IMPLEMENTACIÓN EN LA CARRERA DE ELECTRICIDAD DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO.

TESISTA: OSCAR I. SÁNCHEZ R.

CARRERA: ELECTRICIDAD

MODALIDAD: TRADICIONAL

TUTOR: ING. SANTIAGO PEREZ

QUITO, JUNIO – OCTUBRE 2020

1. Título del proyecto de graduación.

Diseño del sistema de apantallamiento y puesta a tierra para pruebas de aislamiento e implementación en la carrera de electricidad del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico.

2. Problema de investigación.

2.1. Planteamiento del problema.

Los sistemas eléctricos requieren una protección de puesta a tierra, donde el valor de resistencia dependerá del tipo de terreno y de los equipos a instalar pudiendo ser subestaciones, transformadores, equipos electrónicos y redes eléctricas.

El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, forma tecnólogos en la carrera de electricidad, y como parte del pensum académico los estudiantes desarrollan temática basada en la experimentación técnica para el desarrollo del conocimiento, pero cuenta con una limitada infraestructura tecnológica, sin contar con un área determinada para el desarrollo de pruebas de media tensión, de vital importancia para en el tratamiento de las temáticas asignadas tales como:

- Diseño y control de un sistema eléctrico.
- Nivel de media tensión.
- Resistividad y resistencia del suelo.
- Sistema de puesta a tierra.
- Uso del programa ETAP para el diseño de la puesta a tierra.
- Supresor de trasientes para bajo voltaje.
- Arco eléctrico, Sistema de aislamiento eléctrico.
- Seguridad ante el riesgo eléctrico.
- Montaje de un transformador trifásico de distribución.
- Protecciones eléctricas.

Actualmente los laboratorios de la carrera de electricidad en el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico ubicado en la avenida Isaac Albéniz y Morlán, sector el Inca en la ciudad de Quito, no cuentan con un área para pruebas de media tensión (Aislamiento), además de no disponer de un sistema adecuado de descarga eléctrica (Sistema de puesta a tierra), regido por normas internacionales del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, así como consta en la numeración (IEEE – 80).

Así como la seguridad industrial eléctrica, el sistema aislado de protección que debe brindar una jaula de Faraday, con protecciones redundantes que no presentan elementos como son los supresores de corriente y el adecuado dimensionamiento para la alimentación del transformador, mismos que son de vital importancia como parte del conocimiento de un tecnólogo en el área eléctrica.

2.2. Formulación del problema.

¿Cómo implementar las protecciones eléctricas pasivas - activas dimensionadas para un sistema de puesta a tierra que garantice el nivel de seguridad en prácticas dentro y fuera de una jaula de Faraday para un módulo de media tensión?

2.3. Preguntas de investigación.

¿Qué medidas de protección pasiva se implementa para un sistema de pruebas de aislamiento?

¿Qué niveles de tensión es necesario para pruebas de aislamiento?

¿Qué valor de corriente máxima se tiene en el sistema de aislamiento?

¿Qué medidas de seguridad industrial se utiliza para pruebas dieléctricas?

¿Cuáles son los valores establecidos para un diseño de protección pasiva?

¿Cuáles son los esquemas de conexión segura?

¿Cuál es el espacio adecuado donde se puede implementar un módulo de prácticas de media tensión?

¿Qué protecciones se aplica al módulo para solventar la seguridad de las personas?

¿Qué diagrama en baja tensión es aplicable para la energización y desenergización del transformador?

3. Objetivos de la investigación.

3.1. Objetivo General.

Diseñar el sistema de protección pasiva para las descargas de intensidades presentes en el desarrollo de las pruebas de aislamiento, implementando un tablero de control externo de seguridad para la puerta de acceso, junto con una luz piloto indicadora dentro de la jaula de Faraday y la disponibilidad de accionamiento del primario del transformador trifásico elevador, para las pruebas de aislamiento en la carrera de electricidad del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico.

3.2. Objetivos Específicos.

Elaborar el diagrama, realizar el estudio e instalar el sistema de puesta a tierra, para el correcto funcionamiento del módulo y dar seguridad a las personas, equipos e instalaciones.

Diseñar e implementar una jaula de Faraday que permita mantener y garantizar seguridad con protecciones activas y pasivas.

Dimensionar los conductores para el tipo de carga establecida con su respectivo disyuntor trifásico.

Diseñar e implementar la acometida adecuada para el funcionamiento del módulo de media tensión.

Activar la energización en el lado del bobinado primario en el transformador trifásico de distribución.

4. Justificación.

La propuesta desarrollada con características de aplicación industrial en la que permita a la carrera de electricidad, disponer de un espacio adecuado para el desarrollo del

conocimiento a profundidad en las instalaciones eléctricas de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT) según las normas: IEEE 80 (Literal 8.1 Criterios de definiciones con voltaje tolerable. Literal 13.3 Medidas de resistividad). IEE 142-1991 (Literal 4.4.2 Métodos de la medición de resistencia a la tierra), así como también, el empleo seguro de un nivel de voltaje en media tensión MT para la aplicación en pruebas dieléctricas como prácticas de laboratorio con los estudiantes.

Considerando el desarrollo tecnológico y la competencia que demanda en los estudiantes respecto al presente proyecto de tesis permite adiestrar a los alumnos en el uso de equipos y su correcto manejo, las seguridades que se debe tomar en cuenta con la protección pasiva en el sistema de puesta a tierra (SPT) con un rango de nivel de voltaje conocido en la salida del transformador, el manejo seguro de los equipos y aplicación de las medidas de seguridad, guía de aspectos técnicos para el aterrizaje en sistemas eléctricos, incluyendo formulaciones para cálculos referente a una correcta protección a tierra.

Con el propósito de establecer los límites seguros de las diferencias de potencial en condiciones de falla al existir contacto con las personas, aplicando para sus prácticas la seguridad y desarrollando los métodos analíticos para el sistema de protección de una correcta puesta a tierra.

5. Marco Teórico.

El marco conceptual sobre el que se desarrollará el presente proyecto tecnológico, incluye los siguientes términos:

Sistema de puesta a tierra (SPT)

Supresor de trasientes.

Equipos de medición de parámetros eléctricos que intervienen.

Equipo de asilamiento del área (jaula de Faraday).

Niveles de alimentación de tensión.

Máquinas eléctricas estáticas.

Dimensionamiento de componentes eléctricos.

Protecciones eléctricas de media y baja tensión.

Seguridad industrial.

6. Descripción del proyecto a realizar.

6.1. Propuesta.

Diseñar el sistema de protección pasiva para las descargas de intensidades presentes en el desarrollo de las pruebas de aislamiento, implementando un tablero de control externo de seguridad para la puerta de acceso, junto con una luz piloto indicadora dentro de la jaula de Faraday y la disponibilidad de accionamiento del primario del transformador

trifásico elevador, para las pruebas de aislamiento en el aula 2 del edificio de la carrera de electricidad del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico.

6.2. Planificación.

El desarrollo de la implementación inicia con el estudio del terreno para medir resistividad y resistencia a fin de obtener un resultado óptimo del Sistema de Puesta a Tierra (SPT) y realizar un informe detallado para la protección, para de esa manera brindar mayor seguridad y ampliar la vida útil de la malla.

Se analiza el requerimiento de materiales y equipos en la aplicación de los sistemas eléctricos indispensables para la alimentación en baja tensión hasta un transformador elevador junto con el sistema de puesta a tierra y la jaula de Faraday que brindará la protección principal para analizar el emplazamiento de componentes y el diseño de la tubería destinada para la acometida de la alimentación del sistema.

A continuación, se instala el transformador trifásico, la jaula de Faraday y la ductería para los conductores eléctricos, en el espacio definido por la carrera de electricidad, dando prioridad a la seguridad del entorno y los elementos del sistema que se pretende instalar.

Con un diseño básico en diagrama Ladder se procede a simular en el software FluidSIM la energización del transformador antes de conectar a los búshines de baja tensión (BT) como entrada de alimentación trifásica y así obtener el resultado en la salida del transformador el nivel de media tensión (MT), garantizando previamente una buena instalación de la tierra de protección o malla del sistema.

Considerando la importancia de la seguridad industrial eléctrica se coloca la señalética adecuada y visible al usuario dentro y fuera de la jaula de Faraday

Finalmente se realiza las pruebas necesarias para garantizar el perfecto funcionamiento de energización y desenergización del transformador, considerando los diagramas necesarios.

6.3. Definición de términos básicos.

En el proyecto tecnológico implementado es importante conocer la definición de los siguientes términos:

Transformador.

Jaula de Faraday.

Resistividad y resistencia en el terreno (Telurómetro).

Sistema de Puesta a Tierra (SPT).

Diseño del SPT en el software ETAP.

Supresor de corriente.

Arco eléctrico.

Media tensión (MT), según ARCONEL.

Dimensionamiento de conductor eléctrico según tablas.

Aislamiento eléctrico.

Disyuntor.

7. Temario tentativo.

Capítulo I

Fundamentación teórica.

- 1.1. Formulación del problema.
- 1.2. Objetivos.
- 1.3. Justificación del proyecto.
- 1.4. Alcance.
- 1.5. Selección y características de los equipos y materiales.
- 1.6. Localización y características del área física.

Capítulo II

Análisis de la implementación.

- 2.1. Transformador trifásico de distribución.
- 2.2. Seguridad de la apertura de la puerta de acceso a la jaula de Faraday.
- 2.3. Instalación de la iluminación superior externa para la jaula de Faraday.
- 2.4. Sistema de puesta a tierra.
- 2.5. Sistema de alimentación en baja tensión.
- 2.6. El equipo de protección personal (EPP) necesario para el proyecto a implementar.
- 2.7. Señalética de seguridad dentro y fuera de la jaula de Faraday.

Capítulo III

Desarrollo de la instalación propuesta.

- 3.1. Instalación de acuerdo al diseño de la jaula de Faraday.
- 3.2. Colocación del ducto adecuado y cableado para el sistema eléctrico de alimentación trifásica.
- 3.3. Construcción del sistema de puesta a tierra (SPT).
- 3.4. Implementación del transformador.
- 3.5. Planos eléctricos.
- 3.6. Estructura diseñada.
- 3.7. Pruebas prácticas de energización.

Capítulo IV

Análisis final.

- 4.1. Presupuesto
- 4.2. Conclusiones.
- 4.3. Recomendaciones.
- 4.4. Bibliografía.
- 4.5. Anexos.

8. Diseño de investigación.

Se utilizará la investigación documental, investigando en fuentes bibliográficas físicas y digitales, publicaciones indexadas y paper, además de la visita a instituciones educativas

que cuenten con módulos similares, el cual servirá de apoyo en la guía práctica y las características de los equipos y el material a usar en la implementación.

El proyecto de grado planteado tiene es factible, porque desarrolla una propuesta de solución al problema central sobre la base de preguntas de investigación y fundamentos en la correspondiente teoría científica que existente sobre el tema para la investigación – aplicada.

8.1. Tipo de investigación.

La investigación de este proyecto de grado cumplirá distintas fases de investigación teniendo al inicio una de tipo investigativa - acción, que culminará en una exposición explicativa de la ejecución, avance y funcionamiento del diseño del sistema de apantallamiento y puesta a tierra para pruebas de aislamiento e implementación en el aula 2 de la carrera de electricidad del instituto superior tecnológico central técnico.

8.2. Técnicas de recolección de la información.

Para la recolección de información en el desarrollo del trabajo de grado se utiliza la fuente primaria como lo es la observación y como fuente secundaria las pruebas de campo, con la información de otros laboratorios priorizando la protección mediante el Sistema de Puesta a Tierra (SPT).

9. Instrumentos de recolección de información.

Para la seguridad en la instalación y operación del módulo, se utiliza los siguientes instrumentos para la recolección de información, así como el: telurómetro, computador, kilovoltímetro de prueba sin contacto junto con una pértiga de 1.30 m.

9.1. Análisis e interpretación de resultados.

El análisis e interpretación de resultados de la propuesta de investigación se lo realizará mediante el siguiente procedimiento.

- 1) Información recolectada.
- 2) Información representada en organizadores gráficos.
- 3) Información tabulada, procederá a un análisis estadístico básico.
- 4) Los datos serán representados mediante gráficos estadísticos.
- 5) Conclusiones claras con sus respectivas recomendaciones.
- 6) Propuesta planteada con su respectiva solución al problema.

9.2. Marco administrativo.

Fuentes de información primaria, siendo aquellas que contienen información original, entre las que destacan, por su presencia en internet, las monografías, capacitaciones y las publicaciones periódicas.

Monografías o libros electrónicos: Aquellas obras y escritos que han dejado de ser propiedad intelectual de sus autoras o herederos/as por haber perdido su vigencia.

Repertorios bibliográficos: Son obras, generalmente en forma de diccionario, que contienen biografías de personas ilustres que han destacado a lo largo de la historia en algún campo de la actividad que ejercían. En internet son numerosas las obras de este tipo debido al interés social que despierta a conocer.

Bibliografías: Son listados de referencias bibliográficas elaboradas con rigor, es decir, siguiendo un método establecido. Las bibliografías o listados bibliográficos que están presentes en la red hacen alusión a referencias bibliográficas de monografías y publicaciones periódicas en soporte papel.

10. Cronograma.

El tiempo aproximado para el desarrollo del proyecto tecnológico se dará durante el periodo comprendido entre junio y octubre del 2020, como se detalla a continuación con acceso en hipervínculo en el programa project.

[Acceso al cronograma del presente proyecto de tesis.](#)

11. Recursos.

11.1. Recursos humanos.

La elaboración de cada capítulo ya especificado en el cronograma, estará a cargo del estudiante tesista bajo la revisión periódica y aprobación del docente tutor.

11.2. Recursos materiales.

Ítem	Recurso material requerido.
1	Conductor eléctrico, suelda exotérmica y varillas para el sistema de puesta a tierra SPT.
2	Supresor trifásico de corriente.
3	Disyuntor.
4	Estructura metálica para la construcción de la jaula de Faraday.
5	Tool de acero inoxidable.
6	Transformador trifásico de distribución.
7	Garruchas de 1.5 toneladas.
8	Gabinetes de control y paso, cables, terminales y conectores eléctricos.
9	Contactores, temporizadores, pulsadores e indicadores eléctricos.
10	Tubería metálica de 2 pulgadas, reversible, tubería plástica de $\frac{3}{4}$ de pulgada, conectores y uniones respectivos.
11	Cinta fleje de $\frac{1}{4}$ de pulgada con sus respectivos sunchos.
12	Equipos de medición. (telurómetro – pinza amperimétrica – comprobador de voltaje sin contacto)
13	Herramientas de trabajo. (etiquetadora, pértiga de 1.30 m, flejadora, moldes para suelda, combo, taladro, amoladora, soldadora, alicate, destornilladores, llaves de racha y copa, etc.)
14	Equipo de protección personal EPP.
15	Otros.

11.3. Recursos económicos.

La inversión económica para el diseño e implementación de un módulo de media tensión para pruebas de aislamiento de materiales y su adecuación en el aula 2 del edificio de la carrera de electricidad del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, es financiada en su totalidad por el estudiante tesista quien ha propuesto el tema de estudio para el proyecto tecnológico de grado, siendo un presupuesto aproximado requerido y detallado a continuación.

Ítem	Gastos	Cantidad	V. unitario	Valor total
1	Fotocopias	1	\$50	\$50

2	Transporte	1	\$100	\$100
3	Material bibliográfico	1	\$100	\$100
4	Adquisición de equipo para el diseño.	1	\$100	\$100
5	Material de diseño y construcción para la solución del problema planteado.	1	\$2400	\$2500
6	Transcripción y empastado del informe final de grado.	1	\$100	\$100
Subtotal				\$ 2950
Imprevisto (10% del subtotal)				\$295
Total				\$3245

Oscar Iván Sánchez Rodríguez
Tnlg. Egresado
C.I.: 100321169-3