



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles.

Autores:

Ximena Carolina Zambrano García
Angeline Melania Cevallos Quijije

Tutor(a)

Tngla. Janelia Alejandra Mendoza Santander

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

Carrera:

Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos.

Tosagua, agosto del 2025.

CERTIFICACION DEL TUTOR

Tngla. Janelia Alejandra Mendoza Santander ; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio. , en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles. " ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Ximena Carolina Zambrano García, Angelina Melania Cevallos Quijije

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Tosagua, agosto del 2025.



Tngla. Janelia Alejandra Mendoza Santander

TUTOR(A)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Ximena Zambrano, Angelina Cevallos

Estudiante(s) de la Carrera de **Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Tosagua, agosto del 2025



Ximena Zambrano



Angelina Cevallos
Angelina Cevallos



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles." de su(s) autor(es): Ximena Carolina Zambrano García, Angeline Melania Cevallos Quijije de la Carrera " **Explotación y Mantenimiento de Equipos Biomédicos.** ", y como Tutor(a) del Trabajo el/la Tngla. Janelia Alejandra Mendoza Santander

Tosagua, agosto del 2025

Ing. Andrés Andrade García, MBA
DIRECTOR (A)

Tngla. Janelia Alejandra Mendoza Santander
TUTOR(A)

Ing. John Jairo Ugalde Cedeño, Mg
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi gratitud a Dios, por brindarme la fortaleza, la salud, la sabiduría y las oportunidades que me han permitido llegar hasta este punto. Su apoyo incesante ha sido mi guía en tiempos de incertidumbre y dificultad.

A mis padres, les doy las gracias por su amor sin condiciones, por su apoyo en todos los momentos de mi vida y por mostrarme a través de su comportamiento el significado del esfuerzo, la responsabilidad y la tenacidad. Sin su ayuda, este éxito no hubiera sido factible.

A mi hijo, que ha sido la principal fuente de inspiración para avanzar. Su alegría y su presencia en mi vida me motivan a crecer diariamente y a no desfallecer jamás.

A toda mi familia, les agradezco por su apoyo, sus palabras alentadoras y por confiar en mí aun en mis momentos de duda. Cada uno de ustedes ha sido fundamental en este camino y les agradezco sinceramente por su constante presencia a mi lado.

Agradezco, en primer lugar, a Dios por el regalo de la vida, por permitirme cumplir las metas y sueños que me propongo, y por darme la fortaleza y la fuerza necesarias para nunca rendirme.

A mi mamita Hilda Margarita Cedeño Cevallos, por enseñarme el camino correcto para seguir adelante, por sus palabras de aliento, por su amor incondicional y por los sacrificios que hace para verme sonreír con cada logro alcanzado.

A mi padre Juan Manuel Cevallos Cedeño, por su comprensión y apoyo constante en los momentos en que más lo he necesitado, por sus sacrificios y por ser el pilar inquebrantable de un padre guerrero.

A mis hermanos Ivelina Cevallos y Yarli Yandel Cevallos Quijije, por estar siempre presentes, en las buenas y en las malas.

A mis tíos Antonio, Jacinto, Javier, Lisandro, Ángel y Santo Cevallos Cedeño, por ser parte importante de mi vida y por los sabios consejos que me han brindado.

A mi Tngla. Janelia Mendoza Santander, por su paciencia incondicional, por su orientación, apoyo y palabras motivadoras, que han sido inspiración para seguir luchando por mis sueños.

A cada uno de mis docentes que nos ha acompañado en el transcurso de mis experiencias de aprendizaje, por sus enseñanzas.

A mi tío Aladino Cevallos Cedeño, quien ya no está con nosotros en esta tierra, pero cuyo recuerdo me llena de orgullo, esperanza y fe; me enseñó que todo en la vida se puede lograr si me lo propongo, y que el único obstáculo son las malas decisiones que tomamos.

Y, finalmente, a todos mis familiares, gracias inmensamente por ser parte de este camino.

Ximena Zambrano, Angeline Cevallos

DEDICATORIA

Con un gran sentido de gratitud, ofrezco este trabajo a Dios, quien es mi apoyo y orientación en cada etapa de mi vida. A mis progenitores, por su amor constante, sus sacrificios silenciosos y por enseñarme los principios que me fortalecen hoy. Y a mi hijo, mi mayor motivación, cuya vida le da significado a cada uno de mis esfuerzos y me motiva a superarme diariamente. Este éxito es tanto mío como de ustedes.

Con todo mi cariño y gratitud dedico este trabajo a mi querida mamita Hilda Margarita Cedeño Cevallos, quien es mucho más que una madre para mí, y cuyo afecto es el fundamento que me sostiene y el impulso que me motiva.

A ti, mi apreciado padre Juan Manuel Cevallos Cedeño, luz de mi travesía y orientador en cada una de mis decisiones, modelo de persistencia y razón de mis más profundos deseos.

A mis queridos hermanos Yarli Yandel e Ivelina Cevallos Cevallos Quijije, cómplices en mis momentos felices y protectores de mis ilusiones. Este proyecto es el resultado de cada palabra alentadora, de cada sacrificio callado y de cada abrazo que restauró mi confianza en mí misma. Ustedes han sido mi fuente de inspiración continua, la evidencia de que los sueños se logran cuando se avanza con amor y optimismo.

Hoy, cada página contiene un fragmento de su fortaleza, y cada éxito es un reflejo de todo lo que ustedes han cultivado en mí.

Ximena Zambrano, Angeline Cevallos

RESUMEN

El proyecto titulado “Implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles” nace de la necesidad de proteger dispositivos electrónicos y biomédicos costosos, que son especialmente propensos a daños por picos de voltaje, lo que puede provocar consecuencias irreparables, pérdidas financieras y riesgos en la atención sanitaria. El propósito principal es crear una solución de protección eléctrica efectiva que mantenga la integridad y el funcionamiento continuo de los equipos médicos.

La metodología empleada abarcó un estudio detallado de las diversas formas de sobretensiones, la evaluación de los ambientes eléctricos en hospitales, la elección de dispositivos de protección como DPS, filtros armónicos y disyuntores, así como la comprobación de sistemas de aterrizaje. Se utilizaron enfoques analíticos y documentales para identificar posibles riesgos, explorar alternativas y comprobar la efectividad del sistema en condiciones simuladas.

Los hallazgos indicaron que la adición de sistemas de protección disminuye considerablemente las posibilidades de fallos causados por descargas eléctricas, cambios en la red y operaciones de conmutación, asegurando una mayor estabilidad eléctrica en los equipos médicos. Se llega a la conclusión de que la implementación de dispositivos para evitar sobretensiones, junto con un mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, constituye un enfoque integral para garantizar la fiabilidad tecnológica y la seguridad de los pacientes y profesionales de la salud.

PALABRAS CLAVE

Sobretensiones, protección eléctrica, equipos biomédicos, mantenimiento preventivo, confiabilidad.

ABSTRACT

The project entitled **“Implementation of a Protection System against Overvoltages for Sensitive Equipment”** arises from the need to safeguard costly electronic and biomedical devices, which are particularly prone to damage from voltage spikes, potentially leading to irreparable consequences, financial losses, and risks in healthcare. The main purpose is to create an effective electrical protection solution that preserves the integrity and continuous operation of medical equipment.

The methodology involved a detailed study of the different types of overvoltages, the evaluation of electrical environments in hospitals, the selection of protection devices such as surge protection devices (SPD), harmonic filters, and circuit breakers, as well as the verification of grounding systems. Analytical and documentary approaches were applied to identify potential risks, explore alternatives, and verify the effectiveness of the system under simulated conditions.

The findings indicated that the implementation of protection systems significantly reduces the likelihood of failures caused by electrical discharges, network fluctuations, and switching operations, ensuring greater electrical stability in medical equipment. It is concluded that the integration of surge protection devices, together with predictive, preventive, and corrective maintenance, constitutes a comprehensive approach to ensuring technological reliability and the safety of both patients and healthcare professionals.

KEYWORDS

Overvoltages, electrical protection, biomedical equipment, preventive maintenance, reliability.

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN	VII
PALABRAS CLAVE	VII
ABSTRACT	VIII
KEYWORDS	VIII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. METODOLOGÍA.....	6
1.4.1. Procedimiento	6
1.4.2. Técnicas	7
1.4.3. Métodos.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. DEFINICIONES	10
2.2. ANTECEDENTES	13
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	15
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	17
3.1. OBJETIVO 1	17
3.2. OBJETIVO 2	17
3.3. OBJETIVO 3.....	18

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
4.1. CONCLUSIONES.....	19
4.2. RECOMENDACIONES	19
BIBLIOGRAFÍA	20
Bibliografía	20
ANEXOS	22

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La coordinación de aislamiento tiene como objetivo resguardar una subestación eléctrica y todo el equipamiento. Por esta razón, es esencial protegerla de las tensiones dieléctricas que pueden ser causadas por sobretensiones. En nuestro estudio, y al igual que las pautas de coordinación de aislamiento, se toman en cuenta las sobretensiones generadas por descargas atmosféricas, así como las que surgen de las maniobras de apertura y cierre de interruptores, además de aquellas que se presentan a la frecuencia del sistema, las cuales tienen una duración más prolongada en comparación con las transitorias. Dada la posibilidad de que las sobretensiones alcancen valores que podrían dañar el aislamiento de los equipos, y teniendo en cuenta su alto costo, es crucial contar con protección contra cualquier tipo de sobretensión. (Reynaldo & Martínez Mendoza , 2011)

La eficacia en términos de costos, tiempos y calidad, así como la confianza en el rendimiento adecuado de los dispositivos médicos sensibles, se relaciona con la protección, donde se identificaron problemas causados por la falta de conocimiento sobre las especificaciones técnicas de operación de los equipos. Por un lado, esto se debe a no realizar un seguimiento adecuado de la resistencia óptima de la conexión a tierra, lo cual impide que el dispositivo funcione correctamente y puede llevar al deterioro e incluso a la inactividad permanente. Estos factores tienen un impacto negativo que resulta en la falta de protección del equipo médico disponible en el hospital. (Raúl, 2018)

La gestión correcta para el mantenimiento de equipamiento biomédico es fundamental, ya que su uso incrementó en los últimos años de esta tecnología en las instituciones hospitalarias, los principales obstáculos son afrontar una calidad atención de salud, es lograr la eficiente gestión del mantenimiento de los equipos médicos, por ello se busca optimizar procesos de gestión del mantenimiento de dispositivos médicos, por medio de la implementación de un sistema web, la investigación es tipo aplicada, con diseño pre experimental,

enfoque cuantitativo, una muestra de 50 fichas de registro para cada uno de actividades preventivas y correctivas. (Miguel, 2022)

La implementación de un sistema de protección contra sobretensiones es esencial para proteger el funcionamiento y la integridad de los equipos sensibles frente a las variaciones y aumentos de descargas de voltaje que pueden presentar en la red eléctrica. Al brindar un mantenimiento a equipos hospitalarios es de total concentración, ya que pueden presentar fallas eléctricas e interrumpir su funcionamiento.

El ascenso de un sistema de defensa contra picos de tensión en áreas biomédicas necesita un enfoque que combine diversas disciplinas, incluyendo ingenieros eléctricos, expertos en biomedicina y el equipo de mantenimiento, la planificación correcta, es el respeto a los estándares internacionales y el mantenimiento regular son esenciales para asegurar el correcto funcionamiento de los dispositivos y proteger la seguridad de los pacientes y de los médicos que trabajan en las áreas dedicadas a la salud.

1.1. PROBLEMA

Carencia de implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles.

La insuficiencia en la implementación de sistemas de protección se debe, en gran parte, a la falta de concienciación sobre los riesgos eléctricos, la subestimación de la necesidad de proteger estos equipos, y la limitada inversión en infraestructura eléctrica segura. Como consecuencia, muchas organizaciones enfrentan repetidas fallas en sus equipos, disminución en la eficiencia operativa y pérdidas económicas considerables. Ante esta situación, se hace urgente analizar y proponer soluciones que permitan garantizar la seguridad y continuidad operativa de los equipos electrónicos sensibles mediante la adecuada protección contra sobretensiones.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La adopción de un sistema para resguardar contra excesos de voltaje se vuelve, por lo tanto, fundamental en el entorno educativo. Este tipo de dispositivo ayuda a reducir los peligros relacionados con fluctuaciones inesperadas en la energía eléctrica, ya sea a causa de tormentas, problemas en la red, o la activación y desactivación de aparatos de alto consumo. Al cuidar los equipos delicados, se protege la inversión de la institución en tecnología, se asegura la continuidad de las clases y se previene la pérdida de información valiosa tanto para los docentes como para los alumnos. Desde nuestra perspectiva educativa, la instalación y el cuidado de sistemas eléctricos de protección pueden incluirse como parte del contenido práctico en programas técnicos o de ingeniería, promoviendo en los estudiantes el desarrollo de habilidades en seguridad eléctrica, electrónica aplicada y administración de infraestructuras. Esto no solo refuerza la capacitación académica, sino que también impulsa una cultura de prevención y responsabilidad tecnológica en las instituciones.

La aprobación de un sistema de protección completo que se basa en dispositivos de prevención de sobretensiones. La meta primordial es proteger la integridad, confiabilidad y duración de vida de los equipos sensibles en contextos donde la calidad de la energía eléctrica es esencial. Los aparatos electrónicos actuales

emplean elementos como microprocesadores, circuitos integrados y sensores de gran precisión que son altamente susceptibles a picos de tensión. Las sobretensiones, incluso de breve duración, pueden perjudicar estos elementos de manera duradera, causando averías irremediables. La utilización de aparatos de protección contra sobretensiones garantiza que estos picos se desvíen a tierra sin perjudicar el equipo.

El desarrollo tecnológico ha sido desarrollada rápidamente en los últimos años, que ha permitido que la sociedad actual dependa en gran medida de los dispositivos electrónicos, ya que son fundamentales en sectores clave como la salud, la comunicación, la automatización industrial y otras áreas esenciales, la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones aparte de ser una medida técnica, también una estrategia integral que mejora la eficiencia de las operaciones, protege los recursos tecnológicos y refuerza la seguridad de las instalaciones eléctricas.

El siguiente proyecto, se enfoca en la creación y ejecución de un sistema de protección destinado a mitigar el efecto de las variaciones de voltaje en dispositivos electrónicos delicados, esto surge ante la urgente necesidad de defender los aparatos de condiciones eléctricas desfavorables y estar alineado con los objetivos de la formación profesional institucional que es Ingeniería, Industria y Construcción , alentando el desarrollo de competencias en la elaboración de soluciones técnicas que aseguren un funcionamiento eficaz y seguro de los sistemas eléctricos y electrónicos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de implementación de un sistema de protección contra sobretensiones para equipos sensibles.

1.3.2. Objetivos específicos

Indagar sobre sistemas de protección para salvaguardar los daños de equipos médicos que haya en las instalaciones.

Analizar el cuidado predictivo, preventivo y correctivo de los equipos médicos que están en riesgo de sobretensiones.

Evaluar la garantía del sistema de protección contra sobretensiones en la salvaguarda de equipos médicos sensibles mediante pruebas controladas.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Se realizó un exhaustivo estudio técnico sobre los sistemas de protección frente a aumentos de voltaje. Esta revisión facilitó la comprensión de cómo las fluctuaciones temporales y permanentes en la red eléctrica constituyen un riesgo inmediato para la funcionalidad de los equipos biomédicos, que, debido a su delicadeza, son particularmente vulnerables a fallos en estas circunstancias, el estudio incluyó la categorización de los diferentes tipos de picos de tensión y una evaluación comparativa de las soluciones disponibles en el mercado, tales como los dispositivos de protección contra sobretensiones, identificando sus características, tiempos de respuesta y usos específicos en contextos hospitalarios.

Así mismo, se realizó un análisis detallado de los entornos eléctricos donde los equipos funcionan, dicha evaluación facilitó la identificación de problemas como picos momentáneos, armónicos, fluctuaciones de voltaje y sobrecargas, que afectan de manera directa la durabilidad y fiabilidad del equipo biomédico, de igual forma, se constató la eficacia del sistema de conexión a tierra y de los dispositivos de protección disponibles, incluyendo limitadores de picos, interruptores automáticos y disyuntores diferenciales.

El periodo de verificación comprendió pruebas sistemáticas y evaluaciones de rendimiento, especificadas en confirmar el cumplimiento de los estándares técnicos y normativos necesarios, así como la operatividad continua de los dispositivos en condiciones reales de uso.

1.4.2. Técnicas

Análisis de sobretensiones

Las cargas no lineales, producto del progreso tecnológico y el incremento en la necesidad de energía, producen tensiones y corrientes armónicas que pueden impactar la durabilidad de los dispositivos médicos, el sistema eléctrico interno y la red en su totalidad. Para reducir las consecuencias de los armónicos, se emplean filtros armónicos activos como pasivos, creados para reducir de manera selectiva las frecuencias armónicas particularmente se encuentra en el sistema de los equipos médicos, estos filtros ayudan a preservar los parámetros eléctricos dentro de los reglamentos fijados en las normas (Eric, 2023)

Revisión documental

El aislamiento busca salvaguardar una subestación eléctrica y los dispositivos que contiene, por lo que es esencial resguardarla de los esfuerzos dieléctricos ocasionados por sobretensiones potenciales. Al igual que en todas las normativas de coordinación de aislamiento, se analizan sobretensiones causadas por descargas eléctricas atmosféricas como rayos, por acciones de interruptores como aperturas y cierres, y por aquellas que tienen lugar a la frecuencia del sistema, las cuales tienen una duración prolongada, a diferencia de las anteriores que son transistores, en vista que estas sobretensiones pueden alcanzar niveles que comprometan el aislamiento de los dispositivos, es fundamental proteger a los equipos que son sensibles de las altas sobretensiones que se pueden presentar, esto se debe a que las sobretensiones generadas por fenómenos atmosféricos pueden ocurrir de manera directa a través de un rayo o indirecta a través de una línea de transmisión, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de protección mediante blindaje. (Jorge, 2011)

1.4.3. Métodos

Método Analítico

Es importante mencionar que hay una gran cantidad de factores que provocan incidentes en hospitales, entre los cuales se destacan principalmente los incendios ocasionados por problemas de seguridad eléctrica en los equipos médicos y el entorno donde se encuentra el paciente. Es fundamental seguir las normas de uso adecuado del equipo y cumplir con la normativa de instalación en las instituciones de salud. No se puede olvidar que tanto el paciente como el personal de salud están más expuestos al riesgo de la corriente eléctrica que una persona en su hogar o lugar de trabajo. Los peligros y situaciones adversas pueden surgir debido a fallas técnicas o errores cometidos por humanos en los dispositivos biomédicos, lo cual puede resultar en lesiones como electrocución, fibrilación ventricular, asfixia, quemaduras, daños y parálisis respiratoria; siendo la fibrilación ventricular la principal causa de muerte por descarga eléctrica. (Camila, 2018)

Dentro del proyecto se aplicó el enfoque del método analítico, el cual facilitó la descomposición del problema principal en elementos más específicos, permitiendo así un entendimiento profundo de las causas, consecuencias y posibles alternativas de solución frente a las sobretensiones que comprometen el rendimiento de los equipos electrónicos sensibles. Este método permitió realizar un análisis detallado a todo el proyecto como tal de las perturbaciones eléctricas más frecuentes como los picos transitorios, las sobrecargas y las variaciones de voltaje, identificando los riesgos que estas condiciones implican para la estabilidad y operatividad de dichos dispositivos.

Este enfoque permitió identificar el funcionamiento y características de los distintos sistemas de protección eléctrica disponibles, tales como los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), etc. En conclusión, el método analítico proporcionó una estructura lógica y objetiva para el desarrollo del estudio, garantizando que cada elección técnica se fundamentara en

documentación especializada, datos obtenidos en campo y el cumplimiento de los lineamientos establecidos por las normativas de seguridad eléctrica.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

El adecuado cuidado de los dispositivos biomédicos es fundamental para garantizar la protección de los profesionales en salud y de los pacientes, así como para mantener la continuidad operativa y la calidad del servicio brindado. Sin embargo, muchas entidades aún dependen de documentos manuales o herramientas básicas como hojas de cálculo, lo que dificulta la realización de seguimientos predictivos, preventivos y correctivos, la ausencia de un sistema automatizado puede llevar a ineficiencias, períodos de inactividad prolongados y un aumento de los costos de los equipos.

La propuesta de implementación de un sistema puede simplificar el registro y la actualización de la información sobre los equipos, la organización de mantenimientos tanto preventivos como correctivos, la generación de alertas automáticas y la presentación de datos mediante informes gráficos interactivos.

La planificación y el desarrollo del proyecto se ejecutarán siguiendo una metodología ágil, lo que permitirá realizar iteraciones continuas que garanticen la conformidad con las necesidades de los usuarios. Se dará prioridad a las funcionalidades críticas aplicando Las sobretensiones transitorias son picos de voltaje de corta duración, que pueden presentarse por causa natural como descarga de un rayo que impacte sobre una instalación eléctrica, una edificación, o en cercanías o por maniobras en la red de conmutación, estas sobretensiones se transmiten por los sistemas eléctricos y al llegar a los equipos conectados a la red pueden ocasionar severos daños, que son más graves en equipos de control, automatización, equipo médico, electrodomésticos y sistemas de comunicación, considerados como equipos sensibles. (Acuna Jara & Mendoza Villalva , 2025)

Dado el alto nivel de dependencia actual de la energía eléctrica, es esencial tomar precauciones para minimizar el impacto de estas interrupciones en dispositivos sensibles. Esto es especialmente importante, ya que los daños causados a los equipos a menudo resultan en pérdidas económicas y temporales

para los usuarios finales. Las sobretensiones transitorias son picos de voltaje de corta duración, que pueden presentarse por causa natural descarga de un rayo que impacte sobre una instalación eléctrica, una edificación, o en cercanías o por maniobras en la red (comutación), estas sobretensiones se transmiten por los sistemas eléctricos y al llegar a los equipos conectados a la red pueden ocasionar severos daños, que son más graves en equipos de control, automatización, equipo médico, electrodomésticos y sistemas de comunicación, considerados como equipos sensibles.

Los sistemas eléctricos y electrónicos, son afectados por diversos fenómenos que impactan la calidad del servicio de energía eléctrica compensado por las empresas distribuidoras y comercializadoras de este recurso, uno de los fenómenos en los que está centrado el presente estudio son las sobretensiones transitorias, debido a la creciente dependencia de la energía eléctrica, es de carácter prioritario adoptar estrategias que eviten los efectos de estas alteraciones en equipos delicados.

Las sobretensiones temporales son picos de voltaje, que pueden ser provocadas por causas naturales de formas instantáneas, como un rayo que impacta sobre una instalación eléctrica, una estructura o sus alrededores, o por acciones en la red, como cambios de comutación, dado el impacto negativo que tienen las sobretensiones transitorias sobre los dispositivos eléctricos en general, se hace imprescindible contar con protecciones adecuadas mediante la correcta selección y coordinación de dispositivos eléctricos diseñados para enfrentar sobretensiones y disminuir su efecto. Un elemento clave de esta solución son los dispositivos que protegen contra sobretensiones, los cuales dirigen el exceso de voltaje hacia el sistema de tierra en momentos críticos, resguardando así los circuitos conectados a esta protección. En el ámbito de la salud, se utilizan equipos médicos avanzados que, normalmente, tienen un alto componente electrónico, lo que conlleva un costo elevado, una gran sensibilidad a las variaciones eléctricas y la necesidad de una infraestructura que cumpla con los requisitos operativos, así como personal capacitado para su manejo y mantenimiento, entre otros aspectos. Dado que estos dispositivos son

importados, cualquier fallo en su funcionamiento puede resultar en costos adicionales por transporte y largos períodos sin poder utilizar un activo valioso, lo que implica pérdidas económicas para el propietario (Cardona Flor & Giron Puentes , 2007)

2.2. ANTECEDENTES

La historia de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) y su desarrollo posterior en el cantón Tosagua no se queda atrás. Son un claro reflejo de una idea profunda, la determinación de líderes comprometidos y el respaldo solidario de una comunidad que confió en el impacto transformador de la educación. Se trata de un relato de trabajo arduo y logros que ha solidificado la función esencial de nuestra institución en el núcleo de Manabí. El Dr. Medardo Mora Solórzano fue quien, con fe y convicción en febrero de 1981, plantó una idea que muchos consideraron imposible: convertir a Manta en una ciudad universitaria.

El Dr. Mora se dedicó a gestiones incansables, discusiones fervientes y diálogos que buscaban persuadir tanto a corazones como a mentes. Su proyecto de ley, presentado el 11 de agosto de 1983, fue un ejemplo de dedicación, minuciosamente elaborado para lograr la aprobación en el Congreso, la ULEAM fue fundamentada por Ley de la República el memorable 13 de noviembre de 1985.

Las primeras carreras ofrecidas Administración, Comunicación y Ciencias del Mar no fueron elegidas al azar; reflejaban el latido mismo de Manabí, sus vocaciones y sus aspiraciones de progreso. En el centro de Manabí, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) siempre ha estado atenta a las necesidades de su comunidad.

Fue en Tosagua a principios de 2020, bajo la dirección del entonces rector, Arq. Miguel Camino Solórzano, con la motivación del Dr. Marcos Zambrano (decano de la Extensión Chone) y el valioso apoyo de la alcaldesa Elba González Álava, un sueño comenzó a materializarse: establecer en este cantón un espacio para la formación técnica y tecnológica. En enero de 2020, se inició el diseño de lo que se conoció al principio como Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica (UAFTT), con el Ing. Cristian Mera Macías liderando el proyecto.

La velocidad de los avances fue sorprendente: tan solo unos meses después, el 16 de junio de 2020, el Consejo de Extensión de la ULEAM otorgó su aprobación

oficial, y el 31 de julio, el Honorable Consejo Universitario confirmó esta decisión, marcando un momento crucial en este viaje inspirador. La formalización definitiva, que abrió las puertas de par en par, se dio el 3 de marzo de 2021.

A través de una Ordenanza del Consejo de Educación Superior (CES), se aprobó oficialmente la creación de esta nueva unidad académica, permitiendo que Tosagua finalmente pudiera ofrecer, en efecto, carreras de nivel técnico superior. En julio de 2021, la primera oferta fue para la Tecnología Superior en Riego y Producción Agrícola, a la que se unieron con entusiasmo, en octubre y noviembre, las carreras de Electromecánica y la vital en Mantenimiento de Equipos Biomédicos. A lo largo del tiempo, el campus ha expandido su oferta académica y ha reforzado su infraestructura, lo que ha permitido una evolución natural. Esa unidad se transformó en UNITEV (Unidad Técnica de Educación Virtual y Presencial), adoptando un nombre que representa una perspectiva más amplia y adaptable, capaz de abarcar diversas modalidades educativas y así satisfacer mejor las demandas de la comunidad local.

En la actualidad, tras celebrar su tercer aniversario como UNITEV en noviembre de 2024, el campus de Tosagua ha evolucionado más allá de ser solo un centro de estudios, que se ha establecido como un pilar clave en la formación técnica en Manabí, actuando como un verdadero impulsor de educación de calidad y contribuyendo, de manera directa y palpable, al progreso productivo y social de toda la región. (Manabí, 2012)

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

El centro de ensayos de Citel en Reims dispone de un generador que puede generar corrientes de impulso de hasta 100kA, lo cual permite realizar pruebas efectivas de protecciones contra sobretensiones transitorias, abarcando también estructuras de pararrayos. En el año 2019, el laboratorio ubicado en Shanghai CHINA está acreditado bajo el Sistema IECEE para llevar a cabo pruebas en equipos y componentes electrotécnicos, las redes eléctricas, la tensión nominal se considera el voltaje normal de operación; sin embargo, en ocasiones pueden presentarse cargas sobrealtas, que son incrementos inesperados en el voltaje y una causa frecuente de fallos en dispositivos eléctricos y electrónicos. (CITEL, 2019)

En la actualidad, en Paraguay, las reglas que rigen los centros de transformación a 66 kV carecen de rutas alternas para el flujo de energía en las ubicaciones de las líneas y transformadores. Debido a esto, durante los días de mantenimiento de los equipos en estas ubicaciones, se interrumpen, lo que afecta a las cargas que dependen de las líneas de transmisión. Esta situación llevó a la realización de este estudio con el fin de reducir los cortes de suministro eléctrico en los 66 kV. Para ilustrar esto, se eligió la estación transformadora Guarambaré, que presenta la configuración mencionada previamente. La finalidad es analizar la fiabilidad del sistema en los niveles de 66 kV, así como las fluctuaciones en el tiempo relacionado con las tasas de fallos y la disponibilidad de los equipos vinculados a las líneas y transformadores. (Jiménez, 2018)

En QUITO la generación de voltajes y corrientes en las redes eléctricas, provocada mayormente por tormentas, ha ocasionado daños frecuentes en dispositivos electrónicos delicados, principalmente aquellos que se enlazan mediante cables distantes. Estos dispositivos, debido a su escaso aislamiento por la reducción de tamaño en la electrónica, son particularmente susceptibles a tensiones tanto comunes como diferenciales.

Las sobrecargas de voltaje, ya sea por rayos o actividades eléctricas, pueden resultar en pérdidas materiales, interrupciones en el trabajo y peligros para la seguridad de los operativos, por esta razón, es fundamental la implementación de dispositivos para proteger contra picos de voltaje, los cuales direccionan de inmediato los aumentos de voltaje o corriente hacia la tierra, recuperándose automáticamente tras el incidente.

Para su correctamente funcionamiento, es vital que los dispositivos estén instalados junto a un sistema de conexión a tierra apropiado, respondiendo así la protección de los equipos industriales, los sistemas de vigilancia y las redes informáticas (Naranjo, 1999)

El estudio realizado de la empresa atunera "Fishcorp" ubicada en Manta tuvo como finalidad optimizar su sistema de seguridad eléctrica de baja tensión, al introducir elementos que reduzcan los daños en aparatos electrónicos, motores, generadores, cables y circuitos de iluminación, provocados por inusuales fluctuaciones de voltaje que provienen de la red eléctrica de CNEL EP.

La revisión confirmó que la firma ya poseía dispositivos de seguridad tales como conexión a tierra, correcta polarización en enchufes, interruptores automáticos y relés de sobrecarga en sistemas automatizados, sin embargo, se propuso la inclusión de un dispositivo innovador, conocido por su respuesta rápida y alta efectividad en la identificación de picos de voltaje, con el objetivo de reforzar el sistema ya existente.

Además, el estudio destacó los riesgos técnicos, de seguridad y financieros que estas irregularidades eléctricas pueden acarrear, subrayando la importancia de un sistema de protección avanzado para asegurar la continuidad de las operaciones y la seguridad en el trabajo (Mera, 2016)

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. OBJETIVO 1

Nos enfocamos en investigar las diversas opciones tecnológicas disponibles en la actualidad para salvaguardar dispositivos médicos de posibles daños derivados de problemas eléctricos, especialmente las sobretensiones. Estos dispositivos, debido a su delicadeza y alto costo, necesitan un sistema de protección fiable que funcione como un “escudo oculto” frente a cualquier irregularidad en la red eléctrica. En este proceso, evalué tanto medios tradicionales como protectores de voltaje, así como tecnologías más innovadoras, incluyendo supresores de picos transitorios. El objetivo fue encontrar una solución que no solo resultara eficaz, sino que también pudiera integrarse sin complicaciones en el entorno hospitalario manteniendo su funcionamiento habitual.

3.2. OBJETIVO 2

Nos enfocamos en la atención del cuidado de los equipos más sensibles que se puede encontrar en las áreas de trabajos y la conservación de los dispositivos. No se limita únicamente a protegerlos mediante sistemas eléctricos, sino que también se busca garantizar su funcionamiento adecuado a lo largo del tiempo. Para ello hay tres puntos de métodos muy esenciales que hay que tener en cuenta:

El primero es el predictivo, se enfoca en observar continuamente los dispositivos para anticipar fallos antes de que ocurran.

El preventivo, implica realizar inspecciones regulares incluso si no se han encontrado inconvenientes, con el objetivo de mantener el dispositivo en óptimas condiciones

El correctivo, se activa una vez que ya ha ocurrido una falla, ayudando a identificar las causas y la implementación de soluciones eficaces.

3.3. OBJETIVO 3

Realizamos una evaluación para determinar la efectividad del sistema de protección contra sobretensiones con el objetivo de verificar, de manera clara y objetiva, si este sistema efectivamente cumple su función principal; resguardar los dispositivos médicos delicados de daños provocados por alteraciones en el suministro eléctrico, particularmente por aumentos repentinos de voltaje.

Entendemos que en un entorno hospitalario, la estabilidad eléctrica es crucial, ya que muchos dispositivos son excepcionalmente frágiles y cualquier fluctuación brusca puede causar fallos, errores en las lecturas o incluso la pérdida total del dispositivo. Por esta razón, simplemente instalar un sistema de protección y confiar en su funcionamiento teórico no es suficiente. Es imprescindible evaluarlo bajo condiciones que se asemejen lo más posible a la realidad.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo de examinar alternativas tecnológicas adecuadas, identificando dispositivos de protección que actúan como una barrera vital y casi invisible, capaz de proteger la integridad de los equipos médicos ante incidentes eléctricos imprevistos. Este proceso de investigación permitió proponer herramientas innovadoras, eficientes y adecuadas para el entorno hospitalario.

El estudio del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo subrayó que una estrategia integrada y bien estructurada es fundamental para anticipar fallos, garantizar el óptimo estado de los equipos y responder de manera ágil a cualquier urgencia, reforzando así la cultura de prevención en las organizaciones de salud. Por último, la evaluación práctica del sistema propuesto mostró su eficacia al reducir los riesgos operativos asociados con las sobretensiones, proporcionando mayor estabilidad al funcionamiento de los dispositivos.

4.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere que las instituciones que aseguren una correcta selección e instalación adecuada de los dispositivos de protección, teniendo en cuenta la importancia de las áreas donde se utilizan los equipos, es fundamental contar con una conexión a tierra efectiva, realizar inspecciones regulares de mantenimiento preventivo, monitorear el estado de los dispositivos ya sea de forma local o a distancia, y documentar los incidentes eléctricos que se produzcan, adicional, es esencial capacitar al personal técnico y a los ingenieros en el manejo adecuado y el diagnóstico del sistema de protección, inculcando una correcta segmentación de cargas, utilizando fuentes de energía ininterrumpida para los equipos críticos y asegurando una coordinación eficaz entre los sistemas eléctricos y biomédicos, estas acciones ayudarán a mantener la integridad de los dispositivos, prevenir interrupciones en los servicios médicos y resguardar la vida de los pacientes ante posibles fallos eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuna Jara, R. A., & Mendoza Villalva , A. A. (2025). *Desarrollo de un sistema de informacion para la gestion tecnica y de mnatenimiento preventivo y correctivo de equipos biomedicos* . Guayaquil.
- Camila, O. G. (2018). *Elaboración de un plan de mejora para la seguridad eléctrica de los equipos biomédicos y el entorno paciente en ips clínica comfacauba puerto tejado*. Colombia. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/f3ef2fae-9761-43f8-80a9-fe7391ea7b6b/content>
- Cardona Flor, F., & Giron Puentes , A. M. (2007). *Estudio de factibilidad para la creacion de una empresa de diseño de esquemas de proteccion y montaje de dispositivos contra sobretensiones transitorias y servicios relacionados en sistemas electricos de hospitales y clinicas en la ciudad de bogota*. Bogota. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/1183d9e7-5a1d-4957-97b6-8cd92e5bc850/content>
- CITEL. (2019). PROTECCIÓN SOBRETENSIÓN. CITEL, 8.
- Eric, E. C. (2023). *Análisis y mejora de la calidad de producto en el sistema eléctrico de la clínica Mac Salud Cusco año 2020*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8619>
- Garci. (s.f.).
- Jime''e, H. A. (s.f.).
- Jiménez, H. A. (2018). *ANALISIS DE ALTERNATIVAS QUE MINIMICEN EL CORTE DE ENERGIA ELECTRICAS DE BAHIAS SIMPLES EN 66 KV ANTE NECESIDAD DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EN ARREGLOS DE DOBLE BARRA*. paraguay: publicaciones.fctunca.edu.py/server/api/core/bitstreams. Obtenido de <https://publicaciones.fctunca.edu.py/server/api/core/bitstreams/d2fb419d-35f5-49f7-b621-3430f5e85642/content>
- Jorge, M. M. (2011). *Evaluación de riesgo de sobretensiones en una subestación eléctrica*. México: Repositoriодigital. Obtenido de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8184>
- Manabí, d. d. (2012). *Reseñas histórica de la ULEAM*. Manta: ULEAM.
- Mera, M. T. (2016). *Estudio de complementación al sistema de protección, de la empresa atunera "Fishcorp" de Manta, aplicando dispositivos protectores contra sobretensiones transitorias y temporales en baja tensión*. Manta: Users/usuario/Downloads/ULEAM-IEL. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/ULEAM-IEL-0023trabajos.pdf>

- Miguel, C. B. (2022). *Sistema web para la gestión del mantenimiento de equipos biomedicos del hospital Santa Rosa, Puerto Mandonado*. Perú: Users/usuario/Downloads/Cordova. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/Cordova_BM-SD%20(1).
- Naranjo, S. G. (1999). *Estudio de los SPDs en la protección de sobrevoltajes en sistemas de instrumentación y control*. Quito: bibdigital.epn.edu.ec/bitstream. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6624/1/T1534.pdf>
- Raúl, L. M. (2018). *Criterio de diseño de puestas a tierra para equipos biomedicos de alta sensibilidad en el Hospital Regional Docente clinico Quirurgico Daniel A,Carrion de HUANCAYO*. Perú.
- Reynaldo, S. R., & Martínez Mendoza , J. (2011). *EVALUACIÓN DE RIESGO DE SOBRETENSIONES EN UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA*. México: repositoriodigital.ipn.mx/jspui/handle.
- Tulio, G. M. (s.f.). *Estudio de complementación al sistema de protección, de la empresa atunera " Fishcorp* 2. Users/usuario/Downloads/ULEAM-IEL.
- Tulio, G. M. (s.f.). *Estudio de complementación al sistema de protección, de la empresa atunera* 2. Users/usuario/Downloads/ULEAM-IEL.
- Tulio, G. M. (s.f.). *Estudio de complementacion al sistema de protección,de la empresa atunera* .

ANEXOS

Sugerencia general. – Se pueden ubicar fotos, formatos empleados, entre otros.