

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE ENERGÍA SEGUROS PARA PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS EN LA ESFO- EPN (ZONA 3)

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

Lizeth Paola Putshug Sopa

lizeth.putshug@epn.edu.ec

Edwin Patricio Gavidia Palacios

edwin.gavidia@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. PABLO PROAÑO, MSC.

pablo.proaño@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. CARLOS ROMO, MSC.

carlos.romo@epn.edu.ec

Quito, 31 de enero de 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Putshug Sopa Lizeth Paola y el Sr. Gavidia Palacios Edwin Patricio como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA, bajo nuestra supervisión:



**Ing. Pablo Proaño
Chamorro, MSC.**

DIRECTOR DEL PROYECTO



**Ing. Carlos Romo Herrera,
MSC.**

CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Putshug Sopa Lizeth Paola y Gavidia Palacios Edwin Patricio con CI: 1723501803 y 1719629568 respectivamente, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



Lizeth Paola Putshug Sopa

CI: 1723501803

Teléfono: 0963351047

Correo: lizeth.putshug@epn.edu.ec



Edwin Patricio Gavidia Palacios

CI: 1719629568

Teléfono: 0958747114

Correo: edwin.gavidia@epn.edu.ec

DEDICATORIA

“Al final no cuenta tu capacidad intelectual sino la capacidad de gestionar emocionalmente las circunstancias de tu vida”

Erich Corvera

Este documento escrito lo dedico al inicio de mi transformación, porque es un paso trascendental en mi vida personal y profesional.

El proyecto integra conocimientos científicos como emocionales sobre mi crecimiento, por lo cual, dedico esto a mi familia, amigos, compañeros y todas las personas que han influido hasta este punto de mi vida.

Lizeth Paola Putshug Sopa

AGRADECIMIENTO

“Puedes hacer lo que quieras mientras sea correcto según tu conciencia y corazón”

Empiezo con este pensamiento para demostrar mi sincero agradecimiento al apoyo incondicional que he tenido de mi madre Margarita Sopa, mi padre Luis Alfredo, mi hermano Darío y de toda mi familia.

Agradezco a la ESFOT por ser un templo de sabiduría y mi segundo hogar, a mis pedagogos por su ayuda intelectual y a todas las personas que me han permitido tener una estancia placentera desde el inicio hasta el final de este lapso de mi vida.

Finalmente, doy gracias a mis amigos por su cariño incondicional y a cada ser que contribuyó en mi pasaje recorrido.

Lizeth Paola Putshug Sopa

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado primero a mi Padre celestial, por brindarme la sabiduría que necesitaba en el momento indicado, por darme la paciencia para continuar en este largo camino.

A mi querida y amada madre Rosa Gavidia esto más que mi fue por ti.

A mis seres queridos y hermanos que me han apoyado en mi trayecto profesional, Andrés, Camila, Melany Danna.

A Stephanie López, que con su cariño fue también el impulso en esta etapa profesional.

Edwin Gavidia

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por haberme dado la paciencia y voluntad para poder desarrollar este trabajo.

A mi madre Rosa Gavidia por sus buenos consejos los cuales han sido para mí fuente de inspiración para poder superarme cada día y no dejarme decaer.

A la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) de la Escuela Politécnica Nacional, por haberme brindado durante estos años la oportunidad de adquirir los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

Al Ing. Pablo Proaño, un inmenso agradecimiento por su paciencia y comprensión, y por sus explicaciones que en todo momento sirvieron de ayuda para culminar nuestro proyecto.

Por último, pero no menos importante un agradecimiento a todos los compañeros que compartieron con nosotros en cada una de los ámbitos de la vida universitaria.

Edwin Gavidia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	13
1.1	Objetivo general	13
1.2	Objetivos específicos	14
1.3	Fundamentos.....	14
a)	Inspección Eléctrica.....	14
b)	Sobretensiones.....	14
c)	Protección contra sobrevoltajes	15
d)	Puesta a tierra	17
e)	Manual de mantenimiento.....	18
2	Metodología.....	19
2.1	Descripción de la metodología usada	19
3	Resultados y Discusión.....	21
3.1	Requerimientos necesarios para la implementación de los puntos de energía seguro.....	22
	Inspección	22
	Diseño del sistema de protección	24
	Diseño de las partes del Sistema de protección.....	24
3.2	Sistema de protección contra sobretensiones transitorias	34
3.3	Puesta a tierra del sistema de protección en la ESFOT (ZONA 3).....	38
	Descripción de las partes de la Puesta tierra	38
	Implementación de la toma a tierra	39
3.4	Pruebas y Análisis de resultados.....	41
	Examen Visual.....	41
	Pruebas de caída de voltaje y medición de fase	42
	Prueba de resistencia de puesta a tierra.....	44
3.5	Manual de mantenimiento del sistema de protección.....	45

4	conclusiones y recomendaciones	47
4.1	Conclusiones	47
4.2	Recomendaciones	48
5	Referencias Bibliográficas	50
6	ANEXOS.....	52
	ANEXO 6.1: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO.....	i
	ANEXO 6.2: Planos y Diagramas	iii
	Plano General de Planta.....	iv
	Plano de la Zona 3.....	v
	Diagrama unifilar del sistema de protección.....	vi
	ANEXO 6.3: Fichas Técnicas y Tabla de Precios	vii
	Ficha técnica de suich Cisco - SERIE 2960	viii
	Ficha técnica del DPS, tipo 2, serie AD y modelo BD4-20/10-S.....	x
	Ficha técnica del DPS, tipo 3 y modelo T7380-W	xi
	ANEXO 6.4: Manual de Mantenimiento	xiii

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sobretensiones: tipo y causa.	14
Figura 1.2 Representación de la sobretensión transitoria.....	15
Figura 1.3 Descripción de las categorías de sobretensiones.....	16
Figura 1.4 Características de un electrodo de grafito.	17
Figura 1.5 Método del 62 % para medida de resistencia de tierra.	18
Figura 3.1 Tablero de protección de la zona 3.	21
Figura 3.2 Laboratorios 14,15,16 y oficina de profesores de ESFOT-EPN.....	22
Figura 3.3 Cables eléctricos flexibles y THHN.....	26
Figura 3.4 Tablero de protecciones.....	28
Figura 3.5 Conexión de las protecciones.	29
Figura 3.6 DPS tipo 2 BD4-20/120-S.	30
Figura 3.7 DPS tipo 2.....	31
Figura 3.8 DPS tipo 2.....	32
Figura 3.9 DPS tipo 3, modelo T7280-W.....	32
Figura 3.10 Punto 1:Tablero de distribución.....	35
Figura 3.11 Diseño del tablero del sistema de protección.	35
Figura 3.12 Diseño del tablero del sistema de protección.	36
Figura 3.13 Tablero de protección de la zona 3.	37
Figura 3.14 Puntos de energía seguro.	37
Figura 3.15 Electrodo de grafito.	38
Figura 3.16 Caja de revisión de toma a tierra de la zona 3.....	39
Figura 3.17 Suelda exotérmica de puesta tierra de la zona 3.....	40
Figura 3.18 Suelda exotérmica de puesta tierra de la zona 3.....	40
Figura 3.19 Probador de fase para tomacorrientes	42
Figura 3.20 Resultado obtenido en la prueba de fases en tomacorriente.	43
Figura 3.21 Prueba de voltaje en tomacorriente.....	43
Figura 3.22 Resultados obtenidos de resistencia de la toma a tierra en la zona 3.	45
Figura 3.25 QR del Manual de Uso.....	46
Figura 3.26 QR del Manual de Mantenimiento.	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Definición de las características técnicas principales para la selección del DPS	16
Tabla 1.2 Tipos de DPS 3.....	16
Tabla 3.1 Inspección de tablero de distribución de la zona 3.....	23
Tabla 3.2 Potencia e intensidad consumida por los equipo informáticos	24
Tabla 3.3 Elección Nivel de Protección (U_P), Fuente	30
Tabla 3.4 Ficha técnica DPS BD4 - 20/120-S.....	31
Tabla 3.5 Características del conductor de derivación.....	33
Tabla 3.6 Características de interruptores de tomacorriente.....	34
Tabla 3.9 Examen visual del sistema de protección	41
Tabla 3.10 Resultados obtenidos en los cuatro puntos de energía segura	44

RESUMEN

El presente proyecto está encaminado a solucionar la falta de puntos eléctricos seguros, que garanticen la protección de los equipos informáticos y telecomunicaciones que posee la ESFOT-EPN. Una instalación eléctrica debe contar con un sistema de protección para evitar el deterioro o destrucción de los equipos electrónicos, ya que, al suceder eventualmente peligrosas elevaciones de voltaje en la red eléctrica, se requiere proteger los bienes contemplados en los sistemas de comunicaciones e informáticos, para no interrumpir actividades en los sectores empresariales, comerciales y educativos. Se identificó el problema y se plantearon los requerimientos que cubren la implementación de los puntos de energía seguros. El presente proyecto se sustenta de los conceptos de instalaciones y protecciones eléctricas, puesta a tierra, manual y normas de instalación. La metodología de investigación permite realizar un procedimiento ordenado sobre la solución y recopilación de información acerca del estado actual del sistema de distribución eléctrica en la ESFOT-EPN. En lo que corresponde a los resultados y discusión se trata sobre la inspección de las instalaciones eléctricas, los requerimientos del sistema de protecciones, dimensionamiento de dispositivos, diseño del circuito de protección, la implementación de los puntos eléctricos seguros y la implementación de puesta a tierra en la zona 3. La implementación del sistema de protección fue verificada mediante las pruebas y correcciones respectivas del diseño, hasta garantizar el trabajo óptimo del sistema. Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones de todo el estudio descrito en este documento y las referencias bibliográficas que apoyan el proyecto.

PALABRAS CLAVE: Instalaciones, electricidad, protecciones, sobretensión, DPS.

ABSTRACT

This project is aimed at solving the lack of safe electrical points, so that, they guarantee the protection of the computer and telecommunications equipment that the ESFOT-EPN owns. An electrical installation must have a protection system to prevent decreased shelf life, the deterioration or destruction of electronic devices, since, when dangerous increases in voltage eventually occur in the electrical network, it is necessary to protect the assets in which it complements the communication and information technology so as not to interrupt activities in the business, commercial and educational sectors. The problem is identified and the requirements covered by the implementation of the safe power points are proposed. This project is supporting on the concepts of electrical installation and protection, grounding, manual and installation standards. The research methodology allows an orderly procedure to be carried out on the solution and collection of information about the current state of electrical distribution system in the ESFOT-EPN. the results and discussion it is about the inspection of electrical installations, the requirements of the protective system, sizing of devices, design of the protection circuit, the implementation of safe electrical points and the implementation of grounding in zone 3. The implementation of the protection system was verified by means respective tests and corrections to the design, until guaranteeing the optimal performance of the system. Finally, the conclusions and recommendations of the entire study described in this document are presented, along with the bibliographic references that support the project.

KEYWORDS: Installations, electricity protections, overvoltage, SPD.

1 INTRODUCCIÓN

En la ESFOT-EPN se disponen de equipos electrónicos en las redes de informática que facilitan las actividades de comunicación interna y brindan el servicio de internet a la comunidad tecnológica. Estos equipos de informática y telecomunicaciones estuvieron conectados a puntos eléctricos inseguros, porque no tenían un sistema de protección que actuará al momento de suceder sobretensiones transitorias, que son altos valores de voltaje de corta duración, los cuales se propagan por conductores causando desgaste y destrucción al llegar a los bienes electrónicos, ubicados en los laboratorios y oficinas de profesores, que comprende la zona 3; dicha área se identifica en el Anexo 6.2.

Con este proyecto se instalaron los puntos eléctricos seguros destinados a la protección durante el funcionamiento de los equipos electrónicos, en cada armario de los sistemas de comunicaciones e informática; se instaló un sistema de protección eléctrica constituido por dispositivos de protección contra sobrevoltajes conocidos como DPS e interruptores contra cortocircuitos y sobrecargas. Los altos voltajes no deseados son atenuados mediante el uso de dos tipos de DPS conectados, operando en cascada para reducir el voltaje a valores de operación y normal consumo de energía, el DPS tipo 2 que se utiliza en tableros de distribución y el tipo 3 para la protección directa a los equipos electrónicos en los tomacorrientes.

Adicionalmente, se implantó la puesta a tierra que garantiza el correcto funcionamiento de los DPS. La toma a tierra está constituida por un electrodo de grafito, el cual fue seleccionado con el fin de asegurar la baja resistencia del contacto a tierra. El sistema está operando desde hace 11 meses, cumple con los reglamentos y normas de instalaciones eléctricas y protege los componentes electrónicos en los sistemas de comunicaciones e informática ante sobrevoltajes transitorios que eventualmente suceden en las instalaciones eléctricas, lográndose de esta manera, evitar cortes de internet y caídas de comunicación interna en la ESFOT-EPN.

En el Anexo 6.1 se adjunta el correspondiente certificado de funcionamiento debidamente legalizado por el director del proyecto de titulación.

1.1 Objetivo general

- Implementar puntos de energía seguros para protección de equipo electrónico en la ESFOT-EPN (ZONA 3).

1.2 Objetivos específicos

- Estudiar los requerimientos necesarios para la instalación de puntos de energía seguros.
- Implementar el sistema de protección con sobretensiones transitorias.
- Instalar la puesta a tierra del sistema de protección en la ESFOT (ZONA 3).
- Realizar pruebas y análisis de resultados.
- Diseñar un manual de mantenimiento del sistema de protección

1.3 Fundamentos

a) Inspección Eléctrica

La inspección en instalaciones eléctricas permite: revisar las características técnicas, verificar el cumplimiento del reglamento y determinar defectos mediante la recopilación de evidencias para tener un diagnóstico del estado. La inspección se realiza en todos los elementos y componentes de la instalación o a la parte afectada [1].

b) Sobretensiones

Tipo de sobretensiones

Alrededor del planeta tierra se produce un estimado de entre 2.000 y 5.000 tormentas anuales acompañadas de descargas eléctricas, las cuales pueden sumar hasta 3 mil millones, formándose de 30 a 100 de ellas en cada segundo.

El rayo puede ser un alto riesgo en caso de tener contacto directo o indirecto con las personas, infraestructura, equipos eléctricos y electrónicos [2].

Las sobretensiones son un efecto negativo que se produce a causa del rayo, pero no es su única fuente; en la figura 1.1 se explica los dos tipos de sobretensiones y las causas de cómo se producen.

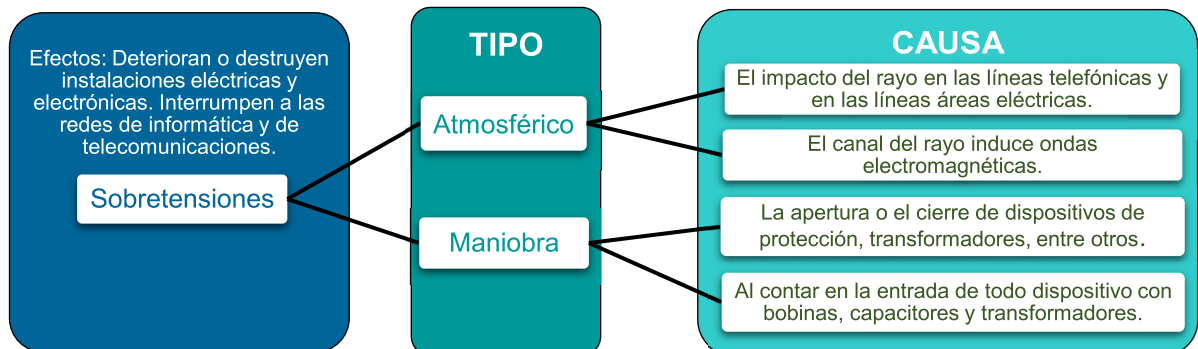


Figura 1.1 Sobretensiones: tipo y causa.

Sobretensión Transitoria

Es un pico de alto voltaje que se sobrepone a la señal eléctrica como se aprecia en la figura 1.2, este dura un corto periodo de tiempo, en orden de los microsegundos y tiene un aumento igual en la corriente.

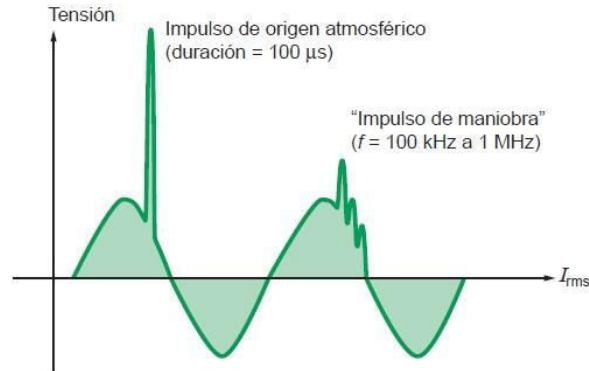


Figura 1.2 Representación de la sobretensión transitoria. [2]

La sobretensión transitoria se propaga por los conductores de las redes de distribución, esto es un peligro que al no ser tratado origina: una baja en el rendimiento en las cargas, sobrecarga inútil en el sistema de distribución eléctrica y causa severos daños o la destrucción total en equipos electrónicos sensibles [3], [4].

c) Protección contra sobrevoltajes

Protección contra sobretensiones

Las sobretensiones se pueden eliminar con dos dispositivos de protecciones; el principal asegura las instalaciones contra efectos producidos por la descarga directa de rayos, que caen con mayor frecuencia en edificios altos; el segundo protege de efectos de sobretensiones de origen atmosférico y maniobra, las que se propagan en las redes de distribución y se distingue por los tipos de conexión en serie y paralelo [3].

Dispositivos de protección contra sobrevoltajes (DPS)

Es un dispositivo basado en la función de control térmico que combina un varistor de óxido metálico (MOV) para protección de la fase y un tubo de descarga de gas (GDT) para protección del neutro, mediante esto se mitigan los daños provocados por sobretensiones ofreciendo una alta resistencia frente al voltaje normal y disminución de esta resistencia al detectar sobrevoltajes, derivando estos a tierra; dotando con esto, de elevados niveles de disponibilidad y fiabilidad de los equipos protegidos. En la tabla 1.1 se observa las principales características técnicas.

Tabla 1.1 Definición de las características técnicas principales para la selección del DPS [4].

Abreviatura	Especificación	Significado
U_c	Tensión máxima admisible	Es el voltaje nominal más un 10% antes de actuar el dispositivo.
$I_{m\acute{a}x}$	Corriente máxima	Es el máximo valor de corriente que puede soportar, por solo una vez.
I_n	Intensidad nominal de descarga	Es el valor pico de corriente que resiste sin dañarse
U_p	Nivel de Protección	Es el voltaje que presenta en el dispositivo cuando este actúa con el I_n .

Categoría de sobretensiones

Las partes de una instalación, equipos o receptores se pueden proteger según las categorías de las sobretensiones que puedan soportar; en la figura 1.3 se describe las cuatro categorías de acuerdo con lo mencionado en el reglamento de eléctrico de baja tensión.

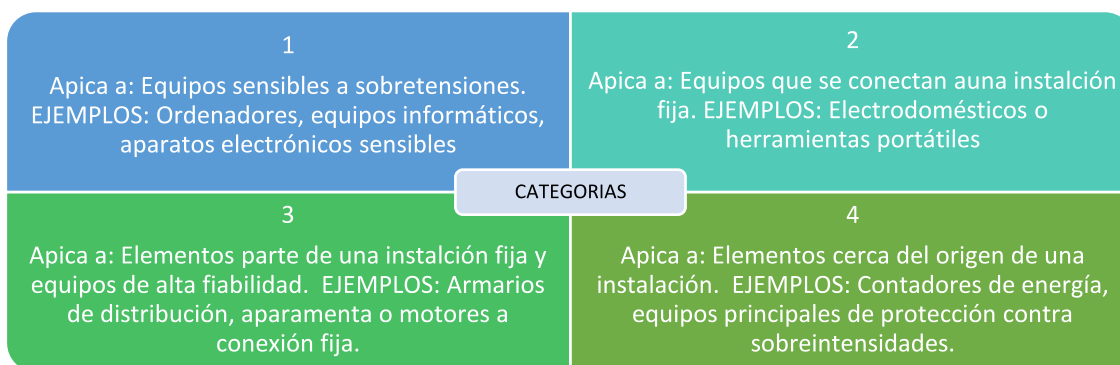


Figura 1.3 Descripción de las categorías de sobretensiones [5].

Tipos de DPS

Los supresores se distinguen en tres tipos según la ubicación de protección en las instalaciones eléctricas y se detallan en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Tipos de DPS 3 [6].

TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Para cuadros generales y en instalaciones con sistemas de protecciones contra el rayo.	Para tableros de distribución, alimentadores de gran potencia y circuitos cortos.	Para la protección directa de los receptores en los tomacorrientes.

d) Puesta a tierra

Uso de los sistemas de puesta a tierra

La puesta a tierra se instala mediante: dispositivos de protecciones; tomas y conductores a tierra, que en conjunto con los DPS se utilizan para logra mayor fiabilidad en la operación segura y funcionamiento de un equipo o una instalación eléctrica y todas las anteriores en conjunto [5], [7].

Electrodo activo de grafito

El electrodo químico activo de cobre y grafito que se muestra en la figura 1.4, es una opción para la instalación de un sistema de puesta a tierra en aplicaciones que requieren baja impedancia, es una solución práctica para espacios reducidos de terreno, terrenos rocosos o con elevado contenido de arena; este elemento tiene la capacidad para drenar la energía provocada por corrientes de fallas y descargas eléctricas.

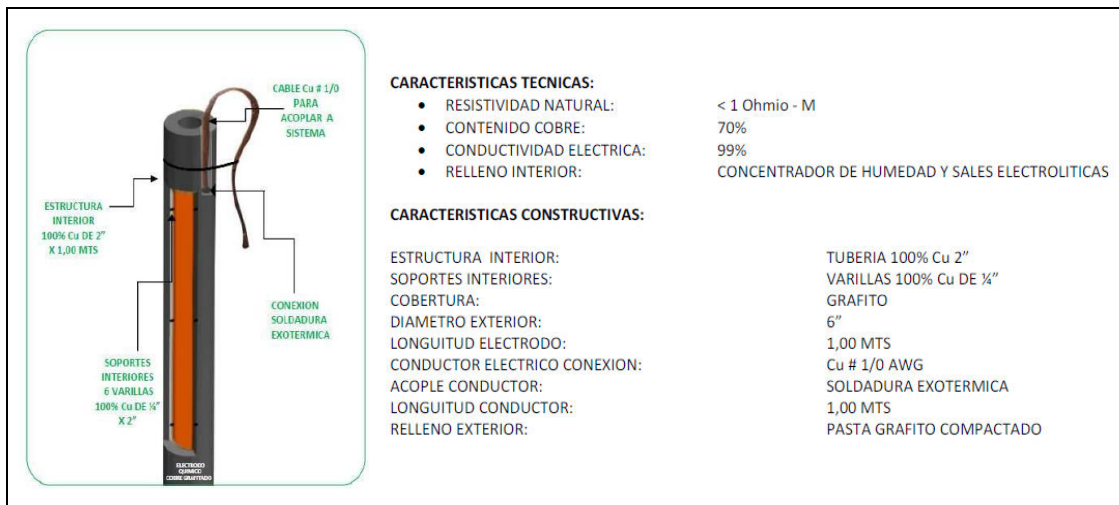


Figura 1.4 Características de un electrodo de grafito [8].

Suelda exotérmica

Este es un procedimiento de soldadura muy utilizado en las conexiones de puesta a tierra, con el fin de lograr: una mejor unión de contacto, evitar tener puntos de fallas y disminuir la resistividad de paso de la corriente.

Método del 62 % para medida de tierra

Este método es muy utilizado para verificar la medida de la resistencia de una toma tierra y presenta mayor precisión en los datos adquiridos. El telurómetro es un equipo eléctrico que ayuda en este procedimiento para medir la resistencia de la puesta tierra instalada.

El método del 62 % esta basado en la medición de caída de potencial, con el fin de obtener una medida mas precisa, se disponen tres electrodos bien alineados como se muestra en la Figura 1.5, y la distancia entre E y S debe ser el 61,8% de la distancia entre E y H.

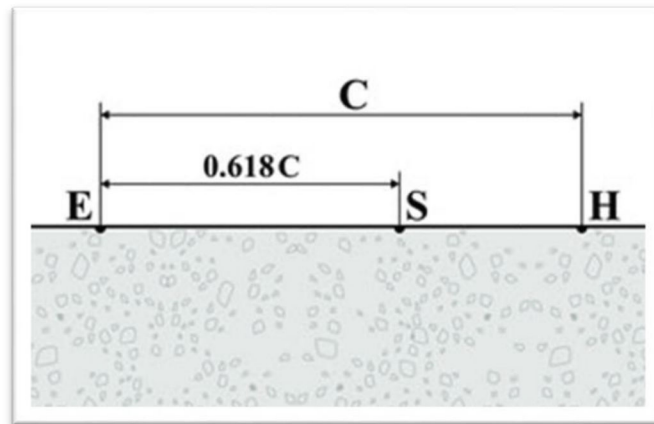


Figura 1.5 Método del 62 % para medida de resistencia de tierra.

e) Manual de mantenimiento

Conceptos de normas de construcción eléctrica aplicadas

Se mencionan las normas que se usan en la inspección y montaje de instalaciones eléctricas.

a) NEC Instalaciones Electromecánicas

Es la norma ecuatoriana de construcción dirigida a las instalaciones eléctricas de edificaciones residenciales, comerciales, públicas y privadas. Esta norma no se utiliza como un manual de instrucciones, pero fijar exigencias mínimas de seguridad para personas, equipos y la propia instalación.

b) REBT

Significa reglamento electrotécnico de baja tensión que es un reglamento técnico para establecer la regulación de las instalaciones eléctricas, el cumplimiento de las normas garantiza la seguridad [5].

2 METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la metodología usada

Como etapa inicial del proyecto se realizó la inspección de las instalaciones eléctricas, en las edificaciones de las aulas correspondientes a la zona 3 de la ESFOT EPN, donde se verificaron las conexiones eléctricas de los armarios de informática y telecomunicaciones; lo que permitió diagnosticar la falta de una puesta a tierra para los equipos eléctricos y electrónicos. Además, se constató la falta de protecciones contra sobrevoltajes siendo esto indispensable para asegurar la operación continua, disponibilidad de los equipos sensibles y su protección.

Se investigó sobre la necesidad de la protección contra sobretensiones transitorias, esto llevó a determinar la necesidad de instalar equipos tipo DPS (Dispositivo de protección contra sobretensiones). Se seleccionaron los dispositivos supresores del tipo 2 y 3 para funcionar en modo de cascada, lo que permite una reducción de los picos transitorios y de esta forma mantener los valores de voltaje, en el nivel normal de operación para los equipos electrónicos inspeccionados.

Para el dimensionamiento de los conductores de fuerza y protecciones contra sobrecorrientes, se estimó el consumo de potencia de cada armario tomando los datos de la ficha técnica de cada equipo electrónico, calculándose la corriente de carga. Con todos los elementos de protección definidos, se procedió al diseño de diagramas unifilares y el esquema de conexión de los puntos de energía seguros.

Para la implementación de los puntos de energía seguros se partió del tendido del conductor para el circuito de alimentación hacia el tablero de protección, desde este tablero se realizó el tendido de los conductores hasta los circuitos derivados, para la energización de cada armario. En la segunda parte del trabajo, se realizó el montaje e instalación del tablero de protección, con los dispositivos de protección contra sobretensiones y sobrecorrientes.

En la instalación de la puesta a tierra, se utiliza un electrodo activo de grafito, dado a las características que este tipo de electrodo presenta, se obtiene una resistencia inferior a los 5 (Ω), lo cual cumple con lo establecido en la norma IEEE 80; con el dispositivo seleccionado y usado, se consiguió una implementación eficaz del sistema de puesta a tierra. Para finalizar esta etapa, se unió el conductor de protección a este electrodo, mediante una soldadura exotérmica.

Para la puesta en servicio del sistema de protección, en la primera fase, se verificó: visualmente los conductores, la conexión interna de los tableros, los dispositivos de protección, la instalación de la toma a tierra y la conexión exotérmica de la puesta a tierra. En la segunda fase se realizaron mediciones de voltaje en los circuitos de fuerza, con el fin de comprobar que las caídas de voltaje se encuentren dentro de los límites de operación admisibles y se realizó la medición de la resistencia de puesta tierra.

Finalmente, se elaboró un manual que describe las actividades a seguir para los mantenimientos preventivos y correctivos del sistema. También se especificaron los elementos, herramientas y dispositivos de medida necesarios para las actividades mantenimiento.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La instalación de puntos eléctricos seguros, protege a los equipos informáticos que están ubicados en los laboratorios 14, 15 16 y una oficina de profesores pertenecientes a la zona 3; los puntos son seguros, debido a que son parte del sistema de protección contra sobretensiones transitorias y sobreintensidades.

El sistema inicia desde el tablero de distribución localizado en la zona 3, continua con el tablero de protección el cual está constituido por varios dispositivos de protección y finaliza en los tomacorrientes seguros de consumo de electricidad para los cuatros armarios, donde se disponen de los equipos electrónicos de comunicación. Esto se muestra en la Figura 3.1, donde se aprecia el diagrama unifilar de todo el sistema.

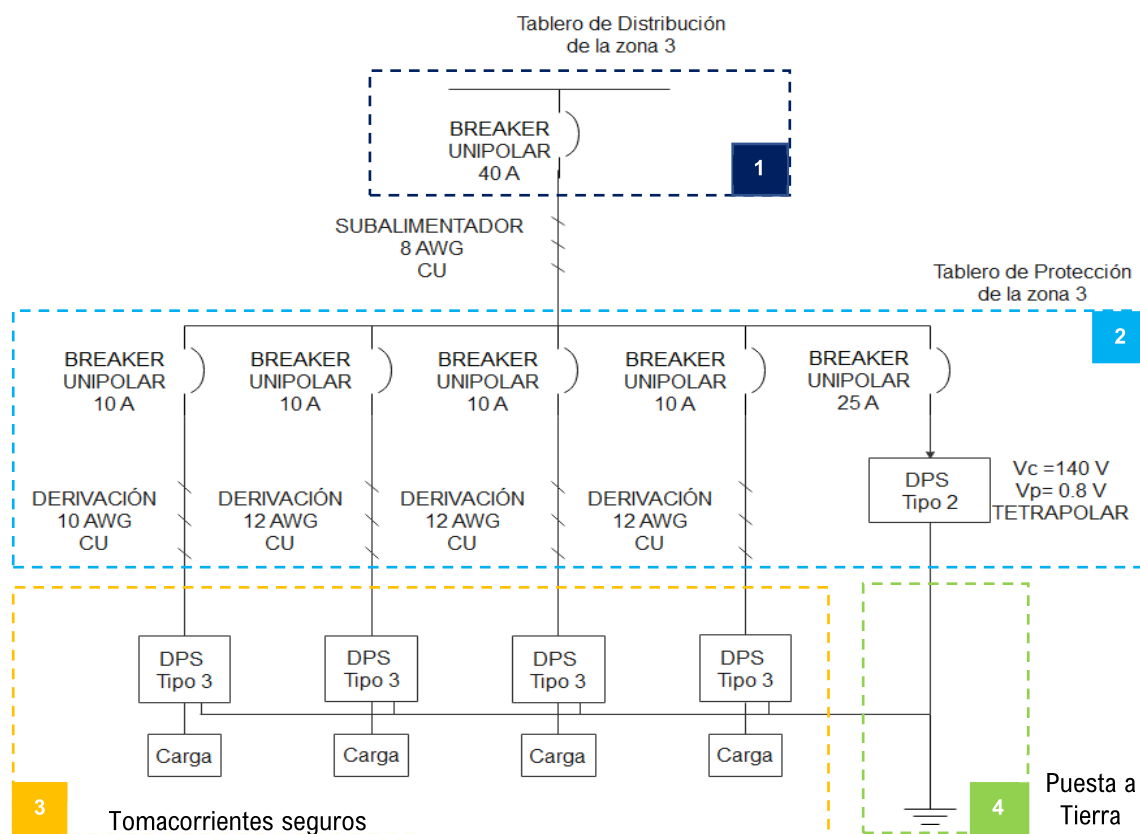


Figura 3.1 Tablero de protección de la zona 3.

La cuarta parte del sistema de la Figura 3.1, corresponde a la puesta a tierra, que asegura la descarga de las sobretensiones transitorias a tierra, permite el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección y la instalación de los puntos de energía seguros.

3.1 Requerimientos necesarios para la implementación de los puntos de energía seguro.

Inspección

La ESFOT-EPN se sitúa en una edificación con instalaciones eléctricas antiguas y aún siendo una institución educativa de una sola planta, está conformada por aulas, laboratorios, oficinas administrativas y docentes, entre otras, por lo que se ha utilizado las normativas de construcción de instalaciones eléctricas para baja tensión.

Las autoridades de la ESFOT observaron durante los meses de septiembre a noviembre del año 2019, daños absolutos en los conmutadores informáticos. Se requirió una inspección eléctrica para conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas; a las que estas cargas sensibles se encontraban conectadas y se verifico si se cumplía con las exigencias mínimas de seguridad para la protección equipos electrónicos, los mismos que ubicados en un gabinete de los laboratorios 14,15,16 y una oficina de profesores de ESFOT-EPN, como se observa en la Figura 3.2.

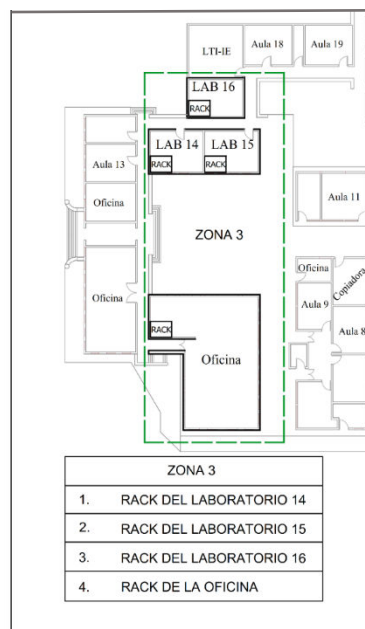


Figura 3.2 Laboratorios 14,15,16 y oficina de profesores de ESFOT-EPN.

En la tabla 3.1 se resume las observaciones realizadas al tablero de distribución eléctrica, que fue seleccionado por abarcar la mayoría de tomas eléctricos para este estudio.

Tabla 3.1 Inspección de tablero de distribución de la zona 3.

INSPECCIÓN DEL TABLERO DISTRIBUCIÓN DE ZONA 3			
Componente	Imagen	Procedimiento	Observación
Tablero Distribución		Verificar el diagrama unifilar.	No hay diagrama del tablero.
		Verificar la barra del neutro y la barra de tierra.	No tiene la barra de tierra.
		Verificar protecciones para sobreintensidades. Verificar protecciones para sobretensiones.	Si existe protección contra intensidades. No existe protección contra sobrevoltajes transitorios.
		Verificar que: - El Conductor de fase sea azul, negro o rojo. - El Conductor de neutro sea blanco. - Identificación de los conductores.	Los conductores del fase cumplen. Los conductores del neutro la mayoría cumplen. Ningún conductor tiene identificación.

Los reglamentos de la NEC Electromecánica y REBT aplicables para baja tensión, mencionan que existe un riesgo para los equipos sensibles, al no tener protección contra sobrevoltajes en las instalaciones. En tabla 3.1 se verifica que el tablero de distribución, no cuenta con protección al presentarse eventualmente sobretensiones transitorias en la instalación eléctrica y no cumple otros aspectos.

Se requirió, derivar desde el tablero de distribución, un circuito donde se aplicó un nuevo sistema de protección, el cual integró puntos eléctricos seguros y al que se conectaron equipos informáticos; de esta manera se asegura los bienes, ante sobretensiones transitorias. Se realizó pruebas para verificar la conexión y el respectivo manual para mantener el sistema de protecciones.

En la inspección se recolecto la siguiente información como:

- Tipo de red: monofásico
- Tensión de nominal: 127 V. (Valor tomado en el tablero de distribución fue 126.6)

Con los requerimientos descritos, condiciones e información recolectada se pudo iniciar con el diseño y adquisición de los componentes del sistema de protecciones, su desarrollo y la instalación de éste.

Diseño del sistema de protección

Consiste en la integración de todos los elementos eléctricos en un circuito, con el objeto de crear un sistema de protecciones, el cual se representará en el diagrama unifilar adjunto en el Anexo 6.2, donde se detallan las características principales de los elementos y la ubicación de los dispositivos en los tableros de distribución y protecciones en la zona 3. A continuación se presentan los cálculos, las consideraciones para el dimensionamiento de los componentes y las características de los equipos adquiridos:

Diseño de las partes del Sistema de protección

Potencia consumida

En los armarios se sitúan los dispositivos electrónicos, que constituyen las redes de informática y telecomunicaciones; en cada armario se integra un conmutador de 48 puertos, que utiliza más potencia con el aumento de tráfico de datos y un equipo POE de consumo variable al igual dispositivo anterior, estos son las cargas que se consideran para el diseño de los elementos del sistema.

En la tabla 3.2 se resume las características de los equipos a proteger, las potencias que son datos de ficha técnica, la documentación se adjunta en el Anexo 6.3.

Tabla 3.2 Potencia e intensidad consumida por los equipos informáticos

CARGA INFORMATICA	MARCA	CARACTERISTICA	CANTIDAD	POTENCIA MAXIMA
CONMUTADORES DE 48 PUERTOS	CISCO	Catalyst 2960	1	460
POE	CISCO	Catalyst 2960	1	339
TOTAL, DE CONSUMO DE POTENCIA POR PUNTO				799

Para los equipos informáticos, se consideró un factor de simultaneidad de 1 en el cálculo de potencia consumida, en función de que estos dispositivos operan 24 horas al día, todos los días. Como el tráfico es un factor que puede darse en cualquier momento, el consumo se consideró a su máximo valor según el criterio de brindar un consumo continuo.

Línea de subalimentador

La finalidad de esta línea, es de alimentar al sistema de protecciones desde el tablero de distribución de la zona 3 y se considera los siguientes:

Cálculo de la corriente total del sistema

$$I = P_T * V_n$$

Ecuación 3.1 Corriente de línea de derivación

- V_n : 127 (V) Voltaje nominal de red.
P_T : 799 (W) Potencia total consumida de un gabinete informático
I : Corriente de línea de derivación (Equipos informáticos)

Usando la Ecuación 3.1 se obtiene:

$$I = 6.29$$

Cálculo para la selección de los interruptores automáticos del sistema

$$I_{s \text{ x punto}} = I * 1,15$$

Ecuación 3.2 Corriente de Protección.

- I : 6,29 (A) Corriente de línea de derivación (Equipos informáticos)
I_{s x punto} : (A) Corriente Sobredimensionada por punto de Derivación

Usando la Ecuación 3.2 se obtiene:

$$I_{s \text{ x punto}} = 7,23 \text{ (A)}$$

$$I_s = 4 * I_{s \text{ x punto}} * 1,25$$

Ecuación 3.3 Corriente total sobredimensiona.

- I_{s x punto} : 7,27 (A) Corriente Sobredimensionada por punto de Derivación
I_s : (A) Corriente total Sobredimensionada de las 4 líneas de derivación

Usando la Ecuación 3.3 se obtiene:

$$I_s = 36,15 \text{ (A)}$$

Se selecciono un conductor de calibre 8 AWG, que tiene una corriente máxima de 55 (A), el cual cumple con las consideraciones de consumo de corriente para el sistema y en caso de ampliación de cargas se puede mantener el cableado.

Se verificar la caída de voltaje en el conductor:

Cálculo de la caída de voltaje de la subalimentación

$$e = \frac{2 PL}{ks V_N}$$

Ecuación 3.4 Caída de voltaje en el conductor.

Donde:

- P : 3196 (W) Potencia Consumida en todo el sistema
- L : 20 (m) Longitud del cable (Tablero de distribución al Tablero de protección)
- K : 56 (m/(Ω mm²) Constante de conductividad del cobre
- S : 8.37 (mm²) Sección longitudinal del cable (datos de ficha técnica)
- V_N : 127 (V) Voltaje Nominal
- E : (V) Caída de voltaje por conductor

Usando la Ecuación 3.4 se obtiene:

$$e = 2,16 \text{ (V)}$$

Cálculo de la Caída de voltaje máxima permitida

$$c. d. v. = V_N * 3\%$$

Ecuación 3.5 Caída de voltaje máxima permitida.

- V_N : 127 (V) Voltaje Nominal
- c.d.v. : (V) Caída de voltaje nominal

Usando la Ecuación 3.5 se obtiene:

$$c. d. v. = 3,81 \text{ (V)}$$

La caída de volate teórica es menor a la caída de voltaje máxima permitida, el calibre de cable es adecuado para el sistema; en el Anexo 6.3 se muestran los datos de la ficha técnica de este cable.



Figura 3.3 Cables eléctricos flexibles y THHN.

Se utiliza un cable multiconductor de cobre con aislamiento de PVC para los 3 conductores de fase, neutro y tierra, de la misma sección. En la Figura 3.3 se observa

a los cables recubiertos por otra capa de PVC, que al ser ultra flexible y tipo THHN ayudan a proteger ante efectos de corrosión, calor y humedad.

Interruptor general del sistema

Su propósito es desconectar a todo el sistema de protección, en caso de la aparición de sobrecargas, cortocircuitos, y sobrecalentamientos o si se requiere realizar un mantenimiento preventivo o correctivo de la instalación, también en otra necesidad para manipular el sistema.

Cálculo para la selección del Interruptor general del sistema

Este dispositivo se calculó, considerando el 25 % adicional de la corriente total de consumo continuo del sistema, por lo tanto, al aplicar este cálculo se obtuvo una corriente de 36.15 (A); se adquirió un interruptor automático de 40 (A) y además se protege al cable subalimentador de sobrecargas, según la siguiente expresión:

$$I_S < I_N \leq I_{MAX}$$

Ecuación 3.6 Comparación con límites de corriente total.

Donde:

- I_S : 36,17 (A) la corriente total de consumo continuo de las cargas.
- I_N : 40 (A) la intensidad de interruptor automático
- I_{MAX} : 55 (A) la corriente máxima que soporta el cable

Usando la Ecuación 3.6 se obtiene:

$$36,17 < 40 \leq 55 (A)$$

Con esta expresión se observa que el interruptor soporta el voltaje máximo de consumo y protege al subalimentador de sobrecargas.

Tablero de protección

Es una caja metálica donde se ubica el dispositivo DPS tipo 2, para la primera protección contra sobrevoltajes, los interruptores automáticos de protección contra sobreintensidades y la respectiva barra para distribuir a los conductores de tierra y neutro; en la Figura 3.4 se identifica el tablero de protección. Con esta implementación se asegura a los 4 armarios que contienen los equipos de informática y telecomunicaciones que constituyen las cargas del sistema.



Figura 3.4 Tablero de protecciones

Dispositivos de protección contra sobrevoltajes

Se determino utilizar los DPS para la protección de equipos electrónicos por dos razones:

- En la NEC de instalaciones electromecánicas, en apartado 15.1.9.3 menciona que para prevenir daños parciales, totales o mal funcionamiento de equipos electrónicos sensibles se recomienda la utilización de DPS.
- En la REBT, en el apartado ITC-BT-23 recomienda la utilización DPS: para equipos sensibles, costoso y en instalaciones ubicadas en zonas que tengan más de 20 días de tormenta al año.

En la revista de la EPN del 2018, se menciona, que pichincha tiene aproximadamente 70 días de tormentas al año y se posesiona como la segunda provincia con más tormentosa, según el mapa nivel ceráuneo del Ecuador. Una descarga atmosférica que puede crear corrientes de aproximadamente 20 (kA).

Las instalaciones de la ESFOT-EPN están ubicados en la provincia de pichincha, por lo cual se va ver afectado por más de 20 días de tornamentas al año; los equipos informáticos son sensibles a sobretensiones transitorias y de alto valor económico. Lo mencionado fundamenta la utilización los DPS con base a que protege a los equipos electrónicos de este proyecto.

Las instalaciones eléctricas no cuentan con diagramas de conexión, lo que impidió la incorporación de los DPS a la instalación eléctrica general de la institución, pero se planeó derivar un nuevo circuito, con un sistema que utiliza un tipo de protección secundaria, que atenúa las sobretensiones de origen atmosférico y maniobra. La conexión seleccionada es en paralelo, como se muestra en la Figura 3.5 , con el fin de no interrumpir el servicio de informática y telecomunicaciones en caso de daño del DPS.

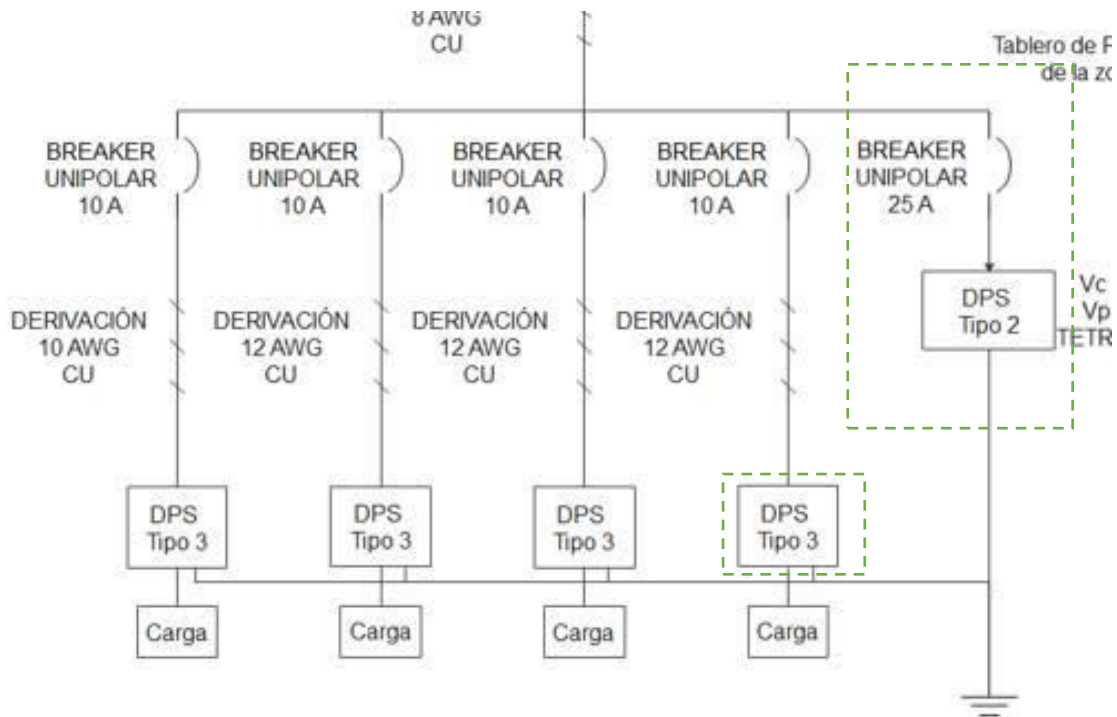


Figura 3.5 Conexión de las protecciones.

El diseño integra dos tipos de DPS, que en la red funcionan en modo de cascada, en primera instancia actúa el DPS tipo 2 y al final el DPS tipo 3; el objetivo es atenuar los altos voltajes y mantener la operación a voltajes normales para los receptores.

Selección del DPS tipo 2

Se dimensionó bajo las siguientes características y utilizando la tabla especificada en la presente sección:

- Se dimensiona por Tensión máxima admisible (V_c) que es el valor máximo de voltaje nominal, más un 10 %.

$$V_c = V_N * 110\%$$

Ecuación 3.7 Voltaje máximo admisible.

V_N : 127 (V) Voltaje Nominal

V_c : (V) Voltaje Máximo admisible

Usando la Ecuación 3.7 se obtiene:

$$V_c = 139.7 \text{ (V)}$$

- Nivel de Protección (U_P), se dimensionó en un valor de 0,8 basado en la tabla 3.3 según la categoría de sobretensiones y el voltaje nominal de la

instalación; la categoría seleccionada corresponde a la que protege equipos informáticos y de telecomunicaciones.

Tabla 3.3 Elección Nivel de Protección (U_P), Fuente [10]

Tensión nominal de la instalación (V)	Tensión soportada de impulso (kV) que se requiere para:			
Sistemas trifásicos	Equipo de origen de la instalación (categoría IV de impulso soportado)	Equipo de distribución y circuitos finales (categoría III de impulso soportado)	Aparatos (categoría II de impulso soportado)	Equipos protegidos especialmente (categoría I de impulso soportado)
120-230	4	2,5	1,5	0,8
230/400 277/480	6	4	2,5	1,5
400/690	8	6	4	2,5
1000	12	8	6	5

En la norma NEC se mencionan los siguientes criterios en paneles de distribución secundaria, que se debe tomar en cuenta:

- Una fácil señalización para el correcto funcionamiento de dispositivo.
- Debe incorporar en su circuitería elementos de fácil reemplazo en el terreno y sin necesidad de interrumpir el servicio.
- Debe cumplir con el estándar UL1449

En base a los estos criterios se seleccionó el DPS tipo dos, del fabricante MD equipos tecnológicos, de la serie AB y el modelo BD4-20/120-S como se aprecia en la Figura 3.6.



Figura 3.6 DPS tipo 2 BD4-20/120-S.

En la tabla 3.4 se describe las características principales de la ficha técnica, adjunta en el Anexo 6.3. Se verificar el cumplimiento de las dimensiones y las características cualitativas que debe cumplir.

Tabla 3.4 Ficha técnica DPS BD4 - 20/120-S.

DPS BD4 - 20/120-S	
CARACTERISTICA	VALOR
TENSIÓN MAXIMA DE OPERACIÓN	140 V
TENSION NOMINAL	120 V
TIPO DE PROTECCIÓN	TIPO 2
CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA I_n	10 KA
MAXIMA CORRIENTE DE DESCARGA	20 KA
NIVEL DE PROTECCIÓN U_p	0,8 Kv
TIEMPO DE RESPUESTA	25 ns
PROTECCIÓN RECOMENDADA	$I_n \leq 20 A$
MÉTODO DE MONTAJE RIEL DIN	Carril DIN 35 mm
DESCONEXIÓN TERMICA	VERDE NORMAL
	ROJO FALLO
NORMATIVA	IEC 61643-1/ UL 1449

En la adquisición de los productos inicialmente se optó por un dispositivo bipolar para este sistema dado a que cuenta con las líneas fase, neutro y tierra; en stock no se disponía de todos los dispositivos requeridos; por lo cual se decidió optar por el tetrapolar, sugerido por el distribuidor de la marca como la mejor opción dado a que técnicamente cumple el propósito y se adapta como un bipolar; adicionalmente se tiene una ventaja porque cuenta con 2 capsulas extras que, en caso de daño, servirán como repuesto. Para adquirir este elemento se consideró todos los aspectos anteriores; en la Figura 3.7 se muestra dicho dispositivo



Figura 3.7 DPS tipo 2 [9].

Este dispositivo no requiere de cambio total del dispositivo, solo de la sustitución del cartucho que se identifica cuando la ventana indicadora, este de color rojo y se puede sustituir sin tener que interrumpir a los equipos que conforman las redes de informática.

El DPS tipo 3

El otro componente seleccionado para su operación en modo cascada, es el dispositivo DPS tipo 3; son tomacorrientes compuestos por elementos protectores y su conexión interna es en paralelo, como se aprecia en la Figura 3.8.

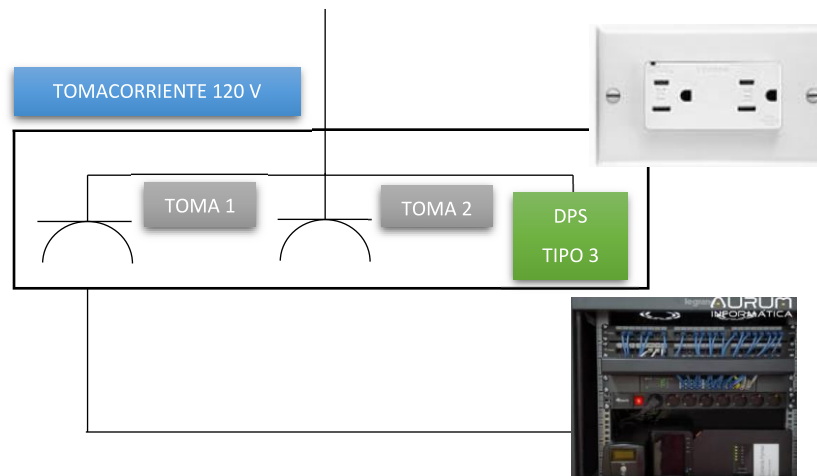


Figura 3.8 DPS tipo 2 [9].

Selección del DPS tipo 3

En la Figura 3.9 se aprecia al DPS y se adquirió el modelo T7280-W debido a las características de la ficha técnica:

- Reducen los voltajes transitorios y el ruido de la red eléctrica.
- Se aplica para líneas con voltaje nominal a 125 V.
- Dispone de un led para facilitar el estado del equipo: verde correcto y rojo dañado
- Se consideró 4 unidades para cada armario.



Figura 3.9 DPS tipo 3, modelo T7280-W [9]

Líneas de receptoras.

La finalidad es distribución la energía eléctrica, desde el tablero de protección a los cuatro puntos de utilización, que son los lugares donde se conectan los DPS tipo 3 y los receptores informáticos.

Cálculo de los conductores de derivación

En la Tabla 3.5 se realizaron los cálculos utilizando la hoja de cálculo de Excel, se aplica las mismas formulas usadas en el cálculo de caída de voltaje de los conductores de derivación.

Tabla 3.5 Características del conductor de derivación

Derivación	Distancias (m)	Corriente de consumo (A)	Nº CABLE (AWG)	La corriente máxima admisible cable (A)	Sección del cables (mm ²)	Caída de voltaje teórica (V)	Caída de voltaje teórica anterior	Caída de voltaje teórica máxima 5%(V)
Laboratorio 14	25	7,23	18	10	0,82	6,85	2.16	6,35
	25	7,23	12	30	3,31	1,70		
Laboratorio 15	20	7,23	12	30	3,31	1,36		
Laboratorio 16	30	7,23	12	30	3,31	2,04		
Oficina Nº 2 de Profesores	55	7,23	10	40	5,26	2,35		

Para circuitos de fuerza, el calibre del cable debe ser mínimo de 12 AWG y el valor es adecuado porque está dentro de los parámetros de la caída de voltaje máximo. Para el ultimo conductor se utiliza un cable número 10 AWG y para mantener la caída de voltaje.

Esta parte del sistema está constituida por los cables multiconductor de cobre, para las 3 líneas: fase, neutro y tierra de la misma sección, con las mismas características de aislamiento ultra flexible y THHN.

Interruptores automáticos de los tomacorrientes

Este elemento detecta cortocircuitos y sobrecargas que sucedan en las instalaciones eléctricas, con su implementación se realiza la protección contra sobreintensidades en cada equipo informático y en caso de un fallo se puede realizar los mantenimientos de forma individual sin tener que afectar a los otros gabinetes informáticos.

Cálculo de los interruptores de los tomacorrientes

Para el cálculo de estos interruptores se consideró la intensidad de consumo y se sobre dimensionada más 15 % para seleccionar las corrientes de corte del interruptor como se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Características de interruptores de tomacorriente

Elemento	Tipo de DPS	Intensidad (A)	$I_s \times$ punto (A)	I_N (A)	I_{MAX} (A) del conductor	Protección del cable
Breaker del LAB. 14	3	6,32	7,27	10	30	Cumple
Breaker del LAB. 15	3	6,32	7,27	10	30	Cumple
Breaker del LAB. 16	3	6,32	7,27	10	30	Cumple
Breaker del Oficina	3	6,32	7,27	10	40	Cumple

Se adquirieron 4 unidades de interruptores automáticos, para una corriente de 7,23 (A) con una corriente de corte de 10 (A), lo que cumple con las condiciones de protección al cable y de la carga.

Se adquirió otra unidad para la protección del DPS tipo 2 obtenidas de las por especificaciones técnicas adjuntas en el Anexo 6.3.

De las fórmulas, cálculos, selecciones de datos y dimensionamientos, expuestos en las secciones precedentes, se obtuvo el diseño del sistema de protecciones, el cual permitió identificar de manera adecuada y efectiva, los componentes y elementos para su adquisición. En el Anexo 6.3 se resume en la tabla de costos los materiales, características y los respectivos precios de este proyecto.

3.2 Sistema de protección contra sobretensiones transitorias

La implementación del sistema de protección parte del cableado que inicia en el tablero de distribución de la zona 3, donde se tomará como referencia el punto 1 y se muestra en la Figura 3.10.



Figura 3.10 Punto 1: Tablero de distribución

Se realizó una perforación en la parte superior de la pared donde está ubicado el tablero de distribución, para realizar el tendido del cable por el interior del techo y que se distribuya al punto 2, que corresponde al lugar donde se instalará el tablero de protección. En la ubicación del sistema de protección contra sobrevoltajes se consideró que esté próximo a todos los puntos de utilización; y aplicando el procedimiento descrito se accedió a la parte superior, con el fin de distribuir los cables desde este punto a los diferentes puntos de consumo de los laboratorios 14, 15, 16 y a la oficina de profesores.

Luego se procedió a construir el tablero de protecciones, utilizando el diagrama unifilar de circuito de protección adjunto en el Anexo 6.2, en el mismo se idéntica: la conexión de los 5 interruptores automáticos y el dispositivo de protección contra sobrevoltajes tipo 2 como se aprecia en la Figura 3.11.



Figura 3.11 Diseño del tablero del sistema de protección.

Para la construcción del tablero eléctrico de protecciones se empleó rieles DIN, que se fijaron con pernos autoperforantes al tablero, para montar los dispositivos eléctricos acoplándolos a dicho riel DIM, en el primero se colocó el DPS tipo 2 con su respectivo interruptor de protección contra sobreintensidades, en el segundo se colocaron los 4

interruptores automáticos que protegen a cada armario donde se sitúan las cargas informáticas, además se instalaron dos barras para distribuir los conductores del neutro y la tierra. Finalmente, se procedió con la conexión de los cables correspondientes a los equipos protectores.

El tablero se ubicó en un lugar seguro, en la figura 3.12 se identifica que esta posicionado donde los estudiantes no tienen acceso y solo puede ser manipulado por las personas encargadas y autorizadas, en caso que sea necesario para actividades, tales como, la realización de mantenimientos preventivos y correctivos del sistema eléctrico o por alguna nueva modificación.



Figura 3.12 Diseño del tablero del sistema de protección.

Para la instalación del enlace de todo el sistema se colocó el interruptor general de 40 (A) en el tablero de distribución, en el mismo, se instaló una barra de distribución de tierra, dado a que por norma NEC se requiere en todo tablero eléctrico una barra de neutro y tierra, para fácil identificación y organización de los conductores. Desde el punto 1 parte el cable subalimentador con conductores de color negro como la línea de fase, blanco como la línea de neutro y verde como la línea de protección, siguiendo el código de colores exigidas en las normas; en el punto 2 se enlaza ordenadamente los conductores que llegan y los conductores que salen a los puntos de corriente seguros, como se puede apreciar en la Figura 3.13.



Figura 3.13 Tablero de protección de la zona 3.

Al ser una instalación eléctrica nueva, no se contó con ductos eléctricos dentro de las paredes, por lo cual se procedió adquirir canaletas plásticas para el tendido y protección de los cables, además de mantener la estética y así no tener cables sueltos en las paredes de la Zona 3 de la ESFOT-EPN. Este elemento se coloca en las paredes con su respectivo adhesivo, pero se utilizó clavos para tener una sujeción fija de mayor resistencia, en la parte superior del tablero de distribución y en el de protección.

Para la conexión de los DPS tipo 3, se tendió el cable desde la parte superior del techo, en el lugar donde están los armarios de informática y telecomunicaciones; los cables fueron cubiertos por canaletas hasta llegar a los tomacorrientes, los mismos que fueron ubicados muy cercanos a los cuatro armarios, puesto que, los equipos informáticos contaban con cables de conexión muy cortos, tal como se muestra en la Figura 3.14.



Figura 3.14 Puntos de energía seguro.

3.3 Puesta a tierra del sistema de protección en la ESFOT (ZONA 3)

La implementación de la puesta a tierra fue una parte fundamental para la seguridad de la instalación de los puntos de energía en la zona 3, garantiza el correcto funcionamiento del sistema, al tener el camino con menos resistencia al paso de la corriente, pues al activarse los DPS enviarán los sobrevoltajes transitorios a los conductores de protección hasta llegar a la toma a tierra donde serán drenados a tierra, logrando una correcta operación de los dispositivos de protección y del sistema de protecciones, según lo establecido en la parte 6 de la ITC-BT-18.

Descripción de las partes de la Puesta tierra

Electrodo

La toma a tierra, utiliza un electrodo de cobre el cual se muestra en la figura 3.15, cubierto con una capa de grafito que garantiza la baja resistencia del contacto a tierra facilitando el paso de la corriente; posee un cable 2/0 AWG para conectar mediante suelda exotérmica al de tierra que proviene del sistema de protecciones; el tamaño de dicho electrodo es de 150 (mm) de diámetro y 1 (m) de longitud, por sus dimensiones este electrodo de grafito aplica para un lugar pequeño, que se sitúa a lado del laboratorio 16 como se identifica en el Anexo 6.2.



Figura 3.15 Electrodo de grafito.

Conductor de puesta tierra

El cable de tierra une el electrodo de grafito al sistema de protección contra sobrevoltajes transitorios, tiene un calibre de 5 AWG, está cubierto por una capa PVC y al ser un cable ultra flexible protege de los efectos de corrosión según el apartado 3 de la ITC-BT-18.

Conductores de tierra

La función de los conductores de tierra, es unir eléctricamente los puntos a tierra de los DPS instalados en el sistema de protecciones, con el objetivo de asegurar la operación de estos dispositivos de protección al descargar peligrosos sobrevoltajes. Los

conductores tienen el mismo calibre que los conductores de fase y neutro. Los cables de tierra se sitúan junto a los cables activos, cumplen con el color verde y amarillo como lo exige en la normativa NEC, en la sección de los conductores para puesta a tierra.

Toma a tierra

Es el lugar a donde llegan las corrientes peligrosas enviadas desde los dispositivos de protección contra sobrevoltajes transitorios y se dispersan en la superficie terrestre. En esta parte se ubicó el electrodo de gráfico y se unió al conductor de la puesta a tierra, con esto se enlaza la toma a tierra, al sistema de protección para asegurar los equipos de informática y de telecomunicaciones pertenecientes a la zona 3.

Implementación de la toma a tierra

A continuación, se describe el procedimiento usado en la implementación de la toma a tierra ubicada en la zona 3 como se identifica en el Anexo 6.2, se inicia con el diseño de una caja de revisión de 1.30 (m) de profundidad y 0.4 (m) de ancho, de acuerdo con lo especificado en la sección de requisitos de instalación de electrodo de la NEC. Las herramientas utilizadas son la barra excavadora usada para excavar el suelo como se muestra en la figura 3.16.



Figura 3.16 Caja de revisión de toma a tierra de la zona 3.

El siguiente paso fue colocar el electrodo a un 1 (m) de profundidad de la caja, este elemento se colocó de forma vertical y centrado con la terminación del cable en la parte superior.

El mejorador de resistividad del suelo se utiliza como un procedimiento para la implementación del electrodo en tierra, está compuesto con 100 % de minerales para mejorar el suelo. Este material se mezcló con tierra poder cubrir y estabilizar al electrodo en la toma tierra.

En la parte superior de la caja tiene 0.3 (m) que es el espacio considerado en los requisitos de la instalación de los electrodos según la parte 15.1.10 de la NEC.

Luego se conectó el electrodo de grafito al conductor de puesta a tierra mediante una soldadura exotérmica, esto permitió una conexión fija y directa a los conductores protectores de tierra del sistema. El resultado de la soldadura exotérmica se muestra en la figura 3.17.

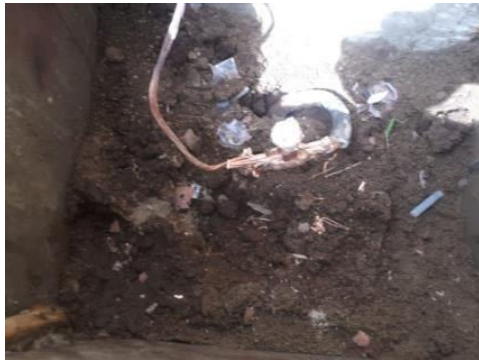


Figura 3.17 Suelda exotérmica de puesta tierra de la zona 3.

Finalmente, se fabricó una tapa de concreto con el objetivo de proteger de agentes externos a la toma de tierra. El conductor de la puesta a tierra se colocó por una tubería plástica, que fue sujeta a la pared de la institución con sujetadores como se muestra en la Figura 3.18 y este tendido se realizó hasta llegar a la barra de tierra del tablero de protección.



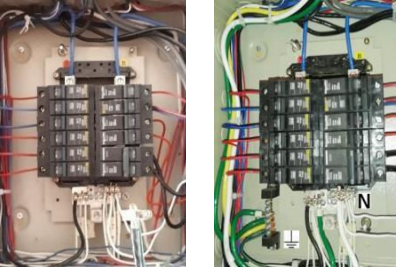

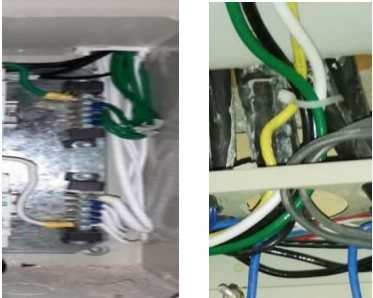
Figura 3.18 Suelda exotérmica de puesta tierra de la zona 3.



3.4 Pruebas y Análisis de resultados.

Examen Visual

Previo a la puesta en servicio, se verificó la instalación de los puntos de energía seguros, como se pide en la sección 3 del ITC-BT-05, el cual comprende la evaluación visualmente de conductores, conexión interna de los tableros, dispositivos de protecciones, instalación de la toma a tierra, conexión exotérmica de derivación, identificaciones del circuito y sus elementos, entre otros como se resume en la tabla 3.9.

Tabla 3.7 Examen visual del sistema de protección

EXAMEN VISUAL DEL SISTEMA		
Elemento	Observación	Imagen
Tablero de distribución	<p>Se verificó que posee una barra para la tierra.</p> <p>Se verificó que posee protección contra sobrecorrientes.</p> <p>Se verificó que disponen de identificación en los dispositivos del sistema.</p>	
Tablero Protección	<p>Se verificó que posee identificación como "Tablero de protección de la Zona 3" y en cada dispositivo instalado. Tiene un diagrama unifilar detallado.</p> <p>Se verificó que tiene una barra para la distribución del neutro y tierra.</p> <p>Se verificó que posee protección contra sobrecorrientes.</p> <p>Se verificó que posee protección contra sobretensiones.</p>	
Conductores	<p>Se verificó que todos los conductores tienen identificaciones en la parte inicial y final de cada cable.</p> <p>Se verificó que cumplen con el código de colores: Negro-Fase,</p>	

	Blanco-Neutro, Verde-Tierra.	
Puntos eléctricos	Se verificó que tienen identificación como "Tomacorriente 7, 8, 9, 10"	
Puesta a Tierra	Se verificó la unión exotérmica entre conductor y electrodo. Se verificó que posee una caja de tierra debidamente identificada.	

Se verificó que la implementación de los puntos de energía tiene medidas de seguridad contra sobrevoltajes transitorios, planos eléctricos e identificadores en los elementos del sistema, para facilitar la comprensión de la instalación, se evidenció que cumple con las medidas descritas en el reglamento REBT de instalaciones eléctricas de interiores y la NEC de instalaciones electromecánicas.

Pruebas de caída de voltaje y comprobador de tomas

Fueron utilizadas en estas pruebas las siguientes herramientas: el comprobador de tomas, dispositivo mostrado en la figura 3.19, con el que, se verifica de manera rápida si los conductores fase, neutro y tierra están conectados adecuadamente en el tomacorriente, que corresponde al DPS tipo 3 y el cual requiere de un cableado correcto para su operación normal, se emplea el multímetro, que es un dispositivo digital usado para medir los parámetros eléctricos como voltaje, corriente, resistencia, entre otros [4].



Figura 3.19 Probador de fase para tomacorrientes [11].

En la Figura 3.19 se muestra el probador de fase para tomacorrientes, cuando se encendió las dos luces del mismo color en el dispositivo, se verificó la continuidad y la correcta conexión de los cables del sistema de protecciones en los cuatro puntos de energía segura, instalados en la zona 3. En la Figura 3.20 se observan los resultados obtenidos de la continuidad del sistema y se tuvo el mismo resultado en los 4 puntos, por lo cual se describe el análisis que se realizó en un punto de energía seguro:

1. En esta parte el foco verde del tomacorriente indico que el DPS tipo tres está en óptimas condiciones para funcionar.
2. En esta parte el probador de fase verificó la continuidad y correcta conexión de los cables en el laboratorio 15.

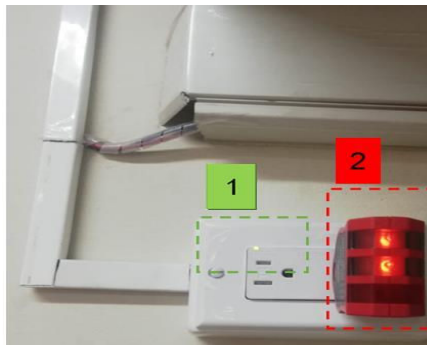


Figura 3.20 Resultado obtenido en la prueba de fases en tomacorriente.

En la prueba de caída de voltaje se realiza lo siguientes paso:

- Se toma con un multímetro los voltajes en los puntos eléctricos y su respectiva carga. En la Figura 3.21 se muestra el voltaje del laboratorio 14.



Figura 3.21 Prueba de voltaje en tomacorriente.

- Se tabula todas la tensiones obtenidos con el multímetro y las caídas de tensión teóricas.

En la Tabla 3.10 se identifica los resultados de las caídas de voltaje finales, primero se toma voltaje del tablero de distribución, en la segunda fila se calcula la caída máxima de tensión, en la tercera fila se tabula los datos obtenidos en las pruebas de voltaje con carga y finalmente se resta el voltaje inicial y final.

Tabla 3.8 Resultados obtenidos en los cuatro puntos de energía segura

Derivación	Caída de voltaje teórica por derivación (V)	Caída de voltaje en el subalimentador	Caída de voltaje total (V)	Voltaje Nominal (V)	Voltaje final (V)	Caída de voltaje total (V)
Laboratorio 14	1,7	2,17	3,87	127	122,8	4,2
Laboratorio 15	1,36	2,17	3,53	127	122,6	4,4
Laboratorio 16	2,04	2,17	4,21	127	122,8	4,2
Oficina N ^o 2 de Profesores	2,35	2,17	4,52	127	123,1	3,9

Se observa que la caída de voltaje final está dentro de las exigencias descritas en las normas de instalaciones eléctricas.

Prueba de resistencia de puesta a tierra.

En esta prueba se utiliza el telurómetro para medir la resistencia de la puesta a tierra instalada en la zona 3, el cual permite la correcta operación de dispositivos protección contra sobrevoltajes transitorios y se validó que está dentro de los parámetros establecidos por la NEC. para la protección de equipos electrónicos.

El valor de la resistencia medida fue de 1.82 (Ω), al estar este valor por debajo de 5 (Ω), se comprueba que la resistencia medida es adecuada para drenar los sobrevoltajes a tierra y de esta manera, proteger a los equipos informáticos, que se conectan a cada uno de los puntos de energía seguros; para realizar la medición fue usado el método de 62 % con el fin de tener una medida exacta sobre la resistencia de la toma a tierra instalada. Los siguientes pasos se ejecutados, con el dispositivo apagado mientras se realizó las conexiones respectivas:

- a) En el primer paso, se consideró que el sitio donde se encuentra instalado la toma a tierra es pequeño, por lo cual al clavar la primera la pica se tuvo una distancia de 7 metros desde el punto de la toma tierra, se obtuvo la medida con la ayuda de un flexometro y mediante el cable amarillo se unió al dispositivo de medición.

- b) En segundo paso se calculó el 62 % de distancia anterior, para clavar la segunda pica, la misma tiene una distancia de 4.34 metros y se conectó en paralelo y con el cable rojo en entrada correspondiente del telurómetro.
- c) En el tercer paso se conectó el cable verde y negro a un mismo punto que es la unión exotérmica entre electrodo y cable protector.
- d) En el cuarto paso se verifica que ninguna persona esté en contacto con alguna parte conductora de esta instalación para proceder a encender el dispositivo, finalmente, se midió y en la figura 3.22 se puede observar el valor de la resistencia de la puesta a tierra.

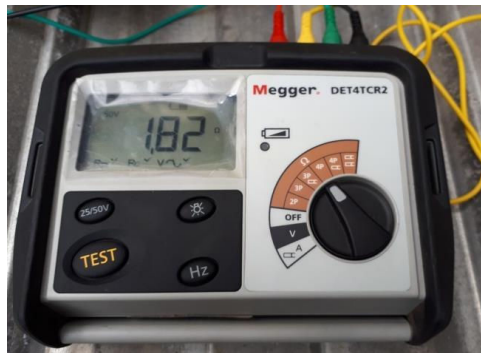


Figura 3.22 Resultados obtenidos de resistencia de la toma a tierra en la zona 3.

Finalmente, con las inspecciones y las pruebas realizadas se verificó el correcto funcionamiento del sistema, luego se conectó las cargas informáticas a cada punto de energía seguro de los laboratorios 14, 15, 16 y la oficina de profesores, iniciándose la operación del sistema de protecciones.

3.5 Manual de mantenimiento del sistema de protección

Se elaboró este manual técnico para los elementos de protección de sobrevoltajes y elementos de sobrecorrientes, que componen el tablero de protección, con la finalidad de conservar el buen estado y funcionamiento de los dispositivos usados para la implantación de dicho sistema de protecciones.

Este manual contiene los procedimientos para mantenimiento con una estructura en base a las normas de la ISO 9001-2015.

A continuación, se presentan los Códigos QR del Manual de Uso y del Manual de Mantenimiento, donde se muestran los respectivos videos del presente proyecto.



Figura 3.23 QR del Manual de Uso.



Figura 3.24 QR del Manual de Mantenimiento.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La inspección en la instalación eléctrica de la ESFOT-EPN, identificó un defecto de falta de protección contra eventuales sobrevoltajes, que se propagaban hasta llegar a los equipos de informática y telecomunicación.
- Se requirió de los DPS porque las instalaciones de la ESFOT-EPN, están situadas en la provincia de Pichincha, que es la segunda con más tormentas eléctricas al año y se necesitaba de protección para equipos electrónicos ante eventuales sobrevoltajes, de tipo atmosférico.
- Los conductores de fuerza y sus protecciones contra sobrecorrientes fueron dimensionadas mediante un factor de seguridad, considerando que los armarios informáticos son cargas continuas que se encuentran conectadas al suministro eléctrico las 24 horas del día.
- Se verificó que la línea del conductor del sistema es la adecuada, porque el valor de la resistencia de la puesta a tierra instalada en la zona 3, es menor en comparación con la resistencia de toda la carga informática y telecomunicaciones.
- La implementación de un electrodo de grafito resulta útil por su facilidad y rápida instalación, principalmente donde se dispone de un espacio físico reducido. Sin embargo, el costo de este tipo de electrodo es mayor al de un electrodo usado de manera habitual.
- Se elaboró un documento de mantenimiento para preservar la infraestructura de protecciones instaladas, para la red de telecomunicaciones y las respectivas medidas de seguridad al personal, que tiene acceso a la zona 3, durante la realización de las actividades de mantenimiento.
- La implementación de los puntos de energía seguros atenúa las sobretensiones transitorias, por que es parte de un sistema de protección y se garantiza por la correcta conexión térmica que posee cada tipo de DPS.
- Se constató que el comprobador de tomacorriente simplifica y garantiza la correcta conexión de los puntos de energía seguros, debido a que este equipo verificó las líneas del sistema de protección.

4.2 Recomendaciones

- Se propone hacer una investigación y análisis sobre la factibilidad de la ampliación del sistema de protecciones en toda la facultad, con el fin de proteger a todos los bienes electrónicos y eléctricos de todas las zonas de la ESFOT-EPN.
- Tal como se implementó en el proyecto, siempre se recomienda Instalar el DPS tipo 2 con su respectiva protección termomagnética, ya que en el caso del fin de la vida útil del MOV, este quedaría cortocircuitado. Por lo cual la protección termomagnética debe detectar esta falla y sacar de funcionamiento el DPS.
- Al dimensionar un DPS tipo 2, el aspecto más importante que se debe considerar es el parámetro U_p o nivel de protección, ya que este valor está directamente relacionado a la prueba de tensión de impulso que soporta el equipo.
- Para conseguir una rápida actuación y la máxima protección contra sobretensiones transitorias, se debe coordinar la instalación de los dispositivos DPS para su operación en modo de cascada, tal como se realizó en la implantación del sistema de protecciones de la zona 3.
- Se recomienda realizar la unión de puesta a tierra mediante suelda exotérmica, y así evitar los problemas de corrosión que se dan al utilizar conectores mecánicos.
- Se sugiere mantener húmeda el área del sistema de puesta a tierra, principalmente en época seca, ya que este factor ambiental ayuda a conservar una baja resistencia de puesta a tierra.
- Considerar todas las recomendaciones dadas en las hojas de instalación de los fabricantes de los supresores, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos contra sobretensiones.
- Es recomendable realizar mantenimientos preventivos y correctivos en los tiempos detallados en manual adjunto, con el fin de mantener los componentes del sistema de protección en óptimas condiciones para su correcto funcionamiento.
- Inspeccionar las instalaciones eléctricas antes de conectar otras cargas adicionales de informática y de telecomunicaciones u otro tipo de equipos sensibles.
- Se sugiere realizar los mantenimientos preventivos correspondientes en el tiempo, de las protecciones eléctricas y así asegurar que se encuentren en buen

estado para que de esta manera puedan detectar los sobrevoltajes transitorios y evitar daños en los equipos sensibles de informática y de telecomunicaciones.

- Es recomendable utilizar el manual de mantenimientos preventivos y correctivos adjunto en el Anexo 6.4, al momento de realizar actividades de mantenimiento u otras, con el fin mantener los componentes del sistema en óptimas condiciones para su correcto funcionamiento y proteger los equipos informáticos.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Aurelia, “Realización de una Inspección Eléctrica en la Institución Educativa Empresarial de Dosquebradas, Apoyada en el RETIE y la NTC 2050,” Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
- [2] Schneider Electric, *Guía de diseño de instalaciones eléctricas 2010*, Cuarta edi. España, 2010.
- [3] R. Escobar, “Control de Sobretensión Aplicado a Equipos de Cómputo y Telecomunicaciones, para Prevenir su Deterioro, en el Distrito de Pampas,” 2017. [http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2747/TESIS-2017-ELECTRÓNICA-ESCOBAR APASI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2747/TESIS-2017-ELECTRÓNICA-ESCOBAR_APASI.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (accessed May 31, 2020).
- [4] M. Cabello and M. Sánchez, *Instalaciones eléctricas interiores*, 2nd ed. Madrid, 2014.
- [5] BOE, “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e ITC,” *Boletín oficial del estado (BOE)*, 2020. file:///C:/Users/usuario/Downloads/BOE-326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC.pdf.
- [6] E. Cifuentes, “Causas y Efectos de las Sobretensiones Transitorias en Plantas Industriales y Método de Protección para Disipar la Perturbación Eléctrica Ocasionada por este Evento,” 2018. <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6ARTÍCULO-III-INDESA-SIE.pdf> (accessed May 31, 2020).
- [7] Cirprotec, “Importancia del sistema de puesta a tierra,” 2016. <http://www.cirprotec.com/es/Solutions/Safeground/Importancia-del-sistema-de-puesta-a-tierra> (accessed May 29, 2020).
- [8] ELECTROWELD, “ELECTRODOS QUIMICOS.” http://bionalcorp.com/pdf/electrodos_activos.pdf (accessed Jul. 14, 2020).
- [9] MD Equipos Tecnologicos, “Protección de Instalaciones Eléctricas, Informáticas y de Telecomunicaciones.,” 2018.
- [10] Cirprotec, “Dispositivos de Protección contra Sobretensiones Transitorias.” <file:///C:/Users/usuario/Downloads/CPT-Cirprotec-V1-DISPOSITIVOS-DE-PROTECCION-CONTRA-SOBRETENSIONES-TRANSITORIAS-DPS->

(LAUMAYER) (4).pdf.

- [11] Mercado Libre, “Medidor De Fase-tomacorriente Nt-1933 Proskit,” 2020.
https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-426177121-medidor-de-fase-tomacorriente-nt-1933-proskit-_JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking_id=5e7ed936-607a-4bbd-b375-c699e31583c7 (accessed Jul. 05, 2020).

6 ANEXOS

ANEXO 6.1: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R

Quito, 14 de enero de 2021

CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de titulación, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de los puntos de energía seguros para protección de equipo electrónico en la ESFOT – EPN de la Zona 3, los cuales fueron implementados por los estudiantes Lizeth Paola Putshug Sopa y Edwin Patricio Gavidia Palacios.

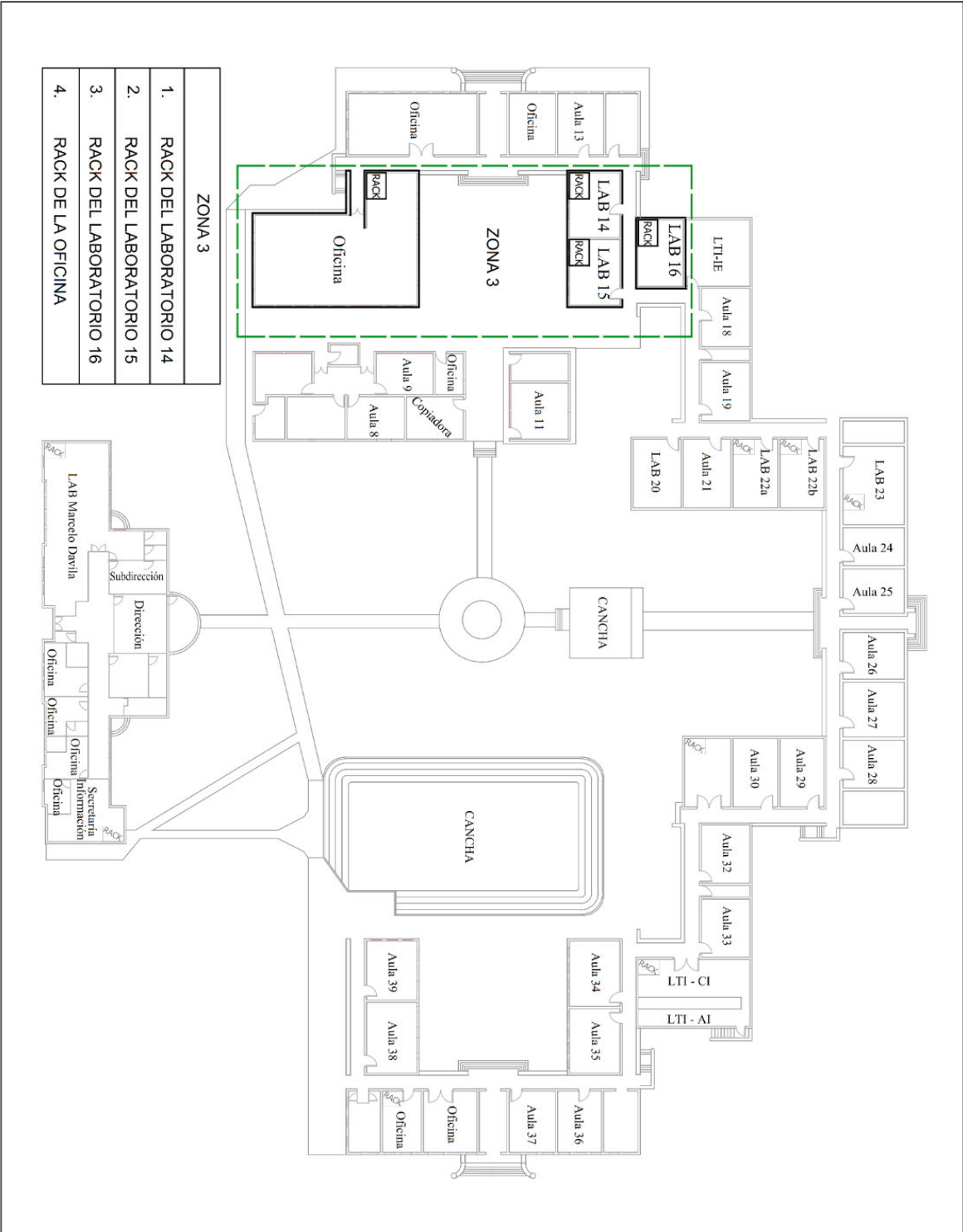
El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.

DIRECTOR

Ing. Pablo Andrés Proaño C., Msc.

ANEXO 6.2: Planos y Diagramas

Plano General de Planta



<p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</p>	<p>Dibujo: Zona 3</p>
<p>PLANO DE UBICACIÓN RACKS ZONA 3</p>	<p>Revisor: MSc. Pablo Proaño</p>
	<p>Fecha: 23/06/2020</p>
<p>ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA</p>	<p>Escala: 1_250</p>

Plano de la Zona 3.

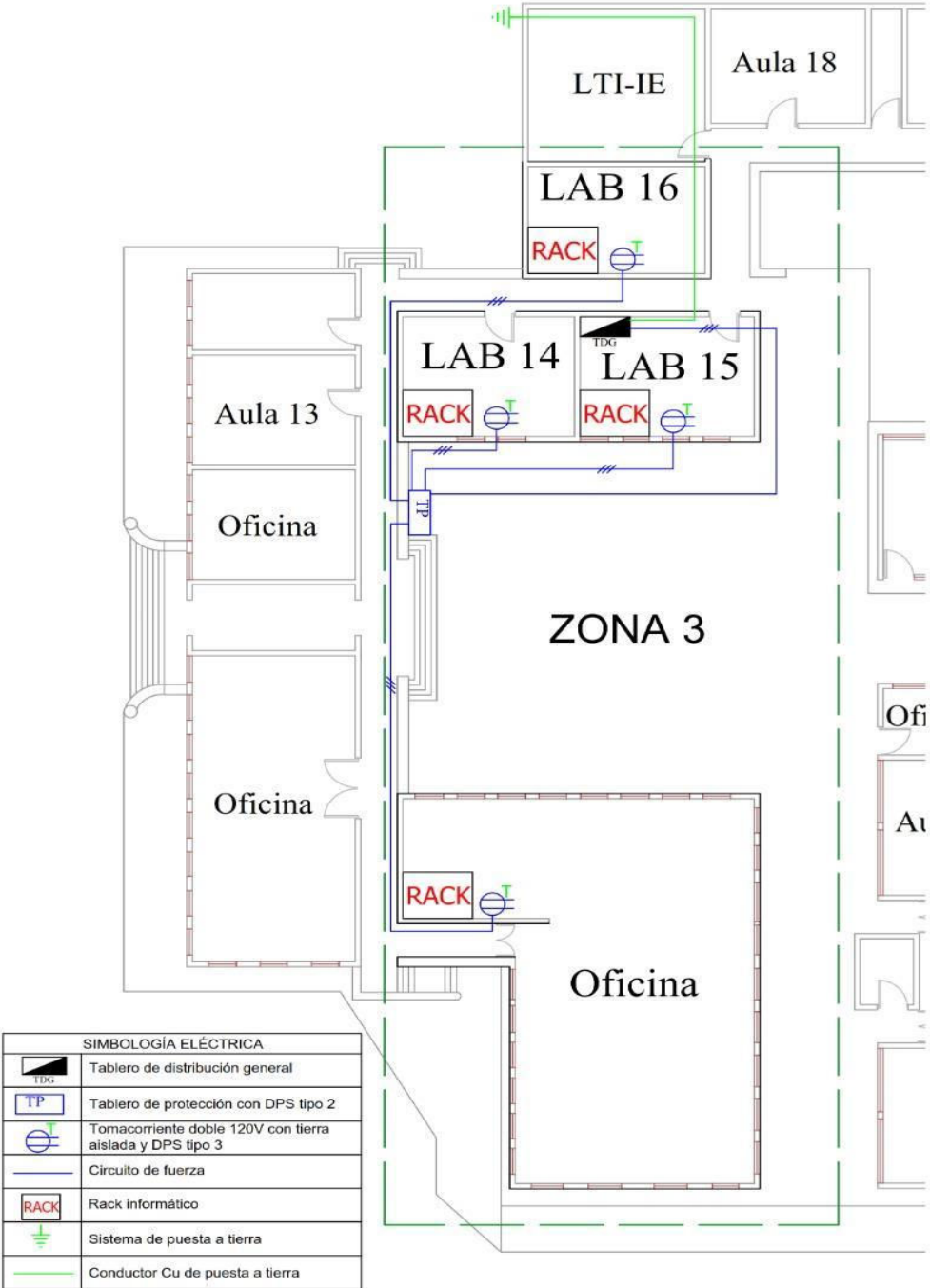
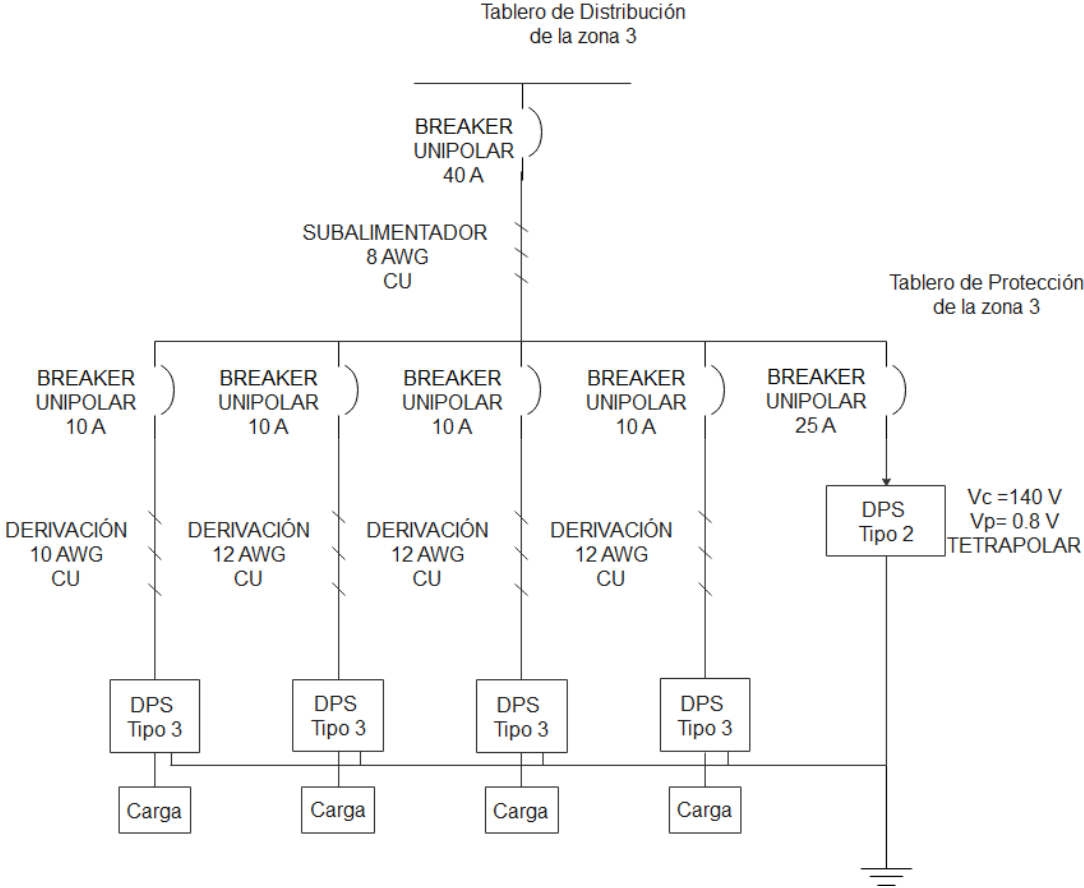


Diagrama unifilar del sistema de protección



ANEXO 6.3: Fichas Técnicas y Tabla de Precios

Ficha técnica de suich Cisco - SERIE 2960



Ficha de datos

Cisco Catalyst 2960 LAN Lite Series Switches Hoja de datos

Descripción del producto

Cisco® Catalizador® 2960 Series con el software LAN Lite son de configuración fija, switches independientes que proporcionan conectividad Fast Ethernet de escritorio para armario de cableado de nivel de entrada y las redes de sucursales pequeñas (Figura 1). Estos interruptores simplifican la migración vienen de dispositivos no inteligentes y Conmutadores no administrados a una red gestionada totalmente escalable.

Los switches Cisco Catalyst 2960 LAN Lite ofrecen:

- Ambos 24 y 48 puertos POE está disponible usando la clase 802.3af 3 con 370 la capacidad de energía Watt.
- enlaces ascendentes de doble propósito para Gigabit Ethernet flexibilidad de enlace ascendente, permitiendo el uso de cualquiera de una de cobre o un enlace ascendente de fibra. Un puerto de enlace ascendente de doble propósito tiene un puerto 10/100/1000 Ethernet y un puerto Gigabit Ethernet basado en un factor de forma pequeño (SFP), con un puerto activo a la vez

Tabla 3. Especificaciones Eléctricas en Cisco Catalyst 2960 LAN Lite Series

Medido 100% Consumo de Throughput de energía (con un máximo de posibles cargas POE)	Consumo de energía del interruptor		PoE	La producción total de BTU
	2960-24PC-S	433W		357W
2960-24LC-S	162W		119W	550 BTU / hora
2960-48PST-S	460W		339W	1563 BTU / hora
Medido 5% Consumo de producción de potencia (con 50% de cargas POE)	Consumo de energía del interruptor		PoE	La producción total de BTU
	2960-24PC-S	237W	185W	814 BTU / hora
	2960-24LC-S	98W	62W	835 BTU / hora
	2960-48PST-S	262W	187W	899 BTU / hora
AC / DC voltaje y corriente de entrada	Tensión (rango automático)		Corriente	Frecuencia
	2960-8TC-S	100-240 VAC	0.5A - 0.3A	50-60 Hz
	2960-24-S	100-240 VAC	1.3-.8a	50-60 Hz
	2960-24TC-S	100-240 VAC	1.3-.8a	50-60 Hz
	2960-24PC-S	100-240 VAC	8.0-4.0A	50-60 Hz
	2960-24LC-S	100-240 VAC	3.0-1.5A	50-60 Hz
	2960-48TT-S	100-240 VAC	1.3-.8a	50-60 Hz
	2960-48TC-S	100-240 VAC	1.3-.8a	50-60 Hz
Potencia nominal	Cambiar			
	2960-8TC-S		0.035 kVA	
	2960-24-S		0.05 kVA	
	2960-24TC-S		0.05 kVA	
	2960-24PC-S		0.470 kVA	
	2960-24LC-S		0.175 kVA	
	2960-48TT-S		0.075 kVA	
	2960-48TC-S		0.075 kVA	
	2960-48PST-S		0.5 kVA	

Calibre	No. Conduct.	CONDUCTOR DE COBRE						Espesor Chapa (Negro)	Diámetro Exterior	Peso Total Aprox.	Resist. Eléctrica DC a 20°C	Capac. Corriente
		No. Hilos	Diámetro Hilos	Área	Diámetro	Espesor Al. PVC	Espesor Chapa Hilos					
AWG			mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	Ω/Km	μF	
18	2							6.28	64			
	3	16	0.25	0.82	1.23	0.38	0.10	1.14	6.68	80	20.99	10
	4							7.38	99			
16	2							6.88	83			
	3	26	0.25	1.31	1.51	0.38	0.10	1.14	7.28	94	13.45	15
	4							8.08	127			
14	2							9.28	116			
	3	41	0.25	2.08	1.98	0.38	0.10	1.14	9.88	147	8.44	25
	4							11.08	175			
12	2							10.48	171			
	3	65	0.25	3.31	2.52	0.38	0.10	1.14	11.18	192	5.31	30
	4							13.28	269			
10	2							12.68	230			
	3	104	0.25	5.26	3.20	0.51	0.10	1.14	14.38	289	3.34	40
	4							15.78	364			
8	2							15.98	474			
	3	168	0.25	8.37	3.70	0.76	0.13	1.52	16.98	490	2.10	55
	4							18.78	579			

24

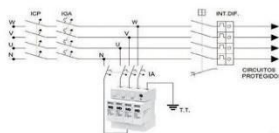
Ficha técnica del DPS, tipo 2, serie AD y modelo BD4-20/10-S

MÓDULOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES PARA REDES DE ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN.

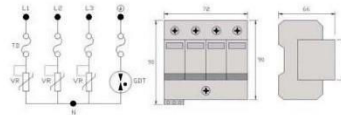
Los protectores de sobretensiones trifásicos Tipo 2+3 se instalan en cabecera de instalaciones eléctricas.

Protegen los equipos eléctricos y electrónicos contra sobretensiones transitorias de origen atmosférico y de maniobra.

- Protección Clase III de acuerdo con la norma IEC 61643-1
- Protección Tipo 3 de acuerdo con la norma EN 61643-11
- Fácil supervisión gracias al dispositivo de desconexión.
- Diseño en dos partes consistente en una base y un módulo de protección enchufable.
- Indicación de fallo mediante indicador rojo en ventana.
- Respuesta rápida.
- Terminal de alarma remota opcional.



Conexión del equipo



Esquema y dimensiones del BD4-20

MODELO EQUIPO	BD4-20/120
Tipo de instalación	Derivación / Trifásico 3F+N+T
Tensión nominal	120 V _{eff} - 208 V _{L-L}
Frecuencia	50-60 Hz
Esquemas de puesta a tierra	TT, IT y TN-S
Desconexión térmica	Interna verde-normal rojo-fallo
Contacto alarma remota	Opcional; Cod BD4-20/120-S
Normativa	EN 61643-11 / IEC 61643-1 / UL 1449
Comportamiento frente a sobretensiones	
Tipo de protección (EN 61142-11 / IEC 61643-1)	Tipo 2 / Clase II
Tensión máxima operación continua (U _c) AC [F-N/N-T]	140 V _{eff} / 150 V _{AC}
Corriente nominal de descarga (8/20) I _n	10 kA
Máxima corriente de descarga (8/20) I _{max}	20 kA
Corriente de impulso de rayo (10/350) I _{imp}	-
Tensión de cebado DC [N-T]	350 V
Nivel de protección U _p [L-N]	0,8 kV
Nivel de protección U _p [N-T]	0,8 kV
Tiempo de respuesta t _r [F-N/N-T]	25 ns / 100 ns
Datos para su instalación	
Sección recomendada cables de conexión	Cu 25 mm ²
Protección recomendada	MCB Curva D o fusible (I _n ≤ 20A)
Características envolvente	Termoplástico
Método de montaje	Carri DIN 35mm
Tª de trabajo	-40 °C ... +80 °C
Grado de protección IP	IP20
Categoría de localización	Interior
Peso (Kg)	0,44
Dimensiones (mm) (Alto-Anchura-Profundo)	4 módulos DIN (98x72x86)

Ficha técnica del DPS, tipo 3 y modelo T7380-W

1ampere-Resistant Surge Protective Receptacles

LEVITON.



T5280



T5380



T7280



T7380



T8280



T8380

Specifications

Electrical Specifications	
Dielectric Voltage	Withstands 2000V per UL498
Current Limiting	20A (16A max continuous load)
Temperature Rise	Max 30C after 250 cycles OL at 200% rated current
Environmental Specifications	
Flammability	Rated V-2 per UL 94
Operating Temperature	-40C to 60C
Material Specifications	
Face Material	Nylon
Body Material	Polycarbonate
Line Contacts	Brass Triple-Wipe
Terminal Screws	Brass-Plated Steel
Grounding Screw	Brass-Plated Steel
Yoke	Zinc-Plated Steel
Clamp Nuts	Zinc-Plated Steel
Ground Clips	Brass-Plated Steel
Shutter Mechanism	Delrin® Acetal
Mechanical Specifications	
Terminal ID	Brass-Hot, Green-Ground, Silver-Neutral
Terminal Accom.	14-10 AWG
Product ID	Ratings are permanently marked on device
Terminal Screw Torque Rating	14-16 in lbs.
Performance Data	
Maximum Continuous Operating Voltage (MCOV)	150V rms
Joules Rating	720
Nominal Discharge Current (In)	3kA (Meets Type 2 & Type 3 Requirements)
Max Surge Current	L-N: 18kA, L-G: 9kA, N-G: 9kA
Noise Rejection	-30dB at 500kHz-30MHz
Voltage Protection Rating (VPR)	L-N: 600V, L-G: 700V, N-G: 600V
Short Circuit Current Rating (SCCR)	5000A
Diagnostics	Indicator Light, Audible Alarm (on select versions)
Standards and Certifications	
NEMA	WD-6
ANSI	C-73
UL498	File E13399
UL1449 3rd Edition	File E317603
CSA C22.2 No. 42	File 152105
NOM	057

Ordering Information

Key:

▼ Isolated Ground (IG)	■ Indicator Light
Audible Alarm	● Hospital Grade

15A, 125V, TR Surge Protective Receptacle			
Color	Outlet Configuration		
	Duplex	Duplex	Duplex
Brown	T5280	-	-
Ivory	T5280-I	T7280-I	T8280-I
White	T5280-W	T7280-W	T8280-W
Gray	T5280-GY	-	-
Red	-	-	T8280-R
Blue	T5280-B	T7280-B	T8280-B
Black	T5280-E	T7280-E	-
Lt Almond	T5280-T	T7280-T	T8280-T
Features	■	■	■ ●

20A, 125V, TR Surge Protective Receptacle			
Color	Outlet Configuration		
	Duplex	Duplex	Duplex
Brown	T5380	-	-
Ivory	T5380-I	T7380-I	T8380-I
White	T5380-W	T7380-W	T8380-W
Gray	T5380-GY	-	T8380-GY
Red	-	-	T8380-R
Blue	T5380-B	T7380-B	T8380-B
Black	T5380-E	T7380-E	-
Lt Almond	-	-	-
Features	■	■	■ ●

Dimensional Drawings

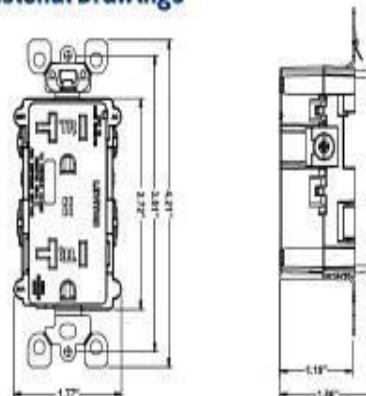


Tabla de costos

HOJA DE COSTOS DEL PROYECTO INTEGRADOR					
LISTA	CARACTERISTICA	CANTIDAD	COSTO	IVA	TOTAL
DPS	TIPO 2	1	120	120	134,4
DPS	TIPO 3	4	15	60	67,2
BREKER	10 AMP	4	5,18	20,72	23,2064
BREAKER	25 AMP	1	15	15	16,8
CABLE TRIPLE	8 AWG	20	1,75	35	39,2
CABLE	5 AWG	40	0,9	36	40,32
CABLE TRIPLE	10 AWG	55	1,5	82,5	92,4
CABLE TRIPLE	12 AWG	75	1,25	93,75	105
CAJA	TERMICA	1	30	30	33,6
ACCESORIOS	VARIOS	1	50	50	50
ELECTRODO DE GRAFITO	MD EQUIPOS DE PROTECCION	1	150	150	168
MEJORADOR	SUELO	1	20	20	22,4
SERVICIO DE SUELDA	EXOTERMICA	1	25	25	25
TOTAL					770,13

ANEXO 6.4: Manual de Mantenimiento



1. Objetivo

El presente documento tiene por objeto describir el procedimiento de los mantenimientos que deben ejecutarse, para garantizar el buen funcionamiento de los **puntos de energía seguros instalados en la zona 3 de la ESFOT-EPN.**

2. Alcance

Este manual, describe las actividades, materiales, instrumentos de medida y equipos de protección personal que debe implementarse en el procedimiento de mantenimiento de **puntos de energía seguros para la protección de equipos electrónicos.**

3. Definiciones

EPP= Equipo de protección personal.

DPS= Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.

4. Referencias

Ficha técnica de levitón y MD equipos protectores.

Libro Instalaciones eléctricas interiores de Cabello, M., & Sánchez

5. Responsabilidad.

El área de mantenimiento de la ESFOT-EPN es responsable de difundir el presente manual de mantenimiento para el sistema de protección en la **zona 3 de la ESFOT-EPN.**

El técnico de mantenimiento es responsable de ejecutar las actividades descritas en este manual de mantenimiento.

6. Desarrollo

a) Precauciones




Para realizar los procedimientos descritos en este manual se debe considerar lo siguiente:

- En caso de mantenimiento de todo el sistema de protección, desconectar el interruptor automático general de suministro de electricidad, situado en el talero de distribución de la zona 3 de la ESFOT-EPN.
- En caso de mantenimiento a uno de los puntos eléctricos, desconectar el respectivo interruptor automático aguas arriba; para cortar el suministro eléctrico en cada punto seguro. Estos dispositivos automáticos están situados en el tablero de protección y ubicado en la zona 3 de la ESFOT-EPN.
- Para ejecutar un trabajo eficiente y seguro, se deberá utilizar los equipos descritos en este manual.
- Una vez realizado el mantenimiento, el área intervenida debe quedar limpia y en orden.

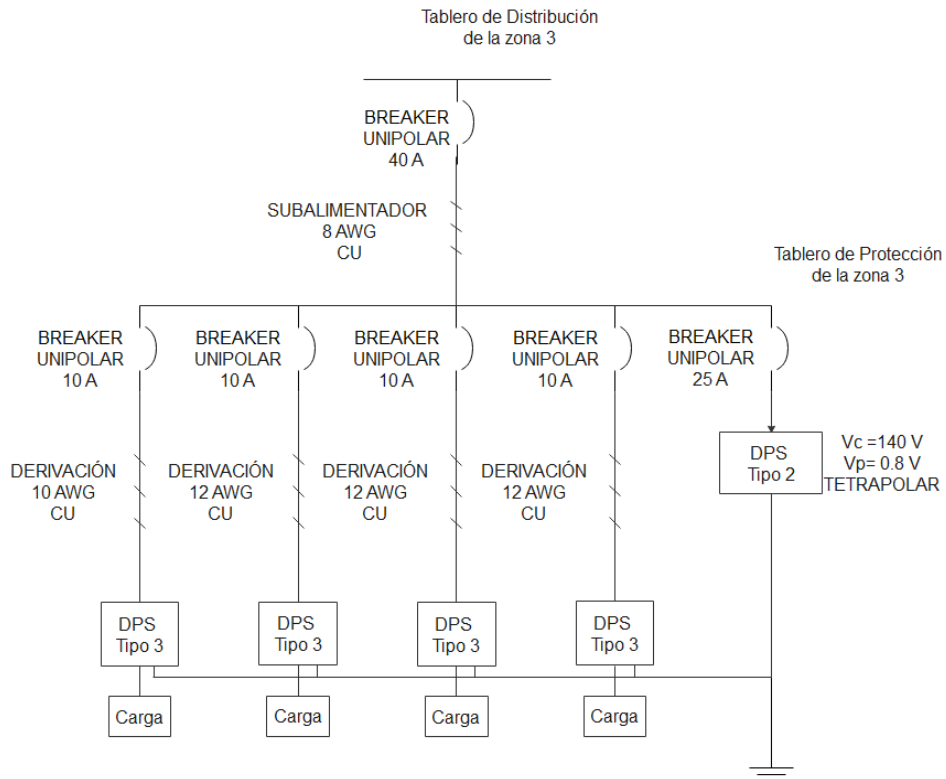


Para realizar cualquier trabajo de manteniendo se deberá utilizar el siguiente EPP:

Equipo de protección personal para los mantenimientos

EPP			
	GUANTES DE SEGURIDAD DE ELECTRICISTA	BOTAS DE SEGURIDAD DIELECTRICAS	GAFAS DE PROTECCIÓN OSCURA CON CORDÓN.
PROTEGE	A las manos del contacto directo con la electricidad.	A la persona del contacto con la electricidad.	Protege los ojos contra desprendimiento de partículas metálicas.





b) Diagrama unifilar del sistema de protección:



Elaborador por: Putshug Lizeth y Gavidia Edwin



c) Actividades de mantenimiento semestrales:

N°	Actividad	Procedimiento	Imágenes	Herramientas
1	Inspección del tablero de distribución	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir el tablero de distribución. 2. Verificar el voltaje de alimentación con un multímetro. 3. Identificar el interruptor automático del sistema. 4. Verificar que el interruptor automático este en óptimas condiciones, en caso contrario dirigirse a la actividad 3. 		
2	Inspección del tablero de protección	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir el tablero de protección. 2. Verificar que el cableado este bien conectado, en caso contrario ajustar el cable y contactos. 3. Verificar el voltaje con un multímetro. 4. Verificar que el interruptor automático este en óptimas condiciones, en caso contrario, dirigirse a la actividad 5. 5. Verificar el funcionamiento de los DPS, en caso de daño dirigirse a la actividad 6. 		

d) Actividades de mantenimiento anuales:

N°	Actividad	Procedimiento	Imágenes	Herramientas
3	Verificar la puesta a tierra.	<ol style="list-style-type: none">1. Retirar la tapa de la caja de revisión.2. Medir la resistencia de la toma de tierra, utilizando un telurómetro.3. Verificar que la resistencia se mantenga en 1.64Ω.4. Verificar que el conductor de protección no esté sobrecalentado.		

Elaborador por:

Putshug Lizeth y Gavidia Edwin





e) Actividades de mantenimiento correctivo:

N°	Actividad	Procedimiento	Imágenes	Herramientas
3	Reemplazo del interruptor automático del tablero de distribución.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar la alimentación a este tablero de distribución. 2. Retirar el interruptor del tablero. 3. Colocar el nuevo interruptor, con las mismas características técnicas del reemplazado. 4. Activar el nuevo interruptor. 		
4	Reemplazo de interruptores automáticos del tablero de protección.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desactivar el interruptor automático del tablero de distribución del suministro del sistema. 2. Desconectar los cables al interruptor 3. Retirar el interruptor del tablero. 4. Colocar el nuevo con las mismas características técnicas del reemplazado. 5. Activar el nuevo interruptor. 		

5	Reemplazo del DPS tipo 2.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desactivar el interruptor automático del tablero de distribución que suministra la corriente al DPS tipo 2. 2. Retirar el cartucho dañado y colocar un nuevo cartucho. 3. Activar y verificar el interruptor del DPS tipo 2. 	 	 
---	---------------------------	---	--	--

Elaborador por: Putshug Lizeth y Gavidia Edwin

MANUAL DE MANTENIMIENTO FOR MAN 01

N°	Actividad	Procedimiento	Imágenes	Herramientas
6	Reemplazo de del DPS tipo 3.	<ol style="list-style-type: none"> Desactivar el interruptor automático que protege al DPS tipo 3. Desconectar y retirar el DPS tipo 3 dañado. Conectar el DPS tipo 3 con las mismas características técnicas al reemplazado, a los conductores de fase, neutras y tierra. Activar el interruptor automático que DPS tipo 3. Verificar que el indicador de luz sea color verde para su correcto funcionamiento y validar la secuencia de fases con el medidor de fases para tomacorrientes. 		

- Es interruptor automático de Riel DIN con las características especificadas en el diagrama unifilar.
- Existen dos cápsulas de respaldo que está ubicado en el mismo DPS ya que es de un tipo trifásico y solo se está utilizando una línea. En caso de no tener las cápsulas del DPS, se deberá adquirir con las mismas características técnicas.
- Es DPS de tipo tomacorriente para 125V, 15 A y 60 Hz.