



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Análisis de calidad de energía en tablero de distribución T.D.A. Y A
TT3 en la tienda Tottus Mall Plaza Trujillo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Valera Arteaga, Chely Brandy (orcid.org/0000-0003-0016-1026)

ASESOR:

Sanchez Huertas, Carlos Enrique (orcid.org/0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO — PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esa tesis a mi familia, a mi padre por fomentar en mí el aprendizaje, a mi madre por brindarme su apoyo y confiar en mí, a mi hermano por sus buenos consejos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que siempre me buscaron para enseñarme, enseñarles o aprender algo en equipo, a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo que con sus enseñanzas me permitieron seguir en el camino de ser un buen ingeniero.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CARLOS ENRIQUE SANCHEZ HUERTAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de calidad de energía en tablero de distribución T.D.A. Y A TT3 en la tienda Tottus Mall Plaza Trujillo", cuyo autor es VALERA ARTEAGA CHELY BRANDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CARLOS ENRIQUE SANCHEZ HUERTAS DNI: 17857234 ORCID: 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 31-07-2023 09:11:51

Código documento Trilce: TRI – 0575179





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, VALERA ARTEAGA CHELY BRANDY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de calidad de energía en tablero de distribución T.D.A. Y A TT3 en la tienda Tottus Mall Plaza Trujillo", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CHELY BRANDY VALERA ARTEAGA DNI: 72961617 ORCID: 0000-0003-0016-1026	Firmado electrónicamente por: VALERAARTEAGA el 06-07-2023 19:16:41

Código documento Trilce: TRI – 0575181



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	IV
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	15
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	15
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	15
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	16
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	16
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	17
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	18
IV. RESULTADOS.....	19
V.DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01: “FÓRMULA DE POTENCIA” (17).....	6
TABLA 02: “ORDEN DE ARMÓNICOS QUE COMÚNMENTE SE PRESENTAN EN CENTROS COMERCIALES” (33).	10
TABLA 03: (TÉCNICAS HE INSTRUMENTOS) ELABORACIÓN PROPIA.....	16
TABLA 04: DIRECTORIO DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TDA Y A “TT3”..	20
TABLA 05: INDICADORES DE LOS PARÁMETROS REGISTRADOS.	26
TABLA 06: CUADRO DE COMPARACIÓN DE PARÁMETROS CON LA NTCSE	26
TABLA 07: CONDUCTOR DE DERIVACIONES DEL TABLERO TDA Y A “TT3”..	27
TABLA 08: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	1
TABLA 09: FICHA DE OBSERVACIÓN	4
TABLA 10: FICHA DE REGISTRO DE DATOS	7
TABLA 11: INFORMES DE FALLAS	10
TABLA 12: TENSIÓN REGISTRADA.....	12
TABLA 13: FRECUENCIA REGISTRADA	13
TABLA 14: DISTORSIÓN ARMÓNICA EN LA TENSIÓN REGISTRADO.....	14
TABLA 15: DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL CORRIENTE REGISTRADO.....	15
TABLA 16: FLICKER REGISTRADO	16
TABLA 17: CORRIENTE REGISTRADA.....	19
TABLA 18: POTENCIA ACTIVA REGISTRADA.....	20
TABLA 19: POTENCIA REACTIVA REGISTRADA.....	21
TABLA 20: FACTOR DE POTENCIA REGISTRADO	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

FIGURA 01: “TRIANGULO DE POTENCIAS” (21).....	7
FIGURA 02: “CONEXIÓN DE REGISTRADOR EN SISTEMA TRIFÁSICO” (25) . .	9
FIGURA 03: “LÍMITE DE TOLERANCIAS DE ARMÓNICOS DE CORRIENTE” (36).....	11
FIGURA 04: PROCEDIMIENTOS (ELABORACIÓN PROPIA).....	16
FIGURA 05: MÉTODO PARA ANALIZAR LOS DATOS (ELABORACIÓN PROPIA).....	17
FIGURA 06: CONFIGURACIÓN DEL REGISTRADOR EN EL PROGRAMA PQ LOG.....	21
FIGURA: 07: PARÁMETROS INGRESADOS EN LA CONFIGURACIÓN.	22
FIGURA 08: PERIODO DE MEDICIÓN DEL REGISTRADOR.	22
FIGURA 09: DATOS DE CONFIGURACIÓN GUARDADOS EN EL PC.....	23
FIGURA 10: INSTALACIÓN DE ANALIZADOR DE REDES.....	23
FIGURA 11: VERIFICACIÓN DEL REGISTRO.....	24
FIGURA 12: COLOCACIÓN DE TAPA INTERNA DEL TABLERO.	24
FIGURA 13: DESTILACIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES.....	25
GRÁFICO 01: TENSIÓN EN L1	28
GRÁFICO 02: TENSIÓN EN L2	29
GRÁFICO 03: TENSIÓN EN L3	29
GRÁFICO 04: CORRIENTE EN L1	30
GRÁFICO 05: CORRIENTE EN L2	30
GRÁFICO 06: CORRIENTE EN L3	31
GRÁFICO 07: FRECUENCIA.....	31
GRÁFICO 08: THD V EN L1	32
GRÁFICO 09: THD V EN L2	32
GRÁFICO 10: THD V EN L3	33

GRÁFICO 11: THD I EN L1.....	33
GRÁFICO 12: THD I EN L2.....	34
GRÁFICO 13: THD I EN L3.....	34
GRAFICO 14: ÍNDICE DE FLICKER EN L1.....	35
GRÁFICO 15: ÍNDICE DE FLICKER EN L2.....	35
GRÁFICO 16: ÍNDICE DE FLICKER EN L3.....	36
GRÁFICO 17: POTENCIA ACTIVA SE SISTEMA	36
GRÁFICO 18: POTENCIA REACTIVA DEL SISTEMA	37
GRÁFICO 19: FACTOR DE POTENCIA	37
GRÁFICO 20: ONDA FUNDAMENTAL DEL CORRIENTE AFECTADO POR EL ARMÓNICO DE ORDEN 2.....	39
GRÁFICO 21: ONDA FUNDAMENTAL DE LA CORRIENTE REDUCIENDO EL ARMÓNICO DE ORDEN 2.....	40
GRÁFICO 22: DIAGRAMA UNIFILAR.....	9
GRÁFICO 23: CONEXIÓN DE FILTRO ACTIVO MULTIFUNCIÓN.	23

RESUMEN

Este trabajo consiste en 7 capítulos en el cual se desarrolla una metodología para analizar las perturbaciones eléctricas en un centro comercial.

El primer capítulo es la introducción en la cual se expresa los problemas de perturbaciones eléctricas en distintas partes del país y el mundo, así como el problema encontrado en el centro comercial estudiado, además se describen los objetivos del trabajo la justificación del mismo y la hipótesis con respecto al análisis de las perturbaciones eléctricas.

El segundo capítulo es el marco teórico en cual se exponen los antecedentes de análisis similares en otros centros comerciales y lugares con cargas similares, además se encuentran todas las teorías en las que se fundamenta este trabajo.

El tercer capítulo es la metodología que se utilizó, la cual comprende el tipo y diseño de investigación, las variables de estudio, la población y muestra que se escogieron, las técnicas e instrumentos utilizados para desarrollar el análisis, así como los procedimientos que se hicieron y el método para analizar los datos de forma ética.

El cuarto capítulo son los resultados obtenidos se desarrollaron de forma ordenada cumpliendo con cada objetivo trazado exponiendo detalladamente los procedimientos y el análisis realizado, así como la simulación de las perturbaciones halladas.

El quinto capítulo es la discusión donde se comparó la metodología utilizada con otros autores de trabajos similares, así como también se contrastó que la teoría utilizada es la correcta.

El sexto capítulo son las conclusiones en donde se describe como se logró cada objetivo de manera satisfactoria.

El séptimo capítulo son recomendaciones para el desarrollo de trabajos posteriores que se pueden incluir en el análisis de perturbaciones eléctricas,

Palabras clave: Perturbaciones eléctricas, analizador de redes, armonios, filtro activo.

ABSTRACT

This work consists of 7 chapters in which a methodology is developed to analyze the electrical disturbances in a shopping mall.

The first chapter is the introduction in which the problems of electrical disturbances in different parts of the country and the world are expressed, as well as the problem found in the shopping center studied, in addition the objectives of the work are described, the justification of the same and the hypothesis regarding the analysis of electrical disturbances.

The second chapter is the theoretical framework in which the background of similar analysis in other shopping centers and places with similar loads are exposed, in addition to all the theories on which this work is based.

The third chapter is the methodology used, which includes the type and design of the research, the study variables, the population and sample chosen, the techniques and instruments used to develop the analysis, as well as the procedures and the method used to analyze the data in an ethical manner.

The fourth chapter is the results obtained, which were developed in an orderly manner, complying with each objective, explaining in detail the procedures and the analysis carried out, as well as the simulation of the disturbances found.

The fifth chapter is the discussion where the methodology used was compared with other authors of similar works, as well as it was contrasted that the theory used is the correct one.

The seventh chapter is the conclusions where it is described how each objective was satisfactorily achieved.

The seventh chapter contains recommendations for the development of further work that can be included in the analysis of electrical disturbances,

Keywords: electrical disturbances, network analyzer, harmonics, active filter.

I. INTRODUCCIÓN

Los ingenieros electromecánicos durante el desarrollo de la historia buscamos nuevas formas para solucionar los problemas con la calidad de energía en los diferentes circuitos eléctricos, con la obtención de diferentes soluciones para los errores que ocurren en un circuito eléctrico; sin una correcta calidad de energía esto conlleva a pérdidas para la empresa, “la mala calidad de la energía aumenta las pérdidas de energía y perjudica la producción, la economía y la competitividad de las empresas” (1). Además, los causantes de estas perturbaciones eléctricas son las cargas no lineales que se tienen conectadas a la red por eso se menciona que, “la conexión de los sistemas eléctricos es cada vez más compleja. Un gran número de cargas no lineales provocan una grave y compleja contaminación armónica de la red eléctrica; por lo que el control armónico es muy importante” (2). Los responsables de generar cargas no lineales son los equipos modernos lo cual sigue en aumento y cada vez mas de estos equipos se conectan a la red por ello se debe controlar estas perturbaciones.

La utilización de estas cargas provoca que sea necesario mitigar las perturbaciones en la energía eléctrica ya que, en Chile se afirma lo siguiente, “recientemente se ha comprobado que, con el creciente desarrollo e implementación de dispositivos electrónicos a través de la tecnología, existen ciertas perturbaciones o fluctuaciones conocidas como armónicos en la red eléctrica” (3). Sobre todo, en estas tiendas grandes que operan con bastantes equipos tal como se menciona en Chimbote “actualmente, los supermercados se han visto en la necesidad de mejorar la calidad de la energía” (4). Por otra parte, en Trujillo, se menciona que “La interdependencia de diferentes sistemas y equipos aumenta la complejidad del sistema de calidad de la energía. Si bien la computadora puede estar funcionando normalmente, no puede procesar información comercial valiosa debido a que la red eléctrica no está disponible” (5). Al revisar el funcionamiento eléctrico en el tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” (trastienda 3 emergencia) ubicado en la subestación de las instalaciones de Tottus mall plaza Trujillo donde se observó que se presentan recalentamiento en los conductores eléctricos, en los equipos de protección, anomalías y oscilaciones en las pantallas de iluminación, fluctuaciones en los monitores de las computadoras, sobrecalentamiento de los motores, facturación alta por consumo

de energía, se propone analizar la calidad de la energía suministrada en el tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” de esta tienda porque el problema no afecta solo a las cargas del tablero mencionado sino también a las cargas de todos los tableros de la subestación.

De acuerdo con la realidad expuesta anteriormente se formula el siguiente problema ¿Cuál es la situación del funcionamiento del tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” de Tottus para brindar una posible solución?

Este trabajo se justifica porque al aplicar un análisis de calidad de energía en un circuito eléctrico y al observar los resultados del instrumento de medición de calidad comparándolos con las normas que rigen este servicio se puede solucionar los errores provocados en la red como es el caso de la tienda Tottus en mall plaza se identificaron los errores que se presentan y al compararlo con la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos de nuestro país, se halló solución y si deciden aplicarlo en el circuito eléctrico se beneficiarían porque ya no tendrían los problemas actuales en el funcionamiento de sus circuitos.

Se considero que para lograr el objetivo principal se debe desarrollar en objetivos específicos que fueron las metas por cumplir en el contenido de este trabajo que tiene como objetivo general, analizar la calidad de energía de tal manera de conocer la situación actual en el tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” en la tienda Tottus del Mall Plaza; para lograr esto se formuló los objetivos específicos, como primer objetivo específico se tiene recolectar información y características técnica del tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” en Tottus de Mall Plaza, como segundo objetivo específico se tiene un registro de los datos con un analizador de redes de los parámetros eléctricos en el tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3”, para el tercer objetivo específico se consideró un análisis de los datos registrados con el analizador de redes y comparar los resultados del diagnóstico con la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos, el cuarto objetivo específico es simular la información registrada por el analizador de redes y la posible solución para mantener las perturbaciones en el rango aceptado por la NCSE.

Por lo tanto, se formuló la hipótesis que el analizar los datos de la calidad de energía comparándolos con la NTCSE sirve para proponer soluciones para reducir la presencia de perturbaciones en el servicio eléctrico dentro de los rangos aceptados por la ley.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes para este trabajo fueron,

En el nivel internacional tenemos;

En Ecuador (Guerra, et al, 2021) en su artículo titulado “Evaluación de la calidad de energía eléctrica para un laboratorio de automatización de Industria 4.0”. Escrito en Chimborazo – Ecuador. Tiene como objetivo la evaluación del cableado que alimenta el laboratorio de automatización Industria 4.0 en el Instituto Superior Politécnico de Chimborazo (ESPOCH) en Riobamba, Ecuador. Al final concluye afirmando que al evaluar los datos obtenidos de los THDI individuales para cada fase, se encontró que no se cumplía con el estándar IEEE 519-2014 especificado, ya que la fase C tenía armónicos hasta la potencia 13 y 11 en la fase A y B, la fase B es la fase con los porcentajes de THDI individuales más altos de 46.22%, 34.52%, 22.15%, 15% para los armónicos 3, 5, 7, 9 y 11 respectivamente, 26% y 9.14%. (6). Estos escritores muestran como los armónicos pueden llegar a niveles muy altos de porcentaje debido a demasiados equipos electrónicos conectados a la red.

En Ecuador (Chasiluisa, 2022) en su tesis titulada “Análisis de eficiencia energética de los principales sistemas eléctricos del Hospital General de Latacunga”. Escrito en Latacunga – Ecuador. Tiene como objetivo la revisión de la calidad de la energía midiendo y registrando la energía. Luego concluye planteando como plan factible: el transformador 1 usa un filtro activo trifásico de cuatro hilos de 200 A, y el transformador 2 usa un filtro activo trifásico de cuatro hilos de 150 A para compensar la corriente armónica y la potencia reactiva y equilibrar la corriente entre los dos. El transformador cuesta \$ 10,100 para poner en fase, comprar, importar e instalar. (7). Este autor nos muestra su propuesta de incluir filtro de armónicos para un circuito con el fin de reducir las corrientes armónicas mostrando también cuánto costaría colocarlo en la red.

En el nivel nacional tenemos;

En Cusco (Quispe, 2020) en su trabajo titulado “Influencia de un filtro eficiente para mitigar las corrientes armónicas en baja tensión del SED 598 del Centro Comercial “El Molino I” – Cusco”. Escrita en Cusco. Tiene como objetivo la

determinación de medidas para la reducción de corrientes armónicas utilizando filtros de baja tensión de alta eficiencia SED 598 en el centro comercial “El Molino I” del Cusco. Finalmente concluye diciendo que se realizaron varias simulaciones para diferentes tipos de filtros y se concluyó que un filtro de alta eficiencia para suprimir corrientes armónicas de bajo voltaje es un filtro pasivo sintonizado, y los valores de distorsión de corriente armónica de 3er orden, 5to orden, 7mo orden y 11avo orden se han reducido a valores aceptables; estos valores se reducen hasta en un 60%. (8). En este trabajo nos muestra que utilizando software se puede simular como actúa los equipos para disminuir las distorsiones armónicas.

En Lima (Velarde, 2022) en su tesis titulada el “Estudio de las perturbaciones armónicas en la calidad de energía eléctrica en la Universidad de Piura - campus Lima”. Escrita en Lima. Tiene como objetivo el estudio de la calidad de la electricidad en una universidad, con énfasis en las perturbaciones armónicas y las medidas de mitigación adecuadas. Termina concluyendo que, con un analizador de redes, puede ver cómo los armónicos afectan la onda sinusoidal actúan, manteniendo la forma. La solución a este problema es introducir filtros para suprimir la corriente dentro de los límites especificados. Los centros comerciales, instituciones y edificios residenciales tienen una gran cantidad de cargas no lineales de baja potencia; Las empresas de suministro eléctrico suelen suministrar una configuración de transformador delta de 220 V (L-L), evite conectar la línea neutra para evitar introducir armónicos en la red, principalmente los subarmónicos 3 y 5. En este caso, si queremos reducir solo el 5º armónico de la tensión, podemos utilizar un filtro con un factor de sintonía del 5% al 7%. (9). Este autor nos muestra como al realizar un análisis de calidad de energía podemos determinar que se puede usar como solución a los problemas eléctricos que se puedan presentar.

En Chimbote (Zavaleta, 2018) en su tesis titulada la “Calidad de la energía eléctrica y análisis de los armónicos en la tienda Ripley Mall del Sur”. Escrita en Chimbote. Tiene como objetivo Determinar de mejoras en la calidad de la energía mediante el análisis de armónicos en la Tienda de Ripley. Luego concluye que la evaluación de la distorsión armónica de corriente total (THDI) con referencia a los estándares internacionales IEEE-519-2014 e IEC 61000-3-4. El estándar

IEE-519-2014 especifica que debe ser inferior al 8% y el promedio registrado supera el límite especificado en el estándar. También se instalará un filtro activo de 60 A para ahorrar S/. 15.000,00 nuevos soles por año si se instala el filtro activo. (10). Es autor muestra la calidad actual y la corrección que sugiere y lo refleja en dinero lo que se puede ahorrar al mejorar las fallas eléctricas.

En Piura (Perea y Vásquez, 2020) en su trabajo titulado “Metodología para realizar auditoría de energía eléctrica. Caso aplicativo: Edificio de educación superior” escrita en Piura. Tiene como objetivo dar un ejemplo práctico de una auditoría de capacidad. Y obtiene como resultado que el filtro pasivo de 3er orden se coloca en serie con la carga en la línea de fase del circuito monofásico a la salida del interruptor automático. Son un tipo de filtro muy utilizado en instalaciones con niveles de tercer armónico muy elevados, se ubican en una parte concreta de la instalación o circuito, son pequeños, fáciles de instalar, económicos y realmente efectivos. Eliminan del 80% al 90% del tercer armónico. También reducen el valor RMS del suministro de corriente, lo que elimina en gran medida las características de ondulación con factores de cresta elevados que caracterizan a estas cargas monofásicas no lineales. (11). Este ingeniero nos muestra donde se debe colocar los filtros y el porcentaje de reducción de distorsión que se obtiene al utilizarlos en un sistema.

Las teorías utilizadas en el desarrollo de este trabajo se ordenaron de la forma como se resolvieron los objetivos específicos iniciando por el primero para ello se citó:

Tableros eléctricos

“Un armario eléctrico es el lugar donde se concentran los dispositivos de interconexión, control y maniobra para permitir el normal funcionamiento de la instalación eléctrica” (12).

Partes principales de tableros

- > “Gabinete: caja de metal o material polimérico ignífugo, grado de protección (IP) según el lugar de instalación.
- > Varilla: cobre electrolítico de alta conductividad.

- > Panel de interruptores: Base de hierro galvanizado, atornillado con o sin placa de aislamiento.
- > Mandil: tapa o placa utilizada para cubrir el panel de interruptores, cubriendo los terminales bajo tensión.
- > Puerta: la parte que cubre mandil del armario.
- > Equipos de control y seguridad.
- > Seguridad: varilla o abrazadera de tierra.
- > Diagrama unifilar" (13).

Clasificación de tableros eléctricos

- “Tablero eléctrico principal.
- Tableros eléctricos de distribución.
- Tablero eléctrico seccional general.
- Tablero eléctrico seccional” (14).

Cables eléctricos

Los cables eléctricos son conductores y “La función principal de los conductores es transmitir electricidad de manera segura y confiable desde la fuente de energía a varias cargas” (15).

Además, estos conductores tienen ciertas características como “El cable libre de halógenos de alta seguridad con bajo nivel de humo y gases corrosivos en caso de incendio es adecuado para su uso en estaciones de conmutación y lugares públicos” (16).

Para calcular el diámetro del conductor a utilizar se usa:

Circuito monofásico	Circuito trifásico
$I = \frac{P}{V}$ (Ec 01)	$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$ (Ec 02)

Tabla 01: “Formula de potencia” (17).

Equipos de protección eléctrica

“La protección del circuito incluye cortar la fuente de alimentación en caso de que se detecte una corriente superior a la que estaría circulando durante el funcionamiento normal del receptor” (18).

Entre los más utilizados tenemos:

El Interruptor Termomagnético, “la capacidad del interruptor termomagnético se debe encontrar entre 1,25 veces la intensidad de la carga y la intensidad que puede transportar el conductor a proteger” (19).

$$1.25I_{carga} < I_{ITM} < I_{conductor} \quad (\text{Ec. 03})$$

El Interruptor Diferencial, se puede elegir el ID correcto teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- “Diseño / formato.
- Tipo.
- Número de polos.
- Sensibilidad” (20).

Potencia

Se calcula con:

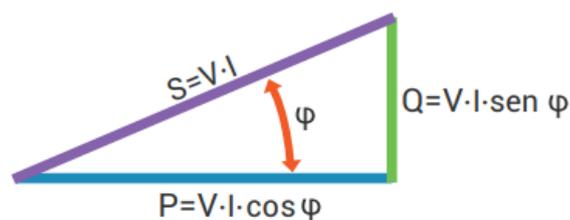


Figura 01: “Triángulo de potencias” (21).

De este triángulo se obtiene:

$$S = V * I \quad (\text{Ec 04})$$

$$P = V * I * \cos \varphi \quad (\text{Ec 05})$$

$$Q = V * I * \sin \varphi \quad (\text{Ec 06})$$

Para resolver el segundo objetivo específico se utilizó el siguiente conocimiento:

Instrumento de medición eléctrica.

Analizador de redes

“Son equipos dedicados a la lectura de parámetros eléctricos y consumos energéticos en cuadros principales. Equipos dedicados a aportar información relevante sobre el estado general de cada línea” (22).

“Son adecuados para una amplia gama de aplicaciones, los dispositivos brindan mediciones que van desde el consumo de corriente, voltaje, energía y corriente hasta la visualización de armónicos individuales en corriente y voltaje para evaluar el voltaje y la calidad de la corriente” (23).

Uso de software PQ Log

- > “Preparar el analizador para usarlo.
 - Conectar el registrador a una PC.
 - Configurar el analizador para una función de tipo P en el software PQ log.
- > Registro de los datos de calidad de energía eléctrica.
- > Transferencia de los datos obtenidos al PC” (24).

Conexión del analizador en sistema trifásico en estrella

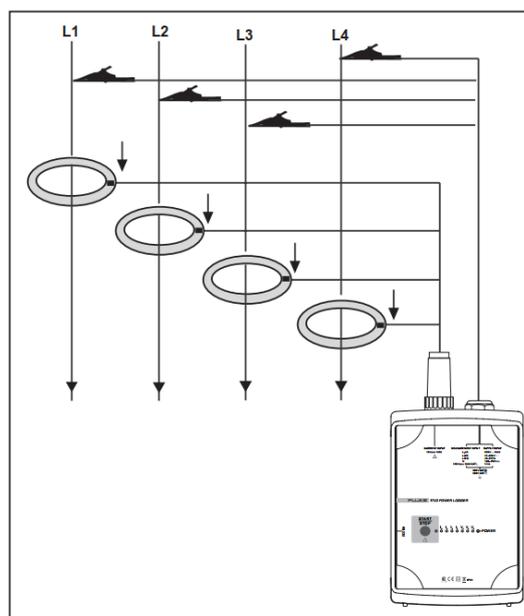


Figura 02: “Conexión de registrador en sistema trifásico” (25).

Para resolver el tercer objetivo se incluyeron las siguientes definiciones.

Procesar resultados con PQ Log

- > “Resúmenes gráficos,
- > Voltaje acumulado,
- > frecuencia acumulada” (26).

Parámetros eléctricos y sus tolerancias según NTCSE aprobada mediante Decreto Ley No 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

Tensión

- Tensión del suministro eléctrico

“El indicador para evaluar la tensión de entrega, en un intervalo de medición (k) de quince (15) minutos de duración, esta expresado como un porcentaje de la tensión nominal del punto:

$$\Delta V_k(\%) = \frac{(V_k - V_N)}{V_N} 100 \% \quad (\text{Ec. 07})$$

dónde:

ΔV_k = porcentaje de V_k con respecto al voltaje nominal [%]

V_k = voltaje de sobre o sub – tensión con respecto al voltaje nominal [V]

V_N = voltaje nominal en el punto de medición [V]” (27).

- Parámetros de una tensión de calidad

“Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las Etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta el ± 5.0 % de las tensiones nominales de tales puntos” (28).

Frecuencia

- Frecuencia de suministro eléctrico

“El indicador principal para evaluar la frecuencia de entrega, en un intervalo de medición (k) de quince (15) minutos de duración, denominado Variaciones Sostenidas de Frecuencia, está expresado como un porcentaje de la frecuencia nominal del sistema:

$$\Delta f_k(\%) = \frac{f_k - f_N}{f_N} 100 \% \quad (\text{Ec. 08})$$

dónde:

Δf_k = porcentaje de variación de f_k con respecto a la frecuencia nominal [%]

f_k = perturbación de frecuencia [hz]

f_N = frecuencia nominal [hz]" (29).

- Tolerancias de frecuencia de calidad

“Las tolerancias admitidas para variaciones sobre la frecuencia nominal, en todo nivel de tensión, son:

Variaciones Sostenidas (Δf_k [%]): $\pm 0.6 \%$.

Variaciones Súbitas (VSF'): ± 1.0 Hz.

Perturbaciones eléctricas y sus tolerancias según la NTCSE aprobada mediante Decreto Ley No 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento

“Las perturbaciones eléctricas son fenómenos o eventos que afectan las características de una fuente de alimentación. Afectan a la tensión, la corriente o la frecuencia y pueden tener su origen en el sistema de distribución o en los propios equipos del usuario” (31).

Armónicos

“Una señal de corriente o voltaje cuya frecuencia es un número entero de la frecuencia fundamental (60 Hz o 50 Hz). Estas perturbaciones son causadas por cargas no lineales conectadas al sistema o red eléctrica” (32).

El orden de los armónicos de sector terciario es:

Actividad	Procesos	3er armónico	5º armónico	7º armónico
Centros comerciales	Informática, iluminación, climatización, montacargas			

Tabla 02: “Orden de armónicos que comúnmente se presentan en centros comerciales” (33).

“Distorsión armónica total, THD (Total Harmonic Distortion), aplicable tanto a la tensión como a la intensidad es:

$$THDV = \sqrt{\frac{V_i^2 - V_N^2}{V_N^2}} 100 \% \quad (\text{Ec. 09})$$

$$THDI = \sqrt{\frac{I_i^2 - I_N^2}{I_N^2}} 100 \% \quad (\text{Ec. 10})$$

dónde:

THDV = Distorsión de onda total de la tensión [%]

THDI = Distorsión de onda total de la intensidad [%]

V_N = Es el Valor eficaz (RMS) de la tensión armónica [V]

I_N = Es el Valor eficaz (RMS) de la intensidad armónica [A]

V_i = Es la tensión nominal del punto de medición [V]

I_i = Es la intensidad nominal del punto de medición [A]” (34).

- Tolerancias de armónicos de tensión.

“La presencia de armónicos con respecto a la tensión nominal del punto de medición no debe superar el THD $\leq 5\%$ al igual que la corriente nominal” (35).

- Tolerancia de armónicos de corriente

La IEC 61000-3-2 define las tolerancias para armónicos de corriente:

Orden del armónico n	Corriente armónica máxima admisible A
Armónicos impares	
3	2,30
5	1,14
7	0,77
9	0,40
11	0,33
13	0,21
$15 \leq n \leq 39$	$0,15 \frac{15}{n}$
Armónicos pares	
2	1,08
4	0,43
6	0,30
$8 \leq n \leq 40$	$0,23 \frac{8}{n}$

Figura 03: “Limite de tolerancias de armónicos de corriente” (36).

Flicker

“Es el fenómeno de variación de la intensidad luminosa presente en las lámparas (por ejemplo: incandescentes) que afecta la visión humana y depende directamente de los niveles de percepción de un observador” (37).

- Tolerancia de flicker

“El Índice de Severidad por Flícker (P_{st}) no debe superar la unidad ($P_{st} \leq 1$) en Alta, Media y Baja Tensión” (38).

Para resolver el cuarto objetivo se incluyeron las siguientes definiciones.

Soluciones de perturbaciones eléctricas

- Filtro de armónicos

“Los filtros deben calcularse dependiendo del armónico que se va a minimizar.

$$I_{\text{Filtro activo}} = \sqrt{I_{\text{armonica}}^2 + I_{\text{potencia reactiva}}^2 + I_{\text{equilibrado fases}}^2} \left(\frac{A}{\text{fase}} \right) \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

$$I_{\text{armonica}} = THDI * I_{\text{fase}} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$I_{\text{potencia reactiva}} = \frac{Q_{\text{fase}}}{V_{\text{fase}}} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$I_{\text{equilibrado de fase}} = \text{el valor mas grande de } \begin{cases} I_{\text{media}} - I_{\text{minima}} \\ I_{\text{maxima}} - I_{\text{media}} \end{cases} \quad (\text{Ec. 14})$$

$$I_{\text{media}} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} \quad (\text{Ec. 15})$$

Luego se calcula:

$$I_{\text{Filtro activo total}} = I_{\text{Filtro activo}} * FT^\circ * FAlt \left(\frac{A}{\text{fase}} \right) \quad (\text{Ec. 16})$$

Dónde:

$FT^\circ = \text{se considera si la temperatura ambiente} > 40^\circ C$

$FAlt = \text{se considera en isntalaciones situadas a} > 1000 \text{ msnm}” (39).$

- Banco de condensadores

“Se utilizan para compensar las fluctuaciones de tensión provocadas por subidas o bajadas de tensión al encender y apagar los respectivos grupos de motores; Entre sus formas de instalación encontramos un tipo fijo o automático” (40).

“La capacitancia de la potencia reactiva se calcula con la siguiente formula:

$$C = \frac{Q_C}{2 * \pi * f * V^2} \quad (\text{Ec 17})$$

Dónde:

C = capacitancia [F]

Q_C = potencia reactiva [Var]

f = frecuencia [Hz]

V = voltaje [V]” (41).

Programa para simular perturbaciones eléctricas

Software LabVIEW

“Es un entorno de diseño y desarrollo de sistemas que se aplican a la automatización, control, adquisición y manejo de datos” (42).

Como se simula en LabView

- > “Ingresar al programa Labview
- > Crear una señal
- > Se coloca la magnitud de la frecuencia el terminal de frecuencia.
- > Se coloca la amplitud de la señalen terminal de amplitud de señal
- > Se crea un simulador para observar el comportamiento de la onda
- > Se crea otra señal
- > Se agrega un multiplicador para multiplicar la señal anterior por el orden de armónico
- > Se suman las señales para observar en el simulador” (43).

Excel

“Es una hoja de cálculo que te permite manipular datos numéricos y alfanuméricos, dispuestos en forma de tablas con celdas” (44).

Como se simula en Excel

- > “Abres una hoja de calculo
- > Registras los valores de las tablas en la hoja de cálculo.
- > Insertas un diagrama de dispersión de líneas.
- > Seleccionas los datos para cada eje y aceptas
- > Colocas el titulo y los nombres a los ejes” (45).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: El tipo de investigación es aplicada porque se utilizó los conocimientos de la calidad de energía en un sistema eléctrico para determinar un procedimiento adecuado de recojo de información, análisis de estos y buscar la solución a las perturbaciones en el circuito estudiado.

3.1.2. Diseño de investigación: El diseño de investigación es no experimental desarrollado en un estudio de caso porque se estudió el problema de un lugar en particular.

3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente son los parámetros involucrados en el cálculo de calidad de energía: frecuencia, voltaje y corriente, en sus indicadores que son voltaje adecuado, frecuencia adecuada, armónicos y perturbaciones de la interconexión en cuestión porque de ello dependió la alternativa de solución correspondiente al caso.

La variable dependiente son las acciones de corrección que podrían ser filtros de armónicos, reguladores de voltaje y banco de condensadores; que son elementos que dan solución a los problemas que se encuentran en dicha interconexión porque luego de analizar los resultados de la herramienta de medición se determinó una solución.

La tabla de operacionalización de variables se encuentra en el Anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. La población para este proyecto es los tableros de distribución de la tienda Tottus del centro comercial Mall Plaza de la ciudad de Trujillo.

3.3.2. Como muestra para este trabajo se seleccionó el tablero de distribución T.D.A. Y A "TT3" de la tienda Tottus del centro comercial Mall Plaza en Trujillo.

3.3.3. El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia, porque se seleccionó la muestra por la facilidad que cuenta el investigador.

3.3.4. La unidad de análisis es el tablero T.D.A. Y A "TT3" de la tienda Tottus.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Ficha de observación
Análisis documental	Ficha de registro

Tabla 03: (Técnicas he instrumentos) Elaboración propia

Los instrumentos de medición se encuentran en los Anexos 02 y 03.

3.5. Procedimientos

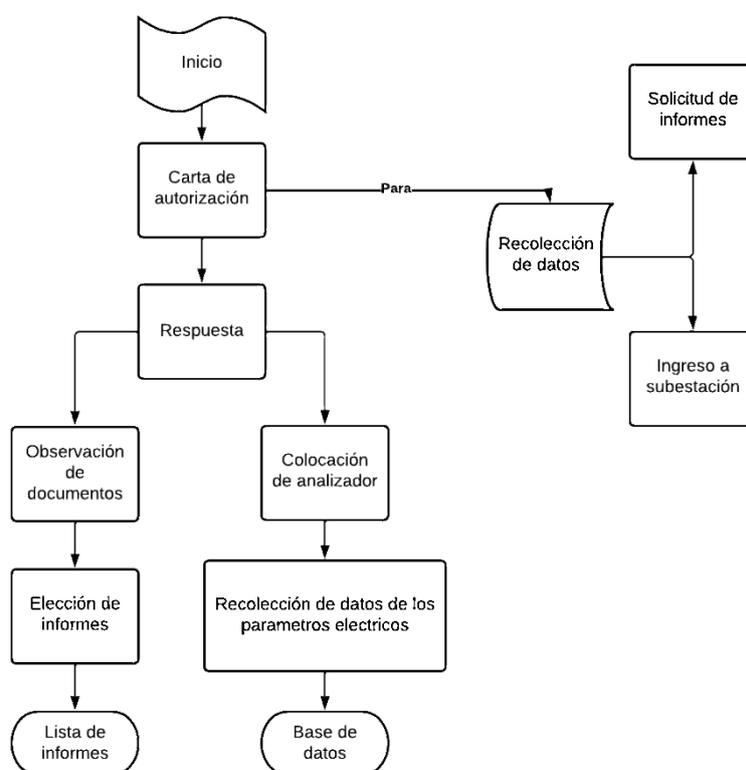


Figura 04: Procedimientos (Elaboración propia).

El proyecto de investigación se realizó en el siguiente orden; primero se envió una carta de autorización para poder ingresar a obtener datos, autorizando el ingreso de mi persona a realizar primero la solicitud de los informes de problemas presentados por causa de las perturbaciones en el servicio eléctrico y luego se ingresó a la sub estación lugar donde se encuentra el tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” del supermercado; Espere que el jefe de mantenimiento responda a la carta (Anexo 04) firmando

y autorizando que se puede observar los informes y colocar el analizador de redes. Se revisaron los documentos y se seleccionaron los informes que muestran problemas por causas de perturbaciones eléctricas, se colocó el analizador de redes y se descargaron la base de datos del programa PQ Log. Para finalizar se presentó los datos obtenidos en tabla de frecuencia, tabla de promedios y base de datos.

3.6. Método de análisis de datos

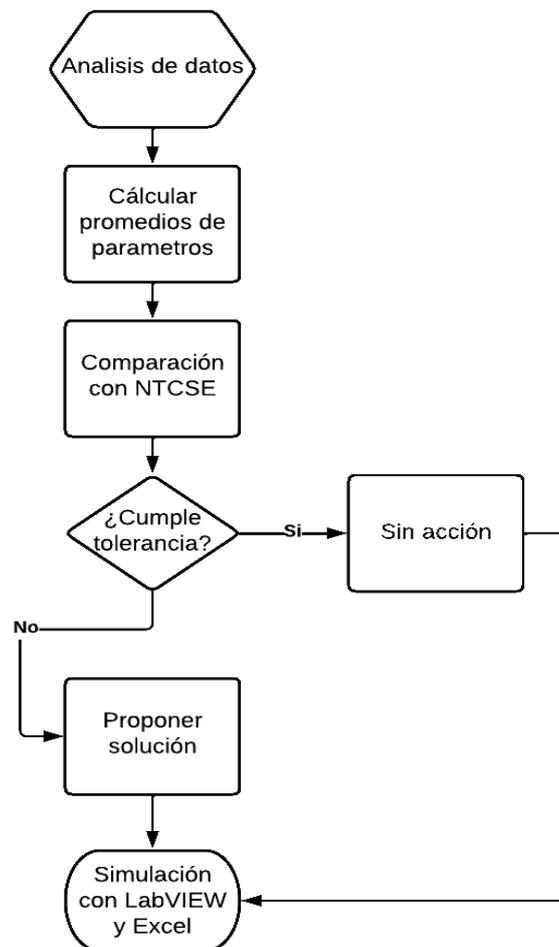


Figura 05: Método para analizar los datos (Elaboración propia).

El análisis de los datos para este trabajo se realizó de la siguiente manera, primero se calculó el promedio de los indicadores de la calidad de la energía eléctrica que son voltaje, frecuencia, corriente, armónicos y perturbaciones en la amplitud de la tensión, después se comparó los resultados con los rangos aceptados en el país según la NTCSE, luego se determinó si está

dentro de la tolerancia indicada, para después analizar los casos con presencia de perturbaciones eléctricas fuera de rango para brindar una solución que reduzca las perturbaciones hasta las tolerancias aceptadas por norma y finalmente se simuló el efecto de estas perturbaciones en la frecuencia de voltaje y corriente en los software de Excel y LabVIEW.

3.7. Aspectos éticos

En la búsqueda de mantener un rango aceptable de perturbaciones eléctricas en el circuito eléctrico del supermercado Tottus se realizó el trabajo con el consentimiento del jefe de mantenimiento de dicho lugar para obtener los datos de la actual calidad de energía y evaluar de acuerdo a NTCSE cuanto se debería reducir las perturbaciones eléctricas para mantener la calidad del suministro de la tienda en los rangos aceptables por la ley, porque es importante mantener el suministro en los estándares aceptados tal como se menciona en la (NTCSE, 2011) que “se fijan las tolerancias y las respectivas compensaciones y/o multas por incumplimiento. Asimismo, se establecen las obligaciones de las entidades involucradas directa o indirectamente en la prestación y uso de este servicio en lo que se refiere al control de la calidad”, con el fin de brindar una posible solución ante el problema registrado en Tottus que llevo a pagos innecesarios, se realizó este estudio de caso.

IV. RESULTADOS

- Recolectar información y características técnica del tablero de distribución T.D.A. Y A “TT3” en Tottus de Mall Plaza.

Se inicia recolectando los datos del tablero de distribución en estudio para se detalla las características de este.

El directorio del tablero es el siguiente:

T.D.A. Y A TT3 TRASTIENDA 3 EMERGENCIA					
N°	ITM		ID		DESCRIPCIÓN
	ITEM	LLAVE	ITEM	LLAVE	
01	IG	3x400A	-	-	Interruptor general
02	IP-1	3x20A	-	-	Interruptor principal 1
03	IT-11	1x10A	ID-11	2X25A 30mA	Disponible
04	IT-12	1x10A	ID-12	2X25A 30mA	Alumbrado panadería
05	IT-13	1x10A	ID-13	2X25A 30mA	Disponible
06	IT-14	1x10A	ID-14	2X25A 30mA	Disponible
07	IT-15	1x10A	ID-15	2X25A 30mA	Luz emergencia
08	IT-16	1x10A	ID-16	2X25A 30mA	Disponible
09	IT-17	1x10A	ID-17	2X25A 30mA	Recepción NON FOOD 2
10	IT-18	1x10A	ID-18	2X25A 30mA	Disponible
11	IT-19	1x20A	ID-19	2X25A 30mA	Disponible
12	IP-2	3x50A	-	-	Interruptor principal 2
13	IT-21	1x16A	ID-21	2X25A 30mA	Enchufes enchufe p. caliente
14	IT-22	1x32A	ID-22	2X25A 30mA	Disponible
15	IT-23	1x32A	ID-23	2x25A 30mA	Disponible
16	IT-24	1x20A	ID-24	2X25A 30mA	Disponible
17	IT-25	1x16A	ID-25	2X25A 30mA	Disponible
18	IT-26	1x10A	ID-26	2X25A 30mA	Disponible
19	IT-27	1x16A	ID-27	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
20	IT-28	1x16A	ID-28	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
21	IT-29	1x16A	ID-29	2X25A 30mA	Toma colgante en panadería
22	IP-3	3x25A	-	-	Interruptor principal 3
23	IT-31	1x16A	ID-31	2X25A 30mA	Disponible
24	IT-32	1x16A	ID-32	2X25A 30mA	Enchufes monofásicos panadería

25	IT-33	1x16A	ID-33	2X25A 30mA	Enchufes tratamiento de agua
26	IT-34	1x16A	ID-34	2X25A 30mA	Enchufes atomizador agua
27	IT-35	1x16A	ID-35	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
28	IT-36	1x16A	ID-36	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
29	IT-37	1x16A	ID-37	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
30	IT-38	1x16A	ID-38	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
31	IT-39	1x16A	ID-39	2X25A 30mA	Enchufes disponibles
32	Q-9	3x125A	-	-	Horno rotatorio
33	Q-10	3x125A	-	-	Horno disponible
34	Q-11	3x125A	-	-	Horno modular panadería
35	Q-12	3x125A	-	-	Horno rotatorio panadería

Tabla 04: Directorio del tablero de distribución TDA Y A "TT3".

El tablero de distribución cuenta con

- > 01 analizador de red (medidor)
- > 31 derivaciones implementadas
- > 35 interruptores termomagnéticos implementados
- > 27 interruptores diferenciales implementados
- > 10 cargas conectadas constantemente

El voltaje que ingresa al tablero es de 380 V con salida en 380/220 V.

Además, los cables utilizados son THW - 90.

El diagrama unifilar del tablero se encuentra en el Anexo 05.

Se verifico la presencia de fallas por presencia de perturbaciones eléctricas en las derivaciones del tablero TT3 referidas en el Anexo 06 por lo que procederá a colocar el analizador de redes.

- Registro de los datos con un analizador de redes de los parámetros eléctricos en el tablero de distribución T.D.A. Y A "TT3".

Para ello se realizó la programación del equipo a utilizar que fue un analizador de redes de la marca Fluke modelo 1743, la programación se realizó en el programa gratuito PG Log de la siguiente manera:

1. Primero se configura un registro para la función P que es la función aceptada por el analizador utilizado:

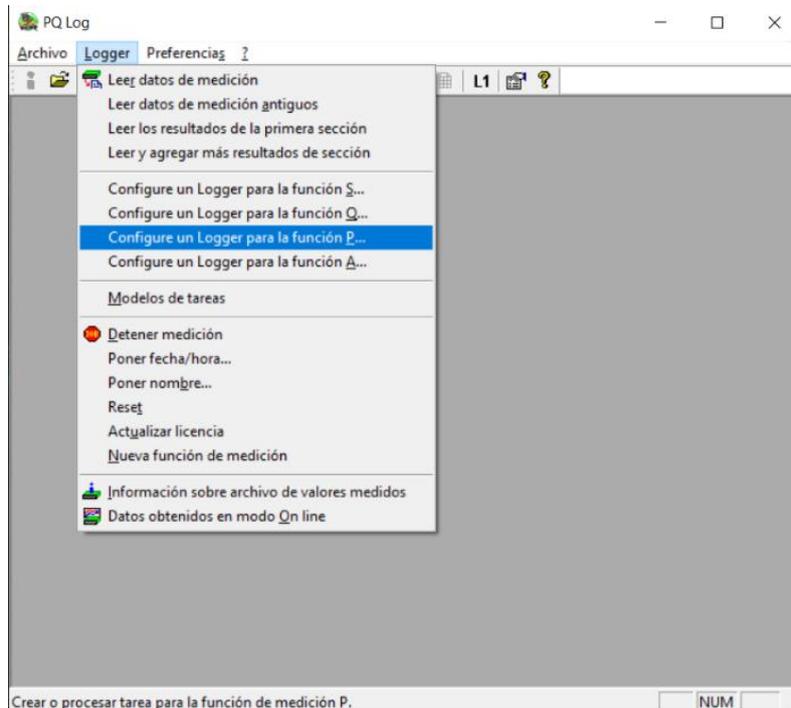


Figura 06: Configuración del registrador en el programa PQ Log

2. Luego aparece la siguiente ventana donde ingresaremos los datos eléctricos con los que trabaja esta derivación, se coloca el tipo de potencia que viene siendo la configuración de la línea en este caso es estrella. Después colocamos los datos de tensión y frecuencia que son 220 v y 60 Hz respectivamente, y colocamos que registre los valores máximos y mínimos de tensión en 5 segundos. Se colocan el tipo de registrador 1743 Power Quality Logger, el tipo adjunto que son el tipo de pinza del analizador que en este caso es Flexi-CT, de 4 polos; además colocamos la corriente máxima a soportar por las pinzas que es 100 A. También se tienen que colocar el intervalo de trabajo que viene siendo el periodo promedio de registro que se colocó cada 15 minutos como lo exige la NTCSE, el modelo de memoria se coloca lineal así cuando la memoria se llena el registro termina y no se sobre escribe los datos, luego colocamos el periodo para los valores de potencia.

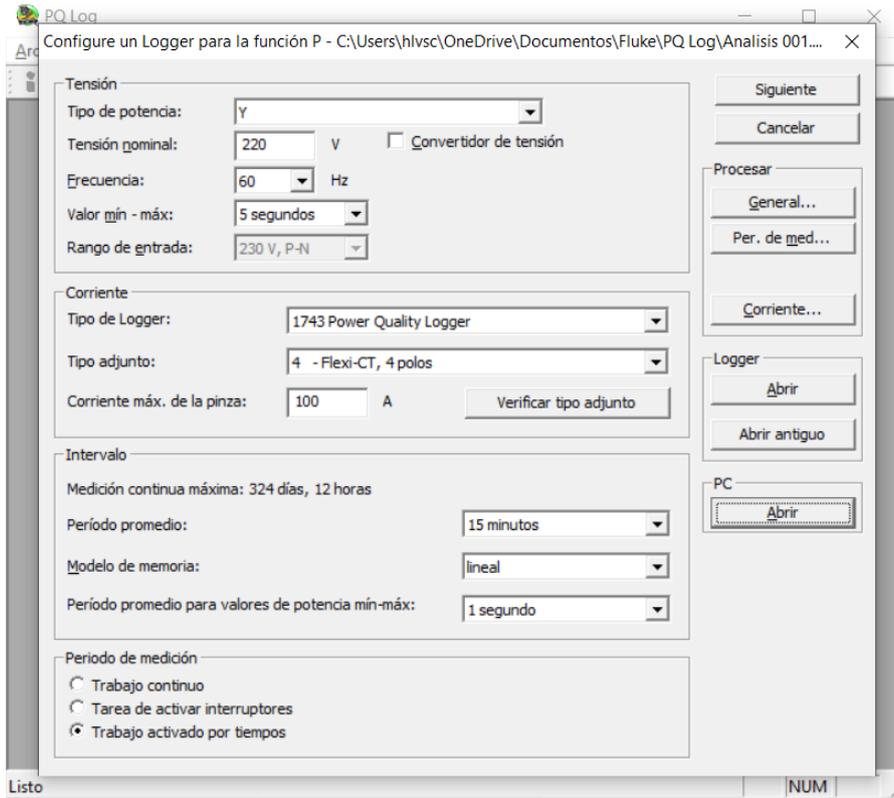


Figura: 07: Parámetros ingresados en la configuración.

- Después se coloca un periodo de medición para este caso se colocó el mostrado en la figura que es de 4 días.

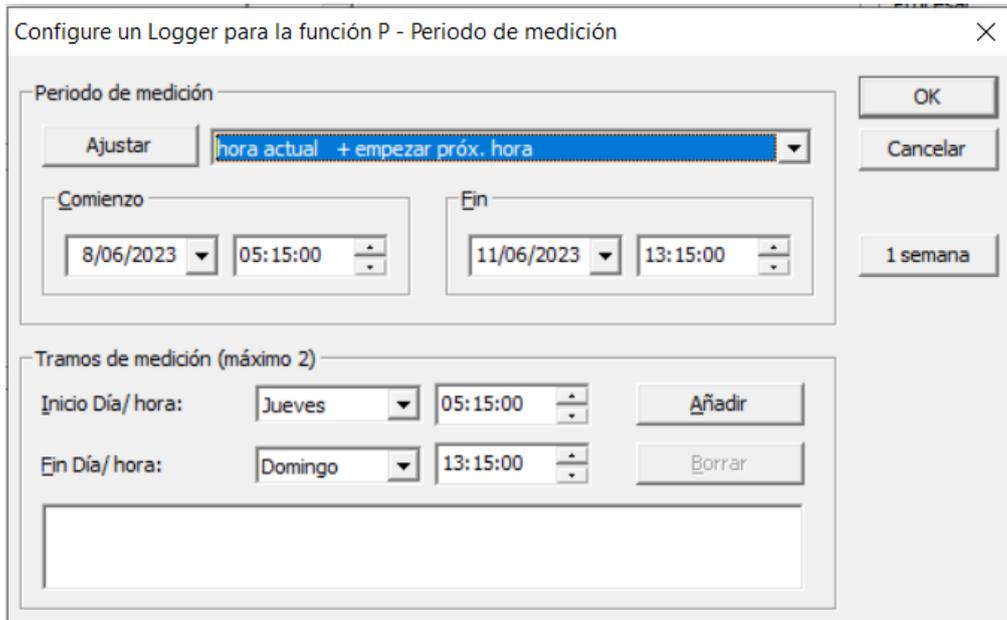


Figura 08: Periodo de medición del registrador.

4. Finalmente se guardan los datos en la computadora y en el registrador.

Configure un Logger para la función P - C:\Users\hivsc\OneDrive\Documentos\Fluke\PQ Log\An... X

Empresa:		Cerrar
Sección:		Cancelar
Dirección:		Imprimir
Convertidor:		
Referencia:		
Código de medición:		
<hr/>		
Periodo de medición:	Ju, 8/6/2023 05:15:00 - Do, 11/6/2023 13:15:00	Logger
Intervalo:	15 minutos/lineal	Guardar
Tramos de medición:	ninguno programado	
<hr/>		
Tensión		
Tipo de potencia:	Y	
Tensión nominal:	220 V	
Rango de entrada:	230 V, P-N, 60 Hz	
Convertidor de tensión:	-	
Valor mín - máx:	5 segundos	
<hr/>		
Eventos:	-10.00/+10.00% de 220 V, lineal	
Histéresis:	2.00 %	
<hr/>		
Corriente	Fase	Conductor neutral
Rango de entrada:	100 A	100 A
Número de convertidores de corriente:	3	0
Convertidor de corriente adicional:	-	-
Valor máx:	0.5 periodos	0.5 periodos
<hr/>		
Potencia		
Valor mín - máx:	1 segundo	

Figura 09: Datos de configuración guardados en el pc.

Luego de realizar la programación del registrador pasamos a colocar las pinzas y los cables flexibles en cada línea y el neutro de acuerdo a la señalética de los cables.

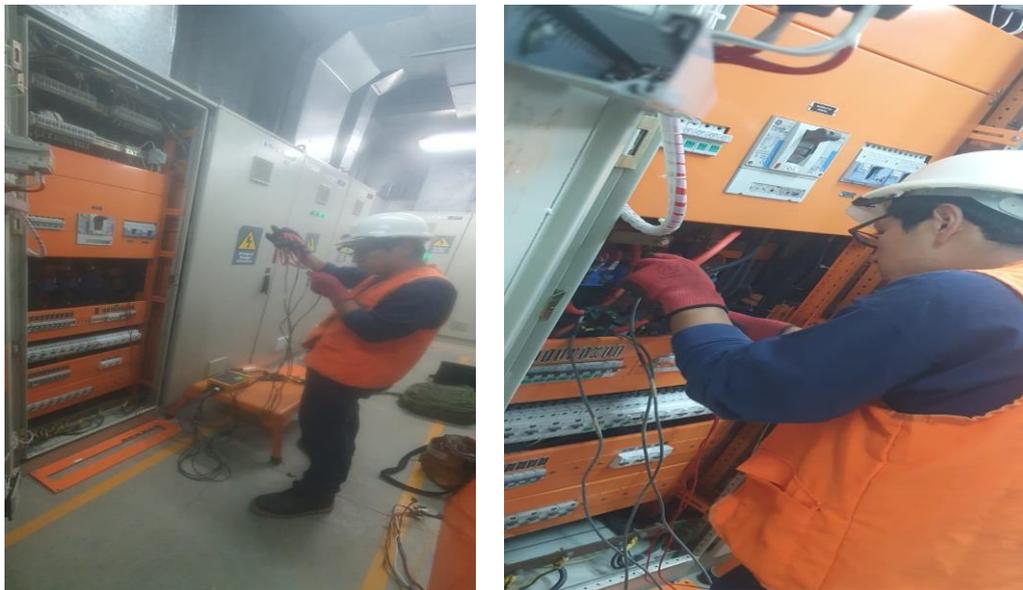


Figura 10: Instalación de analizador de redes.

Verificamos que se esté realizando el registro:



Figura 11: verificación del registro

Después colocamos el mandil del tablero:



Figura 12: Colocación de tapa interna del tablero.

Después de cumplirse el tiempo de registro se procedió a retirar el analizador:



Figura 13: Destilación del analizador de redes.

Se transfieren los datos registrados del analizador a un pc para analizarlos, esto se realiza en el programa PQ Log y guardando los archivos en pdf.

Por problemas de registro con el analizador de redes se procedió a realizar un registro visual ya que el tablero cuenta con un analizador de redes que muestra los parámetros eléctricos en tiempo real las evidencias se encuentran en el Anexo 07.

- Análisis de los datos registrados con el analizador de redes y comparar los resultados del diagnóstico con la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos.

La base de datos se muestra en listas de los datos registrados con respecto a los parámetros eléctricos del Anexo 08 al Anexo 12 de los cuales se obtuvieron los promedios al sumar todos los valores registrados y dividiéndolo por el número de registro en cada parámetro y siguiendo la siguiente metodología:

- > Usando la ecuación 07 hallaremos el indicador de tensión.
- > Usando la ecuación 08 hallaremos el indicador de frecuencia.

Se hallaron los siguientes indicadores:

N°	Parámetro	Indicador (%)		
		L1	L2	L3
1	Tensión	0,81	0,85	1,29
2	-Frecuencia (V. sostenida) -Variaciones súbitas	0.005		
3	Armónicos de tensión	0,36	0,44	0,39
4	Armónicos de corriente	5,83	4,03	3.86
5	Flicker	0,49	0,497	0,46

Tabla 05: Indicadores promediados de los parámetros registrados.

Luego se comparó con las tolerancias de la NTCSE

N°	Parámetro	Registrado (%)			NTCSE	Resultado
		L1	L2	L3		
1	Tensión	0,81	0,85	1,29	± 5%	La tensión está dentro de lo normado.
2	-Frecuencia (V. sostenida) -Variaciones súbitas	0,005			± 0,6% ± 1%	La frecuencia es dentro de lo normado.
3	Armónicos de tensión	0,36	0,44	0,39	± 5%	Los armónicos de tensión están dentro de lo normado.
4	Armónicos de corriente	5,83	4.03	3.86	± 2,3%	Los armónicos de corriente no están dentro de las tolerancias normadas.
5	Flicker	0.49	0.497	0.46	Pst = 1	El índice de flicker esta dentro de la tolerancia.

Tabla 06: Cuadro de comparación de parámetros con la NTCSE

Se realizo un análisis del conductor eléctrico de cada derivación para verificar que son los correctos de acuerdo a la corriente y la distancia de la derivación.

Conductor de derivaciones del tablero TDA Y A "TT3"						
N°	ITM		ID		DERIVACIÓN	CONDUCTOR
	ITEM	LLAVE	ITEM	LLAVE		
03	IT-12	1x10A	ID-12	2X25A 30mA	Alumbrado panadería	4 mm ² THW
04	IT-15	1x10A	ID-15	2X25A 30mA	Luz emergencia	2,5 mm ² THW
TH	IT-17	1x10A	ID-17	2X25A 30mA	Recepción NON FOOD 2	2,5 mm ² THW
07	IT-21	1x16A	ID-21	2X25A 30mA	Enchufes enchufe p. caliente	4 mm ² THW
08	IT-27	1x16A	ID-27	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
09	IT-28	1x16A	ID-28	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
10	IT-29	1x16A	ID-29	2X25A 30mA	Toma colgante en panadería	4 mm ² THW
12	IT-32	1x16A	ID-32	2X25A 30mA	Enchufes monofásicos panadería	4 mm ² THW
13	IT-33	1x16A	ID-33	2X25A 30mA	Enchufes tratamiento de agua	4 mm ² THW
14	IT-34	1x16A	ID-34	2X25A 30mA	Enchufes atomizador agua	4 mm ² THW
15	IT-35	1x16A	ID-35	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
16	IT-36	1x16A	ID-36	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
17	IT-37	1x16A	ID-37	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
18	IT-38	1x16A	ID-38	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
19	IT-39	1x16A	ID-39	2X25A 30mA	Enchufes disponibles	4 mm ² THW
20	Q-9	3x125A	-	-	Horno rotatorio	35 mm ² THW
21	Q-10	3x125A	-	-	Horno disponible	35 mm ² THW
22	Q-11	3x125A	-	-	Horno modular panadería	35 mm ² THW
23	Q-12	3x125A	-	-	Horno rotatorio en panadería	35 mm ² THW

Tabla 07: conductor de derivaciones del tablero TDA Y A "TT3".

Por datos obtenidos en el diagrama unifilar del tablero la tienda Tottus Anexo 13:

- > Las luces de emergencia y de recepción, se dimensionaron los conductores para las corrientes de 1,72 y 1,45 A respectivamente.

- > Los enchufes y luminarias de panadería, se dimensionaron los conductores para las corrientes de 2,75 y 3,83 A respectivamente excepto el enchufe de tratamiento de agua que se dimensionó con la corriente de 4,78 A.
- > Los hornos rotatorios y modular, se dimensionaron los conductores para la corriente de 84,76 A por fase.

Al revisar la tabla de datos técnicos THW – 90 (mm^2) Anexo 14.

Están bajo el amperaje admisible por el conductor.

- ❖ Se recomienda cambiar el conductor THW – 90 por conductores NH – 80 porque son libre de halógeno y no emiten gases tóxicos.
- Simular la información registrada por el analizador de redes y la posible solución para mantener las perturbaciones en el rango aceptado por la NCSE.
Para simular la información se utilizó los datos registrados, primero se simuló los datos de tensión de cada fase.

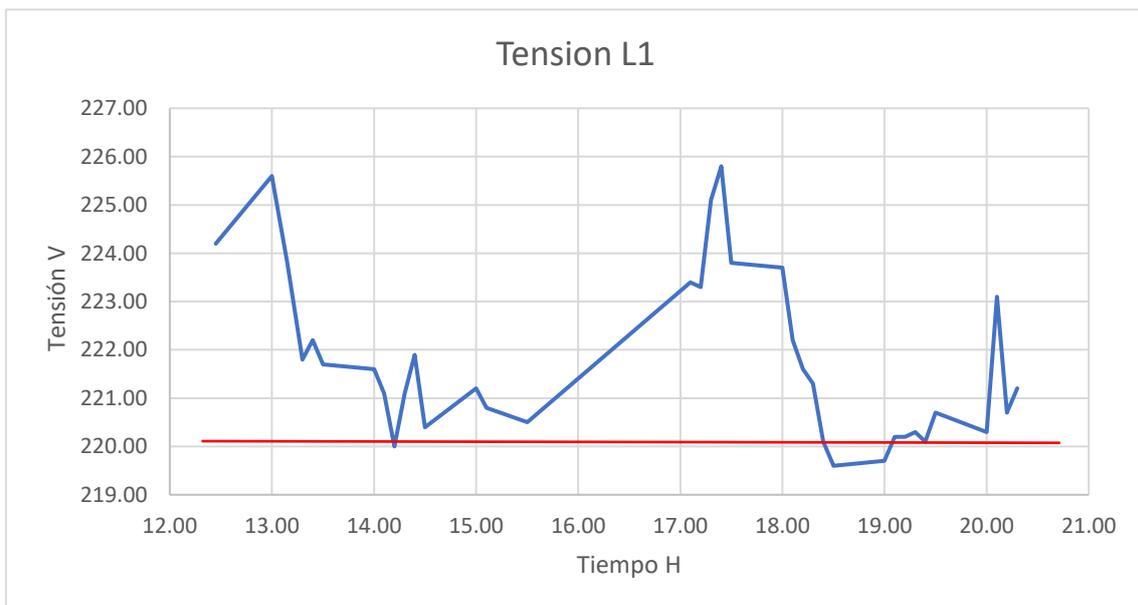


Gráfico 01: Tensión en L1

En este grafico se observa el comportamiento de la tensión en la línea 1 teniendo como máximo voltaje 225,8 V.

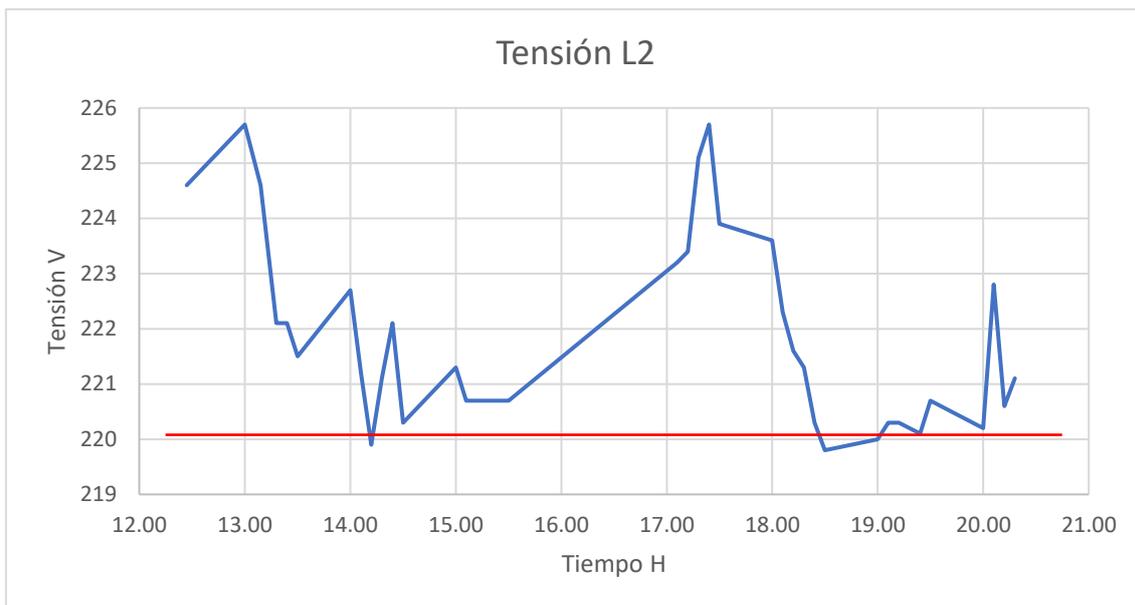


Gráfico 02: Tensión en L2

En este grafico se observa el comportamiento de la tensión en la línea 2 teniendo como máximo voltaje 225,7 V.

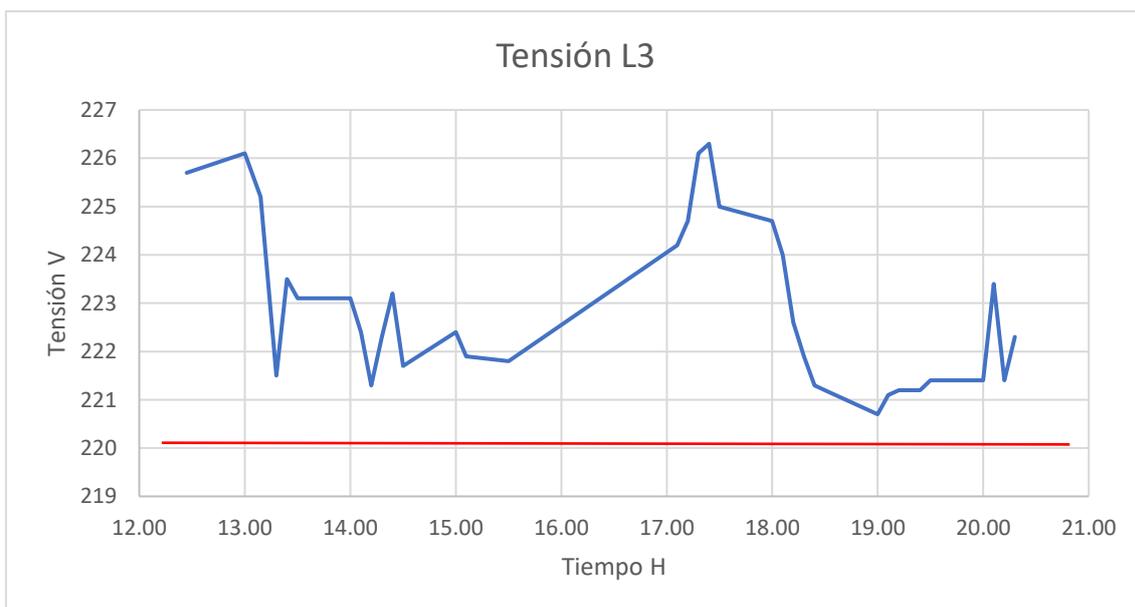


Gráfico 03: Tensión en L3

Se muestra el comportamiento de la tensión en la línea 3 siendo el máximo voltaje 226,3 V

Después se simuló la corriente por cada fase con los datos del Anexo 15.

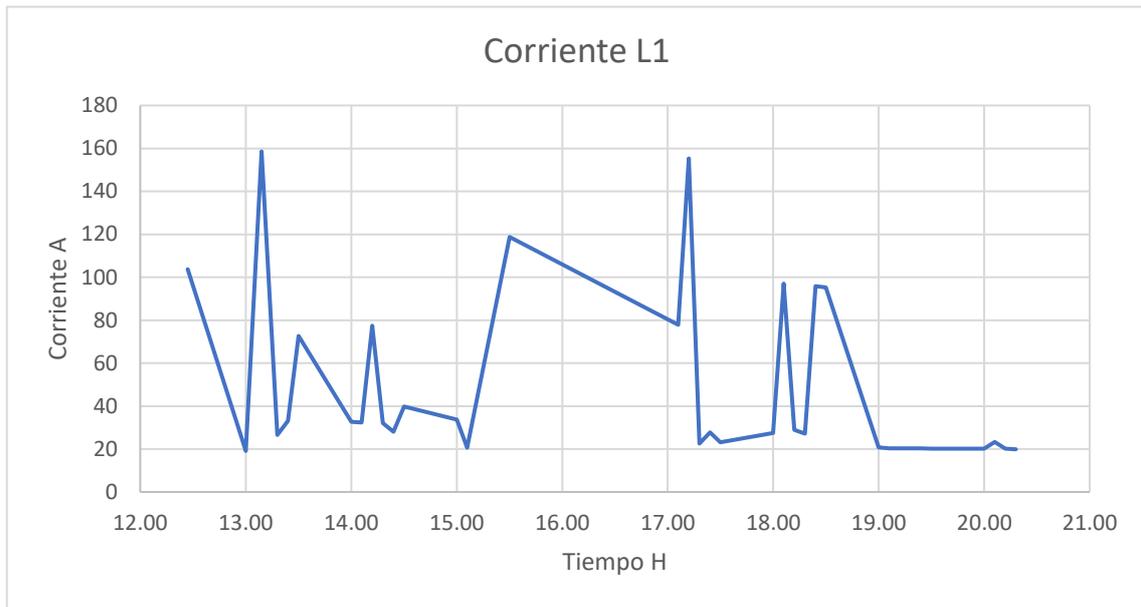


Gráfico 04: Corriente en L1

Se observa el comportamiento de la corriente en la línea 1 siendo el máximo amperaje 158,6 A.

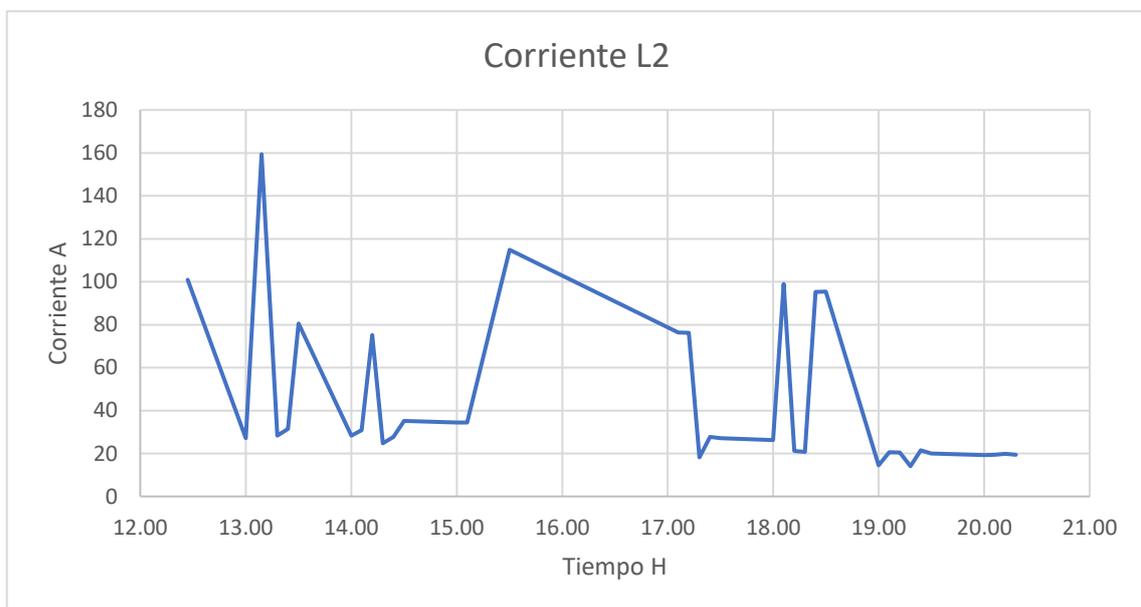


Gráfico 05: Corriente en L2

Se observa el comportamiento de la corriente en la línea 2 siendo el máximo amperaje 159,4 A.

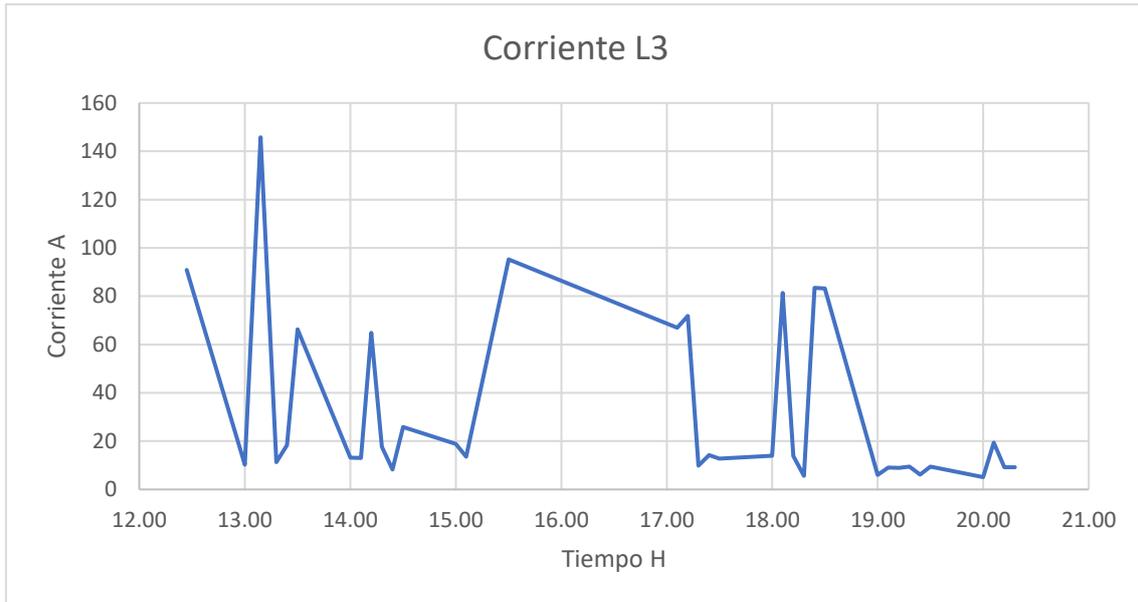


Gráfico 06: Corriente en L3

Se observa el comportamiento de la corriente en la línea 3 siendo el máximo amperaje 145,8 A.

Luego se simuló los datos de frecuencia del sistema.

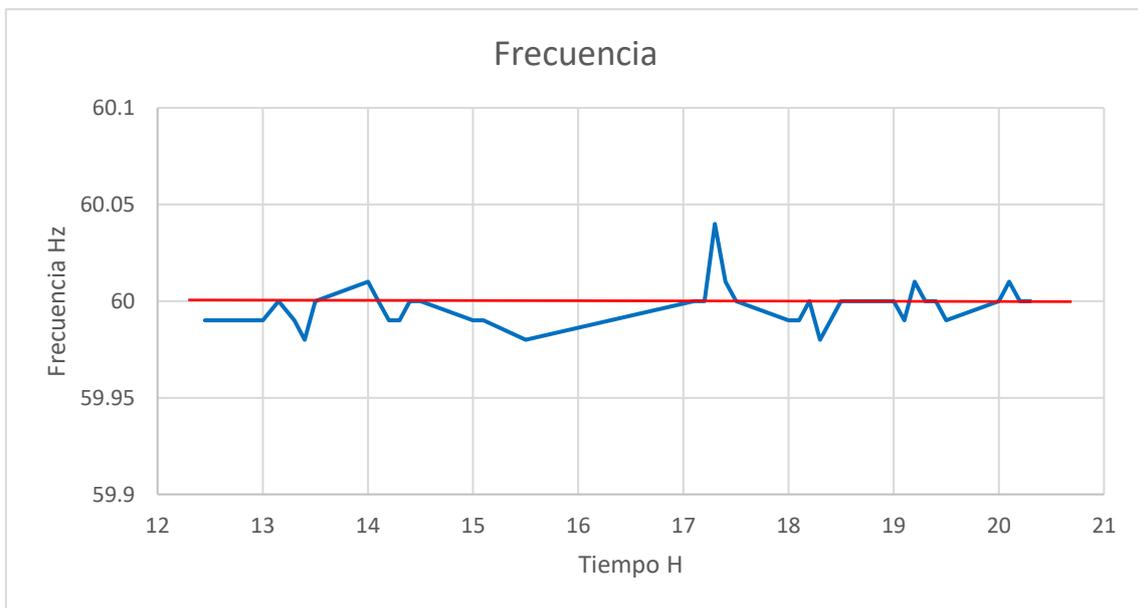


Gráfico 07: Frecuencia

Se observa el comportamiento de la frecuencia del sistema teniendo como máxima frecuencia 60,04 Hz.

Después se simuló los datos de la distorsión armónica total de la tensión por cada fase.

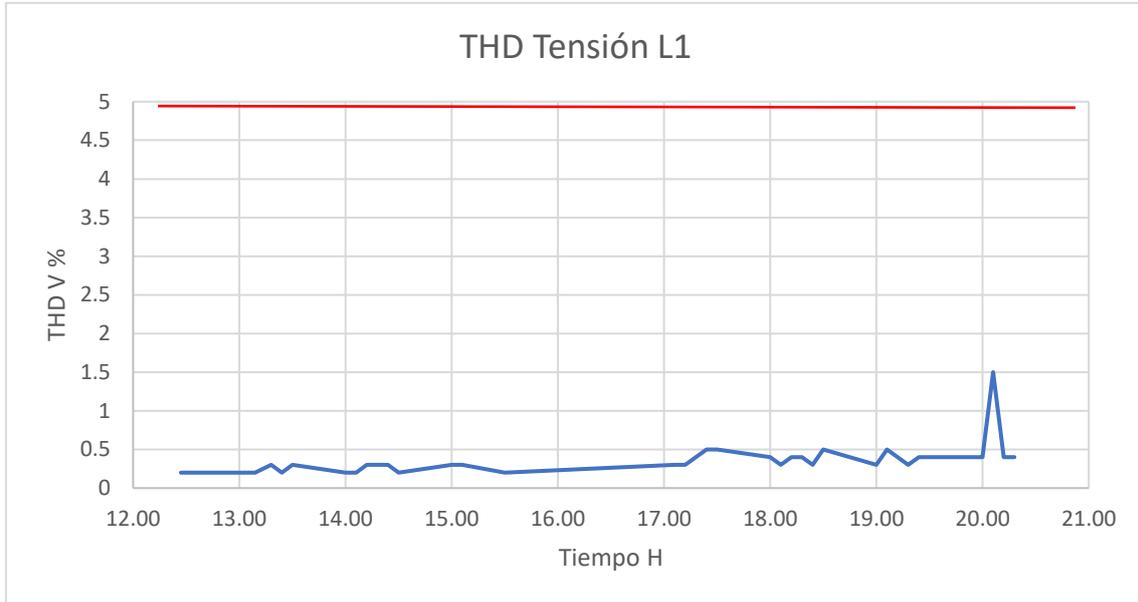


Gráfico 08: THD V en L1

Se muestra el comportamiento de los armónicos de tensión teniendo como máximo THD 1,5%.

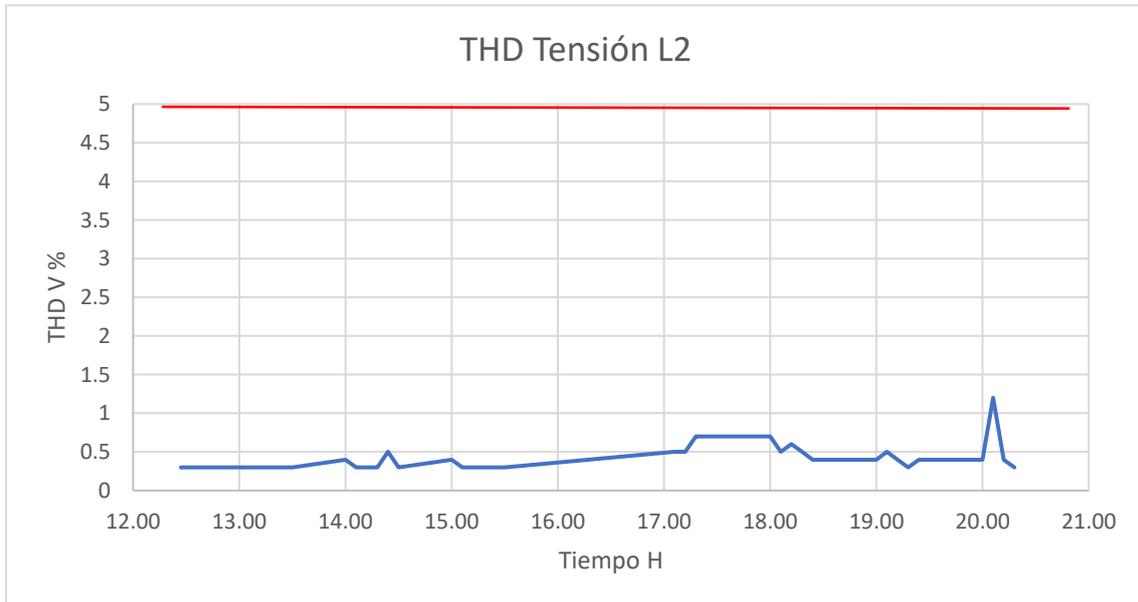


Gráfico 09: THD V en L2

Se muestra el comportamiento de los armónicos de voltaje en la línea 2 teniendo como máximo THD 1,2%.

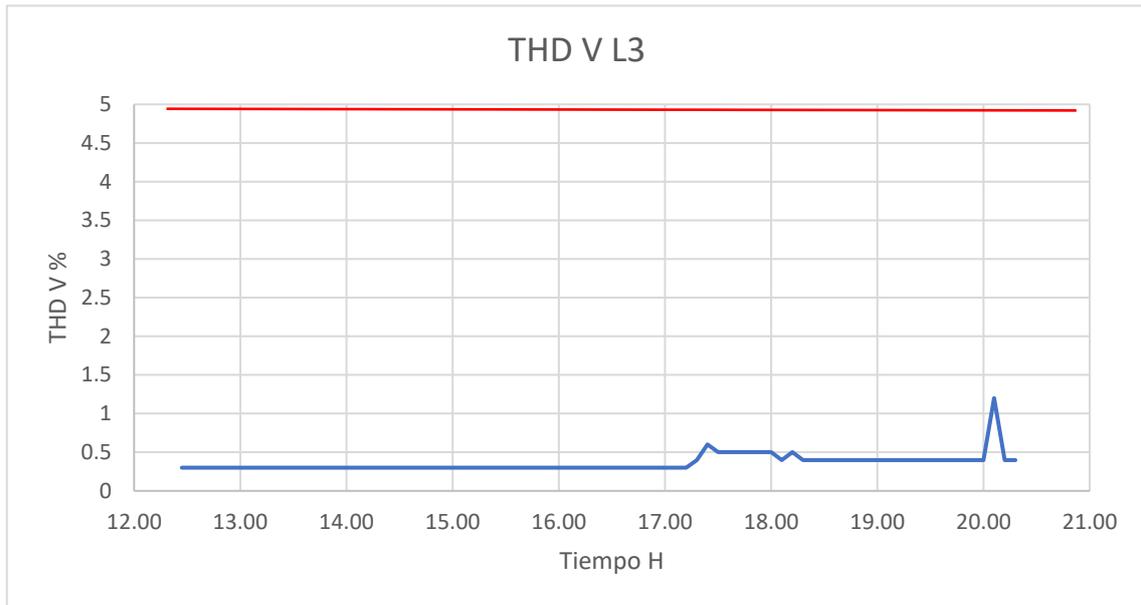


Gráfico 10: THD V en L3

Se muestra el comportamiento de los armónicos de voltaje en la línea 3 teniendo como máximo THD 1,2%.

Luego se simuló los datos de la distorsión armónica total de corriente por cada fase.

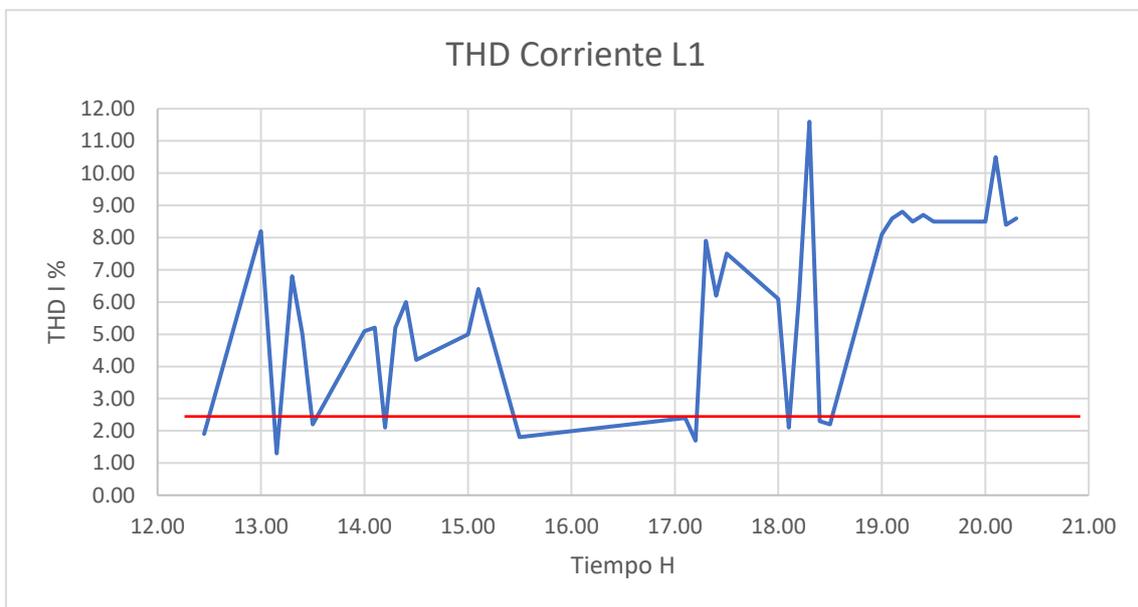


Gráfico 11: THD I en L1

Se muestra el comportamiento de los armónicos de corriente en la línea 1 teniendo con máximo THD 11,6%.

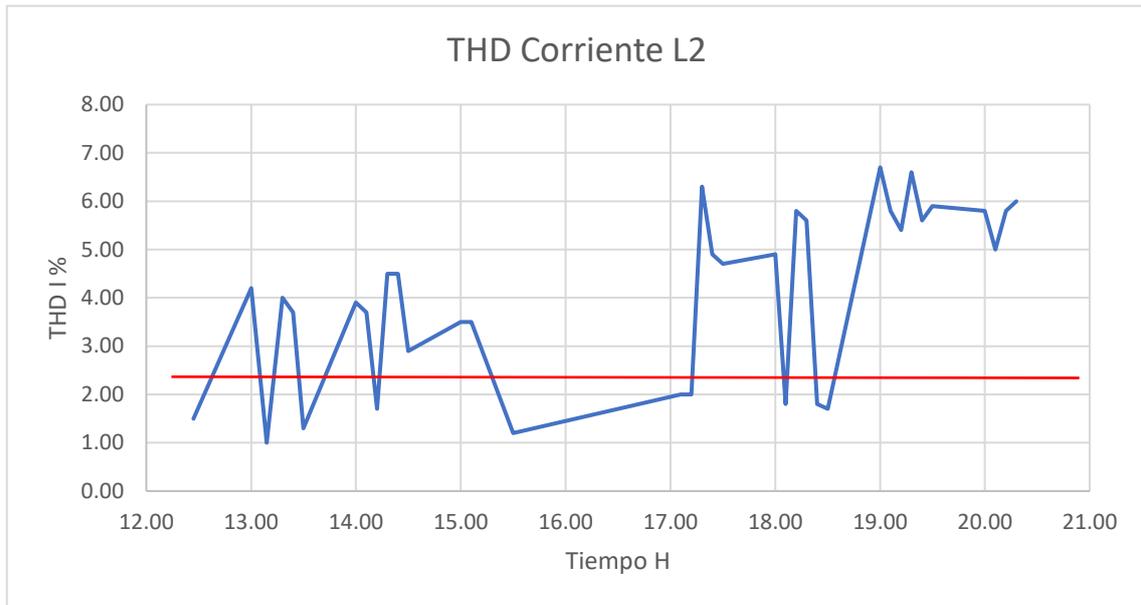


Gráfico 12: THD I en L2

Se muestra el comportamiento de los armónicos de corriente en la línea 2 teniendo como máximo THD 6,7%.

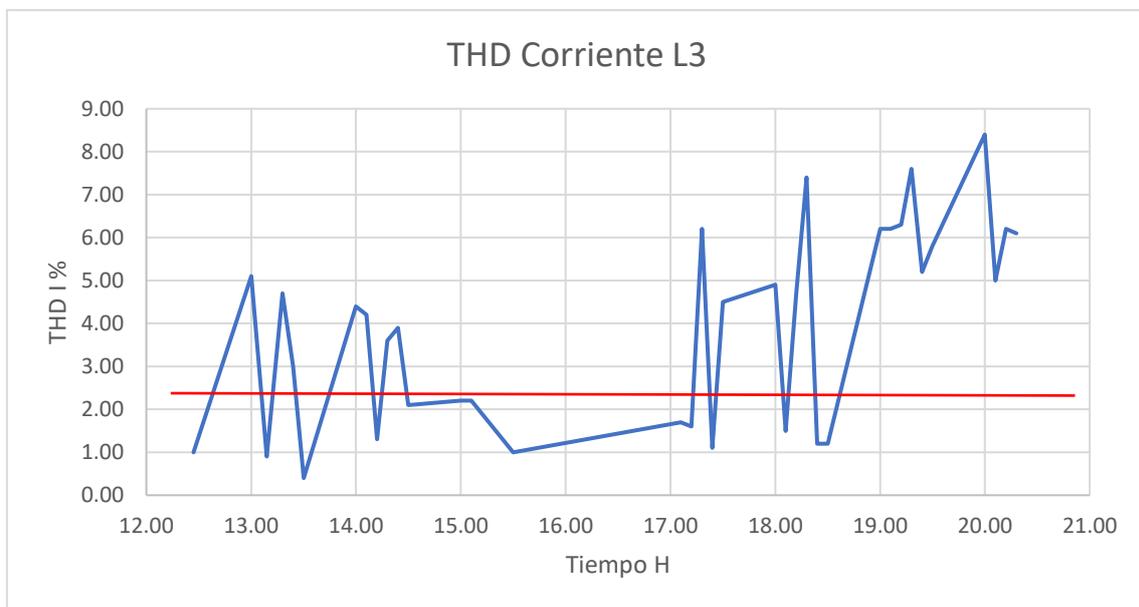


Gráfico 13: THD I en L3

Se muestra el comportamiento de los armónicos de corriente en la línea L3 siendo el máximo THD 8,4%.

Después se simuló el índice de Flicker en cada fase.

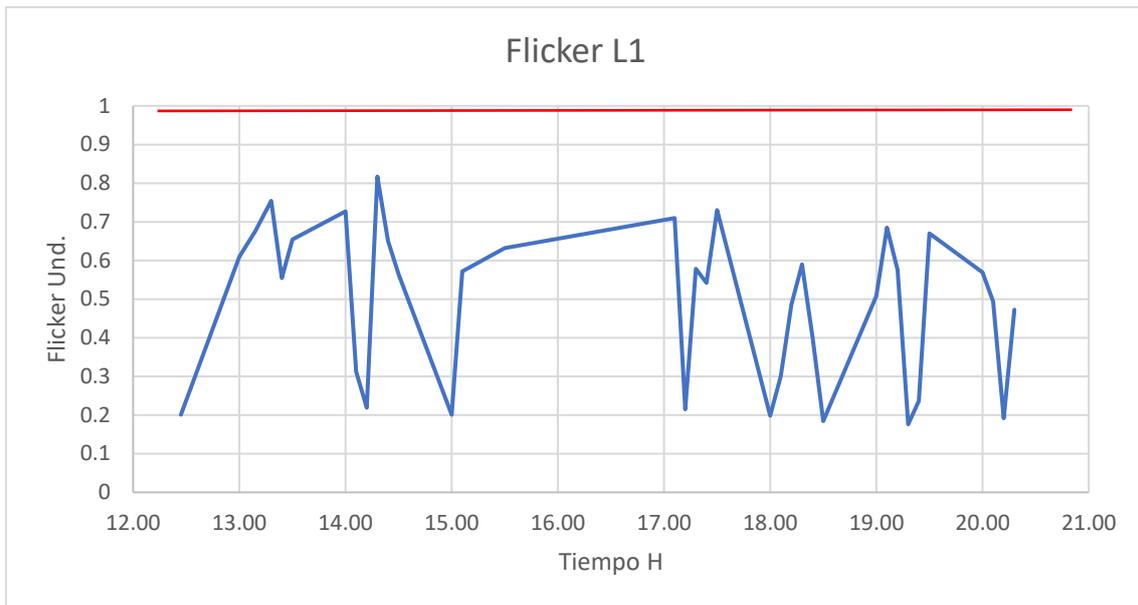


Grafico 14: Índice de Flicker en L1

Se muestra el comportamiento de los índices de Flicker en la línea 1 teniendo como máximo valor 0,817.

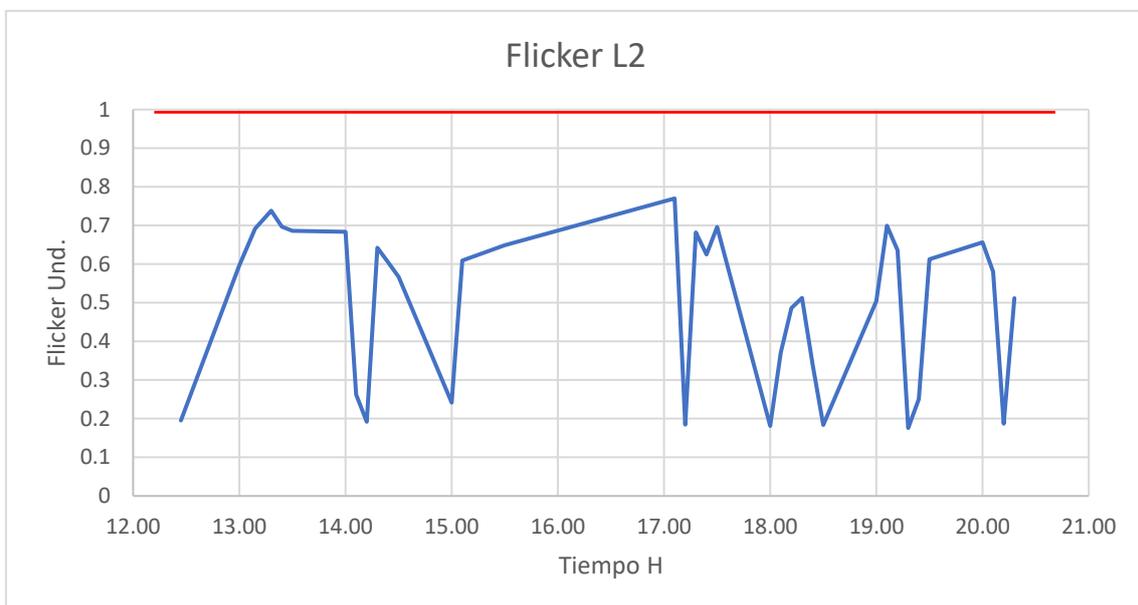


Gráfico 15: Índice de Flicker en L2

Se muestra el comportamiento del índice de Flicker en la línea 2 siendo el máximo valor 0,77.

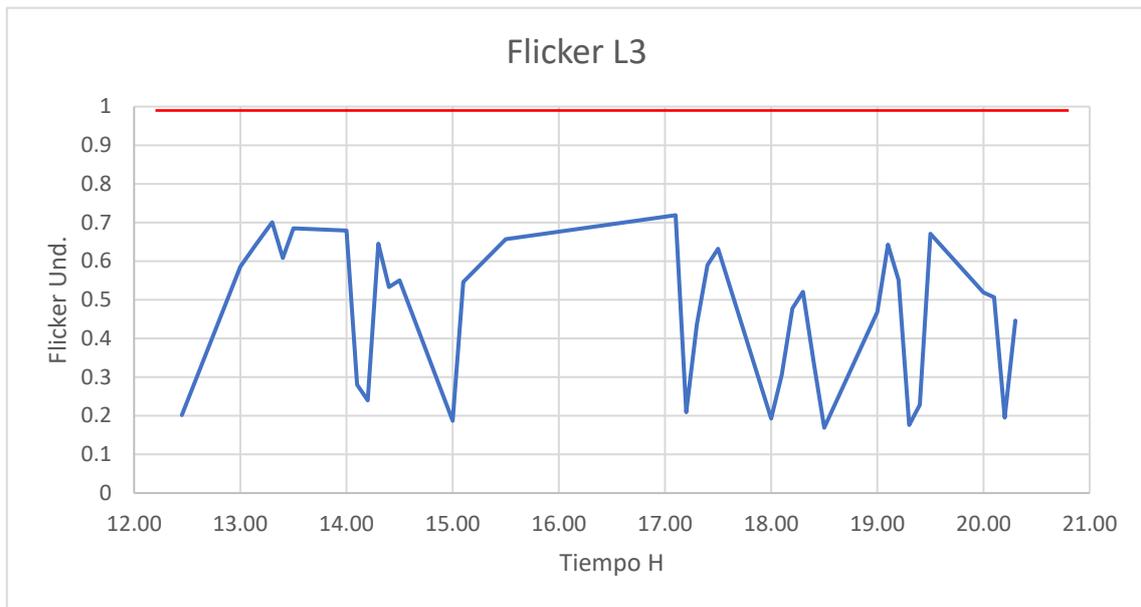


Gráfico 16: Índice de Flicker en L3

Se muestra el comportamiento de índice de Flicker en la línea 3 teniendo como máximo valor 0,719.

Luego se simuló la potencia activa y reactiva del sistema con los datos de los Anexo 16 y 17 respectivamente.



Gráfico 17: Potencia activa se sistema

Se muestra el comportamiento de la potencia activa del sistema teniendo como máximo consumo 104000 W.

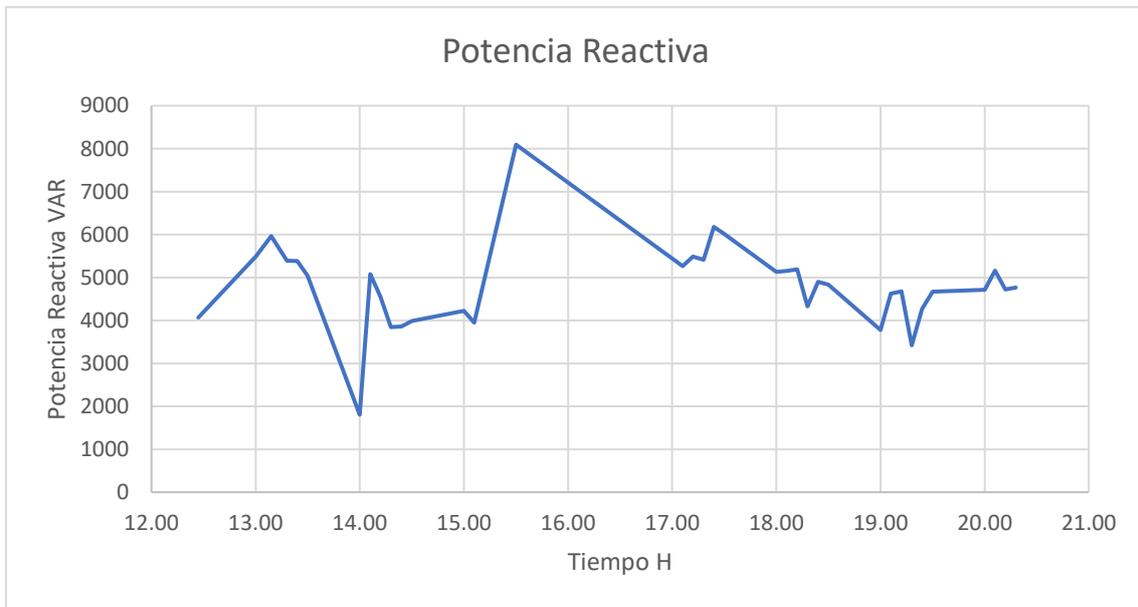


Gráfico 18: Potencia reactiva del sistema

Se muestra el comportamiento de la potencia reactiva del sistema teniendo como máximo valor 8094 VAR.

Por último, se simuló el factor de potencia del sistema con los datos del Anexo 18.

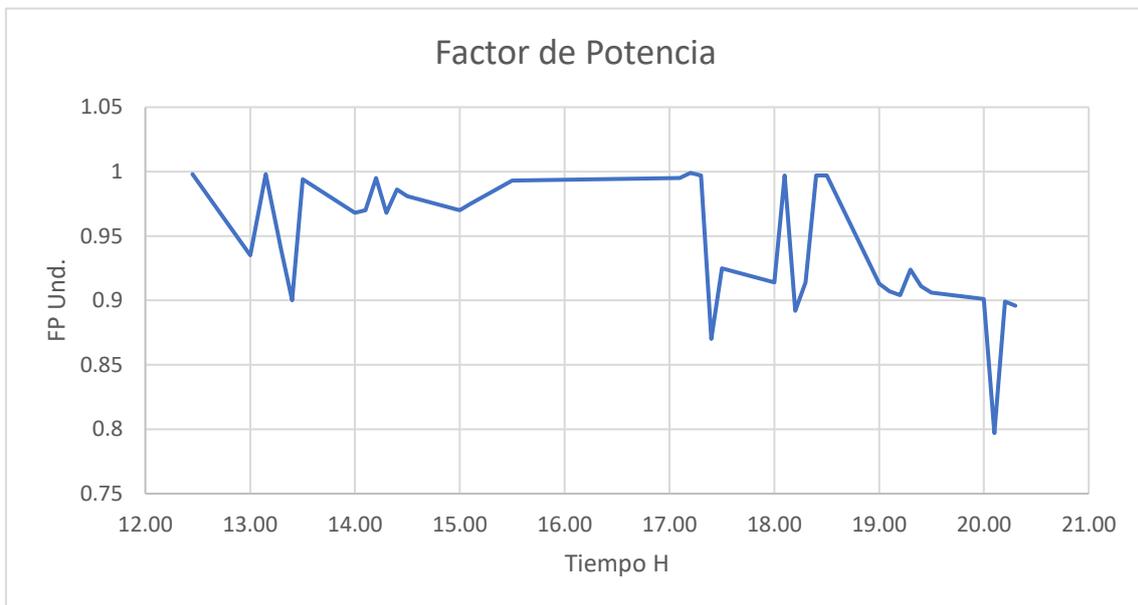


Gráfico 19: Factor de potencia

Se observa el comportamiento del factor de potencia del sistema teniendo como el valor mínimo 0,797 o 79,7 %.

Posible solución

Luego de comparar los resultados obtenidos con la norma se verifico que la distorsión armónica de la corriente no estaba dentro de las tolerancias aceptadas en norma como se muestra en la tabla 06.

Por motivos que el registro de la distorsión armónica fue del total y no parcial por cada armónico se sugiere incorporar un filtro activo multifunción para lo cual se calculó la corriente del filtro para ello se utilizó las ecuaciones 11 a 16.

$$I_{\text{Filtro activo}} = \sqrt{I_{\text{armonica}}^2 + I_{\text{potencia reactiva}}^2 + I_{\text{equilibrado fases}}^2} \left(\frac{A}{\text{fase}} \right)$$

Hallamos la intensidad armónica:

$$I_{\text{armonica}} = THDI * I_{\text{fase}} = 11,6(27,2) = 315,52 A$$

Hallamos la intensidad de potencia reactiva a partir de los datos registrados:

$$I_{\text{Potencia reactiva}} = \frac{Q_{\text{fase}}}{V_{\text{fase}}} = \frac{1755}{221,3} = 7,93 A$$

Hallamos la intensidad equilibrada de fases

$$I_{\text{equilibrado de fase}} = \text{el valor mas grande de } \begin{cases} I_{\text{media}} - I_{\text{minima}} \\ I_{\text{maxima}} - I_{\text{media}} \end{cases}$$

Para ello hallamos la intensidad media entre fases

$$I_{\text{media}} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{27,2 + 20,8 + 5,6}{3} = 17,87 A$$

Entonces:

$$I_{\text{equilibrado de fase}} = \text{el valor mas grande de } = \begin{cases} 17,87 - 5,6 = 12,27 A \\ 27,2 - 20,8 = 6,4 A \end{cases} = 12,27 A$$

Datos:

$$I_{\text{armonica}}^2 = 315,52 A$$

$$I_{\text{potencia reactiva}}^2 = 7,93 A$$

$$I_{\text{equilibrado de fase}} = 12,27 A$$

Calculamos:

$$I_{Filtro\ activo} = \sqrt{315,52^2 + 7,93^2 + 12,27^2} = 315,86 \left(\frac{A}{fase} \right)$$

Finalmente hallamos la intensidad del filtro:

$$I_{Filtro\ activo\ total} = I_{Filtro\ activo} * FT^{\circ} * FAlt \left(\frac{A}{fase} \right)$$

Para lo cual se tiene

$$FT^{\circ} = 0$$

$$FAlt = 0$$

Entonces tenemos que:

$$I_{Filtro\ activo\ total} = I_{Filtro\ activo} = 315,86 \left(\frac{A}{fase} \right)$$

- ❖ Para lo cual se selecciona un filtro tipo rack de 300 A y un filtro tipo mural de 30 A que se coloca en paralelo en las tres fases y el neutro se puede observar el filtro y su conexión en el Anexo 19.

Luego se simuló como afectan los armónicos en la onda de corriente, el armónico de orden 2 es el que tiene más incidencia cuando se tiene el THDI más elevado por lo que se considerará el 2do armónico para la simulación. Además, se tiene que la corriente armónica es de 315,52 A.

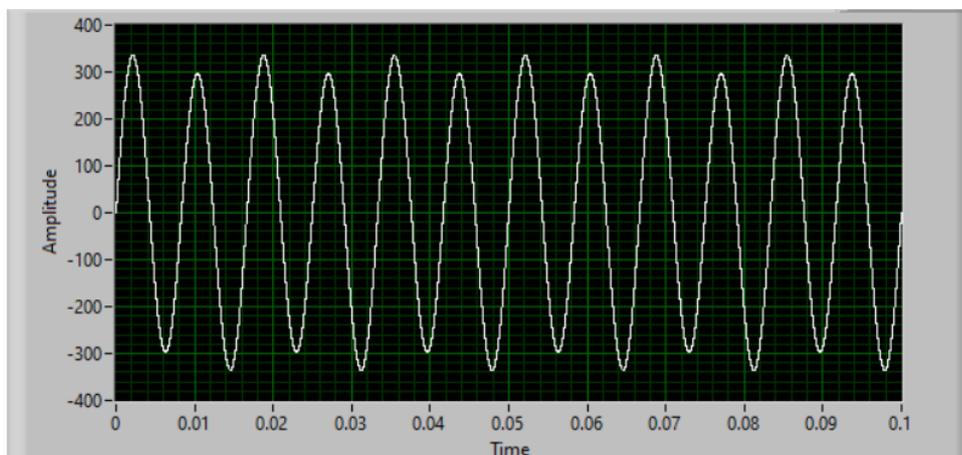


Gráfico 20: Onda fundamental del corriente afectado por el armónico de orden 2

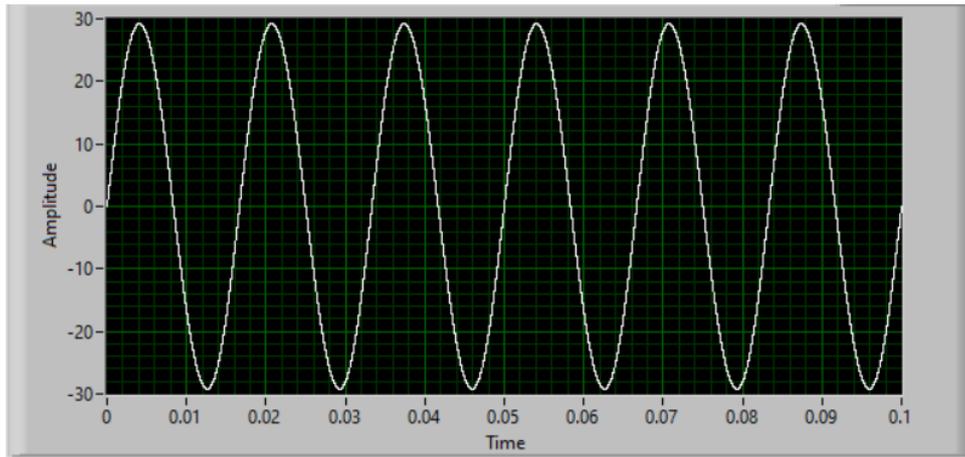


Gráfico 21: Onda fundamental de la corriente reduciendo el armónico de orden 2.

V. DISCUSIONES

Se realizó la recolección de información teniendo en cuenta los datos del tablero, mencionando lo que se encontró, empezando por el directorio y teniendo en cuenta su diagrama unifilar, las dimensiones de los cables y los sistemas de protección eléctrica que también forma parte del tablero tal como los mencionan los colaboradores de la universidad N. de la plaza en 2020, en su artículo donde realizan un estudio de los tableros eléctricos sus partes y los equipos y elementos que se incluyen para ensamblarse.

Se registró datos mediante un analizador de redes que requiere una configuración previa para usar tal como lo realizó Chasiluisa en el 2022, que utilizaron un analizador de redes Fluke 435 SII que lo instalan en una red trifásica de 4 hilos, en nuestro caso se instaló el analizador de redes Fluke 1743, pero también se realizó en una red trifásica de 4 hilos y de acuerdo a la red tal como se menciona en el manual de uso de Fluke 2006.

Se registró los datos de los parámetros eléctricos en tablas tal como lo realizó Quispe en el 2020, que implementó tablas con los resultados de los datos medidos para compararlos con las tolerancias de la norma internacional, para este trabajo también se realizó un cuadro con los índices promediados de los datos medidos luego se comparó los índices de los parámetros con las tolerancias impuestas en la NTCSE y la IEC de la forma que lo realizaron Guerra, Gonzales y Ramos en 2021 que hicieron la comparación de los datos con respecto a cada fase del sistema.

Se utilizaron programas para simular los datos de perturbaciones y parámetros eléctricos obtenidos tal como lo realizó Quispe en 2020 que utilizó el programa Digsilent Powerfactory 15.1.7 para simular los armónicos de corriente y la amplitud de onda de voltaje, en este caso se utilizó los programas Excel para simular las perturbaciones eléctricas y Labview para simular la amplitud de onda de la corriente y el efecto que causa el segundo armónico en su amplitud y frecuencia.

Se realizó el cálculo del dimensionamiento de un filtro para las corrientes armónicas tal como lo realizó Olivares en el 2018 que también dimensionó un filtro activo pero lo realizó con la metodología de Schneider electric, y en este caso se utilizó la metodología del proveedor de filtros activos multifunción Circutor.

Es evidente que al comparar los resultados con un analizador de redes sirve para proponer una propuesta de mitigación de perturbaciones eléctricas se observa varios trabajos como son los de Zavaleta en 2018, Guerra en 2021 y Velarde en 2022 que utilizan la información comparada con la norma para dimensionar una solución, tal como se realizó en este trabajo proponiendo un sistema de filtros activos multifunción.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Se recolecto los datos del directorio del tablero de distribución además del conteo de los componentes de protección y control de las derivaciones existentes, también se realizó el diagrama unifilar con los componentes mencionados anteriormente e incluyendo los calibres de los conductores y los informes de mantenimiento eléctrico.
- 2) Se registro los datos a través del analizador de redes incorporado en el tablero el cual brindo los parámetros necesarios para el estudio perturbaciones tales como la tensión, corriente, frecuencia, potencia activa, potencia reactiva, flicker, THD de tensión, THD de corriente y factor de potencia.
- 3) Se realizo la base de datos de los parámetros eléctricos mencionados anteriormente, se obtuvo los índices de cada parámetro, luego se compararon con las tolerancias impuestas por la NTCSE y por IEC para el índice de armónicos de corriente por motivos de una laguna legal en la NTCSE. Se obtuvo solo un parámetro fuera de las tolerancias impuestas que es el THD de corriente con valores de 11,6%; 5,6% y 7,3% por línea respectivamente siendo el máximo permitido por la IEC 2,3 %. Además, al revisar que utilizan cables eléctricos THW-90 comendamos cambiarlos por cable NH-80 que no produce gases tóxicos en caso de quemarse.
- 4) Se simularon los datos registrados a través del analizador primero se simulo los datos de tensión, luego de corriente, frecuencia, THD de tensión, THD de corriente, flicker, potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia. Finalmente se dimensiono una posible solución para el THD de corriente que consta de un filtro tipo rack de 300 A y un filtro tipo mural de 30 A que se coloca en paralelo en las tres fases y el neutro, luego se simuló la perturbación fuera de rango y cómo influye en la onda fundamental de la corriente, además de cómo se comportaría con un filtro activo multifunción.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar un estudio mas detallado con respecto a los armónicos su orden numérico y las consecuencias de la presencia de cada una de ellas en los circuitos eléctricos.
- ✓ Se recomienda para futuros trabajos realizar una comparación de resultados obtenidos con analizador de redes con más perturbaciones no contempladas en la norma peruana, pero si en normas internacionales.
- ✓ Se recomienda para futuros trabajos simular los resultados con distintos programas y describir sus ventajas y desventajas de cada programa al momento de interpretar las gráficas.

REFERENCIAS

1. BERENGUER U., HERNÁNDEZ R., DOUGLAS D., et al. Gestión de la calidad de la energía eléctrica [en línea]. Scielo: Universidad tecnológica de la Habana, 2018. 39(1), 62-68 [fecha de consulta 24 de septiembre de 2022]. ISSN 1815-590 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59012018000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. INGA E., AMAYA L. Localización de Distorsiones Armónicas en Sistemas Eléctricos usando Censado Comprimido [en línea]. Redalyc: Universidad del Valle, 2022. 24(1), e30511037 [fecha de consulta 24 de septiembre de 2022]. ISSN: 0123-3033. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291371829032>
3. SILVA, Mario. Mejora en la calidad de la energía eléctrica para la eficiente vida útil del equipo compensador de potencia reactiva de los supermercados del formato Líder [en línea]. Repositorio institucional: Universidad Andrés Bello, 2019. Chile. [fecha de consulta 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/18547>
4. ZAVALETA, Abel. Calidad De La Energía Eléctrica Y Análisis De Los Armónicos En La Tienda Ripley Mall Del Sur [en línea]. Alicia concytec: Universidad Nacional del Santa 2018. [fecha de consulta 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSR_f65a169154b7b25a82a8bc1fa1335646
5. OLIVARES, Carlos. Estudio De La Calidad De La Energía Eléctrica Para Mejorar La Confiabilidad De Activos Y La Productividad En La Empresa Creditex S.A.A. [en línea]. Alicia concytec: Universidad Cesar Vallejo, 2018. [fecha de consulta 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_e856b70110df9cb4af707db788fe1eee
6. GUERRA, J., GONZÁLEZ, L., RAMOS, M., et al. Evaluación de la calidad de energía eléctrica para un laboratorio de automatización de Industria 4.0. [en línea]. INCYT: Revista Científica Y Tecnológica UPSE, 2021. 8(1), 56-67. [fecha

- de consulta 19 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i1.558>
7. CHASILUISA, Sandra. Análisis de eficiencia energética de los principales sistemas eléctricos del Hospital General de Latacunga [en línea]. Repositorio institucional: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2022. Latacunga – Ecuador. [fecha de consulta 30 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8807>
 8. QUISPE, Omar. Influencia de un filtro eficiente para mitigar las corrientes armónicas en baja tensión del SED 598 del Centro Comercial “El Molino I” – Cusco [en línea]. Repositorio institucional: Universidad Nacional de San Antonio, 2020. Cusco. [fecha de consulta 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5337>
 9. VELARDE, Gerardo. Estudio De Las Perturbaciones Armónicas En La Calidad De Energía Eléctrica En La Universidad De Piura – Campus Lima [en línea]. Alicia concytec: Universidad de Piura – campus Lima, 2022. [fecha de consulta 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_721dab85abb88759f4a8f21b6d86f170
 10. ZVALETA, Ref. 4.
 11. PEREA, Guillermo y VÁSQUEZ, Julio. Metodología para realizar auditoría de energía eléctrica. Caso aplicativo: Edificio de educación superior [en línea]. Repositorio institucional: Universidad de Piura, 2020. Piura. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4791/IME_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 12. CAMACHO, David. Propuesta de tablero de distribución autosoportado en baja tensión para sistemas industriales [en línea]. Tesis: Instituto Politécnico Nacional, 2018. Ciudad de Mexico. [fecha de consulta 10 de mayo del 2023]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/28149>
 13. Colaboradores de la Universidad N. la Plata. Tableros eléctricos [en línea]. UNLP: Universidad nacional la Plata, 2020. Argentina. [fecha de consulta 10 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/90/33790/49cdae8cd1a7709f8adecd349c9ae455.pdf>

14. FARINA, Alberto. Tableros eléctricos [en línea]. Editores: Revista ingeniería eléctrica 341, 2019. pp. 63-67. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie341_farina_tableros.pdf
15. VELASCO, Antonio. Conductores eléctricos [en línea]. Google académico: Revista eléctrica guía del electricista, 2019. México. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://electronica.mx/wp-content/uploads/2019/02/Electronica39.pdf>
16. Colaboradores de Topcable, MKT. Tipos de cables eléctricos [en línea]. Blog: Top Cable, 2020. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>
17. Colaboradores de TERNIUM. Electricidad básica [en línea]. Trabajo social: Universidad Nacional de la Plata, 2022. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/electricidad_basica_ii.pdf
18. Colaboradores de la Universidad de Córdoba. Tema 04 Protección de las instalaciones de baja tensión [en línea]. UCO: Instalaciones eléctricas, 2021. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://www.uco.es/~el1bumad/docencia/minas/ie06t4.pdf>
19. SALVATIERRA, Bryan. Interruptores termomagnéticos [en línea]. Editorial: Instituto Superior Tecnológico José Ochoa León, 2021. ISBN 978-9942-8858-5-2 [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: [https://instipp.edu.ec/Libreria/libro/FOLLETO%20T%C3%89CNICO%20INTERRUPTOR%20TERMOMAGN%C3%89TICO%20\(1\).pdf](https://instipp.edu.ec/Libreria/libro/FOLLETO%20T%C3%89CNICO%20INTERRUPTOR%20TERMOMAGN%C3%89TICO%20(1).pdf)
20. Colaboradores de Grupo Elektra. Selección de interruptores diferenciales [en línea]. Blog: Artículo técnico protección diferencial, 2020. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://www.grupoelektra.es/blog/wp-content/uploads/2020/09/Art%C3%ADculo-T%C3%A9cnico-Proteccion-Diferencial-v3.pdf>
21. GARCIA, Macias. Triangulo de potencias [imagen en línea]. Energía eléctrica conceptos y principios básicos, 2019. Tecnológico de Monterrey. [fecha de consulta 09 de mayo del 2023]. Disponible en:

- https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/631223/13_t5s2_c5_pdf_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
22. Colaboradores de Circutor. CVM Medida y Control Analizadores de redes eléctricas [en línea]. Tecnología para la eficiencia energética, 2022. España. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.cedesa.com.mx/pdf/circutor/circutor_CVM_serie_folleto.pdf
 23. Colaboradores de Grupo ORS. ¿Qué es un analizador de redes eléctricas? [en línea]. Grupo ORS, 2020. México. [fecha de consulta 26 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://grupoors.com.mx/2020/08/19/que-es-un-analizador-de-redes-electricas/>
 24. Colaboradores de FLUKE. PQ Log PC software for 1740 series [en línea]. Fluke corporation: manual de uso, 2006. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/pqlog_umspa0000.pdf
 25. Colaboradores de FLUKE. Power quality logger 1744/1743 [en línea]. Fluke corporation: manual de uso, 2006. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/17441743umspa0100.pdf>
 26. Colaboradores de FLUKE. Ref. 24.
 27. Colaboradores del Ministerio de energía y minas (Perú). Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos [en línea]. Página del ministerio de energía y minas, 2011. 56 pp. [fecha de consulta 26 de septiembre de 2022]- Disponible en: https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=6&idTitular=626&idMenu=su_b114&idCateg=340
 28. Colaboradores del Ministerio de energía y minas (Perú). Ref. 27.
 29. Colaboradores del Ministerio de energía y minas (Perú). Ref. 27.
 30. Colaboradores del Ministerio de energía y minas (Perú). Ref. 27.
 31. POYATO, Rober. Calidad eléctrica y pérdidas de energía en el cableado [en línea]. RS Fluke Italia, 2017. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.voltimum.es/sites/www.voltimum.es/files/pdflibrary/presentacion_webinar_fluke_31102017.pdf

32. VELARDE. Ref. 9.
33. CHASILUISA. Ref 7.
34. PÉREZ, Alejandro. Localización y valoración de fuentes de distorsión armónica y/o desequilibrio en redes eléctricas [en línea]. Universidad de Huelva. Huelva, 2020. [fecha de consulta 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=282691>
35. Colaboradores del Ministerio de energía y minas (Perú). Ref. 27.
36. Comité europeo de normalización electrotécnica. Limite para las emisiones de corrientes armónicas. Norma internacional IEC, 2006. España. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.aserluz.org/wp-content/uploads/2016/03/UNE-EN_61000-3-22006.pdf
37. CHERO, O. Estudio del efecto flicker en una empresa industrial: Caso aplicado a la heladería El Chalán SAC [en línea]. Universidad de Piura, 2021. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5069/IME_2111.pdf?sequence=1&isAllowed=y
38. Colaboradores del Ministerio de energía y minas (Perú). Ref. 27.
39. Colaboradores de Circutor. Soluciones de filtrado de armónicos [en línea]. YouTube: webinar charla Circutor, 2020. España. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=3wc63ITlqY>
40. CHERO. Ref. 37.
41. Arias, J. Diseño de un banco de capacitores en el módulo para la empresa compañía de empaques [en línea]. Biblioteca digital: Universidad de Antioquia, 2021. Colombia. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21602/11/AriasJohan_2021_BancoCapacitoresModulo.pdf
42. CORCUERA, P. Introducción a LabView [en línea]. Universidad de Cantabria, 2019. España. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: https://personales.unican.es/corcuerp/labview/slides/intro_labview.pdf
43. ALEAGA, F. simulación de armónicos en Labview [en línea]. Canal de YouTube: tutoCNC, 2018. Ecuador. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=f0p0zZVh9TE&t=226s>

44. ESPINOZA, E. Curso de Excel completo [en línea]. Canal de YouTube: informática en la web, 2021. Ecuador. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=lwhfZQ1IIC4>
45. LOPEZ, L. diagrama de dispersión y correlación en Excel [en línea]. Canal de YouTube: Lidia López Reséndiz, 2021. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=OfN5VAnkN20>
46. Colaboradores de INDECO. Ficha técnica del cable THW-90 [en línea]. INDECO, 2018. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://ingelec.pe/wp-content/uploads/2018/05/THW-90.pdf>
47. Colaboradores de Circutor. Filtro activo paralelo multifunción [en línea]. Manual de instrucciones, 2018. [fecha de consulta 17 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.cedesa.com.mx/pdf/circutor/circutor_AFQm_serie_manual.pdf

ANEXOS

Anexo 01

Tabla 08: Tabla de operacionalización de variables

Operacionalización de variables					
	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala
Variable independiente	Parámetros de calidad de energía: frecuencia, voltaje y corriente.	Martínez (2019) "Características eléctricas de un punto determinado del sistema eléctrico, evaluadas con respecto a un conjunto de parámetros y sus valores de referencia, relacionados a la compatibilidad electromagnética entre el suministrador y los clientes".	Trabajo de una carga positiva para moverse entre dos puntos.	Voltaje	Intervalo
			Permite seleccionar conductor y protección eléctrica	Corriente	Intervalo
			Permite medir el periodo y la amplitud de onda eléctrica.	Frecuencia	Intervalo
			Múltiplo de la frecuencia fundamental	Armónicos	Intervalo
			Cambios en la onda de la tensión	Perturbaciones en la amplitud de onda	Intervalo
Variable dependiente	Acciones de corrección a las perturbaciones	Iberdrola (2018). "Para atender las necesidades de calidad eléctrica, las soluciones previstas por la legislación se basan en proteger los equipos o procesos críticos de los usuarios".	Disminuye la presencia de armónicos.	Filtro de armónicos	Razón
			Modifica el voltaje	Reguladores de voltaje	Razón
			Compensa fluctuaciones	Banco de condensadores	Razón

Anexo 02

VALORACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Ficha de observación

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para su respuesta adecuadamente (ver Anexo 00)		
El número de criterios es el adecuado.		
Los criterios, responde a los objetivos de la investigación (en el supuesto de contestar NO, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

Ítems que el experto considera no cumplen con las exigencias de la investigación	
N.º de criterios	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	Evaluación general del Instrumento			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del Instrumento				

Observaciones y recomendaciones en general de la ficha observación:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Jorge Antonio Inciso Vázquez
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Ingeniero
e-mail	jinciso@ucvvirtual.edu.pe
Teléfono o celular	976914508
Fecha de la validación (día, mes y año):	/12 /2022
Firma	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este instrumento.

Objetivo de la ficha de observación

Mostrar los resultados de los problemas informados por el área de mantenimiento de acuerdo a la perturbación que posiblemente ocasionó el fallo.

Tabla 09: Ficha de observación

N°	Informes técnicos de fallas en los equipos	Problema
01		
02		
03		
04		
05		
Trabajos de emergencia		
06		
07		
08		
09		

Anexo 03

VALORACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Ficha de registro

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para su respuesta adecuadamente (ver Anexo 00)		
El número de criterios es el adecuado.		
Los criterios, responde a los objetivos de la investigación (en el supuesto de contestar NO, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

Ítems que el experto considera no cumplen con las exigencias de la investigación

N.º de criterios	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Evaluación general del Instrumento

	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del Instrumento				

Observaciones y recomendaciones en general de la ficha registro:

Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Identificación del experto.

Nombre y apellidos	Jorge Antonio Inciso Vázquez
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Ingeniero
e-mail	jinciso@ucvvirtual.edu.pe
Teléfono o celular	976914508
Fecha de la validación (día, mes y año):	/12 /2022
Firma	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este instrumento.

Anexo 04

Carta firmada por jefe mantenimiento Tottus.

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

Trujillo, 01 de noviembre de 2022

Señor(a)

Ing. Diego

Tottus - Plaza Mall

Av. Mansiche s/n - Caserío, Av El Cortijo, Trujillo 13011

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Mecánica Eléctrica

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Trujillo y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el estudiante Valera Arteaga Chely Brandy, con DNI 72961617, del Programa de Titulación para universidades licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pueda ejecutar su investigación titulada: "**Recolección, análisis de datos y propuesta de soluciones ante perturbaciones eléctricas: Caso Tottus - Mall Plaza**", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



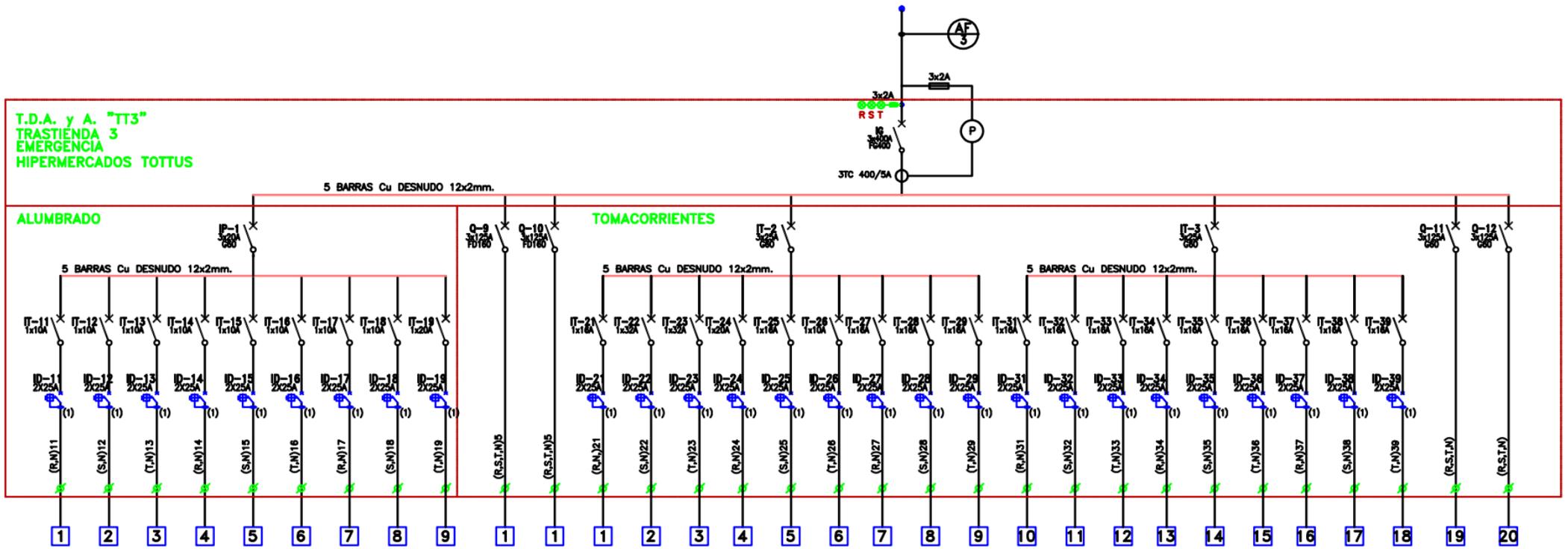
Jorge Antonio Inciso Vásquez

Coordinador PT IME

cc: Archivo PTUN

Anexo 05

Gráfico 22: Diagrama unifilar



Anexo 06

Lista de informes que reportan fallas en los circuitos del tablero TDA Y A "TT3"

Se obtuvo los informes de fallos dentro de las instalaciones de los últimos dos años de los cuales se mencionan los que son por problemas de calidad de la energía eléctrica:

N°	Informes técnicos de fallas en los equipos	Problema
01	4045	Luminarias quemadas
02	4562	Cortocircuito en circuito de enchufes
03	5013	Fuga en alimentador de horno de panadería
04	5542	Luminarias quemadas en panadería
05	5890	Cortocircuito en derivación de horno modular
Trabajos de emergencia		
06	-	Luminarias quemadas
07	-	Aumento de corriente en derivación de horno rotativo
08	-	Ampollas de horno quemadas
09	-	Conductor deteriorado

Tabla 11: Informes de fallas

Anexo 07

Evidencias fotográficas



Anexo 08

Tabla 12: Tensión registrada

Hora	V L1	V L2	V L3
12:45	224.20	224.6	225.7
13:00	225.60	225.7	226.1
13:15	223.80	224.6	225.2
13:30	221.80	222.1	221.5
13:40	222.20	222.1	223.5
13:50	221.70	221.5	223.1
14:00	221.60	222.7	223.1
14:10	221.10	221.2	222.4
14:20	220.00	219.9	221.3
14:30	221.10	221.1	222.3
14:40	221.90	222.1	223.2
14:50	220.40	220.3	221.7
15:00	221.20	221.3	222.4
15:10	220.80	220.7	221.9
15:50	220.50	220.7	221.8
17:10	223.40	223.2	224.2
17:20	223.30	223.4	224.7
17:30	225.10	225.1	226.1
17:40	225.80	225.7	226.3
17:50	223.80	223.9	225
18:00	223.70	223.6	224.7
18:10	222.20	222.3	224
18:20	221.60	221.6	222.6
18:30	221.30	221.3	221.9
18:40	220.10	220.3	221.3
18:50	219.60	219.8	221.2
19:00	219.70	220	220.7
19:10	220.20	220.3	221.1
19:20	220.20	220.3	221.2
19:30	220.30	220.2	221.2
19:40	220.10	220.1	221.2
19:50	220.70	220.7	221.4
20:00	220.30	220.2	221.4
20:10	223.10	222.8	223.4
20:20	220.70	220.6	221.4
20:30	221.20	221.1	222.3

Anexo 09

Tabla 13: Frecuencia registrada

Hora	HZ
12:45	59.99
13:00	59.99
13:15	60.00
13:30	59.99
13:40	59.98
13:50	60.00
14:00	60.01
14:10	60.00
14:20	59.99
14:30	59.99
14:40	60.00
14:50	60.00
15:00	59.99
15:10	59.99
15:50	59.98
17:10	60.00
17:20	60.00
17:30	60.04
17:40	60.01
17:50	60.00
18:00	59.99
18:10	59.99
18:20	60.00
18:30	59.98
18:40	59.99
18:50	60.00
19:00	60.00
19:10	59.99
19:20	60.01
19:30	60.00
19:40	60.00
19:50	59.99
20:00	60.00
20:10	60.01
20:20	60.00
20:30	60.00

Anexo 10

Tabla 14: Distorsión armónica en la tensión registrado

Hora	THD V L1	THD V L2	THD V L3
12:45	0.2	0.3	0.3
13:00	0.2	0.3	0.3
13:15	0.2	0.3	0.3
13:30	0.3	0.3	0.3
13:40	0.2	0.3	0.3
13:50	0.3	0.3	0.3
14:00	0.2	0.4	0.3
14:10	0.2	0.3	0.3
14:20	0.3	0.3	0.3
14:30	0.3	0.3	0.3
14:40	0.3	0.5	0.3
14:50	0.2	0.3	0.3
15:00	0.3	0.4	0.3
15:10	0.3	0.3	0.3
15:50	0.2	0.3	0.3
17:10	0.3	0.5	0.3
17:20	0.3	0.5	0.3
17:30	0.4	0.7	0.4
17:40	0.5	0.7	0.6
17:50	0.5	0.7	0.5
18:00	0.4	0.7	0.5
18:10	0.3	0.5	0.4
18:20	0.4	0.6	0.5
18:30	0.4	0.5	0.4
18:40	0.3	0.4	0.4
18:50	0.5	0.4	0.4
19:00	0.3	0.4	0.4
19:10	0.5	0.5	0.4
19:20	0.4	0.4	0.4
19:30	0.3	0.3	0.4
19:40	0.4	0.4	0.4
19:50	0.4	0.4	0.4
20:00	0.4	0.4	0.4
20:10	1.5	1.2	1.2
20:20	0.4	0.4	0.4
20:30	0.4	0.3	0.4

Anexo 11

Tabla 15: Distorsión armónica en el corriente registrado

Hora	THD L1	THD L2	THD L3
12:45:00	1.90	1.50	1.00
13:00:00	8.20	4.20	5.10
13:15:00	1.30	1.00	0.90
13:30:00	6.80	4.00	4.70
13:40:00	5.00	3.70	3.00
13:50:00	2.20	1.30	0.40
14:00:00	5.10	3.90	4.40
14:10:00	5.20	3.70	4.20
14:20:00	2.10	1.70	1.30
14:30:00	5.20	4.50	3.60
14:40:00	6.00	4.50	3.90
14:50:00	4.20	2.90	2.10
15:00:00	5.00	3.50	2.20
15:10:00	6.40	3.50	2.20
15:50:00	1.80	1.20	1.00
17:10:00	2.40	2.00	1.70
17:20:00	1.70	2.00	1.60
17:30:00	7.90	6.30	6.20
17:40:00	6.20	4.90	1.10
17:50:00	7.50	4.70	4.50
18:00:00	6.10	4.90	4.90
18:10:00	2.10	1.80	1.50
18:20:00	6.20	5.80	4.70
18:30:00	11.60	5.60	7.40
18:40:00	2.30	1.80	1.20
18:50:00	2.20	1.70	1.20
19:00:00	8.10	6.70	6.20
19:10:00	8.60	5.80	6.20
19:20:00	8.80	5.40	6.30
19:30:00	8.50	6.60	7.60
19:40:00	8.70	5.60	5.20
19:50:00	8.50	5.90	5.80
20:00:00	8.50	5.80	8.40
20:10:00	10.50	5.00	5.00
20:20:00	8.40	5.80	6.20
20:30:00	8.60	6.00	6.10

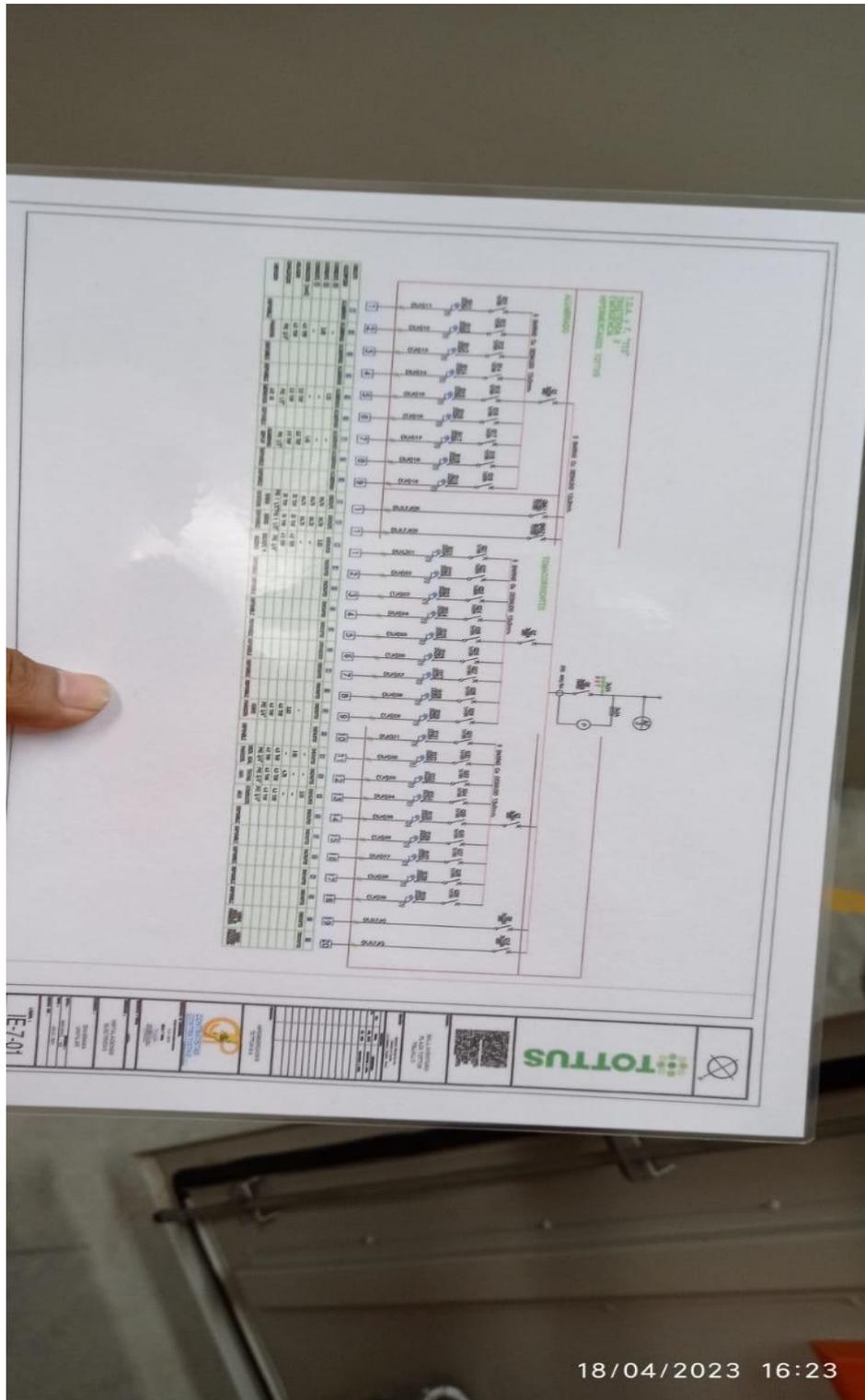
Anexo 12

Tabla 16: Flicker registrado

Hora	Pst L1	Pst L2	Pst L3
12:45	0.201	0.195	0.202
13:00	0.61	0.597	0.586
13:15	0.675	0.692	0.644
13:30	0.754	0.738	0.701
13:40	0.554	0.697	0.608
13:50	0.654	0.686	0.685
14:00	0.727	0.684	0.679
14:10	0.312	0.262	0.28
14:20	0.219	0.192	0.24
14:30	0.817	0.642	0.645
14:40	0.651	0.605	0.533
14:50	0.564	0.567	0.55
15:00	0.201	0.242	0.187
15:10	0.572	0.609	0.546
15:50	0.632	0.649	0.657
17:10	0.71	0.77	0.719
17:20	0.215	0.185	0.209
17:30	0.578	0.682	0.436
17:40	0.542	0.625	0.59
17:50	0.73	0.696	0.632
18:00	0.198	0.181	0.193
18:10	0.301	0.371	0.306
18:20	0.486	0.486	0.478
18:30	0.59	0.513	0.521
18:40	0.4	0.34	0.34
18:50	0.184	0.184	0.169
19:00	0.508	0.504	0.469
19:10	0.685	0.699	0.643
19:20	0.576	0.636	0.551
19:30	0.176	0.176	0.176
19:40	0.236	0.251	0.228
19:50	0.67	0.613	0.671
20:00	0.569	0.656	0.519
20:10	0.494	0.58	0.507
20:20	0.192	0.187	0.195
20:30	0.473	0.512	0.446

Anexo 13

Imagen del diagrama unifilar del tablero



Anexo 14

“Datos técnicos del cable” THW-90 (46)

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm ²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Anexo 15

Tabla 17: Corriente registrada

Hora	A L1	A L2	A L3
12:45	103.7	100.9	90.9
13:00	19.1	27.2	10.3
13:15	158.6	159.4	145.8
13:30	26.6	28.3	11.3
13:40	33.1	31.5	18.3
13:50	72.6	80.5	66.3
14:00	32.6	28.3	13.2
14:10	32.4	30.9	13
14:20	77.4	75.2	64.8
14:30	32	24.7	17.6
14:40	28	27.8	8.3
14:50	39.8	35.1	25.9
15:00	33.7	34.4	18.8
15:10	20.6	34.5	13.5
15:50	118.7	114.9	95.2
17:10	77.9	76.3	67
17:20	155.3	76.2	71.9
17:30	22.5	18.2	9.8
17:40	27.7	27.8	14.2
17:50	23.1	27.2	12.8
18:00	27.5	26.3	14
18:10	97	99	81.3
18:20	28.9	21.2	13.8
18:30	27.2	20.8	5.6
18:40	95.8	95.2	83.5
18:50	95.2	95.4	83.2
19:00	20.7	14.5	6
19:10	20.3	20.6	9.1
19:20	20.3	20.4	8.9
19:30	20.3	14.1	9.5
19:40	20.3	21.5	6.1
19:50	20.2	20	9.4
20:00	20.2	19.3	5.1
20:10	23.3	19.4	19.4
20:20	20.2	19.8	9.2
20:30	19.9	19.4	9.2

Anexo 16

Tabla 18: Potencia activa registrada

Hora	W L1	W L2	W L3	W SYS
12:45	21600	22580	18390	62590
13:00	5460	5827	3187	14470
13:15	35370	35730	32890	104000
13:30	6067	5833	2685	14610
13:40	4315	5218	1561	11090
13:50	15960	17790	13260	47020
14:00	6741	6034	3452	16220
14:10	7611	7515	4917	20040
14:20	15750	16440	13170	45360
14:30	6660	5237	3357	15250
14:40	7026	8335	3689	19050
14:50	9442	8634	6736	24810
15:00	6082	7324	2700	16100
15:10	7704	7484	4313	19500
15:50	25940	23890	23390	73220
17:10	18780	16950	16450	52190
17:20	34630	36300	32380	103300
17:30	23270	21170	20410	64870
17:40	4871	4451	1288	10600
17:50	4754	5715	1818	12280
18:00	4498	5537	1607	11640
18:10	22760	22070	19980	64820
18:20	5505	4324	2651	12480
18:30	4359	4279	1004	9642
18:40	20910	20850	18390	60160
18:50	20920	20980	18390	60290
19:00	4236	2932	1074	8242
19:10	4203	4245	1507	9952
19:20	4190	4198	1415	9802
19:30	4174	2887	965	8026
19:40	4222	4358	912	9492
19:50	4160	4210	1561	9931
20:00	4161	3945	1626	9732
20:10	4889	4022	946	9857
20:20	4160	4031	1499	9690
20:30	4148	3951	1527	9626

Anexo 17

Tabla 19: Potencia reactiva registrada

Hora	VAR L1	VAR L2	VAR L3	VAR SYS
12:45	1889	1562	614	4064
13:00	2745	1997	748	5486
13:15	2885	2139	958	5963
13:30	2976	2220	192	5389
13:40	1906	1909	1568	5384
13:50	1800	1822	1419	5041
14:00	2552.28	1711.38	-219.72	1803.88
14:10	2645	1819	613	5077
14:20	1704	1495	1342	4541
14:30	2482	1679	-319	3842
14:40	1935	1550	373	3859
14:50	2136	1321	533	3989
15:00	1556	1506	1189	4224
15:10	2429	1631	-113	3946
15:50	3752	2732	1610	8094
17:10	2858	1776	629	5263
17:20	2150	1913	1428	5490
17:30	2729	1810	871	5410
17:40	2288	2388	1499	6176
17:50	2082	2185	1749	6016
18:00	1787	1858	1483	5128
18:10	2837	1693	620	5151
18:20	2182	1897	1113	5192
18:30	1755	1794	776	4326
18:40	1797	1696	1409	4901
18:50	1770	1674	1388	4832
19:00	1710	1300	769	3780
19:10	1610	1631	1386	4627
19:20	1622	1667	1388	4677
19:30	1589	1194	639	3421
19:40	1571	1671	1023	4265
19:50	1618	1644	1405	4667
20:00	1630	1707	1380	4717
20:10	1776	1702	1684	5162
20:20	1601	1700	1397	4718
20:30	1640	1709	1414	4764

Anexo 18

Tabla 20: Factor de potencia registrado

Hora	FP L1	FP L2	FP L3	FP SYS
12:45	0.996	0.998	0.999	0.998
13:00	0.893	0.946	0.973	0.935
13:15	0.998	0.998	0.999	0.998
13:30	0.897	0.934	0.997	0.938
13:40	0.916	0.94	0.708	0.9
13:50	0.994	0.995	0.994	0.994
14:00	0.931	0.962	0.998	0.968
14:10	0.945	0.972	0.993	0.97
14:20	0.994	0.996	0.995	0.995
14:30	0.939	0.953	0.999	0.968
14:40	0.97	0.986	0.999	0.986
14:50	0.98	0.987	0.964	0.981
15:00	0.97	0.979	0.942	0.97
15:10	0.952	0.976	0.995	0.975
15:50	0.989	0.993	0.997	0.993
17:10	0.989	0.995	0.999	0.995
17:20	0.997	0.999	0.999	0.999
17:30	0.993	0.996	0.999	0.997
17:40	0.91	0.886	0.658	0.87
17:50	0.908	0.934	0.939	0.925
18:00	0.928	0.947	0.733	0.914
18:10	0.992	0.997	0.999	0.997
18:20	0.926	0.917	0.706	0.892
18:30	0.929	0.924	0.789	0.914
18:40	0.996	0.997	0.997	0.997
18:50	0.996	0.997	0.997	0.997
19:00	0.927	0.922	0.816	0.913
19:10	0.934	0.933	0.734	0.907
19:20	0.934	0.931	0.718	0.904
19:30	0.934	0.932	0.831	0.924
19:40	0.934	0.934	0.669	0.911
19:50	0.933	0.932	0.744	0.906
20:00	0.932	0.919	0.764	0.901
20:10	0.931	0.92	0.93	0.797
20:20	0.932	0.922	0.729	0.899
20:30	0.93	0.918	0.727	0.896

Anexo 19

“Filtro activo multifunción y conexión para configuración de cuatro hilos”

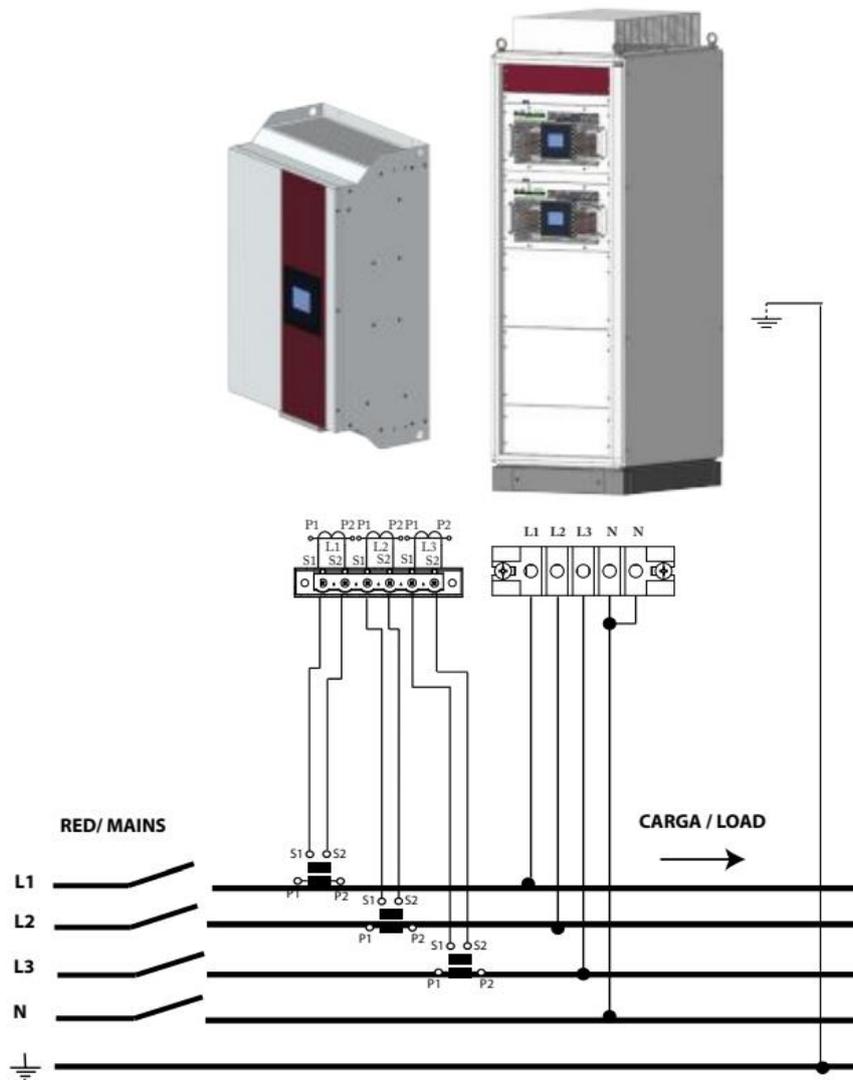


Gráfico 23: Conexión de filtro activo multifunción.