

Análisis de sobretensión y subtenensión en la red eléctrica del bloque F4 Edificio D en la Facultad de Ingenierías de la UTELVT

Analysis of overvoltage and undervoltage in the electrical network of block F4 Building D in the Faculty of Engineering of the UTELVT

Exequiel Wilmer Reyes-Contreras

exequiel.reyes@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0459-9271>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Janine Nicole Camacho-Días

janine.camacho@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-8676-2600>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Robert Georgeby Quiñonez-Chila

robert.quinonez.chila@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-7020-8274>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Luis Adrián González-Quiñonez

luis.gonzalez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5026-0028>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Edson Francisco Quiñonez-Guagua

edson.quinonez.guagua@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9209-4160>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Mayer Santiago Quiñonez-Alava

mayer.quinonez.alava@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2262-133X>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

RESUMEN

En este documento presenta un análisis de sobretensión y subtenensión en la red eléctrica del bloque F4 Edificio D en la Facultad de Ingenierías de la UTELVT, para determinar la calidad de energía estableciendo el estudio de perturbaciones existente en la red, donde el suministro eléctrico presenta sobretensiones y subtenensiones, lo que provoca problemas en el funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos y reducir su vida útil. La metodología aplicada es de tipo experimental con método cuali-cuantitativo, donde se analizó la subtenensión y sobretensión en la red de la Facultad de Ingenierías, donde se utilizó un analizador de red de marca DRANETZ HDPQ VISA, el mismo que nos permitió conocer de cerca las perturbaciones que afectan directamente en el suministro de energía eléctrica. Las sobretensiones son normalmente originadas mediante un proceso transitorio, asociadas usualmente a una maniobra, puede deberse a una falla en la red eléctrica, por conexión de equipos de alto consumo, por ende, la baja calidad de energía puede generar interrupciones inesperadas y daños en los equipos, lo que implica pérdidas de información y económicas, se buscarán medidas preventivas y correctivas que permitan minimizar o eliminar los efectos de estas anomalías, desarrollando un plan de mantenimiento y monitoreo de la red eléctrica. Los problemas de suministro eléctrico pueden tener su origen en fallos externos o internos, y es importante tomar medidas para proteger los equipos eléctricos y electrónicos instalados.

Palabras claves: Calidad de energía, perturbaciones, sobretensión, subtenensión, transitorios.

ABSTRACT

This document presents an analysis of overvoltage and undervoltage in the electrical network of the block F4 Building D in the Faculty of Engineering of the UTELVT, to determine the quality of energy establishing the study of existing disturbances in the network, where the electrical supply presents overvoltages and undervoltage, which causes problems in the operation of electrical and electronic equipment and reduces its useful life. The methodology applied is of an experimental type with a qualitative-quantitative method, where the undervoltage and overvoltage in the network of the Faculty of Engineering were analyzed, where a DRANETZ HDPQ VISA brand network analyzer was used, the same one that allowed us to know closely disturbances that directly affect the supply of electrical energy. Overvoltages are normally caused by a transitory process, usually associated with a maneuver, it may be due to a failure in the electrical network, due to the connection of high-consumption equipment, therefore, low power quality can generate unexpected interruptions and damage to the equipment, which implies loss of information and economics, preventive and corrective measures will be sought to minimize or eliminate the effects of these anomalies, developing a maintenance plan and monitoring of the electrical network. Power supply problems can be caused by external or internal faults, and it is important to take steps to protect installed electrical and electronic equipment.

Keywords: Power quality, disturbances, overvoltage, undervoltage, transients.

INTRODUCCIÓN

La subtenensión y sobretensión está relacionada con la calidad del suministro eléctrico y se refiere a los cambios en el nivel de voltaje en la red eléctrica, cuando se produce una subtenensión el voltaje en la red eléctrica disminuye por debajo del nivel normal. Esto puede provocar problemas en el funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos, ya que pueden no recibir la energía eléctrica suficiente para su correcto funcionamiento. La sobretensión puede deberse a una sobrecarga en la red eléctrica, una falla en el suministro eléctrico o a problemas en la instalación eléctrica. Además, puede ser tedioso y peligroso para las personas si no se toman las medidas adecuadas para prevenir y solucionar estos problemas.

En la mayoría de los países, la electricidad es proporcionada por la red línea nacional que conecta muchas centrales eléctricas con cargas. La red debe proporcionar las necesidades básicas del país de iluminación, calefacción, refrigeración, aire acondicionado, transporte y población, así como importante gobierno, industria, finanzas, negocios, medicina y medios de comunicación [1].

Si la red eléctrica se encontrara libre de usuarios, ésta presentaría una onda de tensión de buena calidad, la cual se vería perturbada ocasionalmente debido a fallas en los centros de generación, de distribución o debido a descargas atmosféricas, principalmente. Sin embargo, cuando un número muy grande de usuarios está conectado a la red, la someten a

un número muy grande de cargas eléctricas que, aunque funcionen correctamente pueden alterar la onda de tensión con caídas excesivas e inyección de corrientes; además, las cargas pueden averiarse y producir consumos excesivos o cortocircuitos, lo cual puede repercutir en otras cargas que se encuentren conectadas en un punto cercano [2].

Generalmente los daños producidos se deben a la sobreexplotación prolongada o recurrente de los equipos y aparatos expuestos a las sobretensiones del suministro eléctrico, significando una pérdida monetaria al usuario. Las sobretensiones y subtensiones destruyen a menudo instalaciones y aparatos eléctricos y electrónicos, los daños no solo se limitan a los sistemas de distribución, sino que también se extienden hasta los aparatos de uso diario en el hogar es decir a las instalaciones residenciales [2].

Las sobretensiones son normalmente originadas mediante un proceso transitorio, asociadas usualmente a una maniobra, puede deberse a una falla en la red eléctrica, por conexión de equipos de alto consumo [3], se produce cuando el voltaje en la red eléctrica aumenta por encima del nivel normal. Esto puede provocar daños en los equipos eléctricos y electrónicos, ya que reciben más energía eléctrica de la que pueden soportar.

Analizar las causas que producen desperfectos en los equipos eléctricos y electrónicos provocados por sobretensiones y subtensión en la red eléctrica del edificio D, bloque F4 en la facultad de ingenierías de la Universidad técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas. Mediante un analizador de red se analizará el comportamiento de la red eléctrica y sus anomalías y a si determinar el nivel de riesgo al que están expuestos los equipos eléctricos y electrónicos instalados debido a las sobretensiones y subtensiones en horas de alto consumo. Identificar medidas preventivas y correctivas que permitan minimizar o eliminar los efectos de las sobretensiones y subtensiones en la red eléctrica del edificio

Muchos problemas de suministro tienen su origen en la red de distribución, estos son fallos externos como la calidad de la distribución de energía eléctrica por parte de la empresa suministradora de energía eléctrica, fallos sujeto a condiciones climáticas, factores internos como la calidad de los equipos de protección eléctrica, fallas en los equipos instalados, accidentes de tránsito y accidentes graves en la actividad de conexiones y desconexiones, los problemas de suministro que afectan a los equipos eléctricos son las corrientes y voltajes que a menudo se generan localmente en la instalación a partir de diversas situaciones, tales como ensamblaje local, cargas de arranque pesadas, componentes de sincronización defectuosos e incluso ruido eléctrico típico de fondo, las mismas que pueden afectar a la tensión, corriente o frecuencia, y pueden estar originadas en las propias instalaciones de los usuarios [3].

Bases teóricas

Para determinar la calidad de un subministro eléctrico se determinar la magnitud de las Tensión, corriente, frecuencia, factor de potencia, mediante equipos de medición, no obstante, se indica aspectos asociado que interfieren en la calidad de energía eléctrica. A continuación, se revisan los fundamentos teóricos necesarios para este estudio.

Para poder determinar la calidad del suministro de energía se debe tener en cuenta ciertos factores, por ende, la calidad del suministro incluye una parte técnica (la calidad del voltaje) más una parte no técnica, algunas veces referida como calidad del servicio. El voltaje ideal es una onda senoidal mono-frecuencial de magnitud y frecuencia constantes. La limitación de este término es que sólo cubre los aspectos técnicos, y que aun dentro de esos aspectos técnicos, desprecia las distorsiones de la corriente. Podría ser interpretado como la calidad del producto entregado por la empresa a los consumidores. mientras que la corriente ideal es de nuevo una onda senoidal mono-frecuencial de magnitud y frecuencia constantes. Un requerimiento adicional es que esta onda senoidal esté en fase con la del suministro de voltaje [4][5].

Esto cubre la interacción entre consumidor y empresa o distribuidor. Es importante tener en cuenta la frecuencia ya que es una variable eléctrica crítica en una red eléctrica y su fluctuación puede tener consecuencias importantes en los equipos conectados a ella. Por lo tanto, la protección contra sobretensión y subtensión en una red eléctrica debe incluir la monitorización y el control de la frecuencia para evitar problemas eléctricos [6][7].

Un evento que puede causar una subtensión es un cortocircuito este evento eléctrico en el cual la corriente eléctrica fluye a través de un camino de baja resistencia en un circuito eléctrico, lo que puede resultar en un aumento peligroso de la corriente eléctrica, esto puede dañar el equipo eléctrico y electrónicos [8]. Si el evento no se controla puede producir un colapso de tensión que se refiere al proceso por el que la secuencia de un evento que acompañan a la intensidad de tensión deriva en un fallo severo del suministro o en tensiones anormalmente bajas en una zona significativa del sistema. Los principales factores que tienen influencia en el fenómeno de colapso de tensión son: el nivel de carga en el sistema, características del sistema, líneas de conexión y generación disponibles, acción de los cambiadores de toma de los transformadores y de otros controles como termostatos, relés térmicos, etc. Para ciertos eventos o en periodos de baja tensión en el sistema, existen actuación de los equipos de compensación de potencia reactivo, como condensadores, compensadores síncronos, etc. Cuando baja la tensión en el sistema [9][10].

La Sobrecarga, Es un aumento por encima de los valores establecidos como máximos, de la tensión eléctrica entre dos puntos de un circuito o instalación eléctrica, una sobrecarga es el exceso de carga eléctrica en un determinado cuerpo u

objeto. Así mismo la carga eléctrica puede producir corriente eléctrica no deseadas [11].

los Dips o Sag, podemos indicar que tienen una disminución de entre 0.1 y 0.9 pu en RMS de voltaje o corriente a la frecuencia de potencia durante periodos determinados [11]. Los Swell son lo opuesto a las caídas de tensión (dip), estas perturbaciones eléctricas se definen como un aumento momentáneo en la tensión RMS del 10% o más, por encima de la tensión (nominal) del equipo durante un período de 0.5 ciclo a 1 min. Los valores típicos son de 1.1 - 1.8 pu. [11], en este caso estos picos se dieron solo en la onda que muestra la potencia reactiva del sistema de esta red de suministro. En base a la norma Los Swell, IEC 61000-4-3 [12].

Las fluctuaciones de voltajes se refieren a cambios en el voltaje suministrado por la red eléctrica, que pueden ser de corta o larga duración. Estas fluctuaciones pueden ser causadas por factores internos, como la operación de equipos eléctricos, o por factores externos, como las tormentas eléctricas o los apagones [13].

Los armónicos en una red de suministro eléctrico son los mayores causantes de problemas como disparos en los interruptores automáticos de protección, reducen el factor de potencia (fp), calientan y degradan la vida útil de los elementos aislantes, crean pérdidas considerables de energía y por último y no menos importante detienen procesos de producción automática dentro de las industrias generando pérdidas considerables en sus ingresos. Es por ello que se opta por la implementación de filtros activos de potencia para mitigar estos armónicos que generan sistemas desequilibrados o desbalanceados [14].

Las protecciones son diseñadas para proteger equipos eléctricos sensibles de daños causados por fluctuaciones en el voltaje de suministro. La coordinación de protecciones direccionales de sobre corriente en Algoritmo adaptativo para protecciones de sobre corriente en el caso de estudio sistemas de potencia debe cumplir con un criterio de selectividad entre ellas. Existen protecciones para regular el voltaje, supresor de sobretensión, protección contra subtenión, transformador de aislamiento etc [15].

Los analizadores de redes son equipos de medición utilizado en el campo de la electricidad para analizar y medir diversos parámetros de un sistema eléctrico, lo más utilizados pueden ser analizador de redes portátiles, analizador de redes de sobremesa, analizador de redes trifásicos, analizador de redes de alta tensión [16].

Este dispositivo cuenta con amplia variedad de funcionamientos de medición, incluyendo mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, potencia, energía, armónico, inter-armónico, parpadeos, transitorios y distorsión armónico total. Estas mediciones pueden ayudar a los usuarios a identificar problemas de calidad de energía.



Figura 1. Analizador DRANETZ HDPQ VISA.

Antecedentes

Dentro del soporte bibliográfico para el desarrollo de esta investigación, se encontró con la tesis titulada "Análisis de la calidad de la energía del sistema eléctrico de la zona cultural universitaria de la UNAM" [17]. Se presenta el objetivo de analizar la calidad de la energía eléctrica en sistemas de distribución subterránea y así como cuantificar los parámetros referentes a la calidad de las ondas de tensión y corriente. En cuanto a la metodología, se realiza un análisis de la calidad de energía en función a la norma técnica de calidad de servicio de México. De acuerdo a sus resultados, en referencia a las variaciones de tensión, se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

En la tesis "Análisis de calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana" [18], presenta analizar la calidad de energía eléctrica que es un medio donde la parte técnica, analiza el proveedor un suministro con niveles de tensión equilibradas, formas de ondas sinodales y amplitudes y frecuencias constantes. El incremento en la productividad con logros en la industria debido a la optimización tiene un gran desarrollo tecnológico en especial de la electrónica de potencia que ha producido generación de equipo de gran capacidad, alto rendimiento y bajo costo sin las cargas no lineales, las más sensibles, las variaciones de la energía eléctrica conllevan a exigir a las empresas concesionarias una calidad en la energía [19].

Este documento da a conocer un adecuado conocimiento de la generación, propagación y efectos de estas perturbaciones, la sensibilidad de los equipos involucrados en la red eléctrica y analizar casos reales con soluciones aplicadas exitosamente para mitigar o eliminar estos efectos, con lo cual las empresas podrán desarrollar sus actividades contando con energía de calidad [20].

Metodología y desarrollo

La metodología aplicada es de tipo experimental con método cuali-cuantitativo, donde se analizó la subtenión y sobretensión en la red de la Facultad de Ingenierías, donde se utilizó un analizador de red de marca DRANETZ HDPQ VISA, el mismo que nos permitió conocer de cerca las perturbaciones que afectan directamente en el suministro de energía eléctrica que alimenta a este sector de la facultad, tenemos que tener muy claro y presente que estas afectaciones en la red ocasiona daños a nuestros equipos y todos nuestros dispositivos ya sean eléctricos o electrónico, por lo que es muy importante realizar estas clases de análisis para precautelar la conservación de nuestros dispositivos, información y demás partes que se vean afectadas por estas variaciones de voltaje.

En nuestra investigación establecimos varias pruebas para obtener muestra de en 5 periodos con duraciones de entre 30 minutos a 60 minutos por muestra donde logramos obtener valores que nos determinaron la presencia de subteniones y sobretensiones en la red incluso presencia de otras perturbaciones como armónicos y sobre corrientes ya que nuestro dispositivo de medición nos permite captar este tipo de afectaciones a más de las ya antes indicadas.

En la Figura 2 podemos observar la instalación del analizador DRANETZ HDPQ VISA, en este caso utilizaremos en 3 líneas de alimentación desde el transformador ubicado frente a la facultad.



Figura 2. Correcta conexión de los conectores del Analizador DRANETZ HDPQ VISA.

En la figura anterior podemos visualizar la correcta conexión de los conectores y pinzas (lagartos), conectamos a los distintos canales de dispositivo existente, lo cual está constituido por, canal A, B, C y D tanto para tensión, intensidad y neutro, este equipo nos permite analizar sistemas trifásicos.



Figura 3. Verificación de la correcta conexión del analizador.

Una vez realizada la conexión correspondiente del analizador procedemos a verificar que no existan problemas de conexión o anomalías que puedan afectar a la emisión de datos del equipo de medición como lo ilustramos en la Figura 4.



Figura 4. Primera prueba valores de las tres líneas.

En nuestra primera muestra realizada establecemos los parámetros de análisis y obtuvimos que una leve variación de tensión en las líneas por lo que debemos saber los parámetros de cuáles son los valores nominales ya sea de tensión corriente y frecuencia dentro de la calidad de energía eléctrica.

En la Figura 5 los valores de las tres tensiones captadas por el analizador en la que en relación una de las otra se tiene una subtensión o una tensión por debajo de los valores nominales de 120 voltio por línea en L1 valores de 117,89 voltios con una corriente de 0,4 amperios, L2 con 119,88 voltios y corriente de 19,79 amperios y por último L3 con 119.19 volvitos y corriente de 0,1 amperios, en la figura 5 presentamos la gráfica donde se proyecta esta descripción.

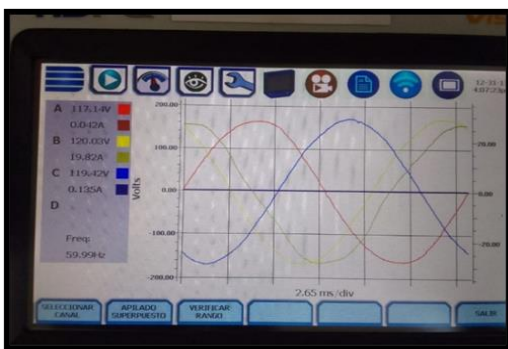


Figura 5. Forma de onda de Tensión primera prueba.

Resultados

Esta muestra tomada al siguiente día en un horario diferente se logró visualizar valores diferentes y con mayor variación ya que en este obtuvimos que la L1 con 116,2 voltios con 0,42 amperios, L2 con 119,79 voltios con 19,79 amperios y L3 con 117,4 voltios y 0,315 amperios. Por lo que determinamos fue que existe mayor consumo o más cargas conectadas a la L2 manteniendo ocasionando un desbalance en las demás líneas.



Figura 6. Descripción de la forma de onda.

Como se puede observar en la Figura 6, las ondas fundamentales son de la L1 color rojo, L2 color amarillo, L3 color azul. Dentro de cada onda fundamental se observan distintas perturbaciones, mediante un análisis por descripción de ondas y deformación podemos saber los circuitos y cargas instaladas, lo cual se puede determinar que L1 están conectadas todas las iluminarias de la facultad ya que presento menos distorsión armónica, el voltaje y la corriente variaron poco. No obstante, la L2 como L3 si presentaron variaciones notorias en la forma de onda lo cual fue evidente las subtencción y sobretensión, la línea L2 es la que más deformación tiene por ende está más sobrecargada con cargas inductivas y resistivas.

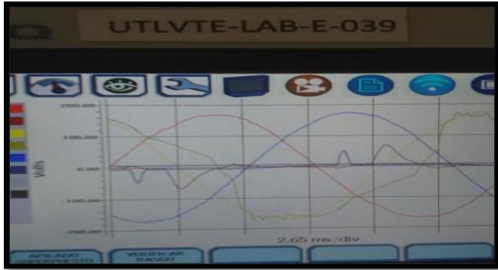


Figura 7. Perturbaciones en la tercera muestra de forma de onda.

En la Figura 7 se ven valores similares, pero se mantiene voltajes menores al valor nominan considerados subtencciones mínimas de tensión cabe recalcar que la cargabilidad de una línea se ve reflejada en su amperaje y a su vez en el desbalance respecto a las demás.

Para la cuarta muestra concretamos con valores de nominales y cercanos a la nominal en análisis de tensión en esta figura 8 pudimos presenciar en la L2 ya valores nominales en tensión de 120 voltios exactos con corriente de 9,75 amperio conociendo que a esta hora del día no existe tanto peso sobre las líneas y estas tratan de mantenerse ligeras frente a la cantidad de dispositivos conectados a la misma. Junto a esto presentamos un cuadro con otros valores captados por el analizador en la siguiente figura.

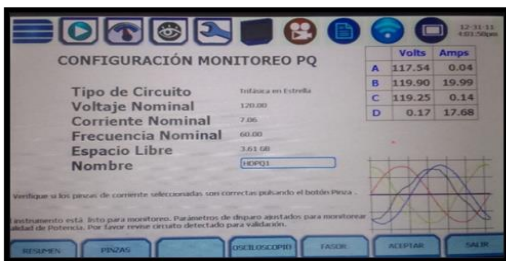


Figura 8. Resultados de tensión y corriente por líneas.



Figura 9. Cuadro de los diferentes parámetros evaluados.

En nuestra quinta muestra nos enfocamos en el análisis de no solo subtensiones y sobretensiones, sino también en otras perturbaciones como lo son los armónicos, transitorios, desbalance de tensión. Se pudo evidenciar un efecto de transitorios oscilatorio dentro de la onda fundamental en L3. El voltaje en forma de caída de tensión siendo 2.14 voltio es decir 1,8 % de distorsión en la onda de tensión cabe recalcar que este análisis se enfocó en mayor en conectar cargas inductivas y resistivas para observar la distorsión de onda donde el desbalance promedio entre las 3 líneas es de 1.017 voltios.

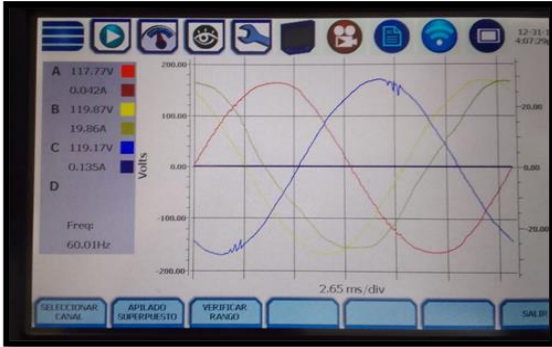


Figura 10. Transitorios dentro de la red de alimentación.

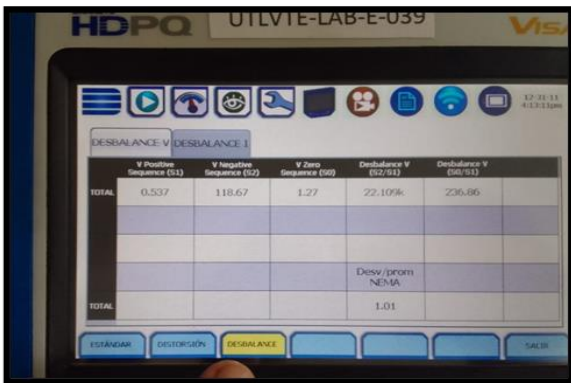


Figura 11. Cuadro de valores de desbalance entre líneas.

Discusión

Los resultados en esta investigación fueron favorable para el desarrollo del tema investigado, sin embargo, para determinar la calidad de energía e identificar las perturbaciones transitorias existente nos apoyamos en el estudio de Raúl Vizcaíno Torres, del tema Análisis de la calidad de la Energía del sistema eléctrico de la zona cultural Universitaria de la UNAM, donde se menciona ciertos aspectos como la distorsión armónica total causada por cargas no lineales y las características de voltaje, corriente, factor de potencia, frecuencia, entre otros aspectos que permiten comparar si existen subtensiones y sobretensión mediante curvas características y cuadro comparativo de cargas instaladas.

Línea A					
	Tiempo	Voltajes	Corrientes	F.P.	Perturbaciones
Día 1	50 Min	117V	0.042A	0.94	SI
Día 2	45 Min	120V	0.042A	0.94	SI
Día 3	30 Min	118.2V	0.045A	0.93	SI
Día 4	60 Min	117.8V	0.05A	0.92	SI
Día 5	50 Min	116.2V	0.04A	0.93	SI

Nota: Valores obtenidos de los parámetros de análisis.

Línea B					
	Tiempo	Voltajes	Corrientes	F.P.	Perturbaciones
Día 1	50 Min	199,8V	19.78A	0.92	SI
Día 2	45 Min	199.4V	19.82A	0.93	SI
Día 3	30 Min	116.7V	19.99A	0.91	SI
Día 4	60 Min	120V	19.45A	0.90	SI
Día 5	50 Min	199.7V	18.70A	0.89	SI

Nota: Valores obtenidos de los parámetros de análisis.

Línea C					
	Tiempo	Voltajes	Corrientes	F.P.	Perturbaciones
Día 1	50 Min	119.1V	0.13A	0.92	SI
Día 2	45 Min	199V	0.14A	0.93	SI
Día 3	30 Min	117.2V	0.15A	0.93	SI
Día 4	60 Min	117.8V	0.148A	0.93	SI
Día 5	50 Min	118,7V	0.13A	0.92	SI

Nota: Valores obtenidos de los parámetros de análisis.

En la presente descripción se compara las cargas instaladas y la potencia distribuida para la diferencia de perturbaciones entre el estudio realizado en la Universidad de UNAM que cuenta con 31 bloques pero nos enfocamos específicamente para el análisis en bloques del taller mecánico que tiene una demanda de 12 KVA con 70 circuitos, mientras que en el bloque D del edificio F4 de la UTELVT consta con un bloque, 8 circuitos y una demanda de 11,8 KVA donde el desbalance de tensión promedio es de 1.01.

Conclusiones

Después de realizar una evaluación exhaustiva de la calidad de energía en el edificio F4 bloque D de la Facultad de Ingenierías, se ha llegado a la conclusión de que la detección y prevención de sobretensiones y subtensiones en la red eléctrica es una tarea crítica que requiere una evaluación continua y cuidadosa para proteger los equipos eléctricos y electrónicos de diferentes anomalías que pueden afectar su vida útil. Además, se ha determinado que la baja calidad de energía eléctrica genera interrupción en los sistemas de iluminación, laboratorios, sistemas de aire acondicionados entre otros que forman parte de las aulas y departamento que se encuentran ubicados en este bloque, al operar al 100% todos los aparatos eléctricos y electrónicos, estos pueden verse afectados por interrupciones de servicio inesperadas producto de las sobretensiones y subtensiones presente en la red o por las cargas existente de los distintos circuitos, dañando los equipos, máquinas y artefactos eléctricos y electrónicos que pueden dar lugar a pérdidas de información y económicas.

Mediante el analizador de red se pudo interpretar las 3 ondas de voltaje y corriente donde se evidencia la distorsión de ondas lo cual puede ser por sobre carga en una de sus líneas, cargas inductivas, resistivas o también por mal distribución de potencia. Para mitigar las sobretensiones y subtensiones en la red eléctrica, se recomienda el uso de reguladores de voltaje, filtros de línea, un adecuado diseño de la instalación eléctrica, sistemas de protección y un mantenimiento preventivo periódico. Al aplicar estas medidas, se puede garantizar una protección efectiva contra las fluctuaciones de voltaje y las interferencias electromagnéticas, y se puede prevenir la ocurrencia de problemas eléctricos y asegurar la continuidad del servicio eléctrico en el edificio F4 bloque D de la facultad de ingeniería.

Recomendación

Un mantenimiento preventivo periódico puede ayudar a detectar y prevenir problemas eléctricos, incluyendo subtensiones y sobretensiones. Realizando una buena distribución de potencias y dimensionamiento de cargas nos ayudan a minimizar perturbaciones, existen parámetros como las inspecciones periódicas basadas en normativas vigentes que nos ayudan a dar soluciones a estas anomalías y disminuir las afectaciones que estas puedan causar a nuestros equipos y maquinas eléctricas o electrónicas.

Para la mitigación de subtensión y sobretensión se recomienda utilizar los siguientes equipos: Reguladores de voltaje, Utilizar filtros de línea, Realizar un adecuado diseño de la instalación eléctrica, Utilizar sistemas de protección, Se pueden instalar sistemas de protección contra sobretensiones transitorias (SPD) para proteger los equipos eléctricos contra sobretensiones.

Tener presente el tiempo de vida útil de los equipos eléctricos y electrónicos, también tener en cuentas las cargas instaladas tanto inductivas y resistivas, las cuales al tener un exceso en el tiempo de su funcionamiento estos pueden generar un consumo excesivo, a su vez generar desbalance en la red

REFERENCIAS

- [1] M. S. Buldana, M. S. Buldana, and M. S. Buldana, "Power Quality Disturbances Classification Using Signal Processing and Soft Computing Technique," vol. 9, no. 8, pp. 751–757, 2021, doi: 10.1109/ICSEDPS.2018.8536028.
- [2] S. Ramirez Castaro and E. A. Cano Plata, "Calidad del servicio de energia electrica," no. April 2016, p. 396, 2016, doi: 10.13140/2.1.1678.3688.
- [3] R. Kantaria and S. K. Joshi, "Una revisión de los problemas de calidad de la energía y sus Técnicas de mejora," *Power Electron. Natl. Conf.*, pp. 5605–5614, 2017, doi: 10.1109/IPACT.2017.8244882.
- [4] R. M. de Castro Fernández, "Desarrollo de un método de análisis de los flujos de cargas en un sistema de energía eléctrica, que permite controlar la obtención de más de una solución: aplicación al estudio del fenómeno de colapso de tensión," Universidad Politécnica de Madrid, 2013.
- [5] A. J. Martínez Peralta *et al.*, "Protecciones eléctricas en subestaciones eléctricas: análisis documental," *Sapienza Int. J. Interdiscip. Stud.*, vol. 3, no. 1, pp. 1004–1021, Feb. 2022, doi: 10.51798/sijis.v3i1.280.
- [6] G. M. Martínez-Rodríguez, B. de J. Cruz-Isidro, J. Garrido-Melendez, and J. Jiménez-Rivera, "Análisis de la calidad de energía eléctrica en una subestación de 300 kVA," *Rev. Operaciones Tecnol.*, vol. 3, no. 11, pp. 12–20, 2019, doi: 10.35429/jto.2019.11.3.12.20.
- [7] I. Ullah, "Synchronization of Active Power Filter under Distorted Grid Conditions," *Int. J. Robot. Control Syst.*, vol. 1, no. 3, pp. 378–389, 2021, doi: 10.31763/ijrcs.v1i3.464.
- [8] J. S. Leon Colqui, S. Kurokawa, A. R. Justo de Araújo, and J. Pissolato Filho, "Análisis de Sobretensiones Resultantes de Descargas Atmosféricas para Suelos Dependientes de la Frecuencia," *TECNIA*, vol. 30, no. 2, pp. 46–52, Nov. 2020, doi: 10.21754/tecnia.v30i2.789.
- [9] L. Amaya and E. Inga, "Location of Harmonic Distortions in Electrical Systems using Compressed Sensing," *Ing. y Compet.*, vol. 24, no. 1, p. 15, 2022, doi: 10.25100/iyc.24i1.11037.
- [10] A. M. Cossi *et al.*, "Multiobjective Phase Balancing in Distribution Systems," *Rev. Tecnura*, vol. 19, no. 37, p. 106, 2015, doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a08.
- [11] J. C. Ramos Carrión and E. D. Arroyo Villanueva, "Modelamiento de los arrollamientos para determinación de las tensiones transitorias transferidas en un transformador de potencia," *Tecnia*, vol. 29, no. 1, pp. 48–58, 2019, doi: 10.21754/tecnia.v29i1.581.
- [12] J. Matta, *Comparación de los efectos producidos por los huecos de tensión reales e ideales en un motor de inducción Comparison*, vol. 20. 2016. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.SE1.a05.
- [13] J. A. Montoya-Arias, O. A. Tobar-Rosero, G. D. Zapata-Madrigal, and R. García-Sierra, "Algoritmo adaptativo para protecciones de sobrecorriente en el caso de estudio IEEE9," *Tecnológicas*, vol. 22, no. 45, pp. 45–58, 2019, doi: 10.22430/22565337.1335.
- [14] J. James and M. Durango, "Modelos de horno de arco eléctrico para estudios del efecto flicker," *Tecnura*, vol. 20, no. 48, pp. 15–27, 2016, doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.2.a01.
- [15] J. F. Petit Suárez, "Control de filtros activos de potencia para la mitigación de armónicos y mejora del factor de potencia en sistemas desequilibrados," *Ph.D. Diss.*, vol. 1, p. 219, 2012.
- [16] L. E. Perdomo Orjuela, A. A. Rodríguez, and F. Santamaría, "Metodología para el registro de parámetros de calidad de energía en microrredes Inteligentes," *Rev. UIS Ing.*, vol. 15, no. 2, pp. 117–123, 2017, doi: 10.18273/revuin.v15n2-2016010.
- [17] Raúl Vizcaíno Torres, "Análisis De La Calidad De La Energía Del Sistema Eléctrico De La Zona Cultural Universitaria De La Unam," Universidad Nacional Autónoma De México, 2017. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/264446>
- [18] "Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica," Análisis de calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana 2005: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0565_EA.pdf
- [19] O. Churio Silvera, M. Vanegas Chamorro, and G. Valencia Ochoa, "Estudio y diagnóstico de la calidad de la energía de un campus universitario en la costa norte de Colombia," *Av. Investig. en Ing.*, vol. 15, no. 1, pp. 271–285, Dec. 2018, doi: 10.18041/1794-4953/avances.1.4739.
- [20] M. Holguin and D. Gomezcoello, "Análisis de la calidad de energía eléct de la calidad de energía eléct," pp. 1–234, 2010, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>.
- [21] J. D. Gomez Jimenez, G. E. Vinasco Macana, and J. M. Lopez-Lezama, "Análisis técnico y económico para la incorporación de facts en sistemas de potencia," *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 16, no. 31, pp. 231–250, 2017, doi: 10.22395/rium.v16n31a12.
- [22] L. Julio and M. Rodríguez, "corta duración en circuitos de distribución Characterization of Short-Duration Voltage Variations on distribution networks," pp. 1–8, 2019.
- [23] L. F. Tipán and J. A. Rumipamba, "Medidor Inteligente de Energía Eléctrica utilizando la Tarjeta Electrónica Raspberry Pi," *Rev. Técnica "Energía,"* vol. 14, no. 1, pp. 131–139, 2018, doi: 10.37116/revistaenergia.v14.n1.2018.165.
- [24] L. E. Perdomo Orjuela, A. A. Rodríguez, and F. Santamaría, "Metodología para el registro de parámetros de calidad de energía en microrredes Inteligentes," *Rev. UIS Ing.*, vol. 15, no. 2, pp. 117–123, 2017, doi: 10.18273/revuin.v15n2-2016010.