



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

Análisis para mejorar la calidad del suministro eléctrico del Centro  
Comercial Open Plaza- Trujillo.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Silva Narro, José Armando (orcid.org/0000-0002-6233-4546)

**ASESOR:**

Mg. Sánchez 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

2022

## **Dedicatoria**

### **A MI DIOS:**

Quién supo guiarme en todo momento por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante, enseñándome a afrontar las adversidades sin perder nunca la fe ni desfallecer en el intento. Los tiempos de DIOS siempre serán perfectos. Gracias amado padre celestial.

### **A MI FAMILIA**

Quienes siempre me han apoyado moral y psicológicamente; brindándome todo el amor, comprensión y confianza en cada momento de mi vida.

## **Agradecimiento**

Agradezco profundamente a Dios, ser maravilloso que me dio la fuerza y la fe para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado y esperado desde hace mucho tiempo.

A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de estudiar y formarme profesionalmente con carácter técnico y humanístico, a mis asesores Ing. Carlos Sánchez Huertas, quien me brindaron su apoyo profesional de manera incondicional en el desarrollo de la presente Tesis de Investigación.

A toda mi familia por estar siempre a mi lado en cada momento de mi vida y por guiarme por el buen camino y brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional. Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, como compañeros de trabajo. A todos ellos: Muchas gracias.

## Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	14
III. METODOLOGÍA .....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Variables y operacionalización .....	31
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Método de análisis de datos .....	33
3.7. Aspectos éticos.....	34
IV. RESULTADOS .....	36
4.1. Diagnóstico de calidad de energía del tablero de distribución principal del locatario, según NTP .....	37
4.2. Determinar los parámetros de calidad de electricidad y potencias del tablero principal de locatarios .....	56
4.3. Propuestas de mejoras.....	67
4.4. Análisis económico de implementación de mejoras en calidad de energía.....	71
V. DISCUSIÓN.....	73
VI. CONCLUSIONES .....	76
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS .....	78
ANEXOS.....	79

## Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de cargas de tablero eléctrico de locatarios comerciales.	34
Tabla 2: Cargas de cada local comercial de tablero principal de locatarios	35
Tabla 3: Potencias y Máxima Demanda en tablero principal de locatarios.	34
Tabla 4: Valores aceptables de armónicos según NP 20-97	43
Tabla 5: Valores de armónicos en CC Open Plaza	44
Tabla 6: Armónicos de corriente principal y secundarios	49
Tabla 7: Valores de la severidad de Flícker en CC Open Plaza	51
Tabla 8: Resumen de Valores de calidad de energía en CC Open Plaza.	54
Tabla 9: Resumen de valores de calidad de energía en CC Open Plaza	55
Tabla 10: Selección de filtro de armónicos AccuSine ® PCS	57
Tabla 11: Selección del transformador de corriente	57
Tabla 12: Selección del reactor en función de potencia y tensión.	63
Tabla 13: Parámetros eléctricos de reactores inductivos	63
Tabla 14: Inversiones para mejorar calidad de electricidad en Open Plaza	
Tabla 15: Inversiones.	69
Tabla 16: Inversión y financiamiento	69
Tabla 17: Plan de pagos mensuales:	70
Tabla 18: Flujo de caja, indicadores financieros	71

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Triángulo de potencias, sin distorsión armónica.	12
Figura 2: Periodo de una onda senoidal	14
Figura 3: Efecto en el voltaje por la conmutación de capacitores	15
Figura 4: Forma de onda de corriente en variador de velocidad de CA	15
Figura 5: Forma de onda original y sus componentes armónicos: 1 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> , 7 <sup>a</sup> , 11 <sup>a</sup>	16
Figura 6: Unifilar de planta industrial con cargas lineales y no lineales	18
Figura 7: Corriente en capacitor instalado en sistema con cargas no lineales	18
Figura 8: Armónica en que ocurre la resonancia paralela en función de la relación kVAR de capacitores / kVA de transformador para voltajes secundarios de 480 V e impedancia del transformador de 3% y 6%	19
Figura 9: Conexión de reactores de línea a) VFD individual b) Grupo de VFD	20
Figura 10: Arreglo de Filtro sintonizado con capacitor en conexión delta	20
Figura 11: esquema instalación de filtro sintonizado	21
Figura 12. Sistemas trifásicos desequilibrado.	22
Figura 13: Triángulo de potencias con y sin distorsión armónica	25
Figura 14: diagrama unifilar tableros de distribución CC Open Plaza	40
Figura 15: Curva De Frecuencia Respecto Al Tiempo	42
Figura 16: Curva De Desequilibrio De Tensión Respecto Al Tiempo (Porcentual).	43
Figura 17: Tensiones rms, Fase – Fase	44
Figura 18: Potencia Activa (kW) de locatario	45
Figura 19: Curva Completa De Potencias (Aparente – Activa – Reactiva).	46
Figura 20: Registro De Curvas De Corriente Por Fase	47
Figura 21: Histograma de armónicos de tensión (1ero. al 50avo.).	50
Figura 21.a: Tasas de distorsión en tensión, THD(v) por fase A-N, %	51
Figura 21.b: Tasas de distorsión en tensión, THD(v) por fase B-N, %	52
Figura 21.c: Tasas de distorsión armónica en tensión, THD(v) por fase C-N, %	53
Figura 22: Histograma de armónicos de corriente (1ero. al 50avo.).	55
Figura 23: Diagramas de variación de la severidad del Flícker de locatarios	56
Figura 24: Triángulo de potencias sin distorsión: ABC y con distorsión: ABCD	58
Figura 25: Curva proyectada de operación del sistema eléctrico, sin filtrado y con filtrado de armónicos de tablero de locatarios	62

Figura 26: diagrama de armónicas con filtro acusine fuera de servicio (lado izquierdo) y con filtro en servicio (lado derecho)	63
Figura 27: Filtro activo Acusin, Schneider Electric	65
Figura 28: Filtro de armónicos Acussine PCS. Fuente: Schneider Electrics	66
Figura 29: Diagrama unifilar, instalando Filtro Activo. Fuente: Propia	67
Figura 30: reactor inductivo trifásico	75
Figura 31: Variación de armónicos sin y con reactor en línea	75
Figura 32: Curva de linealidad del reactor inductivo, Inductancia vs Corriente	75

## Resumen

En el estudio de investigación presentado, se realizó un diagnóstico Tablero eléctrico principal de Locatarios del Centro Comercial Open Plaza de Trujillo, resultando que este opera, con alta deficiencias eléctricas debido a la entrada y salida de servicio de los stands y comercios que reciben este servicio.

Se realizó, por el lapso de tres días, la medición, registro y análisis del sistema eléctrico, en su tablero principal, de calidad de energía, sabiendo que el Open Plaza cuenta con una gran cantidad de equipos electrónicos, de carga no lineal que generan distorsión armónica, lo que se realizo es emplear un analizador de armónicos, el sistema eléctrico está medianamente contaminado, tiene tasa de distorsión armónica en corriente THD(i) de 32.75 % mayor que el valor admisible de la norma, de 15%, la tasa de distorsión armónica en tensión THD(v) es de 3.45% < THD adm = 8%, en este caso sí cumple lo que indica la norma, pero sí hay distorsión de la onda.

Se elaboró un diagrama unifilar del Open Plaza, con enfoque a los tableros de distribución, para facilitar el análisis eléctrico. Luego, se dimensiona y selecciona el filtro de armónicos, un filtro activo, para reducir la distorsión armónica y también para proteger a los bancos de condensadores que se queman con mucha frecuencia.

Las recomendaciones incluyen la instalación de un analizador de energía con montaje en panel, para cada tablero y uno general en el tablero de distribución principal, además este estudio debe tomarse como base para un estudio más general para la protección del transformador, de acuerdo a normas; estudio que demanda más tiempo e inversión económica

Palabras clave: Calidad de energía, filtro activo



## Abstract

In the research study presented, a diagnosis of the main distribution board of the Open Plaza Shopping Center in Trujillo was carried out, resulting of the installed capacity, with high power variation due to the entrance and exit of service of the stands and businesses that receive this service.

For a period of three days, the measurement, recording and analysis of the electrical system, in its main panel, of energy quality, was carried out, knowing that the Open Plaza has a large number of electronic equipment, of non-linear load that generate harmonic distortion, what was done is to use a harmonic analyzer, the system is moderately contaminated, it has a rate of harmonic distortion in current THD(i) higher than the admissible value of the norm, the rate of harmonic distortion in voltage THD(v), in this case it does comply with what the standard indicates, but there is wave distortion.

A single-line diagram of the Open Plaza was developed, with a focus on distribution boards, to facilitate electrical analysis. Next, the harmonic filter, an active filter, is sized and selected to reduce harmonic distortion and also to protect capacitor banks that burn out very frequently. The filter should increase the  $\cos\phi$  to 1.

The recommendations include the installation of a panel-mounted energy analyzer for each board and a general one in the main distribution board, in addition, this study should be taken as the basis for a more general study for the protection of the transformer, according to standards. ; study that requires more time and financial investment

Keywords: Power quality, active filter

## I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica debe tener los parámetros de calidad para que los equipos funcionen bien. Los equipos industriales, como los de tipo electrónico y PC, necesitan buena calidad de Energía (L. Moncada, 2019).

Los disturbios e interrupciones de suministro eléctrico existen en los equipos de potencia, las condiciones se agravan por el desarrollo de la electrónica, con aparatos muy sensibles a distorsión de onda, desviaciones e interrupciones, y porque tienen carácter altamente no lineal que incrementa mucho el disturbio de tensión en la red (L. Moncada, 2019).

Según las normas eléctricas peruanas, NTP, NTCSE, el proveedor de electricidad suministra energía eléctrica por un sistema de distribución público y el cliente la compra. El usuario tiene derecho a recibir electricidad con buena calidad que sus equipos funcionen bien y debe mantener la energía proporcionada en los niveles de calidad según sus necesidades. La buena calidad del suministro de electricidad es responsabilidad del cliente, de la empresa distribuidora y de los fabricantes de equipos. (L. Moncada, 2019).

La Norma Técnica Peruana 020-97 señala que los valores mínimos de calidad del suministro de electricidad y los compromisos de las distribuidoras de energía eléctrica y de los usuarios que trabajan según la Ley de Concesión Eléctrica (NTP 020-97).

El control del suministro de energía eléctrica se hace en los siguientes rubros: Energía suministrada: Voltaje (V); Frecuencia (Hz); Distorsiones (como el Flícker y Voltajes de ondas armónicas). Calidad de alimentación de energía eléctrica: Interrupciones (h). Servicio Comercial: Trato y atención al Usuario; Modos de Atención al usuario; Precisión y exactitud en Medición de los parámetros eléctricos. Calidad de Alumbrado Público.

La empresa Centro Comercial Open Plaza ubicada en Trujillo, cuenta con una Sub Estación Principal de 1000 KVA, que alimenta a toda la empresa; debido a la extensión de sus locatarios, alta criticidad de los equipos especializados, y al reordenamiento eléctrico necesario, se debe analizar la

Calidad de Electricidad. El tablero eléctrico principal de mayor relevancia es el de locatarios, que opera: 380 / 220 VAC 60 HZ auto soportado, Norma de Fabricación: IEC60076/ IEC C2-E2-F1.

Los equipos eléctricos y de tipo electrónico conectado al tablero eléctrico de locatarios, como variadores de velocidad, motores que accionan bombas centrífugas, capacitores compensadores y luminarias inductivas, muchas veces fallan por calentamiento, y por variación de los parámetros de la electricidad, causando daños en equipos y componentes, desconexión de equipos por disparos de interruptores termo magnéticos, causando intermitencia operacional y mayor costo de mantenimiento.

De acuerdo a lo presentado, se plantea realizar una investigación con un análisis del sistema eléctrico, midiendo y registrando los parámetros de operación, procesando los datos obtenidos y realizando un diagnóstico, que permita definir la desviación de los parámetros eléctricos que definen la calidad de la electricidad, según normas específicas peruanas, definiendo si hay presencia de armónicos, que distorsionen la onda senoidal, luego, se elaborará un conjunto de medidas de mejora para mejorar la calidad de energía y reducir costos.

Maza (2015), implementó una solución de gestión en la energía eléctrica en un centro comercial por el alto costo de consumo de energía eléctrica; con auditoria energética de las instalaciones: iluminación, HVAC, y generación, recopilando el contrato de suministro, servicios de electricidad y pliegos tarifarios. Planteó mejoras prácticas para ahorrar energía, con sensores para optimizar el control de los sistemas de climatización e iluminación, reemplazar las lámparas con vapor de sodio, por LED, más eficientes.

Ramos y Riveros (2018) analizaron la calidad de suministro de electricidad a planta, modelando el sistema eléctrico en un software con medidor de calidad de energía. Se observó que la tensión (V), frecuencia (Hz) y THD (v) de voltaje están en rangos aceptados por NTCSE, la empresa no consume electricidad con eficiencia, consume mucha energía reactiva, que repercute en sus pagos.

L. Céspedes y J. Saad (2018) en su tesis señalan que el nivel de tensión en acometida eléctrica principal y en tableros de distribución, están en los límites admisibles por NTC 1340,  $\Delta U$  en rangos +5% y -10%, y son aceptables. En el tablero general, el dimensionamiento y selección de conductores y dispositivos de protección eléctrica se hizo según la carga que se demanda y la capacidad eléctrica de los interruptores eléctricos.

R. Nicaragua y F. Rivera (2018) muestran que las mediciones de corriente se realizaron en cada uno de los conductores de suministro de electricidad, incluido el de neutro y el conductor de conexión a tierra. En la propuesta se realizó una guía de referencia que figuran en normas IEEE, IEC 61000 - 4 y NTC 5000.

G. Cheza y N. Edison (2020) en su tesis señalan que, al implementar condensadores de compensación, las instalaciones industriales mejoran el  $\cos\phi$ , evitando penalizaciones ya que actualmente el factor de potencia está valores con límites permitidos. Los bancos de condensadores se dimensionaron y seleccionaron según el aumento de carga de la planta industrial, la variación de la demanda eléctrica y tecnologías con se fabrican. Las ondas de armónicas se detectaron al realizar el presente estudio, se sugiere implementar equipos filtradores de armónicos, y reducir pérdidas de electricidad. Existen flickers en circuitos de iluminación, los que no se detectan a simple vista por los operadores, porque en las áreas de trabajo se utilizan fluorescentes, lo que mitiga este fenómeno.

Mieles y Molina (2019) analizaron los parámetros eléctricos en planta Industria percatando la existencia de armónicos THDi y THDv lo que provoca daño en los equipos, realizaron la medición con un equipo fluke 435. Propusieron instalar un filtro pasivo sintonizado, para reducir la THD(v) cumpliendo con la norma IEEE - 519 y la THD(i) y obtuvieron un máximo de 3%, aceptable en la norma IEEE -519.

La formulación del problema es la siguiente: ¿De qué manera se puede mejorar la calidad del suministro eléctrico en Baja Tensión del Tablero eléctrico principal de Locatarios del Centro Comercial Open Plaza?

Para la siguiente investigación se tiene las siguientes justificaciones: 1) económica: Al mejorar la calidad de la electricidad en el sistema eléctrico mejorará la operación de los equipos, se evitará el daño a los equipos, y se reducirá la facturación mensual del consumo de energía eléctrica de cada locatario, 2) social: Las mejoras contribuirán en el beneficio de la calidad de servicio a los usuarios y mantener su confort con óptima y segura estancia a los trabajadores, evitando riesgos eléctricos, parpadeos de luz con correcto desarrollo de sus tareas, 3) medioambiental: Con buena calidad de electricidad y bajo consumo se protegerá el medio ambiente, se tendrá en estado by pass el grupo electrógeno evitando las emisiones de CO<sub>2</sub>, atenuando la contaminación ambiental, 4) tecnológica: se utilizará instrumentos de medición y registro de indicadores y se tendrá en capacitación tecnológica en el uso de estas herramientas.

Los objetivos son los siguientes: Objetivo general: Analizar la calidad de suministro eléctrico de tablero principal de locatarios del C.C. Open Plaza, para establecer las medidas a ser aplicadas para mejorar la calidad del suministro eléctrico.

Los objetivos específicos son: a) Diagnóstico de calidad de suministro eléctrico del tablero eléctrico de locatarios del C.C. Open Plaza, según NTP, b) Determinar los indicadores de calidad de energía según NTP. de Calidad de Servicios Eléctricos, c) Determinar la propuesta de mejora de la calidad de energía eléctrica del tablero de distribución locatarios comerciales de C.C. Open Plaza, d) Análisis económico de implementación de mejoras en calidad de energía. La hipótesis: Es viable mejorar la calidad del suministro eléctrico del tablero de alimentación de locatarios comerciales mediante un análisis de su sistema eléctrico.

## II. MARCO TEÓRICO

**Energía:**

**Parámetros eléctricos:**

**Tensión eléctrica**

Es la energía necesaria para poder mover una carga eléctrica a través de un conductor eléctrico, su unidad de medida es volts (V).

**El Factor de potencia**

Es la relación entre la potencia activa  $P$  (w) y la potencia aparente (VA), o sea el coseno del ángulo formado por estas potencias causado por la potencia reactiva, y dado como el valor del ángulo.

También se puede determinar como la relación entre la resistencia óhmica y la impedancia de un elemento eléctrico.

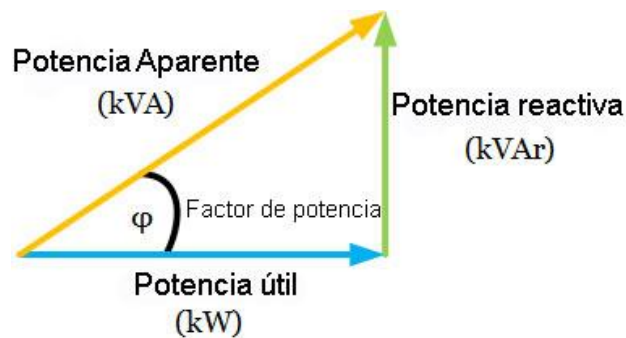


Figura 1: Triángulo de potencias eléctricas, sin distorsión armónica.

**Intensidad de corriente**

El paso de la carga eléctrica por un conductor se llama corriente eléctrica. La unidad de intensidad es el C/s (culombio por segundo), llamado amperio, de símbolo A en el SI de unidades de medición.

## **Instrumentos de medición:**

Registrador de energía eléctrica Fluke

Es un instrumento que mide y registra la energía eléctrica, son sólidos, sofisticados y amigables para el especialista en calidad de la potencia eléctrica y sus estudios en calidad de electricidad.

El registrador realiza un estudio de los parámetros de la red eléctrica por un período determinado y monitoriza la calidad de la electricidad, descubriendo e informando sobre perturbaciones en redes de baja y media tensión, mide los parámetros:

- U (V)
- I (A) en fase y en neutro
- Variaciones de tensión(V)
- Potencia
- Energía eléctrica, energía eléctrica total (kw-h)
- Flícker (Pst, Plt)
- THD(v) de U (%)
- THD(i) de I (%)
- Ondas de armónicas de voltaje hasta la 50
- Tensión (V) de señalización eléctrica
- Desequilibrio del voltaje, %
- Frecuencia, Hz

## **Análisis de calidad de la Electricidad**

### **Calidad de la energía eléctrica suministrada**

Son los parámetros, técnicos y comerciales, del servicio de suministro de electricidad dados en normas técnicas específicas que deben ser cumplidas por las distribuidoras de electricidad; se reconoce por la falta de interrupciones, de sobretensiones, distorsiones causadas por las ondas armónicas en la red de electricidad y variaciones del voltaje eficaz que se entrega al cliente (HARPER, 2009);

### Periodo de una onda eléctrica.

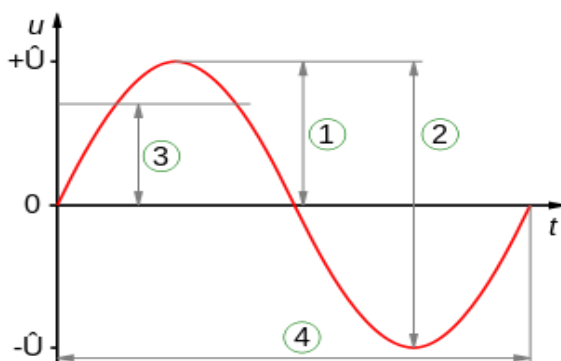
Una onda senoidal varía en función del tiempo (t) de modo establecido. El tiempo que necesita una onda senoidal para completar un ciclo es el período, figura 1, nr 4.

### Frecuencia de una onda senoidal

Es la cantidad de ciclos que la onda eléctrica senoidal completa en la unidad de tiempo.

Mientras más ciclos de la onda se realizan en un segundo, más elevada es la frecuencia eléctrica. La frecuencia  $f$  (Hz) es un ciclo/s.

Figura 2:Periodo de una onda senoidal



Descripción:

- 1: Pico de la onda senoidal,
- 2: valor pico a pico de la onda senoidal,
- 3: valor RMS (eficaz) de la onda senoidal,
- 4 Período de la onda senoidal

### Valores senoidales de tensión e intensidad

**Valor pico (Vp):** Valor de tensión (o intensidad) en el valor de máximo (pico) + o - con relación a cero, figura 1, número 1.

### Valor pico a pico (Vpp) de la onda senoidal:

Medido desde el valor pico positivo hasta el valor pico negativo.

Es dos veces el valor pico.



### Valor RMS:

Es la raíz cuadrada de la media de los cuadrados del voltaje.

### Valor promedio de onda senoidal:

Valor de onda senoidal tomado durante un ciclo completo, que siempre es cero pues los valores + neutralizan los valores negativos.

### La distorsión de ondas armónicas

Si la tensión (V) o la intensidad (A) de un circuito eléctrico presentan deformaciones de la forma senoidal, se dice que la onda tiene distorsión (E. Téllez, 2018). Se debe a:

#### • Fenómenos transitorios

Arranque de motores eléctricos, conmutación de condensadores de compensación, o fallas por cortocircuito monofásico o trifásico.

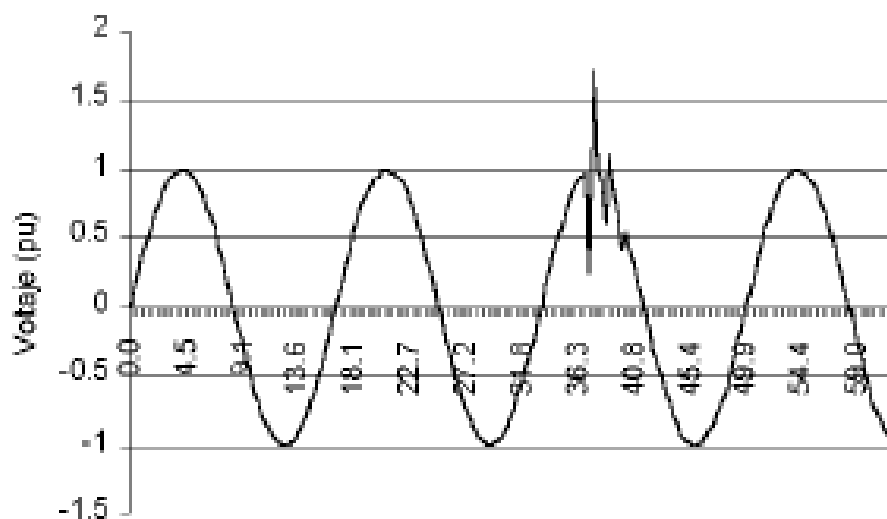


Figura 3: Tensión por conmutación de capacitores de compensación.

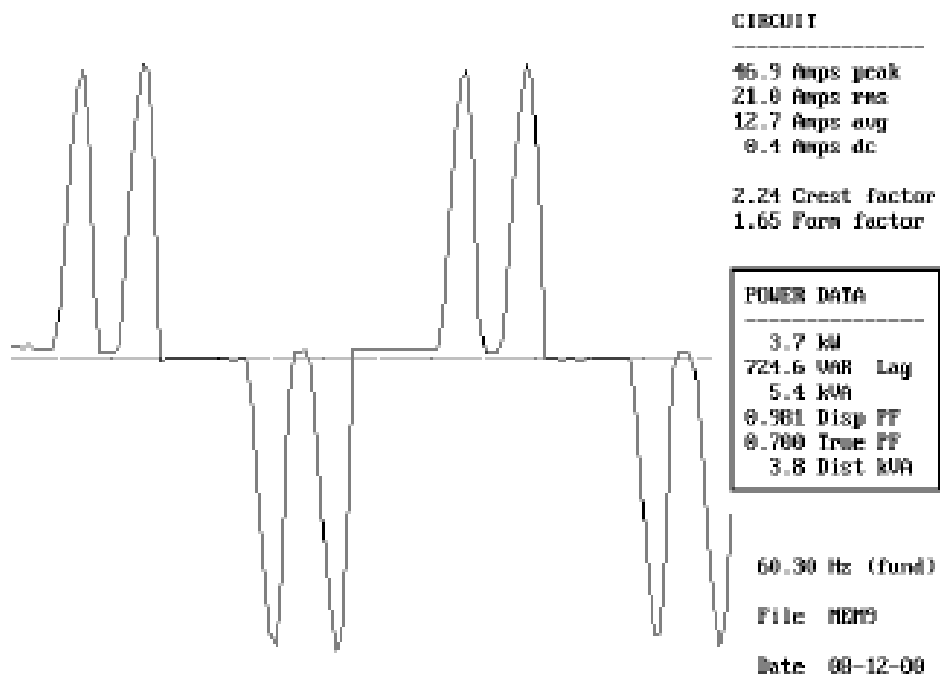


Figura 4: Onda de intensidad en variador de frecuencia.

### Características de la distorsión armónica

Para considerar como distorsión de ondas armónicas las deformaciones en una señal eléctrica, se debe cumplir las siguientes consideraciones (E. Téllez, 2018):

- La señal eléctrica debe tener valores claramente definidos en el intervalo.
- La señal eléctrica debe ser periódica.
- Ser Permanente, estar presente en todo momento.

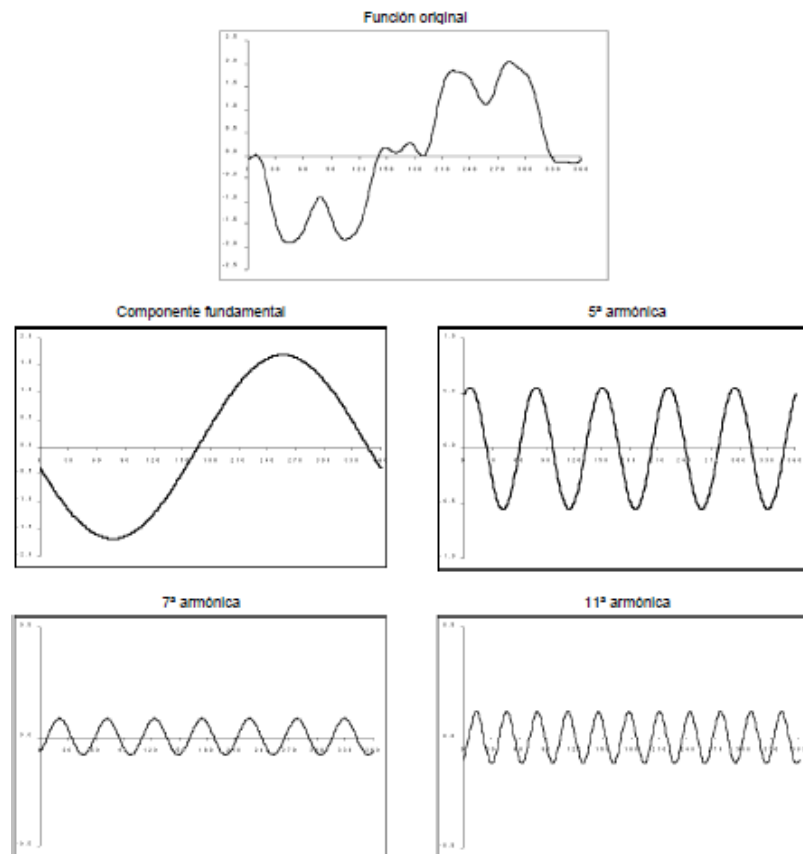


Figura 5: Forma de onda eléctrica original y sus componentes de ondas de armónicos: 1, 5, 7,11.

Expresiones que se aplican si la tensión es senoidal y la intensidad tiene distorsión (E. Téllez, 2018):

Potencia aparente  $S=V_{rms}=V \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}$

Potencia eficaz  $P=P_1=VI_1 \cos(\phi_1)$

Potencia reactiva  $Q=\sqrt{S^2 - P^2}$

Potencia reactiva fundamental  $Q_1=VI_1 \text{sen}(\phi_1)$

Potencia distorsionante  $D=V \sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}$

Factor de potencia fundamental:  $FP_1=P/S_1 = \cos(\phi_1)$

Factor de potencia:  $FP = \cos(\alpha) * \cos(\phi_1) = \cos(\delta) = P/S$

### Relación entre Potencias

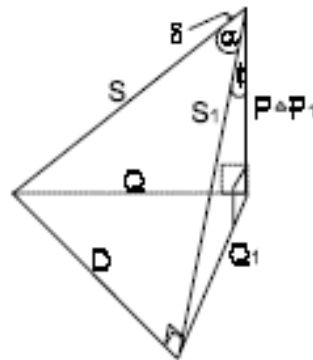
$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$S_1^2 = P^2 + Q_1^2$$

$$Q^2 = Q_1^2 + D^2$$

$$S^2 = S_1^2 + D^2$$

$$S^2 = P^2 + Q_1^2 + D^2$$



### Los armónicos y la vida útil de equipos eléctricos

En la fabricación se determina y fijan los límites de operación de sus equipos menores a sus valores de falla que permitan una operación y vida prolongada.

En resonancia, estos límites son excedidos, acelerando su envejecimiento y ocasionando la falla. (E. Téllez, 2018)

### Condiciones para aparición de resonancia eléctrica

En circuitos eléctricos con cargas no lineales, las intensidades de armónicas fluyen a la red por el transformador de distribución eléctrica.

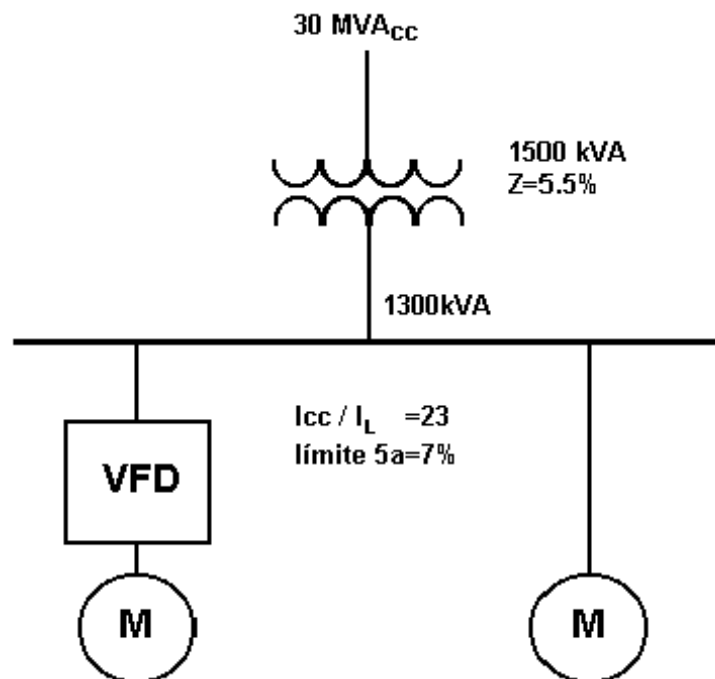


Figura 6: Unifilar con cargas lineales y no lineales

Los mayores problemas debidos a la distorsión de ondas armónicas, se encuentran al implementar condensadores de compensación del  $\text{Cos}\phi$  con cargas no lineales de magnitud significativa.

Una tensión con armónicos a capacitores, ocasiona que su corriente aumente pues su reactancia capacitiva se reduce con la frecuencia.

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

El aumento de la Intensidad (A) eficaz en relación a la intensidad nominal fundamental, depende de la cantidad de armónicos en la señal de tensión (V).

$$\frac{I_{\text{rms}}}{I_1} = \sqrt{1 + 9\left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 + 25\left(\frac{V_5}{V_1}\right)^2 + \dots}$$

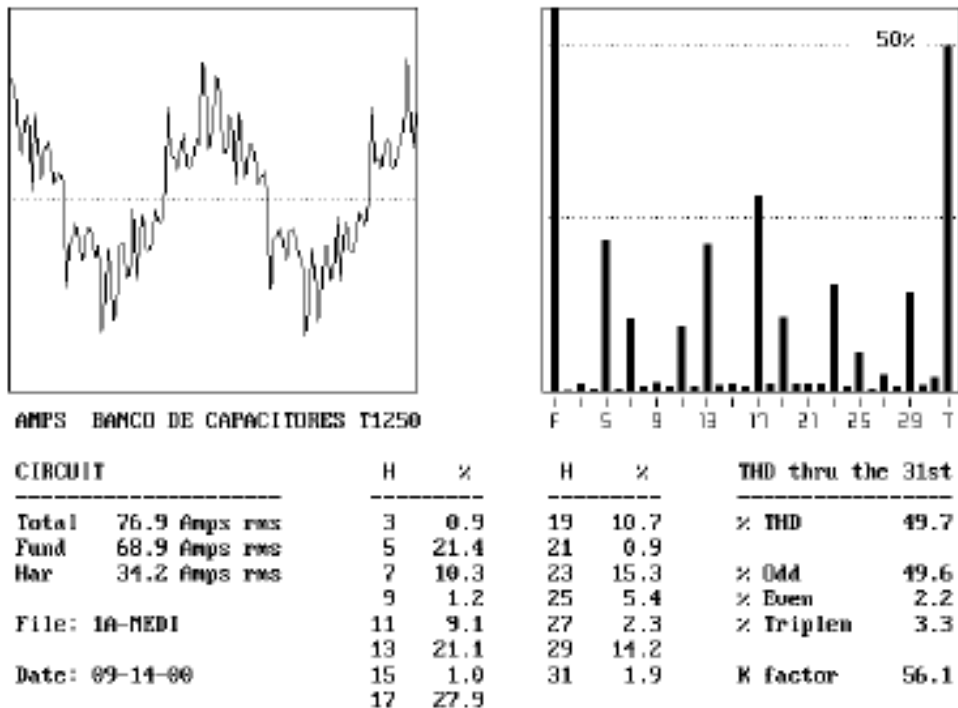


Figura 7: Intensidad de Corriente en condensador conectado en circuito eléctrico con cargas no lineales

## Reducción de Armónicas

En las plantas industriales se operan a  $\text{Cos}\phi > 0.90$  para no ser penalizados por energía reactiva e incluso se alcanzan valores cercanos a 1, en un factor de potencia de 0.97, instalando condensadores que ocasionan resonancias paralelas en la 3ª y 16ª armónica.

Si la carga eléctrica no lineal con relación a la carga total del circuito es  $> 10\%$ , no se debe instalar condensadores de compensación pues la distorsión de ondas armónicas aumentará causando calentamiento de los bancos compensadores. (E. Téllez, 2019).

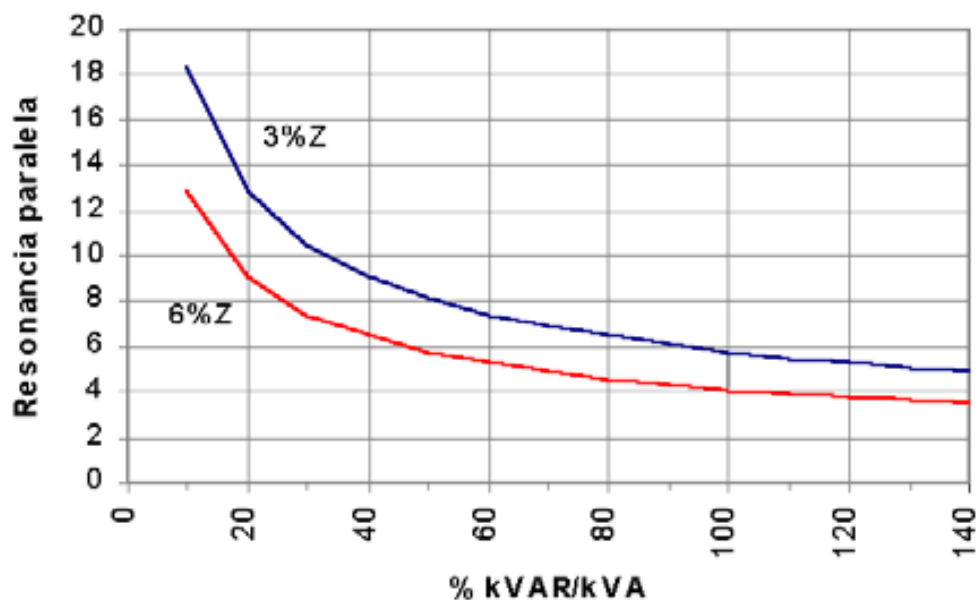


Figura 8: Armónica con resonancia en paralelo en función de kVAR de condensadores / kVA de transformador con tensiones secundarias de 480 V y Z porcentual del transformador de 3% y 6%

## Reducción de armónicos con Reactores Inductivos de Línea:

Los reactores inductivos de línea sirven para reducir las intensidades de corriente de distorsión con la intensidad de corriente fundamental y la onda armónica y el efecto en el aumento de las frecuencias, se instalan entre alimentación y la carga. Para reducir el contenido de armónicos, se instala un reactor inductivo de línea con intensidad de corriente nominal fundamental cercana a la de intensidad de operación. (E. Téllez, 2019)

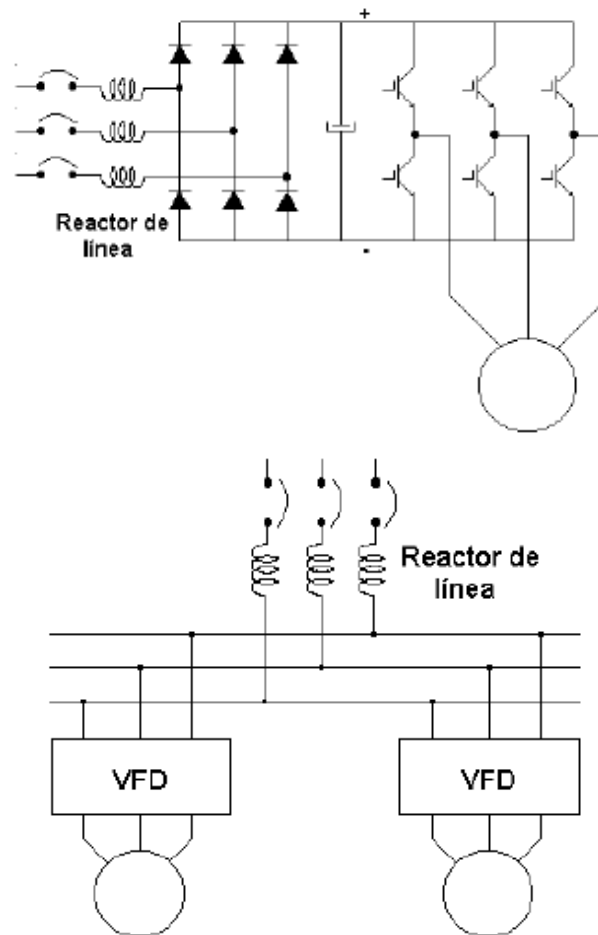


Figura 9: Instalación de reactores inductivos de línea a) VFD individual b) Grupo de VFD

### Reducción de armónicos con Filtros de Sintonía:

Son filtros de ondas armónicas pasivos, conectados en paralelo al sistema de distribución de energía general o a cargas individuales importantes, para reducir la cantidad de armónicos y proporciona Q reactiva fundamental que compensa el  $\cos\phi$  de desplazamiento.

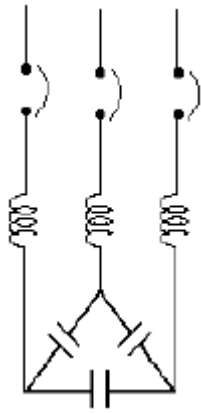


Figura 10: Filtro de sintonía con condensador en conexión triángulo

### Reducción de armónicos con Filtros Desintonizados

Tienen la misma conexión a la red que los filtros de sintonía.

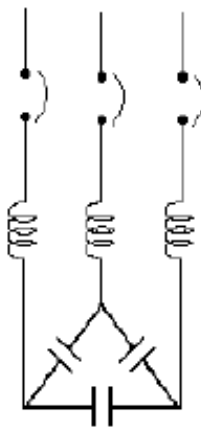


Figura 11: esquema instalación de filtro sintonizado

Sirven para compensar el  $\cos\phi$  de desplazamiento en un circuito en el cual la relación de carga no lineal con la total es  $< 40\%$  y protección a los condensadores contra sobrecargas de ondas armónicas.

Los filtros desintonizados no son convenientes si la carga distorsionante es mayor al 40% del total y debe cumplir los rangos de la norma IEEE 519.

Efectos de los filtros de armónicos desintonizados:

- Protege a capacitores de compensación del  $\cos\phi$ .
- Evitar resonancias a baja frecuencia en capacitores.
- Compensar el  $\cos\phi$  de desplazamiento



## Disturbios en el sistema eléctrico

### Transitorios:

Son eventos repentinos de valor alta que aumentan el voltaje o intensidad, se clasifican por su velocidad, con duración menor a dos ms. Estos son los "picos" de voltaje (Harper, 2009).

### Interrupciones de energía:

Es la pérdida total de electricidad en un periodo corto de tiempo, por un daño a la red de alimentación de electricidad, como rayos, animales, árboles, accidentes o condiciones atmosféricas; falla de equipos o disparos del disyuntor básico.

### Perturbaciones en circuitos eléctricos

### Desequilibrio en circuito eléctrico trifásico:

Las mermas de electricidad en el sistema de distribución eléctrica trifásica es el desequilibrio de las cargas del circuito.

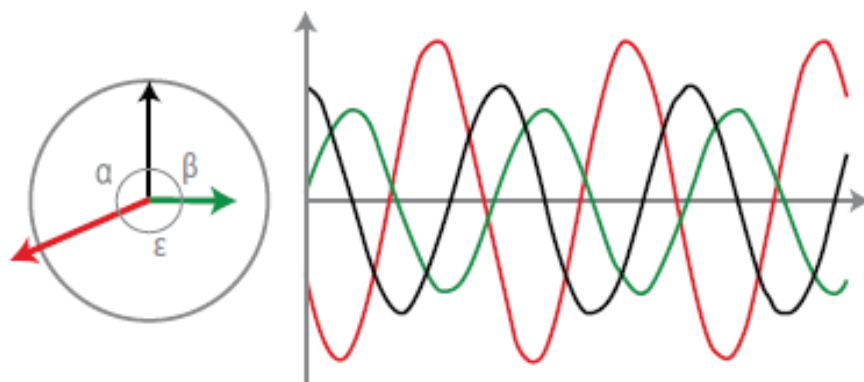


Figura 12. Sistemas trifásicos desequilibrado.

## Los armónicos.

ENERGIA, RTR, los define como una señal cualquiera periódica, que, se descompone en una sumatoria de señales senoidales con una frecuencia que es un valor múltiplo de la frecuencia fundamental del circuito.

**THDV:** Tasa de distorsión de armónicos total de tensión

Factor de Distorsión Total por Armónicos (THD) de tensión es:

$$\text{THDV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=2..40} V^2 i}{V^2 n}} \times 100\%$$

Donde:

$V^2 i$  = Valor eficaz (RMS) del voltaje armónico "i" (para i = 2 hasta 40), V.

$V^2 n$  = Voltaje nominal en bornes de carga, V.

**THD (i):** Tasa de distorsión de armónicos total de intensidad de corriente

Tasa de Distorsión Total de ondas armónicas (THD) de corriente:

$$\text{THDi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=2..40} I^2 i}{I^2 n}} \times 100\%$$

Donde:

$I^2 i$  = Valor eficaz (RMS) de la corriente de armónicos "i" (para i = 2 ...40),  
A.

$I^2 n$  = Corriente nominal en conductor, A

- Perturbaciones en los equipos de control.

## **Norma técnica peruana de calidad de la electricidad**

Normas nacionales: EI 1997 – 10 - 09.- D. S. N° 020-97 - EM –

**Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos** (1997 – 10 - 11).

Según la NTP 20-97, la Calidad de la Electricidad que se entrega al Cliente se evalúa por el no respeto a las tolerancias en tensión, frecuencia y perturbaciones.

### **Tolerancia de tensión:**

Las tolerancias admitidas en las  $U_n$  en las Etapas y niveles de U, es de  $\pm 5.0\%$  de las  $U_n$  en esos puntos de entrega.

### **Tolerancias de frecuencia:**

- Variaciones de frecuencia sostenidas ( $\Delta f^k$  (%)) :  $\pm 0.6$  %.
- Variaciones de frecuencia (VSF'):  $\pm 1.0$  Hz.
- Variaciones de frecuencia (IVDF'):  $\pm 600$  Ciclos.

### **Flícker:**

El Índice de Flícker ( $P_{st}$ ) debe ser  $<1$  ( $P_{st} \leq 1$ ) en Muy Alta Tensión, Alta Tensión, Media Tensión ni Baja Tensión.

$P_{st}' = 1$  es el valor de irritabilidad que se asocia con la fluctuación máxima de luminancia en luminarias eléctricas.

### **Tensiones de Armónicos:**

Los valores eficaces (rms) de los voltajes de armónicos Individuales ( $V_i$ ) y THD, en % de la  $U_n$  no deben superar los valores máximos ( $V_i'$  y THD').

**Corriente armónica residual armónica, por cargas no lineales, I<sub>res</sub>:**

$$I_{res}(A) = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_1^2}$$

**Potencia de distorsión armónica, D:**

$$D(KVA) = \frac{\sqrt{3} * I_{res}(A) * U(V)}{1000}$$

**Potencia aparente, con distorsión armónica, S:**

$$S(KVA) = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$$

Cosφ del circuito con distorsión de ondas armónicas:

$$FP = \frac{P \text{ kw}}{S \text{ KVA}}$$

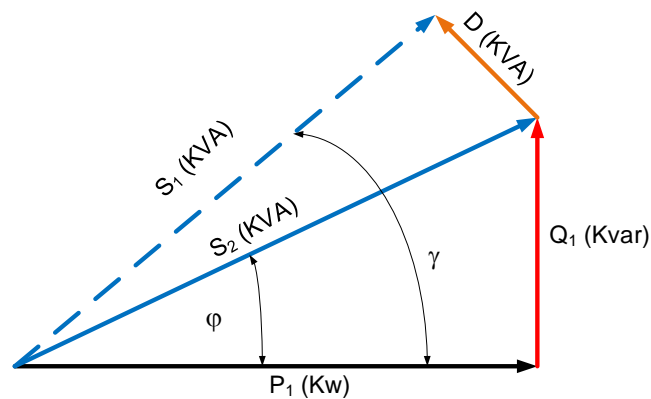


Figura 13: Triángulo de potencias con y sin distorsión armónica

**Factor k de reducción de potencia por distorsión armónica:**

$$K = \sqrt{1 + \frac{0.1}{0.1 + 1} * \left(\frac{I_f}{I_{rms}}\right)^2 * \left[ h3^{1.7} * \left(\frac{I2}{I_{rms}}\right)^2 + h5^{1.7} * \left(\frac{I4}{I_{rms}}\right)^2 + \dots + \right]}$$

Reducción de potencia:

$$\Delta S(\%) = \left(1 - \frac{1}{k}\right) * 100$$

Potencia aparente útil, fiable, segura y recomendada del transformador:

$$S_{\text{útil}}(KVA) = \frac{S_n}{K}$$

**Sobrecarga del transformador**

$$F_c = \frac{S}{S_n}$$

## Filtrado de armónicos

### Intensidad de corriente del filtro de distorsión de armónicos:

El filtro activo tiene por función el compensar los armónicos y los reactivos con inyección dinámica de intensidad de corriente filtrada.

Capacidad de inyección del filtro de ondas armónicas:

$$I_{\text{FILTRO DE ARMÓNICOS}} = \sqrt{I_H^2 + I_R^2}$$

Corriente necesaria para compensar la potencia reactiva inductiva, en Kvar; absorbida por la carga, y se asume un  $\text{Cos}\varphi = 1$ :

$$I_R(A) = \frac{Q_{\text{carga}}(V)}{\sqrt{3} * U_L(V)}$$

$$\rightarrow I_{\text{FILTRO DE ARMÓNICOS}}[A] = \sqrt{I_H^2 + I_R^2}$$

Con ayuda de este valor se elige, de tablas de fabricantes, el filtro activo de armónicos a ser instalado.

### Factor de potencia con armónicos:

$$FP = \frac{P}{\sqrt{P_{\text{ef}}^2 + Q^2 + D^2}}$$

### Factor de potencia sin armónicos

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

## Indicadores de un análisis económico financiero

### Retorno sobre la inversión (ROI).

Permite determinar el período de tiempo en que los flujos netos económicos de la inversión puedan recuperar la inversión inicial en un plazo determinado de tiempo.

$$ROI = \frac{I}{B}$$

I: Inversión económica para ejecutar el trabajo [\$]

B: Beneficio neto obtenido por el trabajo [\$/año]

### Valor Actual Neto, VAN:

Diferencia entre el valor que se actualiza de ingresos y de desembolsos que se generan en una inversión.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+r)^t} - I_0$$

VAN : Valor actual neto de la inversión [\$]

$V_t$ : Flujo de caja del proyecto [\$]

r: Tasa de Interés del préstamo bancario [%]

n: Nr. de períodos en el flujo de caja [años]

$I_0$ : Desembolso económico de la inversión económica [\$]

### Tasa interna de retorno, TIR:

Tasa efectiva anual de retorno, hace que el VAN de los flujos de efectivo, de una inversión económica sean igual a cero. Con el TIR se evalúa la conveniencia de invertir. Al ser mayor el valor del TIR de una inversión, más conveniente es el proyecto.

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

TIR: Es la Tasa interna de recuperación de la inversión económica

VAN: Es el valor actual neto de la inversión a realizar [\$]

$V_t$ : Son los Flujos de caja en cada tiempo [\$]

n: Nr. de períodos de tiempo esperados [años]

$I_0$ : Es el desembolso de la inversión [\$]

### **III. METODOLOGÍA**

#### **Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

##### **Investigación aplicada:**

Es la investigación práctica, busca aplicar los conocimientos, teorías y conocimientos técnicos adquiridos, adquiriendo otros, implementando y sistematizando la práctica basada en investigación (Murillo, 2018). Así mismo el reconocimiento de causales de problemas y sus propias soluciones, basado en la investigación y análisis de datos.

##### **Diseño de investigación:**

##### **Investigación pre experimental:**

Se administra un estímulo a un grupo de evaluación y luego se aplica una medición de una o más parámetros para observar el nivel del grupo de estudio.

No se manipula la variable independiente. No existe referencia previa del nivel que tenía el grupo en la o las variables dependientes antes de aplicar el estímulo.

No se puede establecer causalidad con certeza ni se controlan las fuentes de invalidación interna. (Sampieri, 2018)

Es investigación pre experimental pues se trabaja con datos iniciales, los que son necesarios para conocer la situación actual y aplicar los conocimientos de ingeniería y proyectar el sistema con el estudio aplicado.

##### **a. Variables y operacionalización**

**Variable dependiente:** Calidad de suministro eléctrico

**Variable independiente:** Voltaje, Corriente, Frecuencia, Tasa de distorsión Armónica en intensidad, THD(I), %, Tasa de distorsión armónica en voltaje, THD (V), %

## Operacionalización de variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente	Voltaje	Parámetro que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de electricidad	Trabajo que realiza la carga positiva para trasladarse desde el punto A al punto B	Tensión (V)	Razón
	Corriente	Flujo de carga eléctrica en unidad de tiempo que recorre un conductor.	Parámetro que permite dimensionar y elegir conductores y sistemas de protección eléctrica adecuadamente.	Corriente eléctrica (A)	Razón
	Frecuencia	Parámetro que representa el número de repeticiones en unidad de tiempo de un fenómeno o suceso periódico eléctrico.	Mide la amplitud, periodo de la onda eléctrica	Hertz (Hz)	Razón
	Armónicos	Ondas con frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental de trabajo del circuito, con amplitud decreciente con el aumento del múltiplo	Número de frecuencias que tiene la onda fundamental	Distorsion armónico (THD)	Razón
	Temperatura (°C)	Parámetro que indica el nivel de energía interna de un cuerpo.	Mide el nivel de energía térmica en la que opera un material conductor.	°C	Razón
Variable Dependiente	Calidad de suministro eléctrico	Suministro de electricidad eficiente y adecuada para los consumidores según Norma	Calidad de los servicios eléctricos	Bueno Malo	Intervalo



## **b. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Sub-Estación eléctrica de la empresa del centro comercial Open Plaza de Trujillo.

### **Muestra**

Tablero eléctrico de alimentación de locatarios de 380/220V de la empresa OPEN PLAZA S.A.

### **Muestro**

Técnica no probabilístico intencionado.

## **c. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

TECNICA	INSTRUMENTOS
Encuesta	Cuestionario de preguntas
Observación	Ficha de registro de datos
Análisis documental	Ficha de documentos

## IV Resultados

### 4.1 Diagnóstico de calidad de energía del tablero de distribución principal del locatario, según NTP

#### 4.1.1. Diagrama unifilar de tablero eléctrico principal de distribución de locatarios.



Tabla 1: Diagrama unifilar de tablero eléctrico de locatarios comerciales.

**4.1.2. Cargas actualizado de cada local comercial del tablero principal de distribución de locatarios.**

<b>Resumen De Potencias De Cada Local Comercial del Tablero de locatarios</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DENOMINACIÓN DEL TABLERO</b>	<b>Potencia Total Instalada, KW</b>	<b>Máxima Demanda de Potencia, Kw</b>
1	CONEY PARK	7.7	8.1
2	BATA	8.7	12.5
3	BANCO FALABELLA	8.9	10.1
4	INKA FARMA	7.7	9.7
5	PAYLA	3.8	4.7
6	TOPY TOP	10.7	13.9
7	BANCO BCP	8.9	10.1
8	ENTEL	5.8	6.7
9	ADIDAS	5.7	7.5
10	MODULOS VENTA DE CUCHILLOS	1.7	2.8
11	BLANQUI – CERRADO		
12	INTERBANK - CERRADO		
	<b>TOTAL:</b>	<b>69.6</b>	<b>86.1</b>

Tabla 2: Cargas de cada local comercial de tablero principal de locatarios

### 4.1.3 Diagrama unifilar de instalación eléctrica

- TRANSFORMADOR TRIFÁSICO
- TENSIÓN V: AT (22900-10000)/BT(400-231) . TIPO: T3DI
  - Nro. SERIE: 41|200108-03 . POTENCIA: 1000 KVA
  - FASES: 3F . FRECUENCIA: 60 HZ.
  - Tcc: % a 75 °C . Grupo: YNyn6-Dyn5
  - Norma: ITINTEC 370.002 . ENFRIAMIENTO: ONAN
  - ALTITUD: 2500 msnm . Montaje: Ext/Int
  - Peso Parte Activa: 1320 kg . Peso Total: 2650 kg
  - Año de fabricación: 2008

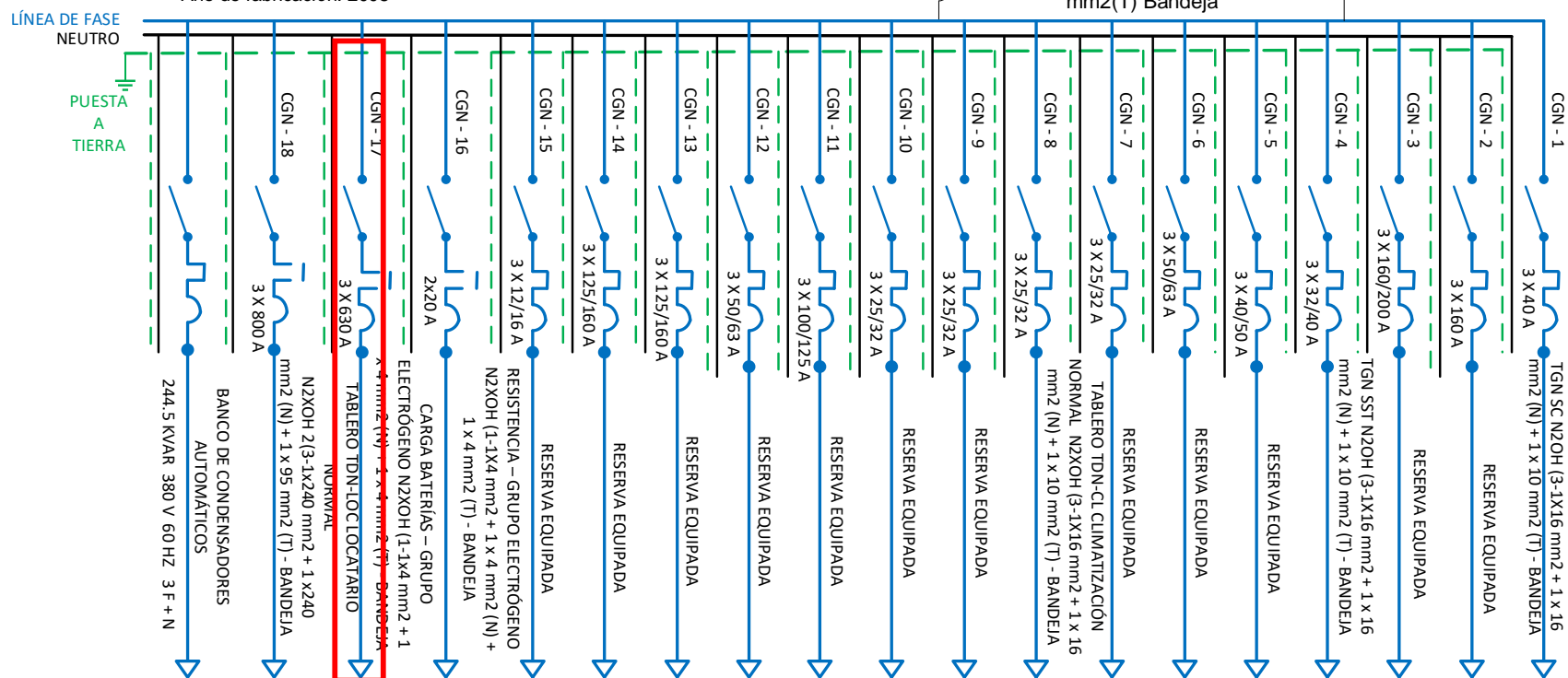
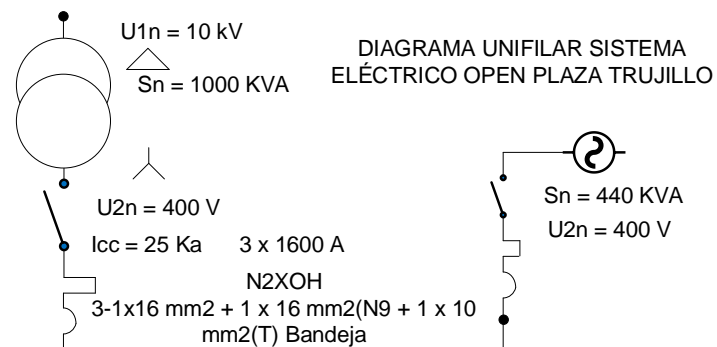


Diagrama unifilar tableros de distribución CC Open Plaza, Se muestra el tablero eléctrico de locatarios CGN 17 TDN - LOC

## **4.2 Determinar los parámetros de calidad de electricidad y potencias del tablero principal de locatarios según NTP de Calidad de Servicios Eléctricos**

### **4.2.1 Medición, registro y análisis de parámetros eléctricos**

NTP de Calidad de Suministro Eléctrico D. S. 020 – 97 - EM.

#### **Registro de datos:**

Según los datos registrados con el aparato de análisis y registrador de calidad de energía durante 03 días continuos se ha obtenido los siguientes resultados:

- Frecuencia promedio registrada en el 95% de las muestras: 60.01 Hz.
- Frecuencia promedio en el 5% restante de las muestras: 59.99 Hz.
- Frecuencia máxima encontrada : 60.10 Hz
- Frecuencia mínima encontrada : 59.93 Hz

El 100% de los datos tomados están en el +/- 1% de variación, por lo tanto, las perturbaciones de la frecuencia están en límites permisibles. **Conclusión: ACEPTABLE**

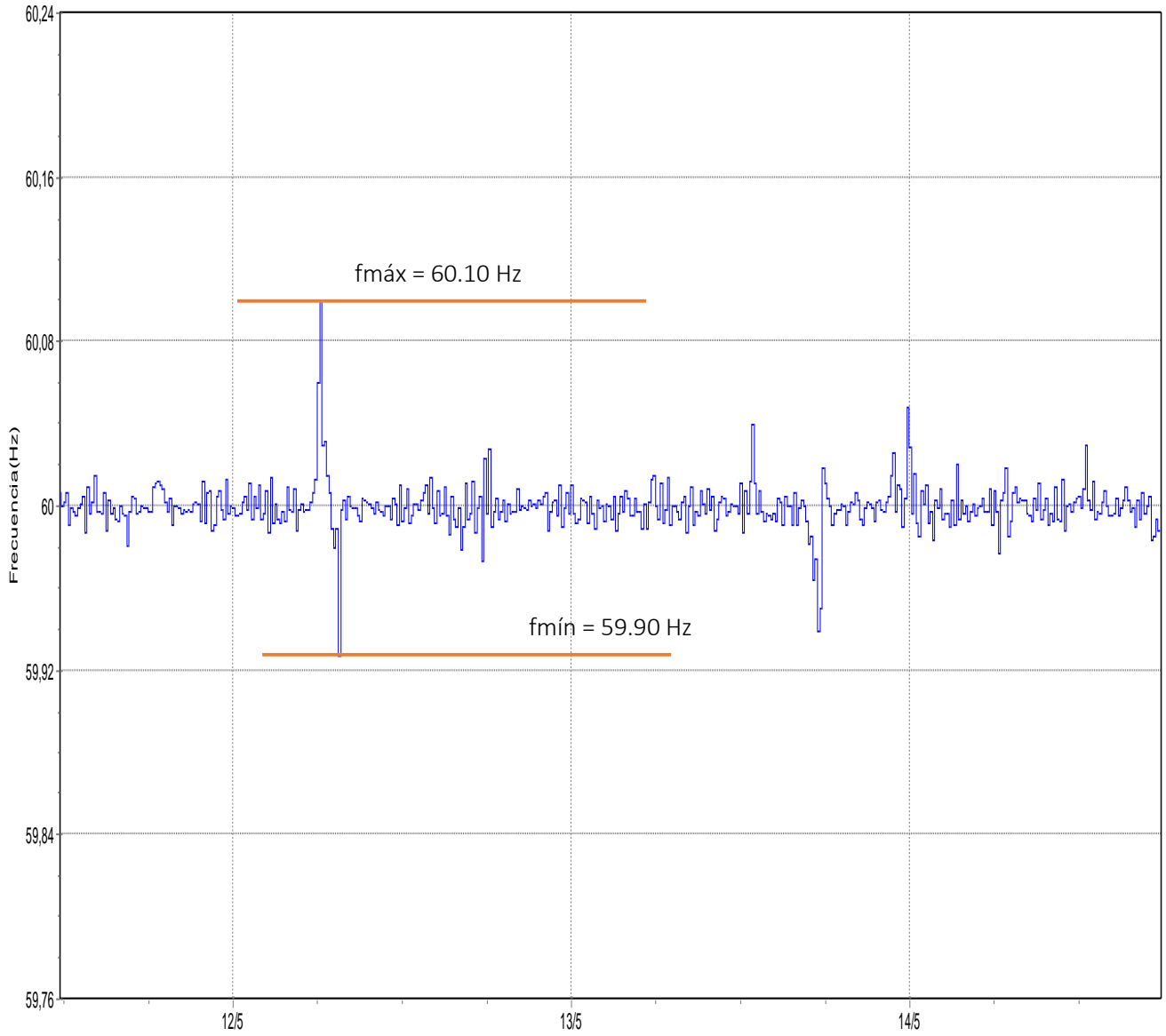


Figura 15: Curva De Frecuencia Respecto Al Tiempo

## 4.2.2. Desequilibrio De Tensiones

Perturbación: Desequilibrio de tensiones

Medida: Promedio de la  $U_i/U_d$  de cada ciclo durante 10 minutos

Límites admisibles: < 2%

Según los datos registrados con el analizador de redes eléctricas durante 03 días continuos se obtuvo que el 100% de los datos tomados son menores al 2% permitido, por lo tanto, no hay problemas o perturbaciones asociadas al desequilibrio de tensiones.

Valor máximo de desequilibrio de tensiones encontrado: **0.31%**

Valor promedio del 95% de muestras tomadas de desequilibrio de tensión: **0.27 %**

El 5% de muestras restantes el desequilibrio de tensión tiene un valor promedio de:

**0.14%. Conclusión: ACEPTABLE**

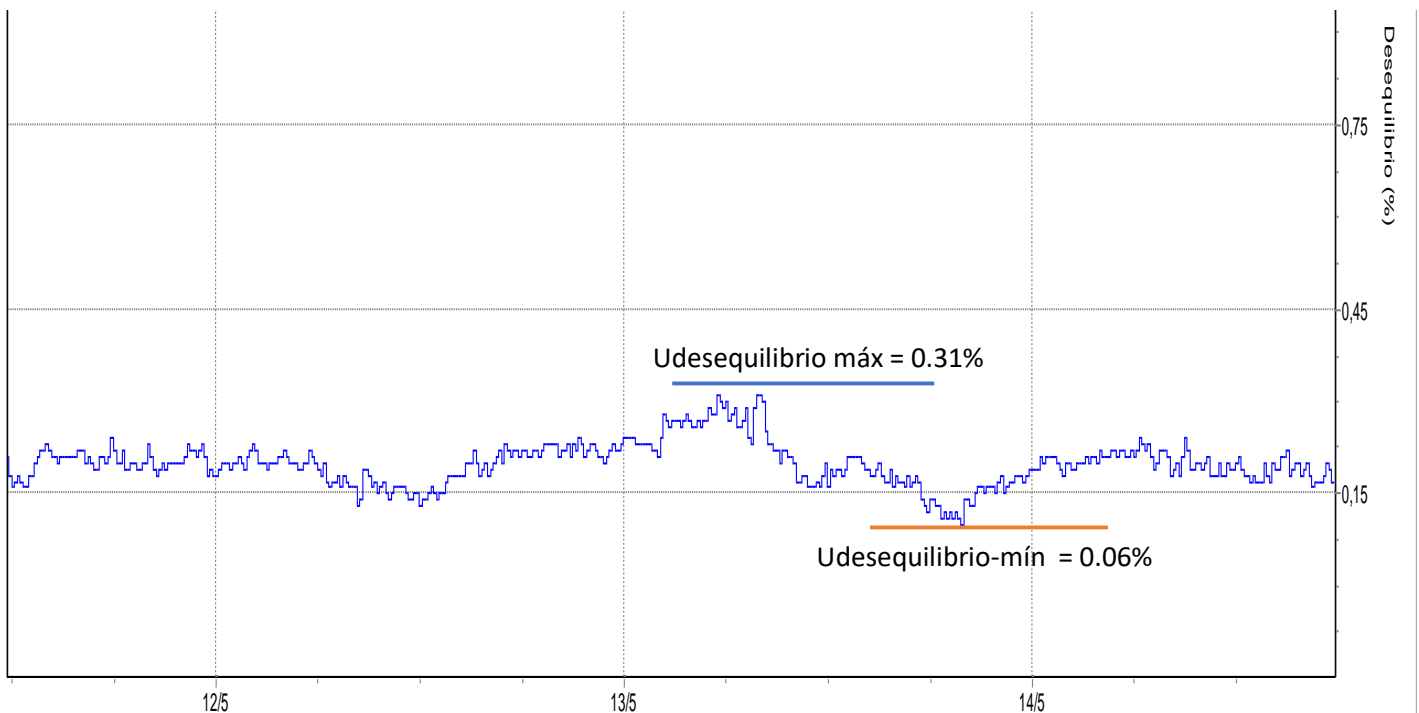


Figura 16: Curva De Desequilibrio De Tensión Respecto Al Tiempo (Porcentual).

### 4.2.3. Potencias Y Máxima Demanda

Item	Potencia Promedio Registrada	Unidad	Durante Operación	Durante Standby
1	Potencia Aparente	kVA	76.3	34.8
2	Potencia Activa	kW	62.4	45.31
3	Potencia Reactiva	kVAr	43.6	18.9

Tabla 3: Potencias en tablero principal de locatarios.

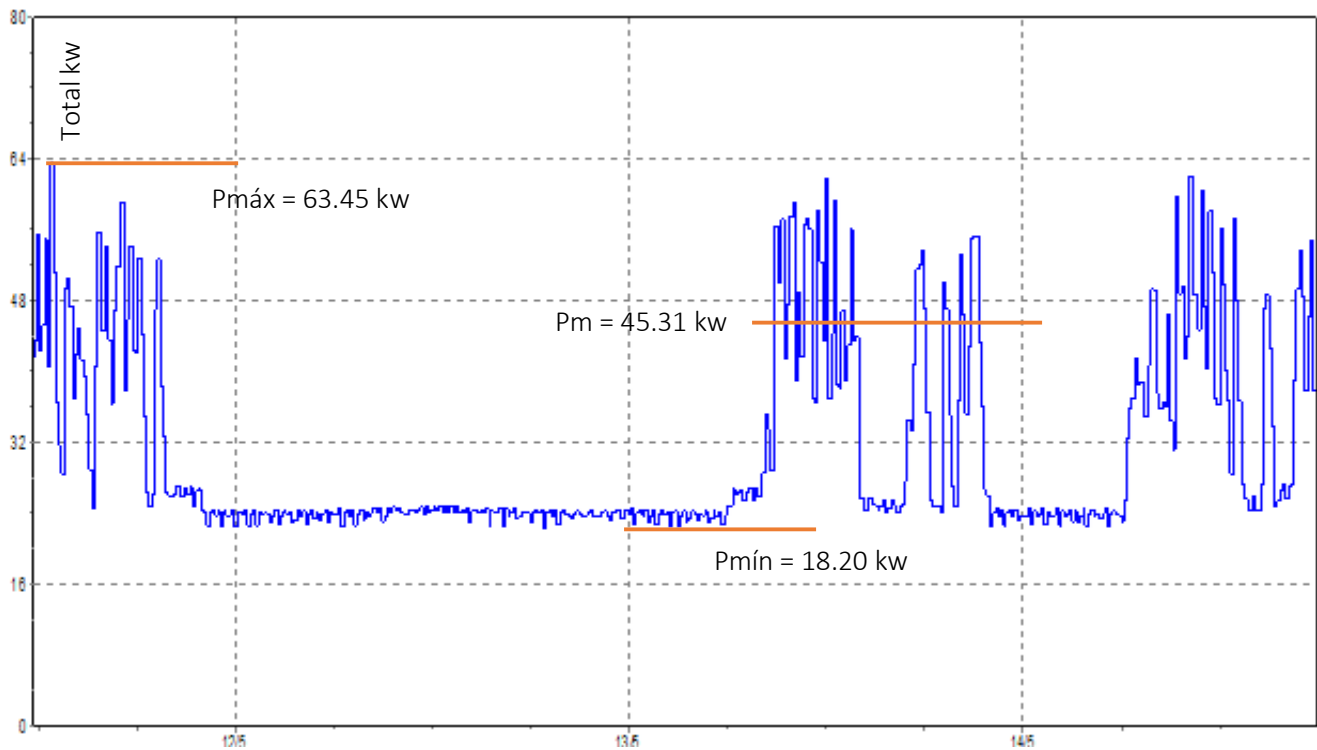


Figura 18: Potencia Activa (kW)

Se observan períodos de baja potencia, en stand by, de preparación de tiendas. ( antes de la apertura )



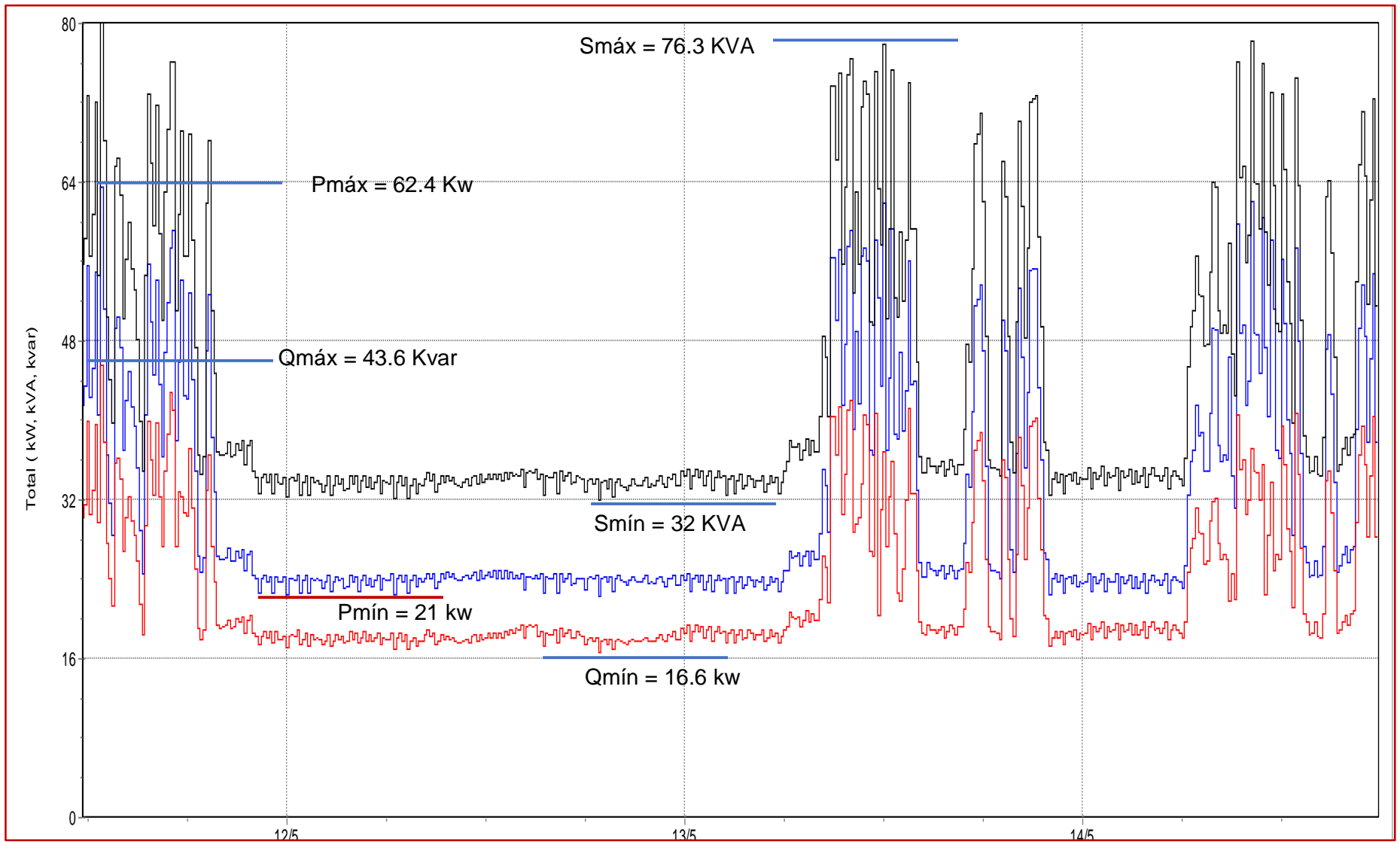


Figura 19: Curva Completa De Potencias (Aparente – Activa – Reactiva).

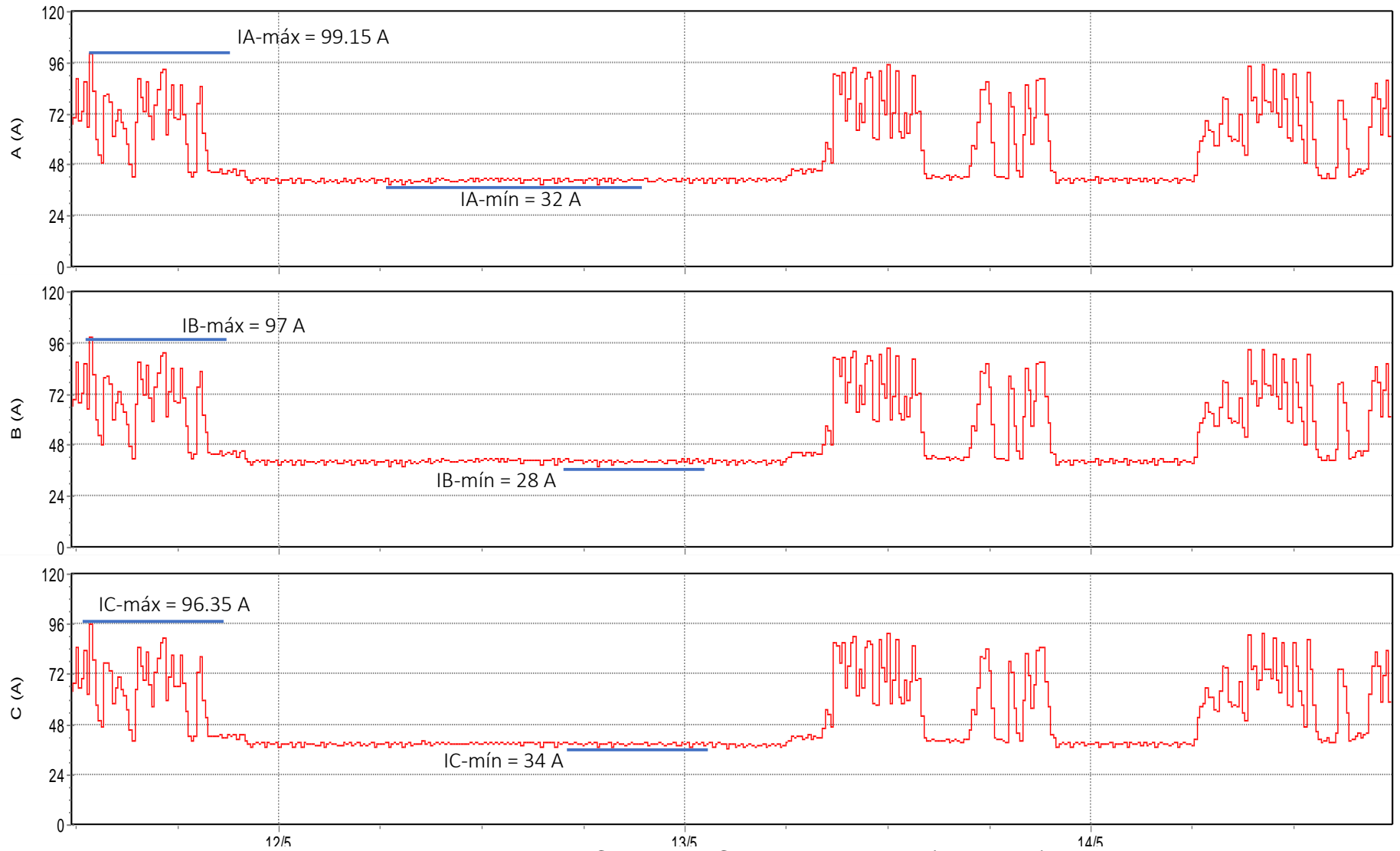


Figura 20: Registro De Curvas De Corriente Por Fase (Amperios)  
 Se observa muy poco desequilibrio entre intensidades por fase,  $0.4\% < 2\%$

#### 4.2.5. Análisis de Contenido De Armónicos

##### Valores aceptables según la NP 20-97

ORDEN DE LA ORDEN ARMÓNICA Ó THD	TOLERANCIA DE Vi' ó THD' (% en relación a la Un)	
	Alta tensión y Muy Alta Tensión	Media Tensión y Baja Tensión
Ondas de Armónicas Impares no múltiplos de 3)		
5	2.00	6.00
7	2.00	5.00
11	1.50	3.50
13	1.50	3.00
17	1.00	2.00
19	1.00	1.50
23	0.70	1.50
25	0.70	1.50
> 25	0.1 +2.5/n	0.2+12.5/n
Ondas de Armónicas Impares múltiplos de 3		
3	1.50	5.00
9	1.00	1.50
15	0.30	0.30
21	0.20	0.20
> 21	0.20	0.20
Ondas armónicas Pares		
2	1.50	2.00
4	1.00	1.00
6	0.50	0.50
8	0.20	0.50
10	0.20	0.50
12	0.20	0.20
>12	0.20	0.20
THD	3.00	8.00

Tabla 4: Valores aceptables de armónicos según NP 20-97

De acuerdo a los datos registrados por equipo de análisis de calidad de Energía eléctrica, Fluke 435-II, durante los días de registro continuo, tenemos los siguientes datos:

## Armónicos de Tensión (%)

Denominación	Armónicos de Tensión (%)				
Tasa total de armónicas en Voltaje THD(i)	THD(i)	2.26%		15	0.00%
Tasa de armónicos en Tensión THD(i) en armónica n:	0	0.11%	Tasa de armónicos en Tensión THD(i) en armónica n:	16	0.00%
	1	100.00%		17	0.00%
	2	0.12%		18	0.00%
	3	0.07%		19	0.00%
	4	0.05%		20	0.00%
	5	1.76%		21	0.00%
	6	0.00%		22	0.00%
	7	1.14%		23	0.00%
	8	0.00%		24	0.00%
	9	0.03%		25	0.00%
	10	0.00%		26	0.00%
	11	0.53%		27	0.00%
	12	0.00%		28	0.00%
	13	0.33%		29	0.00%
	14	0.00%		30	0.00%

Tabla 5: Valores de armónicos en CC Open Plaza

Según los valores mostrados en tabla encontramos que cada armónico individual no supera el 3% (respecto a la fundamental de 60Hz (armónico 1) y la Distorsión de ondas armónicas Total (THD) se encuentra en 2.26 % la cual se encuentra muy por debajo del límite de 5%.

Se concluye que la distorsión armónica de tensión presentada en la alimentación a este Resonador se encuentra dentro de los rangos aceptables.

**Conclusión: DISTORSION ARMÓNICA DE TENSIÓN ACEPTABLE**

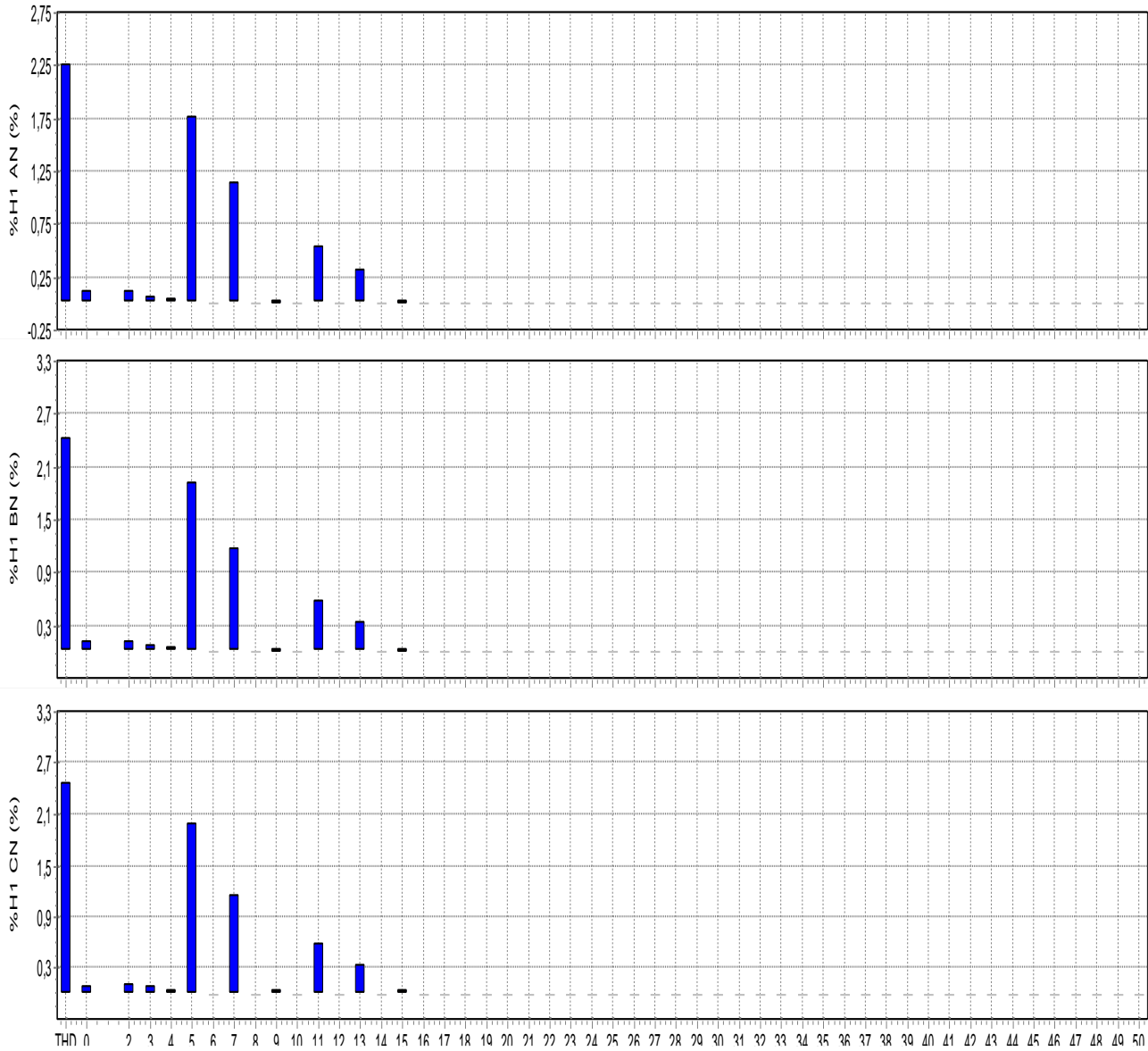
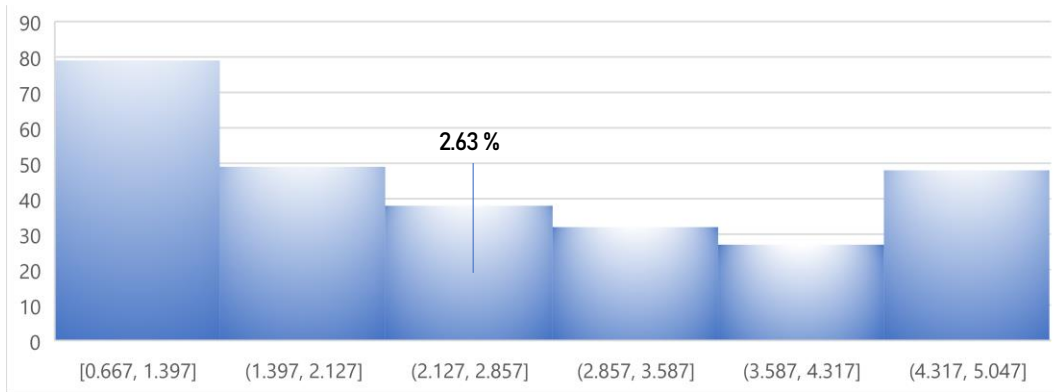


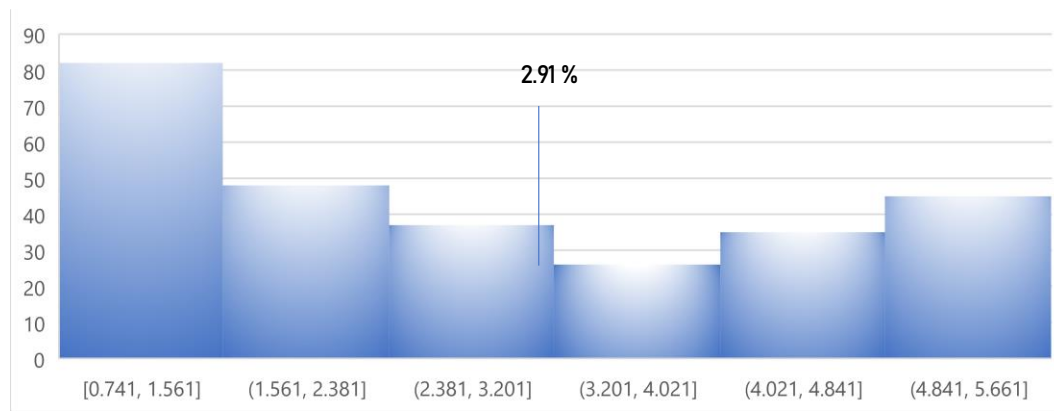
Figura 21: Histograma de armónicos de tensión (1ero. al 50avo.).

El mayor armónico en AN es el de orden 5, con  $1.75\% < 5\%$  (Norma), en BN, es el de orden 5, con  $1.8\%$ , y en la fase CN, el de orden 5, con  $1.83\% < 5\%$

**Tasa de distorsión armónica en tensiones THD (v) Min Fase AN CC de tablero locatarios**



**Tasa de distorsión armónica en tensiones THD (v) Med Fase AN de tablero locatarios**



**Tasa de distorsión armónica en tensiones THD (v) Max Fase AN de tablero locatarios**

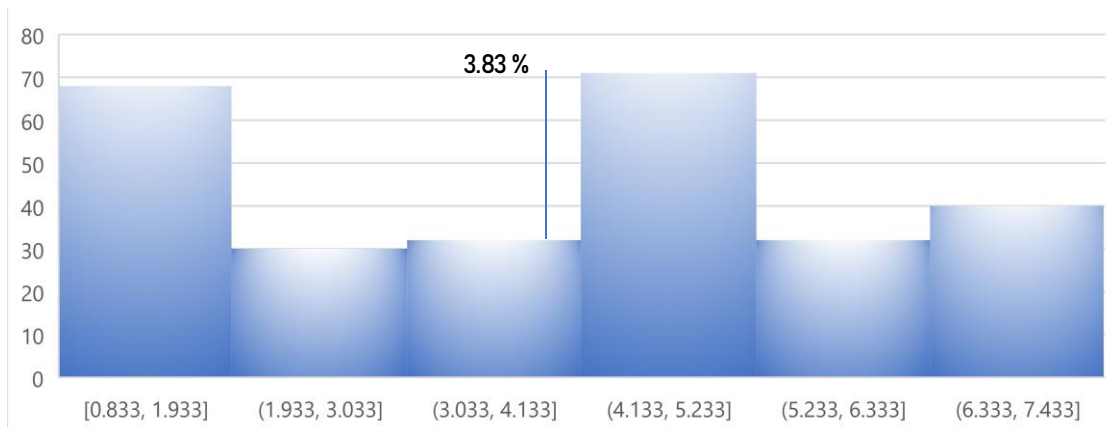


Figura 21.a: Tasas de distorsión de ondas armónicas en tensión, THD(v) por fase A-N, %

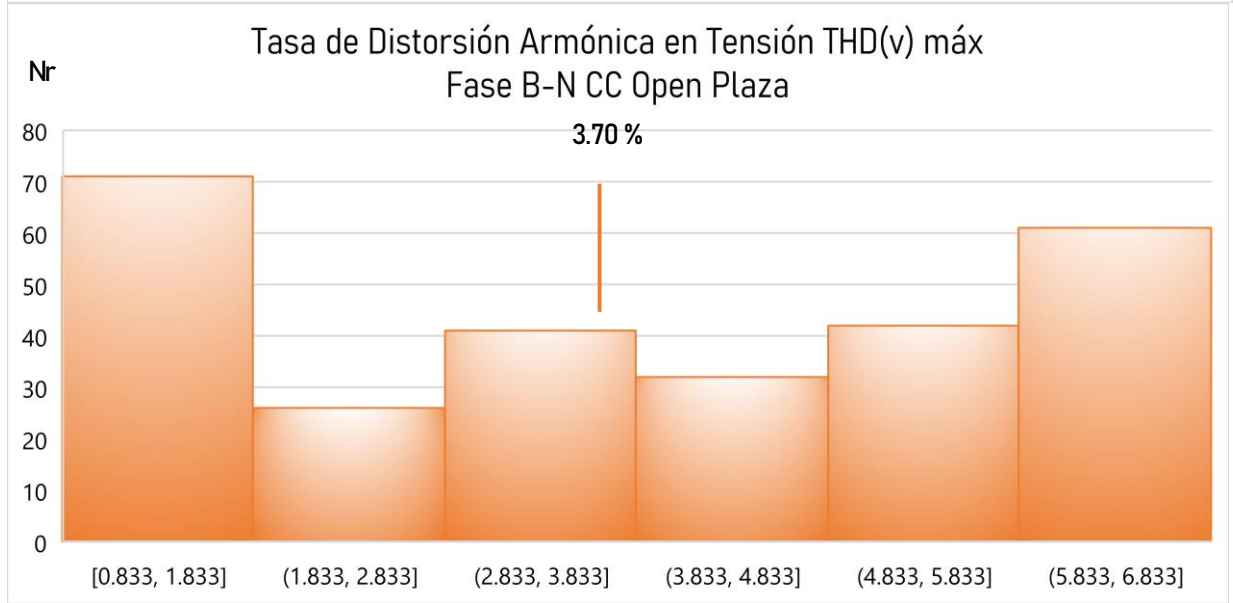
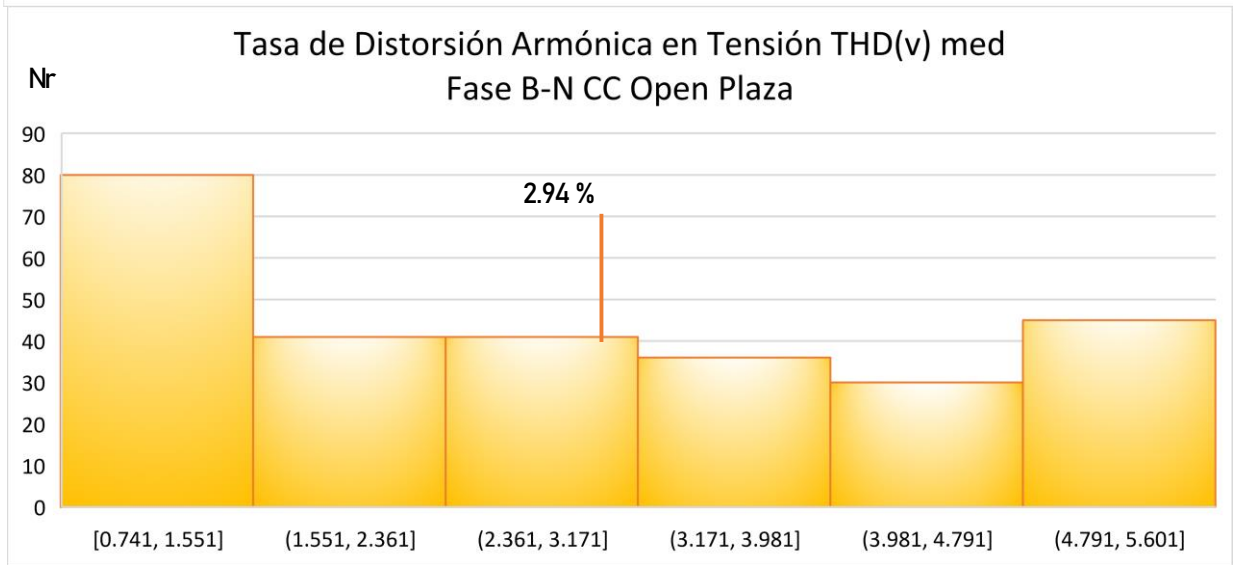
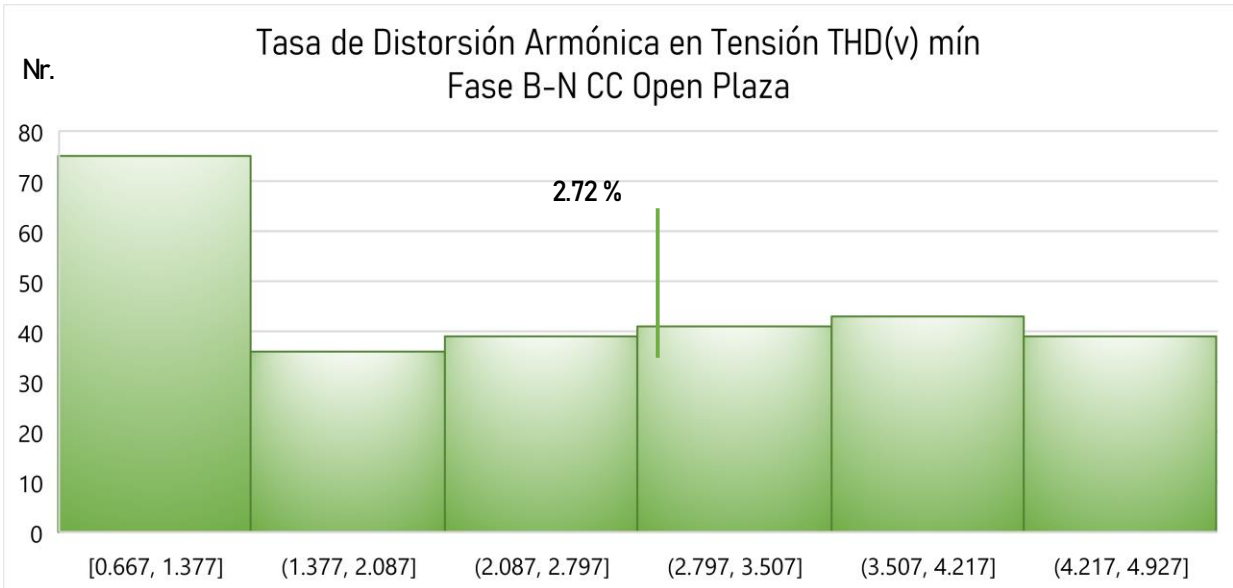


Figura 21.b: Tasas de distorsión de ondas armónicas en tensión, THD(v) por fase B-N, %

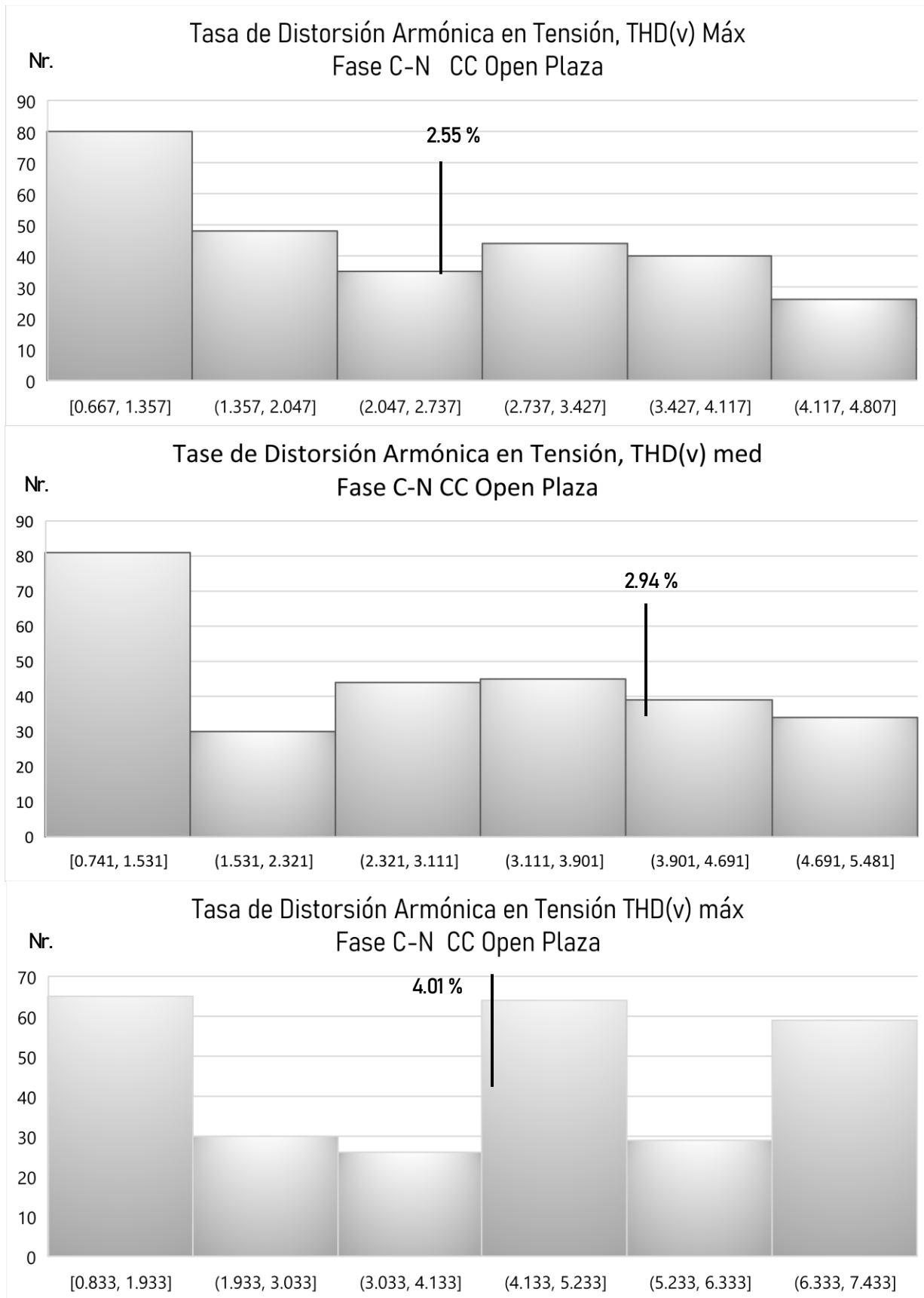




Figura 21.c: Distorsión armónica en tensión, THD(v) por fase C-N, %

#### 4.2.6. Armónicos de Corrientes (%)

Denominación	Armónicos de Corriente (%)				
Tasa total de armónicas en Corriente THD(i)	THD(i)	37.42%		13	0.00%
Tasa de armónicos en Corriente THD(i) en armónica n:	0	8.07%	Tasa de armónicos en Corriente THD(i) en armónica n:	14	0.00%
	1	100.00%		15	0.00%
	2	0.90%		16	0.00%
	3	1.28%		17	0.00%
	4	0.57%		18	0.00%
	5	33.76%		19	1.52%
	6	0.28%		20	0.00%
	7	13.96%		21	0.00%
	8	0.00%		22	0.00%
	9	0.00%		23	1.32%
	10	0.00%		24	0.01%
	11	5.00%		25	0.64%
12	3.86%				

Tabla 6: Armónicos de corriente principal y secundarios

La Distorsión Armónica de Intensidad de Corriente (THDi) se encuentra en 37.42 %, valor que se encuentra por encima del límite máximo admisible, 15%. Pero se debe indicar que esta distorsión armónica de corriente tiene un efecto reducido en la distorsión de la tensión.

**Nota:**

- La magnitud del armónico ha sido expresada como (%) del valor fundamental (60Hz).
- El valor fundamental se considera como 100%.

**Conclusión:**

**La distorsión armónica de corriente es elevada, pero aceptable por no elevar la distorsión de voltaje por encima de los límites permisibles.**

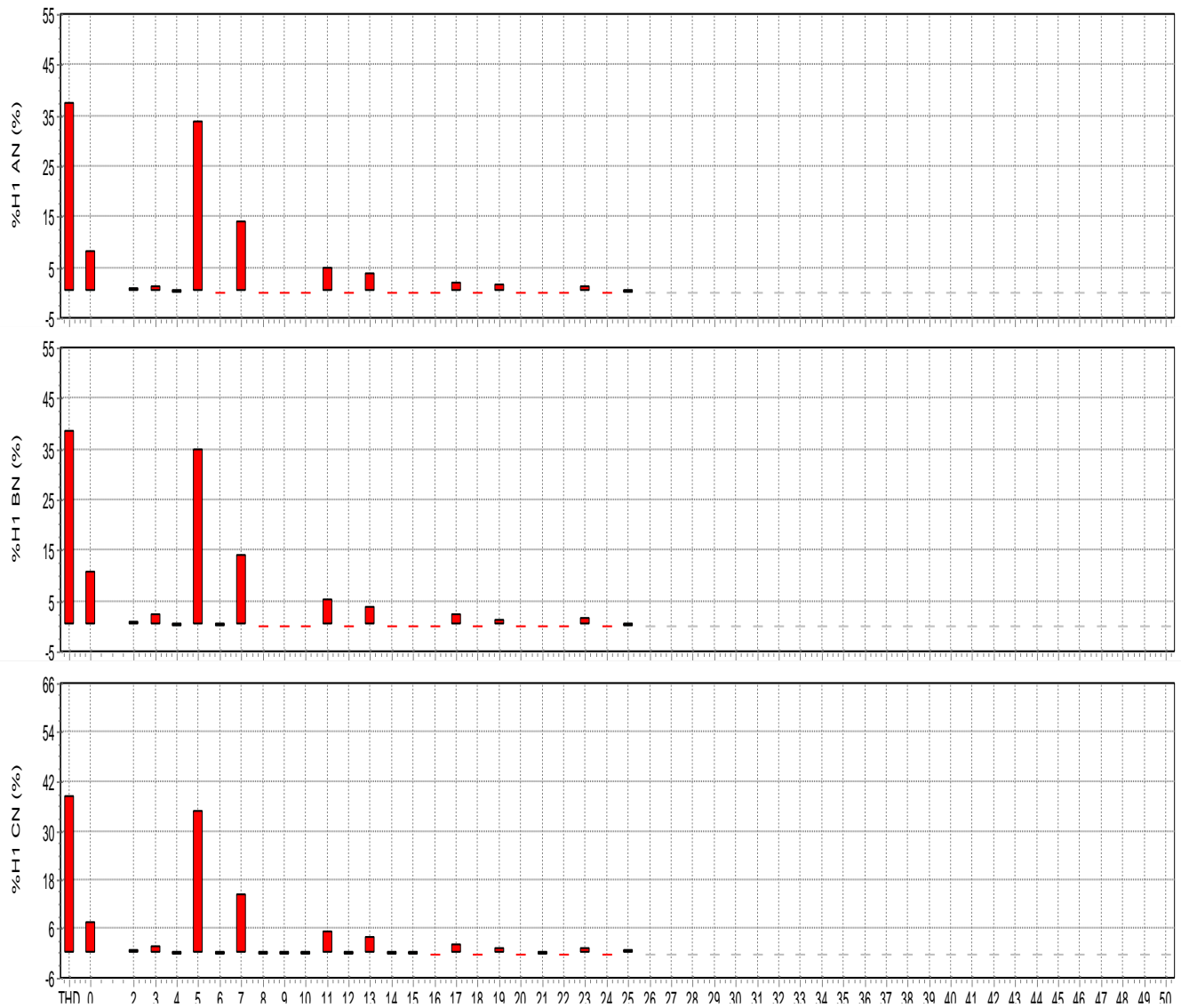


Figura 22: Histograma de armónicos de corriente (1ero. al 50avo.).

Se observa que solamente los armónicos de orden 5 son significativos, con 32.5% > 15% (Norma)

### **Análisis de severidad por Flícker**

a) Índice de severidad por Flícker, Pst En cada fase

<b>Pst RN</b>	<b>Pst SN</b>	<b>Pst TN</b>
<b>1.611600928</b>	<b>1.380306265</b>	<b>1.37362413</b>

b) Pit en cada fase:

<b>Pit RN</b>	<b>Pit SN</b>	<b>Pit TN</b>
<b>1.846737819</b>	<b>1.454287703</b>	<b>1.592575406</b>

c) Pst1 mín en cada fase:

<b>Pst1min RN</b>	<b>Pst1min SN</b>	<b>Pst1min TN</b>
<b>1.465438515</b>	<b>1.247085847</b>	<b>1.341194896</b>

d) Plnst en cada fase:

<b>Plnst RN</b>	<b>Plnst SN</b>	<b>Plnst TN</b>
<b>1.388863109</b>	<b>1.125382831</b>	<b>1.31350348</b>

Tabla 7: Valores de la severidad de Flícker en tablero de locatarios

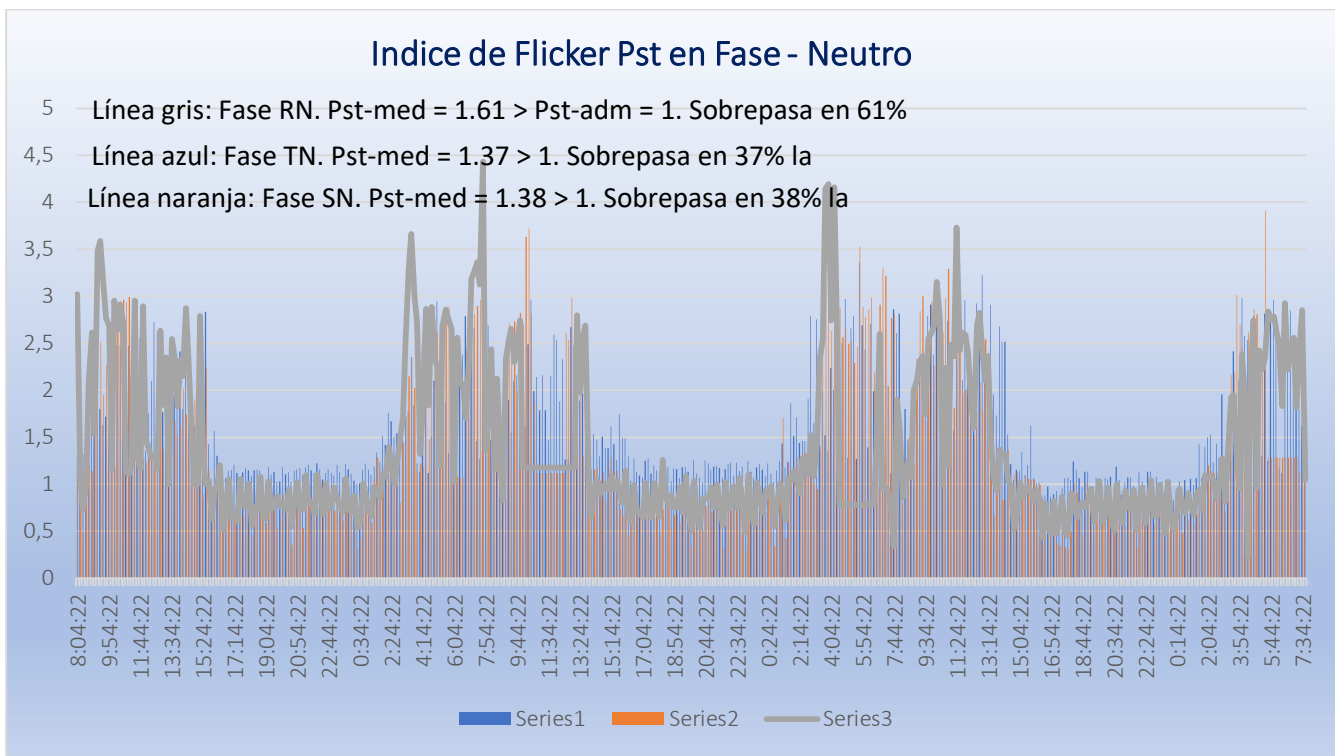


Figura 23: Diagramas de variación de la severidad del Flícker  
 Existe una variación amplia, aunque de baja magnitud.

#### **4.2.7 Conclusiones del análisis de calidad de energía del sistema eléctrico del tablero de locatarios del Centro Comercial Open Plaza Trujillo.**

**Análisis de Frecuencia:** Los valores de frecuencia registrados están dentro del rango permitido.

**Análisis de Desequilibrio de tensiones:** En ningún caso se observaron valores fuera de los límites permisibles.

**Análisis de SOBRE/SUB TENSIÓN de larga duración:**

No se registraron valores de sobre/sub tensión fuera del rango permisible.

**Análisis de Huecos de tensión**

No se evidenciaron huecos de Tensión en la línea eléctrica de alimentación.

**Análisis de Transitorios:**

No se evidenciaron transitorios de tensión en la alimentación eléctrica.

**Análisis de Potencia promedio y máxima demanda:**

La demanda promedio de potencia activa es de 63.45kW.

**Análisis de Armónicos de tensión:**

La Distorsión de ondas armónicas Total de Tensión (THDv) está en 2.26%, valor que se encuentra por debajo del límite máximo admisible que es del 3%. Respecto a los armónicos individuales el 5to. y 7mo. armónico son los más predominantes, aunque se encuentran dentro de los rangos aceptables.

**Análisis de Armónicos de corriente:**

La Distorsión de ondas armónicas Total de Corriente (THDi) se encuentra en 37.42%, valor que se encuentra por encima del límite máximo admisible que es de 15%. Respecto a los armónicos individuales el 5to. y 7mo. armónico son los más predominantes en la distorsión.

#### 4.2.8 Tabla de valores de calidad de energía en tablero de locatarios CC Open Plaza

DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN		
Desequilibrio Vn Min	Desequilibrio Vn Med	Desequilibrio Vn Max
0.14	0.27	0.31

- Análisis de Desequilibrio de tensiones: En ningún caso se observaron valores fuera de los límites permisibles

VARIACIÓN DE FRECUENCIA		
Frecuencia Min	Frecuencia Med	Frecuencia Max
59.91	60.08	60.10

- Análisis de Frecuencia: Los valores de frecuencia registrados están dentro del rango permitido.

Variación de Tensión en períodos largos		
Vrms F-F AB Min	Vrms F-F AB Med	Vrms F-F AB Max
481	488	496

Vrms F-F BC Min	Vrms F-F BC Med	Vrms F-F BC Max
479	476	497

Vrms F-F CA Min	Vrms F-F CA Med	Vrms F-F CA Max
481	479	498

- Análisis de SOBRE/SUB TENSIÓN de larga duración: No se registraron valores de sobre/sub tensión fuera del

Indice de severidad del Flícker, PSt adm $\leq 1$		
Pst RN	Pst SN	Pst TN
1.61	1.38	1.37

Plt RN	Plt SN	Plt TN
1.85	1.45	1.59

Pst1min RN	Pst1min SN	Pst1min TN
1.47	1.25	1.34

Plnst RN	Plnst SN	Plnst TN
1.39	1.13	1.31

- Existe una variación de la severidad del Flícker  
Existe una variación amplia, aunque de baja magnitud.

Tabla 8: Resumen de Valores de calidad de energía

<b>THD(i) por F-N y N-T</b>		
<b>THD(v) Fase A-N</b>		
THD V AN Min	THD V AN Med	THD V AN Max
2.120	2.410	3.834

<b>THD(v) Fase B-N</b>		
THD V BN Min	THD V BN Med	THD V BN Max
2.120	2.180	3.697

<b>THD(v) Fase C-N</b>		
THD V CN Min	THD V CN Med	THD V CN Max
2.100	2.120	4.011

<b>THD(v) Fase N-T</b>		
THD V NG Min	THD V NG Med	THD V NG Max
2.637	3.025	3.453

- Análisis de Armónicos de tensión:

La Distorsión de ondas armónicas Total de Tensión THD(v) está en 2.26%, valor que se encuentra por debajo del límite máximo admisible que es del 3%. Respecto a los armónicos individuales el 5to. y 7mo. armónico son los más predominantes, aunque se encuentran dentro de los rangos aceptables.

THD(i) por Línea y en Neutro		
THD A A Min	THD A A Med	THD A A Max
14.22	37.5	41.31
THD A B Min	THD A B Med	THD A B Max
16.2	36	39.42
THD A C Min	THD A C Med	THD A C Max
13.55	38.4	42.35
THD A N Min	THD A N Med	THD A N Max
5.4	12.5	18.5

Tabla 9: Resumen de valores de calidad de energía

- Análisis de Armónicos de corriente:  
 La Distorsión de ondas armónicas Total de Corriente (THDi) se encuentra en 37.42%, valor que se encuentra por encima del límite máximo admisible que es de 15%. Respecto a los armónicos individuales el 5to. y 7mo. armónico son los más predominantes en la distorsión.



### 4.3 Determinar la propuesta de mejora de la calidad de energía eléctrica del tablero de distribución locatarios comerciales de C.C. Open Plaza

#### 4.3.1. Dimensionamiento de filtro activo de armónicos para tablero de distribución De Locatarios.

Se dimensiona y selecciona el filtro de armónicos para el tablero de distribución, que tiene capacidad de: 76.3 KVA.

##### 1. Datos iniciales

- Pn del tablero: 85.48 KVA
- Tensión de alimentación de tablero eléctrico: 380 V
- Intensidad promedio en secundario del transformador, Irms = 106.49 A
- Tasa de distorsión de ondas armónicas en corriente, THD-i: 37.42 (%)
- Cosφ promedio: 0.975
- Potencia promedio reactiva que se absorbe = 12.14 KVar

##### 2. Capacidad total del filtro:

$$I_{\text{FILTRO}} = \sqrt{I_H^2 + I_R^2}$$

$I_F$ : Intensidad de corriente del filtro de armónicos activo, A

$I_H$ : Intensidad de corriente efectiva de armónicos, A

$I_R$ : Intensidad de corriente efectiva reactiva inductiva = I res =  $I_H = 37.34$   
A

Se halla la intensidad de corriente necesaria para compensar Q (Kvar);  
que absorberá la carga, con  $\cos\phi = 1$ :

$$I_R(A) = \frac{Q_{\text{carga}}(\text{Var})}{\sqrt{3} * U_L(V)} = \frac{12,140 \text{ Var}}{\sqrt{3} * 400 \text{ v}} = 17.52 \text{ A}$$

Se calcula la intensidad del filtro requerido:

$$I_{\text{FILTRO}} = \sqrt{37.34^2 + 17.52^2} = 41.24 \text{ A}$$

Con un factor de seguridad de 1.20, se tiene la Intensidad nominal del

filtro:  $I_n\text{-Filtro} = 41.24 * 1.20 = 49.48$ .

Se elegirá un filtro con intensidad nominal de 50 A. Luego, se selecciona el filtro, con la intensidad de corriente normalizada, Shneider electric.

**Tabla 10: Selección de filtro de armónicos AccuSine® PCS**

Corriente nominal	Máxima potencia reactiva (kvar)			Referencias	Encerramiento	Dimensiones	Masa
	rms	208 V	380 V				
50	18	34.8	480 V	PCSO50D5N126S	NEMA 12	1	661 (300)
				PCSO50D5N306S	IP 30		
100	38	88.2	480 V	PCSO50D5N126S	NEMA 12	2	771 (350)
				PCSO50D5N306S	IP 30		
300	108	400 V	480 V	PCSO50D5N126S	NEMA 12	3	1212(550)
				PCSO50D5N126S	IP 30		

**Tabla 11: Selección del transformador de corriente**

Capacidad en A	Catálogo Nr.	Dimensiones		Peso (lb)	Precisión	Capacidad de carga	Capacidad secundaria
		A (D)	D (OD)				A
500	CT500SC	4	6.5	3.5	2%	3 VA	5
1000	CT1000SC	4	6.5	3.5	1%	10 VA	5
3000	CT3000SC	8.5	8.5	4.25	1%	45 VA	5
5000	CTFCL5000	8	10.5	5.5	1%	45 VA	5

Para determinar la efectividad y eficiencia del filtro de armónicos activo, se hacen mediciones en el circuito, se paraliza su trabajo un momento, anotando los cambios en la red eléctrica y el efecto de los filtros de ondas armónicas.

- Irms disminuye mucho, el filtro elimina la componente generadora de armónicos.
- Se reducen las pérdidas eléctricas al calentarse en conductores y devanados del transformador, con interesantes ahorros de energía activa y reactiva inductiva
- El filtro de armónicos no depende de las potencias de las cargas del circuito eléctrico.

### 3. Estimación de los parámetros del sistema con instalación de filtros de armónicos

#### 3.1. Dimensionamiento de filtro activo de armónicos

Se hará un análisis comparativo entre un filtro de armónicos del tipo activo y uno con reactor inductivo trifásico en línea

Schneider electric indica que se obtienen los siguientes resultados al instalar el filtro activo de distorsión de ondas armónicas:

- La THD(i) de corriente se reduce hasta el 5% del valor inicial
- El  $\cos\phi$  aumenta hasta 0.975.
- La intensidad de corriente, Irms se reduce en 33.3% de la inicial.

#### 3.2. Intensidad Irms corregida:

$$I_{rms \text{ con filtro}} = I_{rms-SF} * (1-0.333) = 37.34 * 0.667 = 24.905 \text{ A}$$

La intensidad nueva de corriente, efectiva de ondas armónicas, es:

$$I_{H-con \text{ Filtro}} = \frac{I_{RMS-con \text{ Filtro}}}{\sqrt{\frac{1}{THD_{CFi}^2} + 1}} = \frac{24.905 \text{ A}}{\sqrt{\frac{1}{0.05^2}}} = 1.24 \text{ A}$$

$$I_{H-con \text{ Filtro}} * \sqrt{\frac{1}{THD_{CFi}^2} + 1} = I_{RMS-con \text{ Filtro de armónicos}}$$

La nueva P del circuito, será:

$$P_{\text{Filtro}} [\text{kW}] = \frac{\sqrt{3} * U_L(\text{V}) * \text{Cos}\varphi * I_L(\text{A})}{1000}$$

$$P_{\text{Filtro}}[\text{kW}] = \sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0.975 * 24.905 \text{ A} * 10^{-3} = 16.82 \text{ kW}$$

Reducción de Potencia activa absorbida:

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

$$\Delta P = 45.30 - 16.82 = 28.48 \text{ kW}$$

Potencia reactiva nueva, que se absorbe:

$$Q_2(\text{Kvar}) = P_2 * \tan\varphi_2$$

$$Q_2(\text{Kvar}) = 45.30 * \tan 12.83 = 10.32 \text{ Kvar}$$

Reducción de la potencia reactiva inductiva absorbida, con filtros de armónicos

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2$$

$$\Delta Q = 26.68 - 10.32 = 16.36 \text{ Kvar}$$

Se selecciona un filtro activo de armónicos:

- PCS +
- $I_n = 70\text{A}$ ,
- $U = 380 - 480 \text{ Vac}$ ,
- 60 Hz,
- 3F,
- Altitud = 1,000 m. s. n. m.,

Para un  $\text{Cos}\varphi > 0.96$ , y distorsión armónica en corriente total  $< 5\%$ .



Figura 27: Filtro activo Acusin, Schneider Electric

Especificaciones de AccuSine PCS+	
Especificaciones técnicas	
Capacidades estándar de corriente RMS	60 A, 120 A, 200 A, 300 A - 208 a 240 V AC 60 A, 120 A, 200 A, 300 A - 380 a 480 V AC
Características del sistema eléctrico	
Tensión nominal	380 a 480 VCA; +10% / -15% 208 a 240 VCA; +10% / -15%
Frecuencia nominal	50/60 Hz, ±3 Hz Sensor Automático
Numero de fases	Trifásico, con o sin neutro
Operación con cargas monofásicas	Sí, sin efecto en la corriente en el neutro
Características técnicas del producto	
Electrónica de Potencia	IGBT; inversor de 3 niveles
Topología	FFT armónico digital. Potencia reactiva digital
Pérdidas	@480 V AC < 3 %
Transformadores de corriente (TC)	Cualquier relación con 1 o 5 amperes secundarios. Precisión tipo 1. Clasificación 50/60 o 400 Hz aterrizados
Cantidad de TC	Dos o tres para sistemas eléctricos de 3 hilos. Tres para sistemas eléctricos de 4 hilos.
Carga de TC (VA)	15 mΩ
Cancelación del espectro	2º a 51º , discreto; totalmente seleccionable por orden de armónico (amplitud y encendido/apagado)
Base de control	Lazo cerrado para las nuevas instalaciones <sup>(1)</sup> Lazo abierto compatible con las aplicaciones de modernización
Posición del TC	Control de lazo cerrado: TC de fuente (en principal) o TC de carga para unidad individual. Control de lazo abierto: TC de carga o TC de fuente para unidad individual. <sup>(3)</sup>
Atenuación armónica	Lazo cerrado: < 3 % THD(i); máx 20:1 Reducción THD(i) con corriente armónica de carga superior a 50% de la clasificación de AccuSine PCS+. Lazo abierto: < 5 % TDD. Requiere 3 % o más de impedancia inductiva por carga no lineal
Funciones armónicas operativas	Ajuste %THDi ó %THDv
Evasión armónica	Se apaga la salida a un orden armónico específico si se detecta resonancia o hay falta de impedancia, o se apaga manualmente

Figura 28: Filtro de armónicos Accusine PCS. Fuente: Schneider Electric

Para poner en marcha este sistema se debe comprar el equipo (PCSP060D5IP54), 1 transformador de I de 400/5 Amperios, y un interruptor Termo magnético de 3 x 75 A.

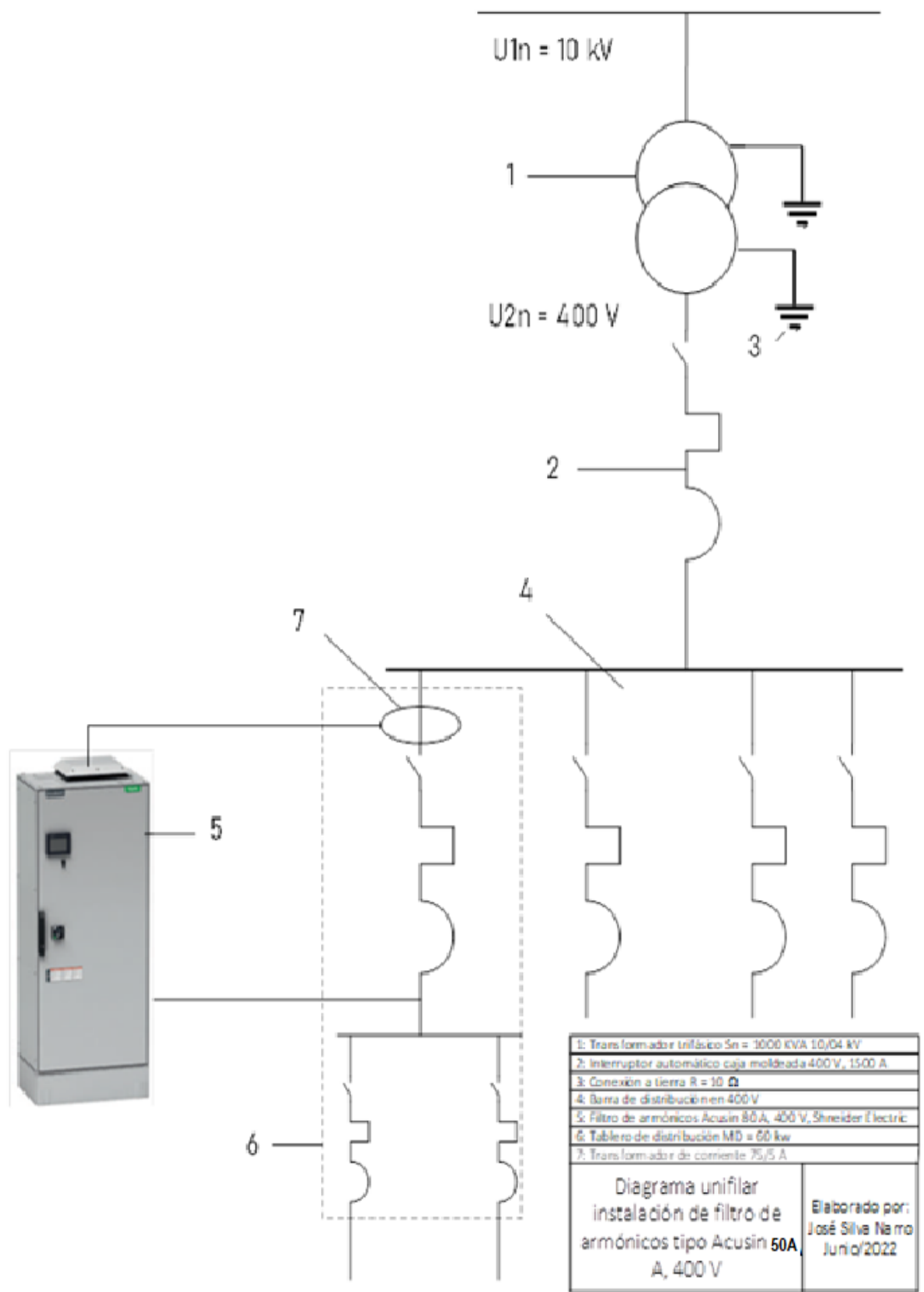


Figura 29: Diagrama unifilar, instalando Filtro Activo. Fuente: Propia

#### 4.3.2. Variante de reducción de armónicos con reactor inductivo en línea

Con los reactores de línea con compensación de ondas armónicas se mantiene el equipo en funcionamiento por más tiempo al absorber muchas perturbaciones en la línea de acometida. Son una solución de filtro sólida para cualquier unidad de conversión de alimentación.

Input Voltage		% Impedance	30hp 22kw	40hp 30kw	50hp 37.5kw	60hp 45kw	75hp 55kw
Three Phase input or output applications selected by Motor	208 vac 60Hz	3%	RL-13001	RL-13001	RL-16001	RL-20001B14	RL-25001B14
		5%	RL-10001	RL-13001	RL-16001	RL-20002B14	RL-25002B14
	240 vac 60Hz	3%	RL-10001	RL-13001	RL-13001	RL-16001	RL-20001B14
		5%	RL-10002	RL-13002	RL-13001	RL-16002	RL-20002B14
	400 vac 50Hz	3%	RL-04502	RL-05502	RL-08002	RL-10002	RL-13002
		5%	RL-04503	RL-05503	RL-08003	RL-10003	RL-13003
	480 vac 60Hz	3%	RL-04502	RL-05502	RL-08002	RL-08002	RL-10002
		5%	RL-04503	RL-05503	RL-08003	RL-08003	RL-10003
	600 vac 60Hz	3%	RL-03502	RL-04502	RL-05502	RL-08002	RL-08002
		4%	RL-03503	RL-04503	RL-05503	RL-08003	RL-08003
	690 vac 50Hz	2%	RL-02502	RL-02501	RL-03501	RL-04502	RL-05502
		3%	RL-02503	RL-02503	RL-03503	RL-04503	RL-05503

Tabla 12: Selección del reactor en función de potencia y tensión.

De tablas, los reactores de línea que se podrían aplicar son:

- Potencia de la carga: 55 kw
- Tensión máxima: 380 V

Impedancia mínima del reactor inductivo: 3%→Reactor sería RL-10002

Impedancia máxima del reactor inductivo: 5%→Reactor sería RL-10003

Los reactores inductivos con  $Z = 3\%$  absorben impulsos parásitos de línea de alimentación y sobrevoltaje de I (A), evitando la desconexión inconveniente de unidades o interruptores en la mayoría de las aplicaciones.



Los reactores inductivos con  $Z = 5 \%$  son mejores para reducir corrientes y frecuencias de armónicos. Se usan para reducir la distorsión armónica generada por variadores de frecuencia y reducción de la temperatura del motor o reducir el ruido su ruido.

El procedimiento consta de los siguientes pasos:

Se selecciona el reactor, con la serie respectiva, en función de la potencia del tablero, y la tensión trifásica, tabla 20, luego se determina la impedancia porcentual del reactor con la siguiente ecuación

Cálculo de la impedancia necesaria del reactor inductivo

$$Z_{\text{reactor}} (\%) = \frac{I_{\text{RMS}} * 2\pi F * L_{\text{RLinductancia}} * \sqrt{3}}{U_{\text{L-L}}} * 100$$

En la ecuación anterior, la inductancia del reactor trifásico se toma de tabla del fabricante

Open Part	amps	Inductance mH	Watts	Size inches	Size mm	Open Weight	Cabinet
RL-00101	1	100	13.5	3.5 in H x 3.8 in W x 1.2 in D	89 mm H x 97 mm W x 30 mm D	2.2# 1Kg	CAB-8
RL-00102	1	50	12.8	3.5 in H x 3.8 in W x 1.2 in D	89 mm H x 97 mm W x 30 mm D	2.1# 1Kg	CAB-8
RL-00103	1	36	11.9	3.5 in H x 3.8 in W x 1.2 in D	89 mm H x 97 mm W x 30 mm D	2.1# 1Kg	CAB-8
RL-00104	1	18	9.6	3.5 in H x 3.8 in W x 1.2 in D	89 mm H x 97 mm W x 30 mm D	2# 0.9Kg	CAB-8
RL-00201	2	12	7.5	4.1 in H x 4.4 in W x 2.8 in D	104 mm H x 112 mm W x 71 mm D	4# 1.8Kg	CAB-8
RL-00202	2	20	11.3	4.1 in H x 4.4 in W x 2.8 in D	104 mm H x 112 mm W x 71 mm D	4# 1.8Kg	CAB-8
RL-00203	2	32	16	4.1 in H x 4.4 in W x 2.8 in D	104 mm H x 112 mm W x 71 mm D	4# 1.8Kg	CAB-8
RL-00204	2	6	10.7	4.1 in H x 4.4 in W x 2.5 in D	104 mm H x 112 mm W x 64 mm D	3# 1.4Kg	CAB-8
RL-00401	4	3	14.5	4.1 in H x 4.4 in W x 2.8 in D	104 mm H x 112 mm W x 71 mm D	4# 1.8Kg	CAB-8
RL-00402	4	6.5	20	4.1 in H x 4.4 in W x 2.8 in D	104 mm H x 112 mm W x 71 mm D	4# 1.8Kg	CAB-8
RL-00403	4	9	20	4.1 in H x 4.4 in W x 3.4 in D	104 mm H x 112 mm W x 86 mm D	5# 2.3Kg	CAB-8
RL-00404	4	12	21	4.1 in H x 4.4 in W x 3.4 in D	104 mm H x 112 mm W x 86 mm D	6# 2.7Kg	CAB-8
RL-00801	8	1.5	19.5	4.8 in H x 6 in W x 3 in D	122 mm H x 152 mm W x 76 mm D	7# 3.2Kg	CAB-8
RL-00802	8	3	29	4.8 in H x 6 in W x 3 in D	122 mm H x 152 mm W x 76 mm D	8# 3.6Kg	CAB-8
RL-00803	8	5	25.3	4.8 in H x 6 in W x 3.4 in D	122 mm H x 152 mm W x 86 mm D	11# 5Kg	CAB-8
RL-00804	8	7.5	28	4.8 in H x 6 in W x 3.4 in D	122 mm H x 152 mm W x 86 mm D	13# 5.9Kg	CAB-8
RL-01201	12	1.25	26	5 in H x 6 in W x 3.3 in D	127 mm H x 152 mm W x 84 mm D	9# 4.1Kg	CAB-8
RL-01202	12	2.5	31	5 in H x 6 in W x 3.3 in D	127 mm H x 152 mm W x 84 mm D	10# 4.5Kg	CAB-8
RL-01203	12	4.2	41	5 in H x 6 in W x 3.9 in D	127 mm H x 152 mm W x 99 mm D	16# 8.2Kg	CAB-8
RL-01801	18	0.8	36	5.3 in H x 6 in W x 3.2 in D	135 mm H x 152 mm W x 81 mm D	9# 4.1Kg	CAB-8
RL-01802	18	1.5	43	5.3 in H x 6 in W x 3.5 in D	135 mm H x 152 mm W x 89 mm D	12# 5.4Kg	CAB-8
RL-01803	18	2.5	43	6.1 in H x 8.1 in W x 4 in D	155 mm H x 206 mm W x 102 mm D	16# 7.3Kg	CAB-13V
RL-02501	25	0.5	48	5.8 in H x 7.2 in W x 3.5 in D	147 mm H x 183 mm W x 89 mm D	11# 5Kg	CAB-13V
RL-02502	25	1.2	52	5.8 in H x 7.2 in W x 3.5 in D	147 mm H x 183 mm W x 89 mm D	14# 6.4Kg	CAB-13V
RL-02503	25	1.8	61	5.8 in H x 7.2 in W x 4.3 in D	147 mm H x 183 mm W x 109 mm D	20# 9.1Kg	CAB-13V
RL-03501	35	0.4	49	5.8 in H x 7.2 in W x 4 in D	147 mm H x 183 mm W x 102 mm D	14# 6.4Kg	CAB-13V
RL-03502	35	0.8	54	5.8 in H x 7.2 in W x 4 in D	147 mm H x 183 mm W x 102 mm D	16# 7.3Kg	CAB-13V
RL-03503	35	1.2	54	7.4 in H x 9 in W x 4.7 in D	188 mm H x 229 mm W x 119 mm D	30# 13.6Kg	CAB-13V
RL-04501	45	0.3	54	7.4 in H x 9 in W x 4.7 in D	188 mm H x 229 mm W x 119 mm D	23# 10.4Kg	CAB-13V
RL-04502	45	0.7	62	7.4 in H x 9 in W x 4.7 in D	188 mm H x 229 mm W x 119 mm D	28# 12.7Kg	CAB-13V
RL-04503	45	1.2	65	7.3 in H x 9 in W x 5.3 in D	185 mm H x 229 mm W x 135 mm D	39# 17.7Kg	CAB-13V
RL-05501	55	0.25	64	7.3 in H x 9 in W x 5.3 in D	185 mm H x 229 mm W x 135 mm D	24# 10.9Kg	CAB-13V
RL-05502	55	0.5	67	7 in H x 9 in W x 5.3 in D	178 mm H x 229 mm W x 135 mm D	27# 12.2Kg	CAB-13V
RL-05503	55	0.85	71	7 in H x 9 in W x 6 in D	178 mm H x 229 mm W x 152 mm D	41# 18.6Kg	CAB-13V
RL-08001	80	0.2	82	7.2 in H x 9 in W x 6.3 in D	183 mm H x 229 mm W x 160 mm D	25# 11.3Kg	CAB-13V
RL-08002	80	0.4	86	7.2 in H x 9 in W x 6.5 in D	183 mm H x 229 mm W x 165 mm D	33# 15Kg	CAB-13V
RL-08003	80	0.7	96	8.5 in H x 10.8 in W x 6.8 in D	216 mm H x 274 mm W x 173 mm D	61# 27.7Kg	CAB-13V
RL-10001	100	0.15	94	7.3 in H x 9 in W x 6.5 in D	185 mm H x 229 mm W x 165 mm D	29# 13.2Kg	CAB-13V
RL-10002	100	0.3	84	7.3 in H x 9 in W x 6.8 in D	185 mm H x 229 mm W x 173 mm D	37# 16.8Kg	CAB-13V
RL-10003	100	0.45	108	8.25 in H x 10.8 in W x 6.16 in D	210 mm H x 274 mm W x 156 mm D	74# 33.6Kg	CAB-13V

Tabla 13: Parámetros eléctricos de reactores inductivos

De tablas resulta el valor de la inductancia:

- Para reactor 10002: 0.30 mH
- Para reactor 10003: 0.45 mH

Valores de los parámetros del tablero:

- Intensidad rms del tablero: 45.4 A
- Frecuencia: 60 Hz
- Tensión: 400 V

Valor de la impedancia porcentual para reactor con 0.3 mH:

$$Z_{\text{reactor}} (\%) = \frac{45.4 * 2\pi * 60 * 0.0003 * \sqrt{3}}{400} * 100 = 2.223\%$$

Valor de la impedancia porcentual para reactor con 0.45 mH

$$Z_{\text{reactor}} (\%) = \frac{45.4 * 2\pi * 60 * 0.00045 * \sqrt{3}}{400} * 100 = 3.33\%$$

Finalmente se elige el reactor, en función de la reducción de corrientes armónicas al instalar el reactor de línea de entrada.

- El reactor de impedancia a 3 % genera THID 35-55 %
- El reactor de impedancia a 5 % genera THID 25-45 %

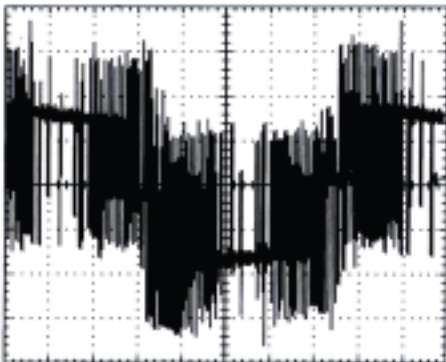
Para el presenta caso se elige el reactor con  $Z = 5\%$ , que reduciría la THD desde 37.34 % hasta 25%.

Comparando con el efecto del filtro activo, que reduciría la THD(i) desde 37.34 hasta 0%, mientras que el reactor solamente la reduciría, se elige el filtro activo, porque en el Centro Comercial Open Plaza hay muchos equipos electrónicos.



Figura 30: reactor inductivo trifásico

Sin reactor



Con reactor a 5 % de impedancia

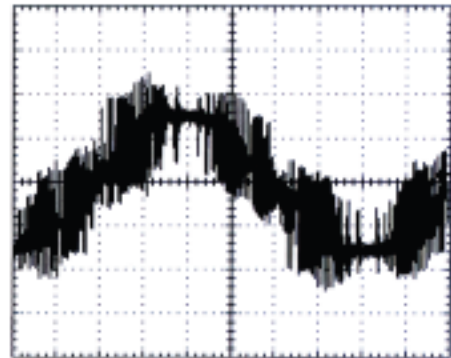


Figura 31: Variación de armónicos sin y con reactor en línea

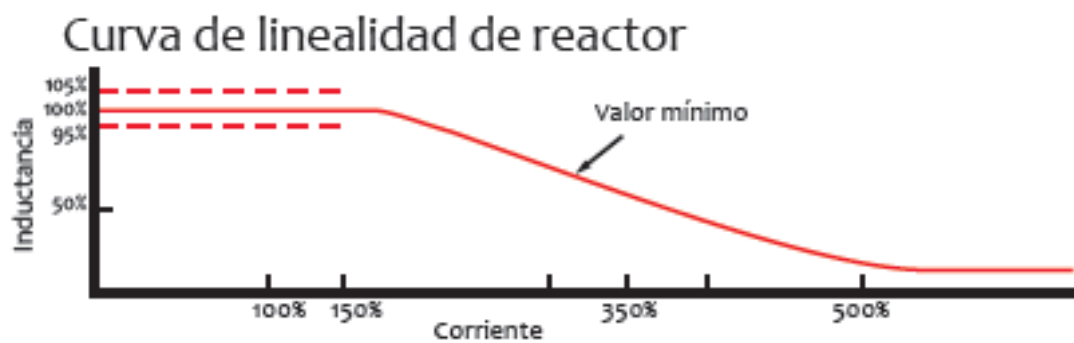


Figura 32: Curva de linealidad del reactor inductivo, Inductancia vs Corriente

#### 4.4 Análisis económico financiero

#### 4.4.1 Análisis económico, sin préstamo bancario

En esta variante, se utilizarán recursos propios, sin préstamo bancario

Inversiones para mejorar la calidad de energía en tablero de locatarios					
Item	Denominación	Cantidad	U. M.	Costo unitario	Sub Total
				Soles/UM	Soles
1	Tablero de distribución, electrostático, 70 x 70 x 45 cm	1	Pieza	S/ 625	S/ 625
2	Conductor trifásico NYY 80, 3 x 25 mm <sup>2</sup> marca Indeco	25	m	S/ 72	S/ 1,800
3	Interruptor automático de caja moldeada, tripolar 100 A lcc = 5 kA	1	Piezas	S/ 750	S/ 750
4	Contactador electromagnético trifásico, 100 A, 220 V	2	Piezas	S/ 625	S/ 1,250
6	Filtro activo de armónicos, 50 A	1	Pieza	S/ 7,600	S/ 7,600
7	Mano de Obra para instalar equipos y accesorios eléctricos	1	Glb	S/ 4,000	S/ 4,000
8	Capacitación del personal	1	Glb	S/ 2,500	S/ 2,500
9	Elaboración de planos nuevos unifilares	1	Glb	S/ 750	S/ 750
12	Transformador de intensidad de corriente 400/5 A	1	Pieza	S/ 5,200	S/ 5,200
				Total	<b>S/ 24,475</b>

Tabla 14: Inversiones para mejorar calidad de electricidad

#### Beneficio económico

Al instalar y poner en servicio el equipo para mejorar la calidad de electricidad, en tablero de distribución, se reducirán las interrupciones de energía en tablero de locatarios, recalentamiento de motores eléctricos, accionamiento de dispositivos de protección y calentamiento y fallas de bancos de condensadores.

#### Beneficio económico por reducir el consumo de energía activa, B:

$B = 28.48 \text{ kw} * 8200 \text{ h/año} * 0.26 \text{ soles} / \text{kw-h} = 60,719.36 \text{ soles} / \text{año} = 5,059.95 \text{ soles/mes.}$

No se toma en cuenta el beneficio adicional por aumento de ventas debido al incremento de las horas de operación comercial por reducción de interrupciones de electricidad.

#### Período estimado de retorno de la inversión, PRI\_

**PRI (meses) = Inversión estimada (S/.) / Beneficio económico (S/. / mes)**

$PRI = 24,475 \text{ S/.} / 5,059.95 \text{ S/.} / \text{mes} = 4.94 \text{ meses}$

#### 4.4.2. Análisis financiero, con préstamo bancario

En esta variante, se analiza con préstamo bancario, en las siguientes condiciones:

- Monto del préstamo: 24,475 soles
- Duración del préstamo: 12 meses
- Tasa anual: 24 %, Tasa mensual: 1.81 %
- Vida útil del proyecto: 10 años
- Beneficio económico anual: 60,719 soles/año

Tabla 15: Inversiones:

<b>Inversiones en activos, MO y accesorios eléctricos para mejorar la calidad de energía en tablero de locatarios</b>					
Item	Denominación	Cantidad	U. M.	Costo unitario	Sub Total
				Soles/UM	Soles
1	Tablero de distribución, electrostático, 70 x 70 x 45 cm	1	Pieza	S/ 625	S/ 625
2	Conductor trifásico NYY, 3 x 25 mm <sup>2</sup> marca INDECO	25	m	S/ 72	S/ 1,800
3	Interruptor automático de caja moldeada, tripolar 100 A Icc = 5 kA	1	Piezas	S/ 750	S/ 750
4	Contactador electromagnético trifásico, 100 A, 220 V	2	Piezas	S/ 625	S/ 1,250
6	Filtro activo de armónicos, 50 A	1	Pieza	S/ 7,600	S/ 7,600
7	Mano de Obra instalación.	1	Glb	S/ 4,000	S/ 4,000
8	Capacitación del personal.	1	Glb	S/ 2,500	S/ 2,500
9	Preparación de planos nuevos unifilares.	1	Glb	S/ 750	S/ 750
12	Transformador de corriente 400/5 A	1	Pieza	S/ 5,200	S/ 5,200
			Total		<b>S/24,475</b>

Tabla 16: Inversión y financiamiento

<b>Inversión y financiamiento bancario</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Activos, insumos directos e indirectos y Mano de Obra		<b>24,475.00</b>
Otros		-
<b>INVERSION TOTAL</b>		<b>S/. 24,475.00</b>
<b>FINANCIAMIENTO</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Aporte propio, % Inversión total	0%	<b>S/. -</b>
Financiamiento		<b>S/. 24,475.00</b>
Total, inversión		<b>S/. 24,475.00</b>
<b>Condiciones del Financiamiento</b>		
<b>Denominación</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Préstamo bancario		S/. 24,475.00
Tasa efectiva bancaria anual	% año	24.00%
Tasa efectiva bancaria mensual	% mes	1.81%
Plazo del préstamo bancario	meses	12
Cuota mensual a pagar, Soles/mes		S/. 2,287.25

Tabla 17: Cronograma de atención de deuda

<b>Plan de Atención de deuda bancaria</b>					
<b>Mes</b>	<b>Préstamo bancario</b>	<b>Interés del préstamo</b>	<b>Amortización del préstamo</b>	<b>Cuota a pagar</b>	<b>Saldo remanente</b>
<b>1</b>	24,475.00	442.69	1,845	2,287	22,630.44
<b>2</b>	22,630.44	409.33	1,878	2,287	20,752.52
<b>3</b>	20,752.52	375.36	1,912	2,287	18,840.64
<b>4</b>	18,840.64	340.78	1,946	2,287	16,894.17
<b>5</b>	16,894.17	305.57	1,982	2,287	14,912.49
<b>6</b>	14,912.49	269.73	2,018	2,287	12,894.97
<b>7</b>	12,894.97	233.24	2,054	2,287	10,840.96
<b>8</b>	10,840.96	196.09	2,091	2,287	8,749.80
<b>9</b>	8,749.80	158.26	2,129	2,287	6,620.81
<b>10</b>	6,620.81	119.75	2,167	2,287	4,453.31
<b>11</b>	4,453.31	80.55	2,207	2,287	2,246.61
<b>12</b>	2,246.61	40.64	2,247	2,287	0.00

Tabla 18: Flujo de caja, indicadores financieros

Beneficio anual	60,719	S/año
<b>Costos operativos</b>		
Costo estimado de Operación	0	S/año
Costo Mantto	0	S/año

\* VAN y TIR : Con financiamiento bancario.

Flujo de Caja Financiero											
	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Préstamo	-24475										
ínteres		2972									
Amortización	S/año	24475									
Costo Operación	S/año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Mantenimiento	S/año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total egresos</b>	S/año	27447	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio anual		60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719

FLUJO DE CAJA FINANCIERO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-24,475.00	33,272	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719	60,719
		33,272	93,992	154,711	215,431	276,150	336,869	397,589	458,308	519,028	579,747

COK	24.0%	
VAN	176,950	
TIR	176%	
Vida útil	10	Años

PRI (Años)	0.45	Años
PRI (Meses)	5.42	meses

PRI : Periodo de Recuperación	
PRI (Años)= (VA(Io))/(VA(Bn)/N)	

Se pagaría un interés total de s/.2972 soles.



## V. Discusión

Al analizar las ondas armónicas de tensión y de corriente, con analizador de redes, se encontró en el presente estudio que la THD (v) de voltaje es  $<$  que 5.5% y la THD (i) de corriente eléctrica es de 35.42 %, lo que causan daño a equipos y a producción, la medición y registro de datos duró tres días continuos.

En el trabajo de J. Machaca y A. Coila, utilizando también un analizador de redes detallan la existencia de ondas armónicas de intensidad de corriente 3°, 5° y 7° con distorsión total de la demanda de 5.27%, el cual está por encima del rango permitido por la norma IEE 519 - 2002, que causan recalentamiento de las máquinas y transformadores

El dimensionamiento y selección de filtros de armónico se realizó utilizando el método y tecnología de Schneider Electric, siendo el elegido el filtro acusine de 50 A, Machaca seleccionó Filtros Pasivos - LC resonantes según norma IEE Std. 1531 - 2003. Un filtro activo anula totalmente la distorsión armónica en corriente, resultando que la Intensidad de corriente rms sea igual a la Intensidad fundamental. Al realizar un análisis de dimensionamiento y selección de reactor inductivo trifásico, se emplea el método publicado por fabricantes de este producto, resulta que se debe utilizar un reactor para una potencia de la carga de 55 kw,  $U = 480$ , y la impedancia porcentual del rector sería de  $Z = 5\%$ , con estos valores, el fabricante indica que la tasa de distorsión armónica en corriente disminuiría desde 37.34 % actual, hasta un 25% solamente, a diferencia del efecto de un filtro activo, que anula totalmente la distorsión armónica. Para el presente caso se elige el filtro activo pues muchas cargas las conforman dispositivos electrónicos muy sensibles a la distorsión armónica.

En el presente estudio se debe invertir 24,475 soles, siendo el beneficio económico de 5059.95 soles/mes y el retorno de la inversión es en 4.96 meses.

En comparación, Machaca y Coila en su estudio económico calcularon una demanda de inversión de S/. 36,456 con vida útil estimada de 15 años y retorno de la inversión de 2.01 años, un poco elevada, siendo más atractiva la presente investigación

De acuerdo a los niveles de voltaje que se encontraron en el tablero general de acometidas y en los de distribución de la planta N° 3, el desbalance de tensión es aceptable.

**En la presente tesis**, el tablero eléctrico de locatarios, tiene una compensación automática, con gran estabilidad cuando están en operación, lamentablemente los condensadores se queman, se reduce su impedancia y aumentar la intensidad de corriente en presencia de los armónicos de corriente. En este caso es recomendable implementar bancos automáticos de condensadores con filtros activos.

Según Robles, El  $\cos\phi$  es aceptable en el tablero de acometida, se verifica la efectividad y funcionamiento de los equipos de compensación de Q en la planta Quala S.A. a excepción de los  $\cos\phi$  de las plantas N° 1 y N° 3, menores a límites permitidos.

Se analizó la variante de realizar la inversión con recursos propios, en cuyo caso no se haría uso de préstamo bancario, por lo tanto, no se pagaría ningún interés. El período de retorno de la inversión sería de 4.94 meses.

Al realizar el análisis de inversión con préstamo bancario, se hizo el análisis y resulta que, para la inversión de 24475 soles, y considerando un tiempo de vida útil de 10 años, siendo el beneficio económico de 60,719 soles/año, interés bancario de 24% anual, se tendría un VAN de 176,950 S/, la Tasa Interna de Retorno,  $TIR = 176 \% > COK = 24\%$ , y el retorno de la inversión, de 5.42 meses. En esta variante se debe pagar un interés total por el préstamo de un año de duración, de 2972 soles, no se ha considerado costo de operación porque no se contratará personal, tampoco se ha considerado costo de mantenimiento, pues Open Plaza cuenta con personal propio de mantenimiento, siendo un costo fijo.

## VI. Conclusiones

Se desarrolló el objetivo específico N° 1, actualizando la lista de las cargas de cada locatario; se hizo un diagnóstico de calidad de energía del tablero de eléctrico principal de locatarios, que tiene un buen sistema de compensación del factor de potencia, pero que, debido a la distorsión armónica, se quemaron, se concluye que la tasa de distorsión armónica en corriente por encima de la norma, es de 37.5 % contra 15% según norma. Reducen la reactancia capacitiva del banco de condensadores, debido al aumento de la frecuencia de las armónicas, entonces las intensidades en los capacitores aumentan considerablemente produciendo su falla final.

Se desarrolló el objetivo específico nr. 2, encontrándose los siguientes valores de los parámetros eléctricos:

DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN		
Desequilibrio Vn Min	Desequilibrio Vn Med	Desequilibrio Vn Max
0.14	0.27	0.31
VARIACIÓN DE FRECUENCIA		
Frecuencia Min	Frecuencia Med	Frecuencia Max
59.91	60.08	60.10
Variación de Tensión en períodos largos		
Vrms F-F AB Min	Vrms F-F AB Med	Vrms F-F AB Max
481	488	496
Vrms F-F BC Min	Vrms F-F BC Med	Vrms F-F BC Max
479	476	497
Vrms F-F CA Min	Vrms F-F CA Med	Vrms F-F CA Max
481	479	498

Indice de severidad del Flícker, PSt adm $\leq 1$		
Pst RN	Pst SN	Pst TN
1.61	1.38	1.37
Plt RN	Plt SN	Plt TN
1.85	1.45	1.59
Pst1min RN	Pst1min SN	Pst1min TN
1.47	1.25	1.34
Plnst RN	Plnst SN	Plnst TN
1.39	1.13	1.31

Se concluye, del análisis de estas tablas, que la frecuencia cumple la norma (desviación <5%), el desequilibrio de tensión no cumple la norma, <0.1%, tampoco la variación de tensión en períodos largos, que alcanzan valores muy altos, de 488 V >> Vadm = 420 V, lo que está causando altos amperajes en las cargas, con su consecuente envejecimiento, más consumo eléctrico y reducción de vida útil de los equipos eléctricos en el circuito. La severidad del Flícker no es muy elevada, no llega a 2, la norma indica que debe ser  $\leq 1$ .

<b>THD(i) por F-N y N-T</b>		
<b>THD(v) Fase A-N</b>		
THD V AN Min	THD V AN Med	THD V AN Max
2.120	2.410	3.834
<b>THD(v) Fase B-N</b>		
THD V BN Min	THD V BN Med	THD V BN Max
2.120	2.180	3.697
<b>THD(v) Fase C-N</b>		
THD V CN Min	THD V CN Med	THD V CN Max
2.100	2.120	4.011
<b>THD(v) Fase N-T</b>		
THD V NG Min	THD V NG Med	THD V NG Max
2.637	3.025	3.453
<b>THD(i) por Línea y en Neutro</b>		
THD A A Min	THD A A Med	THD A A Max
14.22	37.5	41.31
THD A B Min	THD A B Med	THD A B Max
16.2	36	39.42
THD A C Min	THD A C Med	THD A C Max
13.55	38.4	42.35
THD A N Min	THD A N Med	THD A N Max
5.4	12.5	18.5

En este caso, se observa que la tasa de distorsión de armónicos en corrientes es mayor que el admisible por la norma, la media es de 37.25 % > 15%, la THD en tensión es baja, menos de 4% < THD(v) de la NTP (5%). Se concluye que la tasa de distorsión armónica actual, en corriente está distorsionando la onda eléctrica senoidal.

En el desarrollo del objetivo específico 4, se determinó que el monto de la inversión a realizar en activos, materiales, mano de obra e insumos para la reducción de la tasa de armónicos en el tablero de locatarios del centro comercial Open Plaza, es de 24,475 soles, el beneficio neto sería de 5,059.95 soles/mes y el período de retorno de la inversión sería de 4.94 meses.

Se concluye que la inversión en la mejora de la calidad de energía en Open Plaza es atractiva, pues la inversión es razonable, no es grande, y el tiempo de retorno de la inversión es de solamente 4.94 meses.

En el objetivo 4 también se hizo el análisis financiero, en la variante de obtener un préstamo bancario, por la totalidad de la inversión, de 24,475 soles, para una vida útil del proyecto de 10 años y con una tasa de interés anual del préstamo de 24 %, es decir, 1.81 % mensual. Se obtienen los siguientes resultados:

El VAN de la Inversión sería de 176,950 soles  $\gg 0$ , el valor de la tasa Interna de Retorno es igual a 176 %  $> 24$  %, el retorno de la inversión se realizaría en 5.42 meses.

El préstamo bancario sería por un año, por el cual se deberá pagar un interés total de 2972 soles, se adopta la variante con recursos propios para evitar los trámites bancarios y el pago del interés

## **VII. recomendaciones**

- 1.- Se recomienda que el Centro Comercial Open Plaza cuente con un juego de planos eléctricos de toda la instalación con flujos de potencia actualizados.
- 2.- Se recomienda considerar siempre el uso de equipos ahorradores de energía para evitar el aumento de carga innecesaria.
- 3.- Se recomienda el uso de supresores de transitorios para los equipos electrónicos más sofisticados (más sensibles)
- 4.- Respecto al bajo  $\cos\phi$  se recomienda revisar la facturación de electricidad para ver si están cobrando por energía reactiva, de ser así debería de compensarse la instalación.
- 5.- Respecto a la distorsión armónica de corriente, que en éste equipo es alta, conversar con el proveedor del equipo si suministran los filtros adecuados para reducir el THDi como una manera preventiva, considerando que el THDv está todavía dentro del nivel de aceptable.
- 6.- Se recomienda regular cuidadosamente la operación de los aires acondicionados a fin de evitar consumos excesivos e innecesarios.
- 7.- Realizar mediciones de calidad de electricidad una vez por año o si existen cambios de carga importantes.
- 8.- Realizar un mantenimiento semestral del pozo a tierra que se encuentra conectado al tablero de locatarios, así como también la revisión de sus barras de masa y reajuste de borneras de cada circuito.

## **Bibliografía**

- Abreu A, 2020. Calidad de Potencia Eléctrica en Redes de Distribución. ENELVEN. Venezuela.
- Castro, M., Suárez, S., De Armas, F. y Dorta S. M., 2019. Niveles de aterramiento y rayo: simulación de sus efectos sobre el consumidor. Energética Vol. XXVII.
- Gallego Y, Valcárcel A, Limonte A y Mariño A, 2018. Modelación de sistemas de puesta a tierra para evaluación de sobretensiones transitorias. Ingeniería Energética Vol. XXXV, No. 3, ISSN 1815–5901.
- Gómez H, Velilla E, Moreno G y Valencia J, 2020. Respuestas Transitorias de las puestas a tierra en la protección contra rayos. Software GTIERRAS. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia., Medellín, Colombia N.º 36.
- Gastón H, Venegas V y Melgoza E, 2018 Diseño y simulación de una red de tierras para una subestación tipo GIS. IEEE Latin América Transactions, Vol. 6, No. 2.
- IEC Standard 62305-3 y 62305-4, 2020. Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard - Part 4: Electrical and electronic systems within structures.
- IEEE Standard 1100, 2020. Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment.
- IEEE Standard 1159, 2019. Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality a Status Update.

- Malagón G, Giraldo W, Ordoñez G, y Chacón J, 2020, Prácticas CEM enfocadas en la mitigación del Impulso Electromagnético del Rayo (IER): Earthing and Bonding; un enfoque de la IEC 62305. Tecnología en Marcha. Vol. 26, N° 4.
- Montaña G, Duarte O, Sarmiento A, Marín M, y Torres O, 2020. UN\_PAT: Programa para el cálculo de potenciales transitorios en puestas a tierra. Ingeniería e Investigación Universidad Nacional de Colombia, Vol. 26, No. 3.
- Sheshyekani K, Ghadimi A, Karami H, Sadeghi S, Moini R, Rachidi F, y Paolone M, 2020, "The Impact of the Grounding System on the Lightning Performance of Transmission Lines: a Sensitivity Analysis". 30th International Conference on Lightning Protection - ICLP 2010 (Cagliari, Italy), No. EPFL-CONF-15249.
- Villa A y Carrasco G, 2019, Simulación con ATP de pararrayos para las líneas a 115 y 400 kV de EDELCA. Revista Ciencia e Ingeniería, Vol. 22 No. 1.
- IEEE - Power System Engineering Committee. (2018). Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power System Analysis.
- ROGER C., Dugan, Surya Santoso, et. Al, Electric Power Quality Systems Second Edition, 2° edición McGraw Hill, 2020
- IEEE Std. 1159-2018 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality.



# **Anexos**

Planos Eléctricos Open Plaza

## Anexo 1: Registro de Desequilibrio de Tensión de Tablero Eléctrico Locatarios

Fecha	Hora	Desequilibrio Vn Min	Desequilibrio Vn Med	Desequilibrio Vn Max	Desequilibrio An Min	Desequilibrio An Med	Desequilibrio An Max	Desequilibrio V pos Min	Desequilibrio V pos Med	Desequilibrio V pos Max	Desequilibrio V neg Min	Desequilibrio V neg Med	Desequilibrio V neg Max	Desequilibrio V zero Min	Desequilibrio V zero Med	Desequilibrio V zero Max	Desequilibrio A neg Min	Desequilibrio A neg Med
PROMEDIO:		0.14	0.27	0.31	34.23	54.86	83.35	223.07	232.98	235.48	0.54	1.33	2.80	3.82	6.82	13.94	0.64	1.14
03/06/2022	08:04:22	0.03	0.132	0.24	2.34	72.71	100.71	206.04	233.14	235.98	0.08	1	2.66	7.74	13.2	20.62	0.3	1.9
03/06/2022	08:14:22	0.09	0.212	0.13	26.41	63.76	167.69	229.68	235.42	237.02	0.22	1.2	2.42	1.68	4.2	11.42	0.2	0.3
03/06/2022	08:24:22	0.14	0.292	0.15	44.3	69.22	124.23	233.9	235.68	236.9	0.8	1.38	2.48	0.6	3	11.46	0.2	0.5
03/06/2022	08:34:22	0.12	0.182	0.25	17.6	60.5	106.09	230.16	235.5	236.84	0.28	1.12	2.7	0.98	4.12	10.12	0.1	0.3
03/06/2022	08:44:22	0.01	0.082	0.04	18.62	55.74	85.75	230.46	236.44	237.54	0.02	0.9	2.2	0.8	3.28	8.78	0.1	0.3
03/06/2022	08:54:22	0.02	0.102	0.28	12.93	58.73	101.87	230.2	235.08	237.78	0.04	0.94	2.76	1.76	3.56	9.4	0.1	0.4
03/06/2022	09:04:22	0.08	0.192	0.13	1.46	40.73	93.89	207.28	231.76	235.24	0.18	1.14	2.36	0.46	4.42	7.72	0.2	
03/06/2022	09:14:22	0.12	0.192	0.97	1.01	37.22	89.4	219.42	232.2	235.32	0.28	1.12	4.16	0.82	4.4	19.16	0.2	
03/06/2022	09:24:22	0.22	0.312	0.86	0.38	17.53	89.3	206.72	229.9	234.62	0.5	1.4	4.04	1.26	3.68	17.4	0	0.9
03/06/2022	09:34:22	0.18	0.152	0.28	0.47	42.41	101.71	220.32	231.7	235.2	0.22	1.04	2.72	0.94	3.46	15.18	0.1	
03/06/2022	09:44:22	0.17	0.252	1.8	1.31	27.52	101.93	205.56	228.36	234.54	0.4	1.26	6.12	1.62	4.62	24.7	0.2	2.2
03/06/2022	09:54:22	0.2	0.262	1.77	0.12	36.11	98.26	207.08	230.74	234.78	0.44	1.3	6.16	0.1	3.26	22.34	0	1.2
03/06/2022	10:04:22	0.04	0.252	2.04	0.23	30.42	97.36	206.52	229.56	233.52	0.08	1.26	6.72	0.12	2.88	22.9	0	
03/06/2022	10:14:22	0.01	0.202	1.38	0.1	13.57	78.77	210.74	228.34	234.02	0.02	1.14	5.14	0.14	2.44	8.76	0	0.8
03/06/2022	10:24:22	0.02	0.152	1.97	0.07	10.71	96.38	204.1	228.52	235.24	0.04	1.04	6.6	0.82	3.92	11.9	0	0.8
03/06/2022	10:34:22	0.05	0.302	1.66	0.28	17.46	95.08	206.32	227.54	234.04	0.12	1.36	5.66	0.06	2.74	8.92	0	2
03/06/2022	10:44:22	0.02	0.392	1.93	0.16	27.93	96.78	206.92	230.34	234.94	0.04	1.58	6.54	0.14	2.22	8.26	0	
03/06/2022	10:54:22	0.01	0.272	1.83	0.23	12.76	94.29	214.68	228.4	235.48	0.02	1.3	6.18	0.18	2.28	10.68	1.3	1.5
03/06/2022	11:04:22	0.1	0.262	0.11	0.3	17.09	74.23	207.6	232.24	235.6	0.24	1.32	2.36	0.08	3.42	11.02	0	0.8
03/06/2022	11:14:22	0.03	0.262	0.73	0.36	28.99	86.76	220.7	232.34	236.26	0.06	1.32	3.74	0.2	4.2	22	0	1.3
03/06/2022	11:24:22	0.12	0.292	0.48	0.35	12.28	71.9	208.84	231.14	236.82	0.26	1.38	3.24	0.16	3.88	18.52	0.1	
03/06/2022	11:34:22	0.23	0.482	0.63	1.13	28.04	84.47	207.06	235.46	237.68	0.54	1.84	3.58	1.1	4.2	17.9	0	0.8
03/06/2022	11:44:22	0.11	0.312	0.36	0.71	14.64	70.7	227.9	234.54	238.18	0.26	1.44	2.94	0.84	4.44	13.18	0	0.7
03/06/2022	11:54:22	0.17	0.382	0.5	0.14	19.15	68.8	211.08	235.52	238.62	0.62	1.6	3.3	0.04	3.78	13.76	0	1
03/06/2022	12:04:22	0.12	0.252	0.28	0.35	11.98	72.14	225.36	235.88	239.96	0.28	1.3	2.78	0.06	2.1	16.38	0	0.6
03/06/2022	12:14:22	0.2	0.372	0.38	0.25	10.72	77.39	206.2	233.62	238.88	0.48	1.58	3.02	0.06	3.56	12.68	0	0.8
03/06/2022	12:24:22	0.06	0.182	0.19	0.73	44.35	106.02	230.9	236.3	239.58	0.12	1.14	2.52	0.02	3.68	10.5	0	1
03/06/2022	12:34:22	0.04	0.312	0.92	0.04	31.6	106.57	210.2	236.5	241.54	0.1	1.44	4.3	1.52	5.16	19.88	0	
03/06/2022	12:44:22	0.01	0.212	0.79	0.6	32.94	91.87	207.78	234.88	239.76	0.04	1.2	3.9	1.52	5.3	21.3	0	1.3
03/06/2022	12:54:22	0.06	0.132	0.04	1.1	39.52	88.31	207.82	235.54	239.62	0.14	1.02	2.16	0.04	3.9	11.76	0	0.6
03/06/2022	13:04:22	0.03	0.122	-0.11	1.86	59.14	91.03	228.68	233.88	236.22	0.08	1	1.84	2.02	4.86	10.76	0	0.4
03/06/2022	13:14:22	0.12	0.252	0.15	0.85	67.31	91.91	205.66	232.98	234.36	0.28	1.28	2.44	0.18	4.36	9	0.1	0.4
03/06/2022	13:24:22	0.18	0.542	0.9	2.99	41.05	91.56	225.2	230.38	233.68	1.1	1.94	4.06	0.24	6.46	16.84	0.1	
03/06/2022	13:34:22	0.15	0.462	0.42	8.87	59.59	83.44	222.36	229.14	231	0.8	1.74	3.02	4.44	10.2	15.84	0.5	1.7
03/06/2022	13:44:22	0.14	0.552	0.46	0.42	49.11	83.86	201.76	227.4	230.28	0.78	1.92	3.04	7.44	10.82	16.38	0.3	1.6
03/06/2022	13:54:22	0.11	0.512	0.46	4.23	54.49	81.52	219.04	227.46	229.58	0.92	1.84	3.08	8.92	13	17.02	0.5	1.3
03/06/2022	14:04:22	0.13	0.462	0.42	6.98	54.14	82.33	223.24	228.76	230.02	0.98	1.74	3	8	11.58	18.52	0.4	1.6
03/06/2022	14:14:22	0.15	0.442	0.39	1.09	47.86	82.32	204.56	227.48	230.6	0.78	1.68	2.94	4.74	10.3	17.1	0.4	1.7
03/06/2022	14:24:22	0.15	0.352	0.54	1.17	50.44	90.77	221.92	228.34	230.42	0.8	1.48	3.3	10.14	12.04	18.94	0.1	1.6
03/06/2022	14:34:22	0.14	0.582	1.27	6.45	56.7	90.16	217.84	228.24	230.4	1.22	2	4.9	8.1	11.7	19.2	0.6	1.8
03/06/2022	14:44:22	0.21	0.452	0.32	1.1	36.7	79.22	203.68	227.14	229.9	0.48	1.7	2.78	4.44	9.68	15.34	0.3	
03/06/2022	14:54:22	0.15	0.502	0.72	6.32	68.25	87.94	222.16	228.38	230.62	1	1.82	3.66	3.38	9.4	19.64	0.7	1.8
03/06/2022	15:04:22	0.16	0.212	0.52	1.92	41.56	94.26	204.34	226.88	230.02	0.38	1.16	3.22	1.52	7.44	16.42	0.8	1.7
03/06/2022	15:14:22	0.24	0.642	1.26	1.07	69.07	95.05	204.1	227.8	229.44	0.54	2.14	4.88	6.74	13.3	28.02	0.8	1.7
03/06/2022	15:24:22	0.11	0.612	0.67	6.64	49.94	83.9	220.74	228.48	231.08	1.4	2.08	3.54	9.52	12.28	18.44	0.7	1.2
03/06/2022	15:34:22	0.12	0.562	1.02	70.28	79.02	94.82	226.56	230.3	231.38	0.96	1.96	4.36	5.88	10.46	22.62	1.3	1.7
03/06/2022	15:44:22	0.19	0.502	0.64	49.79	72.79	86.52	223.8	229.54	231.36	1.12	1.84	3.54	3.48	7.74	19.16	1.3	1.4
03/06/2022	15:54:22	0.29	0.602	0.57	51.83	80.76	85.84	227.02	230	230.8	0.66	2.06	3.38	5.24	12.2	14.7	1.3	1.4
03/06/2022	16:04:22	0.27	0.412	0.58	74.38	80.97	87.03	226.14	230.42	231.58	0.62	1.62	3.4	9.06	11.3	14.26	1.3	1.4
03/06/2022	16:14:22	0.12	0.392	0.12	73.3	81	86.79	225.08	230.48	231.84	0.72	1.6	2.34	8.9	10.98	13.46	1.3	1.4
03/06/2022	16:24:22	0.13	0.432	0.63	52.02	74.16	86.76	224.26	231.06	231.88	0.78	1.7	3.5	7.02	11.22	17.9	1.3	1.4
03/06/2022	16:34:22	0.21	0.242	-0.07	75.41	81.07	86.2	230.62	231.78	232.74	0.5	1.24	1.92	6.94	9.78	11.62	1.3	1.4
03/06/2022	16:44:22	0.12	0.372	0.09	75.47	81.09	86.69	227.94	232.52	233.48	0.74	1.56	2.28	4.96	9.34	11.34	1.3	1.4
03/06/2022	16:54:22	0.11	0.392	0.5	53.7	80.53	88.27	230.06	232.38	233.98	0.72	1.62	3.26	7.14	9.26	17	1.3	1.4
03/06/2022	17:04:22	0.18	0.252	0.19	52.91	75.05	87.6	229.58	233.38	234.54	0.66	1.28	2.54	8.28	11.26	13.5	1.3	1.4
03/06/2022	17:14:22	0.2	0.172	0.06	74.2	81.32	87.38	232.1	234.34	236.28	0.46	1.1	2.22	7.6	10.8	14.2	1.4	1.4

## Anexo 2: Registro de Flickers De Tablero Eléctrico Locatarios

Fecha	Hora	Pst RN	Pst SN	Pst TN	Pst RN	Pst SN	Pst TN	Pst1min RN	Pst1min SN	Pst1min TN	Plnst RN	Plnst SN	Plnst TN
<b>VALORES PROMEDIO:</b>		<b>1.611600928</b>	<b>1.380306265</b>	<b>1.37362413</b>	<b>1.846737819</b>	<b>1.454287703</b>	<b>1.592575406</b>	<b>1.465438515</b>	<b>1.247085847</b>	<b>1.341194896</b>	<b>1.388863109</b>	<b>1.125382831</b>	<b>1.31350348</b>
04/06/2022	08:04:22	1.31	1.543	3.019	0.47	0.36	0.98	1.06	1.571	2.128	1.05	0.79	2.18
04/06/2022	08:14:22	1.558	0.812	1.03	0.47	0.36	0.98	0.48	0.324	0.327	0.66	0.24	0.3
04/06/2022	08:24:22	1.322	0.491	0.726	0.47	0.36	0.98	1.478	0.193	0.735	0.31	0.07	0.12
04/06/2022	08:34:22	1.476	0.855	0.991	0.47	0.36	0.98	1.089	0.412	0.567	0.59	0.29	0.37
04/06/2022	08:44:22	1.249	1.2	2.086	0.12	0.25	0.36	1.212	0.709	0.779	0.38	0.32	0.66
04/06/2022	08:54:22	2.62	1.136	2.611	0.25	0.14	0.22	1.26	0.6	1.475	2.78	0.42	1.64
04/06/2022	09:04:22	1.568	1.55	1.531	1.1	1.15	1.17	1.362	1.48	1.43	0.74	0.82	0.71
04/06/2022	09:14:22	1.62	2.421	3.483	1.21	1.36	1.41	1.834	2.505	1.25	0.86	1.54	2.07
04/06/2022	09:24:22	1.8	2.511	3.589	1.12	1.36	1.55	1.45	1.566	1.2	3.51	1.56	3.37
04/06/2022	09:34:22	1.63	1.949	3.125	1.62	1.33	1.24	1.834	1.774	1.2	4.07	1.46	3.1
04/06/2022	09:44:22	1.72	2.269	2.771	1.18	1.24	1.15	1.22	1.463	1.3	2.74	1.34	2.06
04/06/2022	09:54:22	1.65	1.2	2.681	2.663	2.083	2.637	3.915	5.85	1.33	2.41	2.67	1.9
04/06/2022	10:04:22	2.1	1.18	2.663	2.663	2.083	2.637	2.564	2.618	2.353	2.83	3.37	2.88
04/06/2022	10:14:22	2.614	1.2	2.954	2.663	2.083	2.637	2.837	2.89	1.36	3.23	4.22	3.61
04/06/2022	10:24:22	2.478	2.88	2.642	2.663	2.083	2.637	2.312	3.133	2.38	2.4	2.67	2.93
04/06/2022	10:34:22	2.473	2.943	2.911	2.663	2.083	2.637	2.117	3.633	2.284	2.47	2.8	3.49
04/06/2022	10:44:22	2.496	2.966	2.718	2.663	2.083	2.637	2.544	2.386	2.139	2.19	2.33	3.6
04/06/2022	10:54:22	2.439	2.936	1.13	2.663	2.083	2.637	2.081	2.423	1.34	2.64	3.01	4.05
04/06/2022	11:04:22	2.475	2.988	1.11	2.663	2.083	2.637	2.751	3.236	2.9	2.01	2.74	2.71
04/06/2022	11:14:22	2.14	1.17	1.22	2.663	2.083	2.637	2.272	2.396	1.36	1.2	3.47	3.82
04/06/2022	11:24:22	2.902	2.969	2.957	2.663	2.083	2.637	1.101	2.06	2.224	2.54	2.94	2.76
04/06/2022	11:34:22	2.914	1.28	1.29	2.663	2.083	2.637	1.15	5.382	1.38	2.48	2.73	2.7
04/06/2022	11:44:22	2.558	1.14	1.16	2.663	2.083	2.637	2.1	2.232	1.31	1.28	4.94	3.36
04/06/2022	11:54:22	1.26	1.28	2.895	2.88	1.36	2.967	2.713	3.471	2.319	1.26	5.74	3.53
04/06/2022	12:04:22	1.36	1.23	1.47	2.88	1.36	2.967	2.817	3.636	2.493	1.27	6.19	4.83
04/06/2022	12:14:22	1.75	1.36	1.38	2.88	1.36	2.967	2.757	1.1	3.286	1.29	7.8	6.65
04/06/2022	12:24:22	2.1	1.29	1.27	2.88	1.36	2.967	3.457	2.211	3.418	1.28	5.38	4.51
04/06/2022	12:34:22	2.725	1.28	1.29	2.88	1.36	2.967	1.367	1.453	1.089	2.03	2.33	3.66
04/06/2022	12:44:22	2.633	1.18	1.17	2.88	1.36	2.967	1.794	2.212	2	2.04	2.63	4.39
04/06/2022	12:54:22	2.22	2.24	2.634	2.88	1.36	2.967	1.646	1.622	1.403	1.54	1.52	1.81
04/06/2022	13:04:22	1.767	1.369	1.844	2.88	1.36	2.967	1.428	0.237	0.666	0.91	0.65	0.76
04/06/2022	13:14:22	1.706	1.396	2.35	2.88	1.36	2.967	1	1.2	2.1	0.72	0.43	0.91
04/06/2022	13:24:22	1.37	1.558	1	2.88	1.36	2.967	1.257	1.223	2.481	0.68	1	3.12
04/06/2022	13:34:22	1.586	1.559	2.543	2.88	1.36	2.967	1.709	1.514	2.548	0.64	0.67	1.6
04/06/2022	13:44:22	1.944	1.669	2.366	2.88	1.36	2.967	1.144	1.056	2.133	0.89	0.87	1.29
04/06/2022	13:54:22	2.332	1.523	1.821	2.543	2.861	3.192	3.523	1.251	2.648	1.79	0.68	0.94
04/06/2022	14:04:22	2.414	1.612	2.318	2.543	2.861	3.192	1.484	0.278	0.735	2.35	0.99	1.51
04/06/2022	14:14:22	1.798	2.019	2.149	2.543	2.861	3.192	1.894	2.046	2.204	0.93	0.91	1.02
04/06/2022	14:24:22	2.803	1.741	2.875	2.543	2.861	3.192	1.886	1.564	2.51	3.68	1.45	2.73
04/06/2022	14:34:22	2.788	1.754	2.321	2.543	2.861	3.192	1.699	1.705	1.333	1.69	1.07	1.38
04/06/2022	14:44:22	1.826	1.816	1.51	2.543	2.861	3.192	1.296	1.481	1.103	1.07	1.07	0.72
04/06/2022	14:54:22	1.62	1.901	1	2.543	2.861	3.192	1.211	0.863	2.319	0.72	0.79	1.5
04/06/2022	15:04:22	1.971	2.229	1	2.543	2.861	3.192	1.531	2.982	5.431	1.03	1.27	2.73
04/06/2022	15:14:22	1.775	1.962	2.792	2.543	2.861	3.192	1.26	3.547	2.766	0.64	0.65	1.26
04/06/2022	15:24:22	2.473	0.896	1.273	2.543	2.861	3.192	1.28	0.537	1.47	2.42	0.42	0.64
04/06/2022	15:34:22	2.833	2.244	1	2.543	2.861	3.192	1.006	0.416	0.466	3.47	0.84	2.58
04/06/2022	15:44:22	1.423	1.155	1.033	2.543	2.861	3.192	0.481	0.879	1.714	0.47	0.26	0.25
04/06/2022	15:54:22	0.995	0.89	0.63	2.206	1.79	2.594	0.993	0.473	0.677	0.2	0.13	0.1

### Anexo 3: Registro de Frecuencia Tablero Eléctrico Locatarios

Fecha	Hora	Frecuencia Min	Frecuencia Med	Frecuencia Max	Frecuencia 10s Min	Frecuencia 10s Med	Frecuencia 10s Max
		59.91	60.08	60.10	59.935	59.998	60.073
03/06/2022	08:04:22	59.898	60.063	60.094	59.949	59.996	60.050
03/06/2022	08:14:22	59.908	60.118	60.094	59.935	59.997	60.073
03/06/2022	08:24:22	59.97	60.066	60.092	59.923	59.994	60.040
03/06/2022	08:34:22	59.921	60.102	60.11	59.942	60.013	60.084
03/06/2022	08:44:22	59.91	60.048	60.09	59.937	59.992	60.039
03/06/2022	08:54:22	59.918	60.111	60.111	59.950	60.013	60.111
03/06/2022	09:04:22	59.881	60.037	60.088	59.904	59.980	60.038
03/06/2022	09:14:22	59.913	60.103	60.097	59.946	59.999	60.104
03/06/2022	09:24:22	59.97	60.082	60.094	59.926	59.996	60.063
03/06/2022	09:34:22	59.908	60.101	60.097	59.959	59.998	60.092
03/06/2022	09:44:22	59.919	60.073	60.097	59.942	59.999	60.074
03/06/2022	09:54:22	59.924	60.101	60.101	59.950	60.004	60.097
03/06/2022	10:04:22	59.97	60.131	60.106	59.936	60.008	60.116
03/06/2022	10:14:22	59.888	60.075	60.098	59.933	59.985	60.074
03/06/2022	10:24:22	59.898	60.128	60.097	59.938	59.999	60.127
03/06/2022	10:34:22	59.921	60.057	60.092	59.945	59.994	60.056
03/06/2022	10:44:22	59.912	60.113	60.107	59.936	60.009	60.114
03/06/2022	10:54:22	59.97	60.103	60.107	59.969	60.009	60.070
03/06/2022	11:04:22	59.915	60.069	60.098	59.938	59.990	60.056
03/06/2022	11:14:22	59.913	60.108	60.111	59.955	60.013	60.059
03/06/2022	11:24:22	59.909	60.039	60.083	59.932	59.985	60.040
03/06/2022	11:34:22	59.918	60.067	60.092	59.940	59.994	60.065
03/06/2022	11:44:22	59.917	60.115	60.099	59.941	60.000	60.099
03/06/2022	11:54:22	59.938	60.089	60.112	59.966	60.013	60.088
03/06/2022	12:04:22	59.907	60.051	60.079	59.928	59.981	60.052
03/06/2022	12:14:22	59.922	60.131	60.111	59.949	60.013	60.096
03/06/2022	12:24:22	59.895	60.053	60.084	59.920	59.986	60.048
03/06/2022	12:34:22	59.919	60.111	60.102	59.949	60.004	60.112
03/06/2022	12:44:22	59.891	60.100	60.096	59.914	59.999	60.086
03/06/2022	12:54:22	59.926	60.092	60.114	59.960	60.016	60.087
03/06/2022	13:04:22	59.929	60.067	60.112	59.959	60.014	60.067
03/06/2022	13:14:22	59.921	60.045	60.091	59.944	59.994	60.040
03/06/2022	13:24:22	59.922	60.052	60.095	59.950	59.997	60.051
03/06/2022	13:34:22	59.923	60.056	60.097	59.948	59.998	60.049
03/06/2022	13:44:22	59.932	60.050	60.098	59.965	60.000	60.041
03/06/2022	13:54:22	59.927	60.047	60.098	59.961	60.000	60.038
03/06/2022	14:04:22	59.925	60.043	60.094	59.953	59.996	60.039
03/06/2022	14:14:22	59.935	60.044	60.097	59.962	60.000	60.039
03/06/2022	14:24:22	59.929	60.039	60.094	59.955	59.997	60.039
03/06/2022	14:34:22	59.935	60.045	60.097	59.966	59.998	60.038
03/06/2022	14:44:22	59.935	60.047	60.099	59.959	60.001	60.043
03/06/2022	14:54:22	59.94	60.040	60.101	59.963	60.003	60.040
03/06/2022	15:04:22	59.922	60.055	60.098	59.946	60.000	60.053
03/06/2022	15:14:22	59.919	60.047	60.096	59.946	59.998	60.045



### Anexo 4: Registro de Potencias Tablero Eléctrico Locatarios

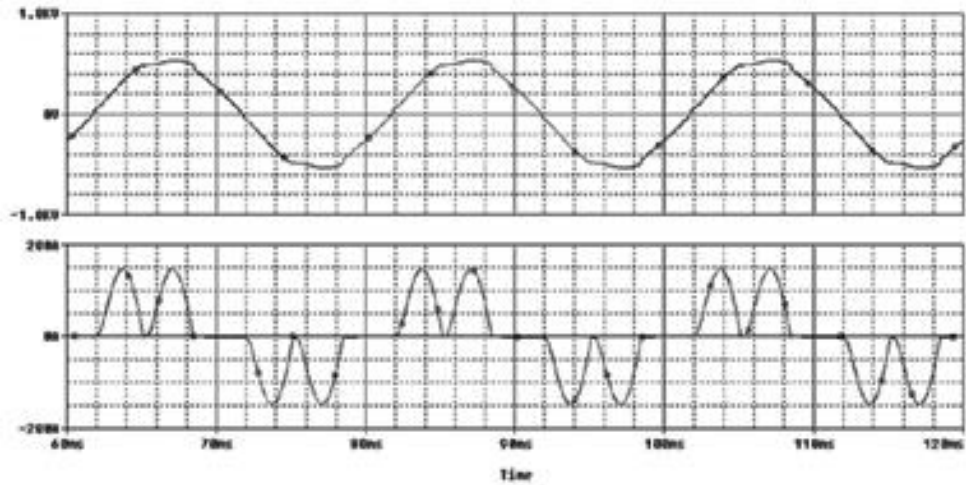
Fecha	Hora	Potencia Activa Total Min	Potencia Activa Total Med	Potencia Activa Total Max	Potencia Aparente Total Min	Potencia Aparente Total Med	Potencia Aparente Total Max	Potencia Reactiva Total Min	Potencia Reactiva Total Med	Potencia Reactiva Total Max
		kw	kw	kw	KVA	KVA	KVA	Kvar	Kvar	Kvar
<b>PROMEDIO:</b>		<b>54,96859773</b>	<b>57,07576912</b>	<b>62,4429405</b>	<b>63,62106219</b>	<b>72,26779618</b>	<b>76,30924566</b>	<b>32,03268358</b>	<b>37,1203308</b>	<b>43,69464766</b>
03/06/2022	8:04:22	56,522	67,552	78,582	65,41898148	78,73193473	91,26829268	32,93792122	40,4406336	46,41950587
03/06/2022	8:14:22	67,664	60,05	52,436	78,31481481	69,98834499	60,90127758	39,43086765	35,9494914	30,97469153
03/06/2022	8:24:22	64,063	60,632	57,201	74,14699074	70,66666667	66,43554007	37,33240237	36,2979111	33,78944485
03/06/2022	8:34:22	56,804	67,6285	78,453	65,74537037	78,82109557	91,1184669	33,10225535	40,486431	46,34330373
03/06/2022	8:44:22	67,633	83,5825	99,532	78,27893519	97,41550117	115,6004646	39,41280255	50,0374416	58,79496906
03/06/2022	8:54:22	59,449	56,9735	54,498	68,80671296	66,40268065	63,29616725	34,64361626	34,1077161	32,19274428
03/06/2022	9:04:22	31,527	42,445	53,363	36,48958333	49,46969697	61,97793264	18,37220626	25,4100943	31,52228362
03/06/2022	9:14:22	82,572	79,976	77,38	95,56944444	93,21212121	89,87224158	48,1184323	47,8783768	45,70946736
03/06/2022	9:24:22	46,059	73,217	100,375	53,30902778	85,33449883	116,5795587	26,84065874	43,8320385	59,29294115
03/06/2022	9:34:22	72,375	66,27	60,165	83,76736111	77,23776224	69,87804878	42,17618004	39,6731523	35,54032184
03/06/2022	9:44:22	19,232	38,9495	58,667	22,25925926	45,39568765	68,13821138	11,20735467	23,3174807	34,65543192
03/06/2022	9:54:22	45,925	52,1965	58,468	53,15393519	60,83508159	67,90708479	26,76257089	31,2479206	34,53787978
03/06/2022	10:04:22	47,275	59,779	72,283	54,71643519	69,67249417	83,95238095	27,54927684	35,7872548	42,69859692
03/06/2022	10:14:22	32,962	61,6275	90,293	38,15046296	71,82692308	104,8699187	19,20844555	36,8938765	53,33736026
03/06/2022	10:24:22	46,931	59,915	72,899	54,31828704	69,83100233	84,66782811	27,34881251	35,8686724	43,06247688
03/06/2022	10:34:22	35,742	57,6745	79,607	41,36805556	67,21969697	92,45876887	20,82847706	34,5273762	47,02498796
03/06/2022	10:44:22	28,256	47,7415	67,227	32,7037037	55,64277389	78,08013937	16,46604688	28,5808933	39,71194575
03/06/2022	10:54:22	44,294	55,7875	67,281	51,2662037	65,02039627	78,14285714	25,81211356	33,3977061	39,74384432
03/06/2022	11:04:22	84,226	80,6235	77,021	97,4837963	93,96678322	89,45528455	49,08229278	48,2660087	45,49740095
03/06/2022	11:14:22	71,223	71,2335	71,244	82,43402778	83,02272727	82,7456446	41,50485763	42,6445978	42,08484483
03/06/2022	11:24:22	47,558	59,514	71,47	55,04398148	69,36363636	83,00813008	27,71419372	35,62861	42,21834624
03/06/2022	11:34:22	67,587	75,5545	83,522	78,22569444	88,05885781	97,0058072	39,38599627	45,2314047	49,33763418
03/06/2022	11:44:22	74,591	72,9135	71,236	86,33217593	84,98076923	82,73635308	43,46754328	43,6503454	42,08011911
03/06/2022	11:54:22	62,44	54,9895	47,539	72,26851852	64,09032634	55,21370499	36,386607	32,919976	28,08196393
03/06/2022	12:04:22	31,033	51,1555	71,278	35,91782407	59,62179487	82,78513357	18,08433016	30,6247162	42,10492911
03/06/2022	12:14:22	59,331	55,2815	51,232	68,67013889	64,43065268	59,5029036	34,57485234	33,0947845	30,26347159
03/06/2022	12:24:22	32,663	47,551	62,439	37,80439815	55,42074592	72,51916376	19,03420475	28,4668487	36,883606
03/06/2022	12:34:22	57,368	68,363	79,358	66,39814815	79,67715618	92,16957027	33,43092361	40,9261463	46,87790012
03/06/2022	12:44:22	69,813	62,122	54,431	80,80208333	72,4032634	63,21835075	40,68318697	37,1899135	32,15316643
03/06/2022	12:54:22	40,141	52,154	64,167	46,45949074	60,78554779	74,5261324	23,39197296	31,2224775	37,9043602
03/06/2022	13:04:22	51,095	54,264	57,433	59,13773148	63,24475524	66,70499419	29,7753633	32,4856487	33,92649055
03/06/2022	13:14:22	42,42	61,087	79,754	49,09722222	71,1969697	92,62950058	24,72004915	36,5703011	47,11182295
03/06/2022	13:24:22	53,702	60,782	67,862	62,15509259	70,84149184	78,81765389	31,2945799	36,38771	40,08704929
03/06/2022	13:34:22	55,116	73,84	92,564	63,79166667	86,06060606	107,5075494	32,11858154	44,2050033	54,67887228
03/06/2022	13:44:22	55,376	66,725	78,074	64,09259259	77,76806527	90,67828107	32,27009528	39,9455423	46,11942304
03/06/2022	13:54:22	69,907	63,2265	56,546	80,91087963	73,69055944	65,67479675	40,73796501	37,8511327	33,40252703
03/06/2022	14:04:22	47,361	60,119	72,877	54,81597222	70,06876457	84,64227642	27,59939292	35,9907989	43,04948117
03/06/2022	14:14:22	63,913	76,069	88,225	73,97337963	88,65850816	102,4680604	37,2449906	45,5394149	52,11576322
03/06/2022	14:24:22	59,544	64,752	69,96	68,91666667	75,46853147	81,2543554	34,69897705	38,7643875	41,32636775
03/06/2022	14:34:22	49,206	69,199	89,192	56,95138889	80,65151515	103,5911731	28,67455772	41,4266254	52,68698388
03/06/2022	14:44:22	33,245	58,438	83,631	38,47800926	68,10955711	97,13240418	19,37336242	34,9844526	49,40202203

### Anexo 4: Registro de Armónicos de Corriente Tablero Eléctrico Locatarios

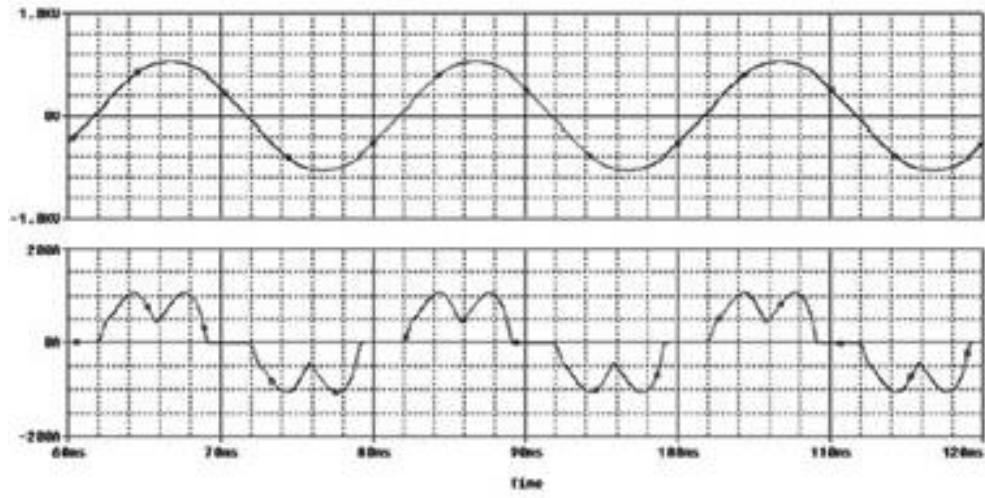
Fecha	Hora	THD A A Min	THD A A Med	THD A A Max	THD A B Min	THD A B Med	THD A B Max	THD A C Min	THD A C Med	THD A C Max	THD A N Min	THD A N Med	THD A N Max	Armónicos Corriente0 A Min	Armónicos Corriente0 A Med	Armónicos Corriente0 A Max
		14.220	37.500	41.310	16.200	36.000	39.420	13.550	38.400	42.350	5.400	12.500	18.500	3.577	13.487	18.486
03/06/2022	8:04:22	20.000	20.769	31.538	9.231	23.846	33.077	6.923	4.615	13.846	10.769	26.923	33.846	0.320	16.923	21.538
03/06/2022	8:14:22	26.923	16.923	8.462	12.308	5.385	13.846	15.385	18.462	30.769	18.462	11.538	30.769	3.720	21.538	17.692
03/06/2022	8:24:22	6.923	31.538	9.231	0.769	3.846	11.538	5.385	23.846	26.154	17.692	17.692	26.923	0.900	7.692	28.462
03/06/2022	8:34:22	20.769	12.308	36.923	18.462	26.154	26.923	23.077	10.000	18.462	26.154	11.538	8.462	3.950	18.462	15.385
03/06/2022	8:44:22	19.231	10.000	7.692	9.231	28.462	16.154	20.769	16.923	16.154	20.000	12.308	21.538	4.100	16.923	21.538
03/06/2022	8:54:22	5.385	33.846	40.769	10.000	10.769	36.154	8.462	13.846	20.000	6.923	6.154	20.769	1.310	5.385	13.846
03/06/2022	9:04:22	9.231	13.846	15.385	19.231	23.077	11.538	8.462	30.000	38.462	9.231	22.308	9.231	0.190	11.538	9.231
03/06/2022	9:14:22	30.000	13.846	30.000	22.308	22.308	14.615	23.077	27.692	7.692	14.615	38.462	20.000	0.500	10.000	8.462
03/06/2022	9:24:22	3.846	30.000	18.462	2.308	26.154	20.769	2.308	6.154	9.231	21.538	18.462	16.154	0.090	16.923	18.462
03/06/2022	9:34:22	33.077	14.615	35.385	16.923	3.846	16.923	13.846	8.462	33.077	10.769	17.692	17.692	0.280	19.231	21.538
03/06/2022	9:44:22	10.769	35.385	34.615	0.769	11.538	18.462	9.231	30.769	31.538	11.538	3.846	27.692	0.110	17.692	16.154
03/06/2022	9:54:22	20.769	22.308	40.000	15.385	6.154	10.000	10.769	12.308	30.000	0.769	28.462	26.923	0.120	13.846	20.000
03/06/2022	10:04:22	21.538	28.462	42.308	8.462	8.462	12.308	26.154	9.231	27.692	20.769	10.000	37.692	0.210	20.000	17.692
03/06/2022	10:14:22	13.846	32.308	13.077	20.769	8.462	16.154	9.231	14.615	23.077	8.462	13.846	15.385	0.320	15.385	12.308
03/06/2022	10:24:22	12.308	36.923	32.308	16.923	5.385	20.769	23.077	16.154	18.462	20.000	9.231	21.538	0.340	21.538	15.385
03/06/2022	10:34:22	11.538	14.615	26.923	1.538	3.846	20.000	16.154	26.923	10.769	3.077	15.385	18.462	0.380	16.154	18.462
03/06/2022	10:44:22	21.538	6.154	17.692	3.077	18.462	20.000	26.154	27.692	12.308	20.769	12.308	13.846	0.180	13.846	12.308
03/06/2022	10:54:22	31.538	21.538	23.846	0.769	19.231	36.154	9.231	26.923	10.000	14.615	10.000	9.231	0.280	18.462	8.462
03/06/2022	11:04:22	20.769	26.923	8.462	19.231	10.000	17.692	25.385	16.923	8.462	20.000	30.000	35.385	0.300	5.385	30.000
03/06/2022	11:14:22	32.308	6.923	21.538	16.923	16.154	10.000	17.692	10.769	35.385	13.846	11.538	16.154	0.210	4.615	27.692
03/06/2022	11:24:22	34.615	19.231	40.000	9.231	9.231	12.308	16.154	26.154	11.538	3.077	9.231	26.923	0.330	5.385	14.615
03/06/2022	11:34:22	11.538	5.385	36.923	18.462	30.000	16.923	5.385	24.615	29.231	16.154	12.308	29.231	0.730	8.462	20.769
03/06/2022	11:44:22	18.462	31.538	13.846	3.077	13.077	13.846	14.615	26.923	26.923	0.769	14.615	35.385	0.330	5.385	28.462
03/06/2022	11:54:22	19.231	13.846	36.154	26.923	21.538	33.846	10.769	8.462	22.308	10.000	6.154	15.385	0.470	16.154	30.769
03/06/2022	12:04:22	29.231	6.154	40.769	9.231	17.692	16.154	24.615	28.462	23.846	20.769	10.000	13.077	0.480	16.154	30.000
03/06/2022	12:14:22	20.000	19.231	33.846	4.615	4.615	7.692	8.462	7.692	37.692	25.385	30.769	13.077	0.410	14.615	10.769
03/06/2022	12:24:22	26.923	16.923	33.077	8.462	6.154	16.154	11.538	6.923	31.538	25.385	10.000	8.462	0.560	22.308	30.769
03/06/2022	12:34:22	33.077	13.077	8.462	23.846	26.923	16.154	22.308	14.615	9.231	16.154	29.231	11.538	0.200	3.846	18.462
03/06/2022	12:44:22	32.308	6.154	10.000	7.692	25.385	18.462	12.308	7.692	34.615	4.615	3.846	28.462	0.350	15.385	19.231
03/06/2022	12:54:22	23.077	33.846	13.077	13.077	10.000	12.308	18.462	28.462	27.692	0.769	29.231	7.692	0.620	20.769	15.385
03/06/2022	13:04:22	15.385	23.846	26.154	4.615	10.769	32.308	18.462	18.462	23.846	10.000	16.154	22.308	0.250	4.615	11.538
03/06/2022	13:14:22	5.385	8.462	39.231	17.692	20.769	18.462	26.923	26.923	16.154	6.923	18.462	28.462	1.240	18.462	11.538
03/06/2022	13:24:22	11.538	10.769	41.538	15.385	21.538	30.000	21.538	5.385	19.231	19.231	21.538	7.692	1.140	6.923	18.462
03/06/2022	13:34:22	34.615	11.538	38.462	16.154	13.846	12.308	26.923	29.231	26.923	14.615	26.923	23.077	1.000	7.692	23.846
03/06/2022	13:44:22	28.462	16.923	24.615	23.846	10.000	36.923	26.154	18.462	35.385	3.077	30.769	38.462	0.760	3.846	25.385
03/06/2022	13:54:22	20.000	16.923	13.846	9.231	30.000	29.231	26.923	13.077	27.692	24.615	19.231	16.154	0.760	6.923	30.769
03/06/2022	14:04:22	17.692	34.615	35.385	0.769	19.231	13.846	9.231	15.385	37.692	9.231	30.000	7.692	2.240	16.923	16.154
03/06/2022	14:14:22	31.538	9.231	21.538	25.385	6.923	37.692	25.385	16.923	27.692	9.231	30.769	12.308	0.350	17.692	24.615
03/06/2022	14:24:22	10.769	23.077	39.231	26.154	3.846	35.385	18.462	26.923	26.154	24.615	16.923	36.154	1.170	22.308	7.692
03/06/2022	14:34:22	12.308	5.385	15.385	1.538	26.923	23.077	10.000	10.769	27.692	2.308	13.846	24.615	0.610	13.077	14.615
03/06/2022	14:44:22	30.000	9.231	31.538	2.308	9.231	7.692	26.154	13.846	10.000	26.923	12.308	26.923	0.540	20.000	9.231
03/06/2022	14:54:22	7.692	7.692	40.769	13.077	3.846	34.615	19.231	7.692	29.231	6.154	30.000	13.077	0.990	3.846	20.769
03/06/2022	15:04:22	3.846	8.462	20.000	1.538	36.154	23.846	17.692	18.462	4.615	10.769	26.923	26.923	0.480	11.538	16.923
03/06/2022	15:14:22	18.462	20.769	12.308	10.769	24.615	29.231	23.077	10.000	24.615	1.538	30.769	17.692	1.230	10.769	14.615
03/06/2022	15:24:22	20.769	27.692	20.769	2.308	8.462	14.615	0.769	18.462	30.769	14.615	22.308	7.692	0.430	4.615	15.385
03/06/2022	15:34:22	30.000	25.385	33.077	13.077	8.462	10.769	6.923	14.615	17.692	3.846	12.308	37.692	3.500	13.077	27.692
03/06/2022	15:44:22	31.538	32.308	26.154	5.385	16.923	23.077	7.692	29.231	27.692	22.308	23.077	23.846	3.490	20.000	8.462
03/06/2022	15:54:22	6.154	33.846	13.077	16.154	26.923	36.154	12.308	26.923	17.692	9.231	22.308	8.462	6.760	6.923	16.154
03/06/2022	16:04:22	17.692	34.615	11.538	0.769	22.308	9.231	4.615	15.385	10.769	9.231	18.462	16.154	13.710	10.769	18.462
03/06/2022	16:14:22	21.538	26.923	35.385	12.308	4.615	11.538	9.231	23.846	12.308	13.846	26.154	13.077	8.290	20.769	11.538
03/06/2022	16:24:22	23.077	6.154	34.615	15.385	22.308	23.846	12.308	21.538	9.231	8.462	23.846	26.154	3.410	10.000	14.615
03/06/2022	16:34:22	33.077	8.462	33.077	19.231	6.923	34.615	10.769	29.231	26.923	2.308	13.077	10.769	0.990	18.462	11.538
03/06/2022	16:44:22	7.692	6.154	12.308	18.462	9.231	18.462	13.077	16.923	28.462	23.077	18.462	14.615	12.260	22.308	30.000



## Anexo 6: Filtros de armónicas: Reactancias L y R

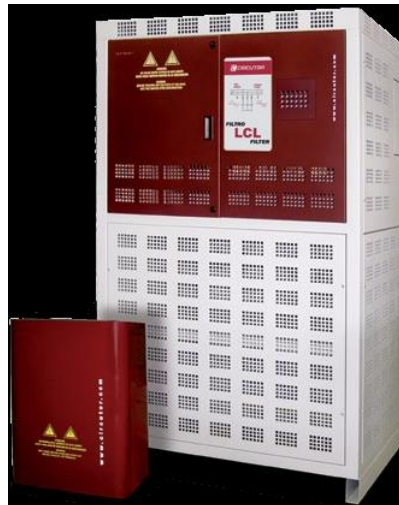


Sin reactancia inductiva: THD = 45%

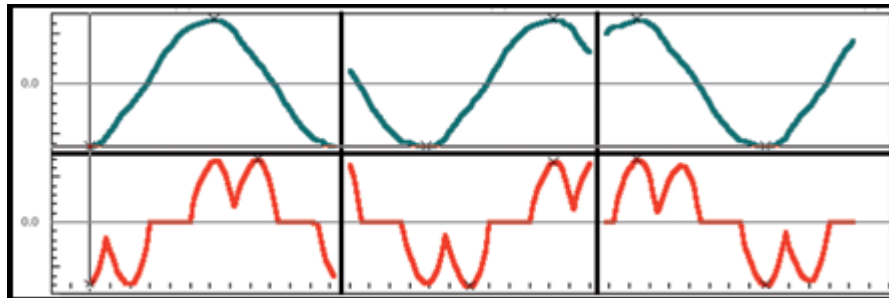


Con reactancia inductiva: THD = 20%

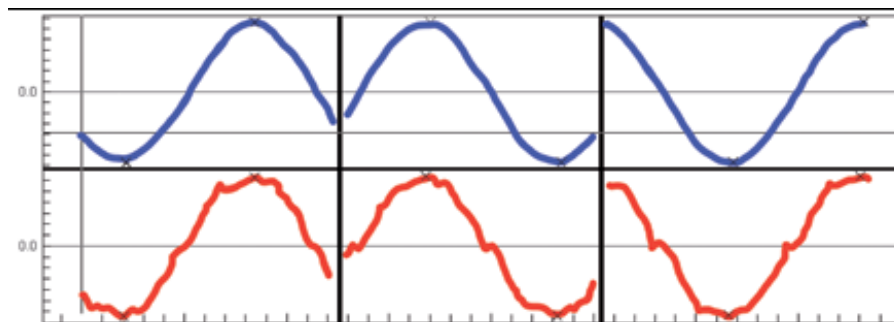
### Anexo 7: Filtros LCL y LCL-th







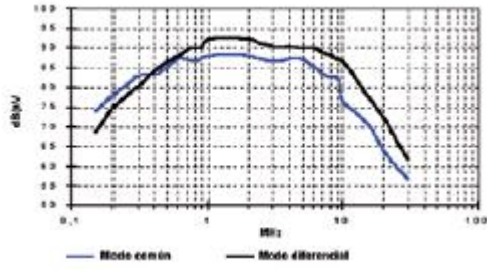
Sin filtro: THD (i) = 35% ÷ 50%



Con filtro: THD (i) < 5%

## Anexo 8: Filtros EMI

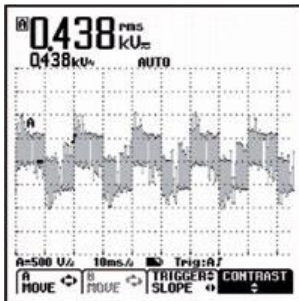




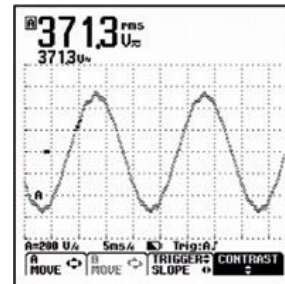
### Anexo 9: Filtros SINUS y du/dt



Filtro sinus



Sin filtro sinus

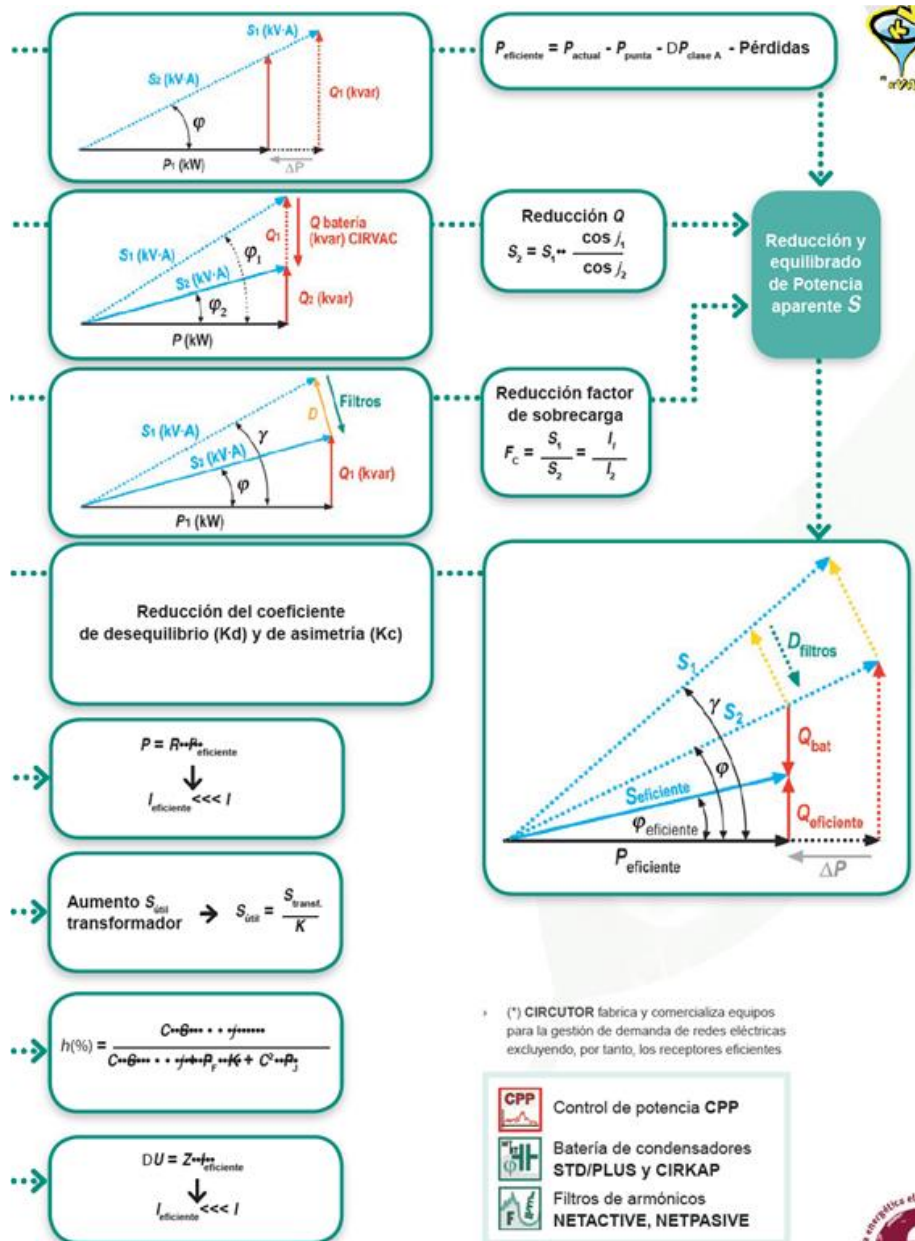


Con filtro sinus

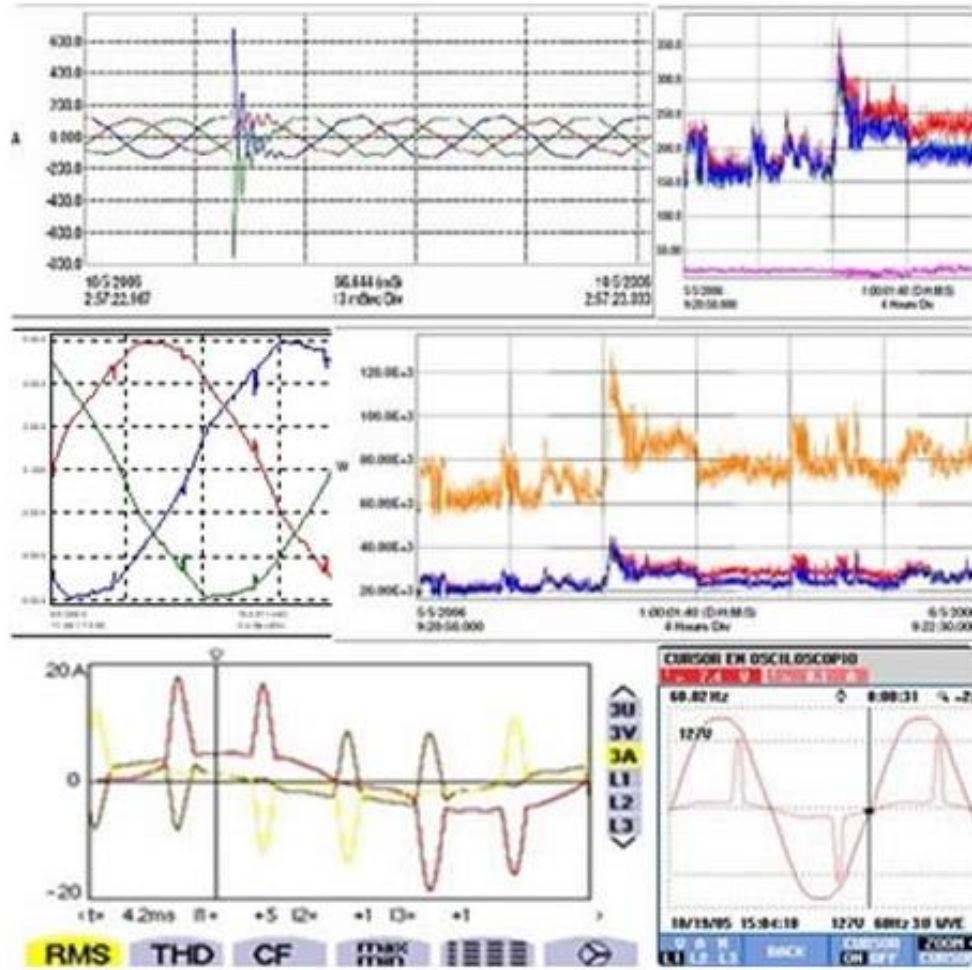
### Anexo 10: Analizadores de calidad de energía



**Anexo 11: Flujograma de cálculo de calidad de energía, en presencia de transformador**







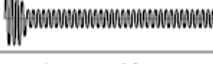



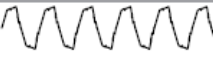

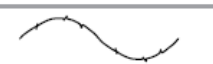



Anexo 12: Espectro de armónicos de tensión y de corriente.



Anexo 13: Registrador Trifásico Fluke 1735

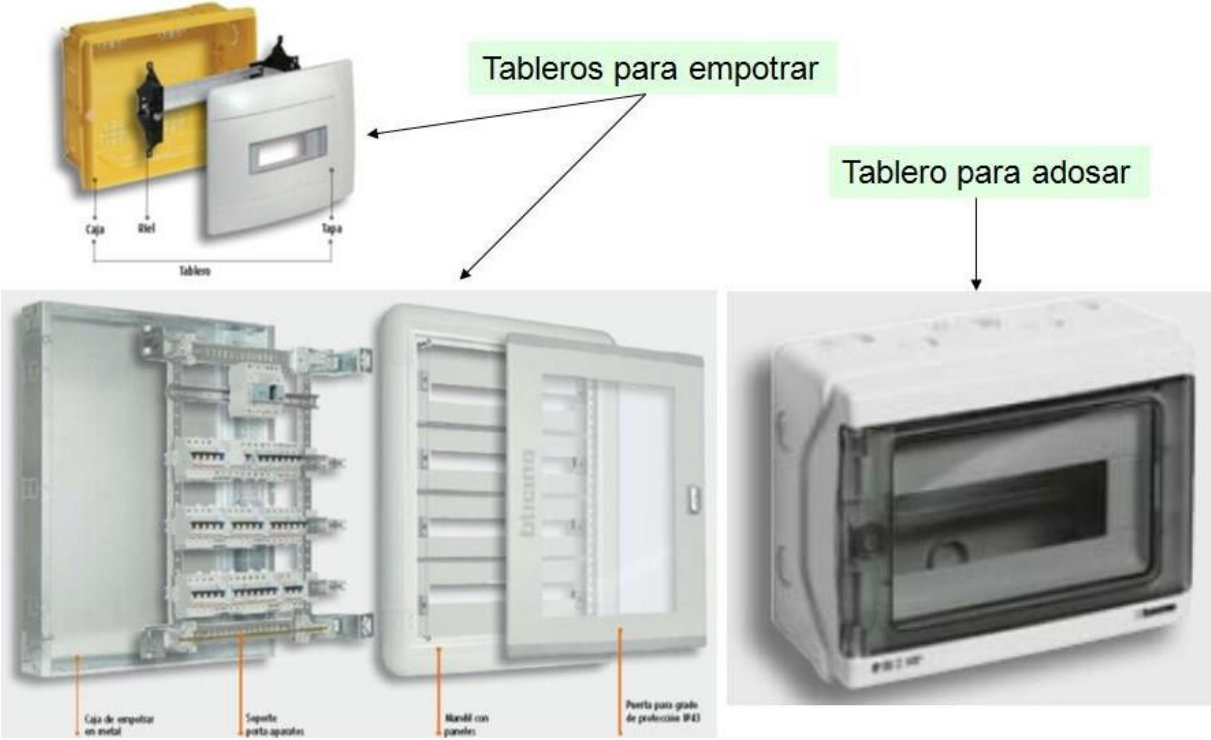


## Anexo 14: Perturbaciones eléctricas y su solución

Categoría de la perturbación	Forma de la onda	Efectos	Posibles causas	Posibles soluciones
<b>1. Transitorios</b>				
Impulsiva		Pérdida de datos, posibles daños, paro del sistema	Rayos, ESD, impulsos de conexión, liberación de fallas de la red	TVSS, mantener humedad entre 35-50%
Oscilatoria		Pérdida de datos, posibles daños	Desconexión de cargas inductivas / capacitivas	TVSS, UPS, reactores/bobinas de choque, interruptor de cruce por cero
<b>2. Interrupciones</b>				
Inverter		Pérdida de datos, posibles daños, cierre	Comutación, fallas de la red, disparo de disyuntores, fallas de componentes	UPS
<b>3. Bajada de tensión / subtensión</b>				
Bajada de tensión		Paro del sistema, pérdida de datos, cierre	Cargas de arranque, fallas	Acondicionador de energía, UPS
Subtensión		Paro del sistema, pérdida de datos, cierre	Fallas de la red, cambios de carga	Acondicionador de energía, UPS
<b>4. Aumento de tensión / sobretensión</b>				
Aumento de tensión		Disparo por interferencia, daños al equipo/vida reducida	Cambios de carga, fallas de la red	Acondicionador de energía, UPS, transformadores de "control" ferrosresonante
Sobretensión		Daños al equipo/vida reducida	Cambios de carga, falla de la red	Acondicionador de energía, UPS, transformadores de "control" ferrosresonante
<b>5. Distorsión de la forma de onda</b>				
Desplazamiento por CC		Transformadores calentados, corriente por falla de masa, disparo por interferencia	Rectificadores, fuentes de alimentación defectuosas	Encontrar el problema y reemplazar el equipo defectuoso
Armónicas		Transformadores calentados, paro del sistema	Cargas electrónicas (cargas no lineales)	Reconfigurar la distribución, instalar transformadores de factor k, usar fuentes conmutadas con PFC
Interarmónicas		Parpadeo de la luz, calentamiento, interferencia de la comunicación	Señales de control, equipos defectuosos, cicloconvertidores, convertidores de frecuencia, motores de inducción, dispositivos de generación de arco	Acondicionador de energía, filtros, UPS
Corte intermitente		Paro del sistema, pérdida de datos	Mecanismos de velocidad variable, soldadores con arco, atenuadores de luz	Reconfigurar la distribución, trasladar las cargas sensibles, instalar filtros, UPS
Ruido		Detención del sistema, pérdida de datos	Transmisores (radio), equipos defectuosos, masa ineficiente, proximidad a fuente EMI/RFI	Quitar transmisores, reconfigurar puesta a tierra, alejarse de la fuente EMI/RFI, aumentar el blindaje, filtros, transformador de aislamiento
<b>6. Fluctuaciones de tensión</b>				
Fluctuaciones de tensión		Paro del sistema, parpadeo de luces	Funcionamiento intermitente de los equipos de carga	Reconfigurar la distribución, trasladar las cargas sensibles, acondicionador de energía, UPS
<b>7. Variaciones de la frecuencia eléctrica</b>				
Variaciones de la frecuencia eléctrica		Falla del equipo sincrónico. Sin efecto sobre los equipos informáticos	Generadores de reserva regulados en forma ineficiente	Actualizar el regulador del generador



**Anexo 15: Tipología estructural de los tableros de distribución eléctrica**



**Anexo 16: Sistemas de barras de distribución y cableado interno**

## Sistema de Embarrado y Cableado Interno

### Campo Eléctrico en Barras Rectangulares

INTENSIDAD (A)	Campo a 10cm (A/m)	Campo a 30 cm (A/M)	Campo a 60 cm (A/M)
90	165	35	10
160	300	65	15
400	750	160	45
630	1.200	260	65
1.600	3.000	660	170

### Barras de Cu Electrolytíco



$$I_{cc} = \frac{S * C}{\sqrt{t}}$$

Las Barras en un Tablero son dimensionadas tomando en cuenta las siguientes variables:

S = sección de la Barra en mm<sup>2</sup>

C = Constante del Cobre (Cu) promedio 150

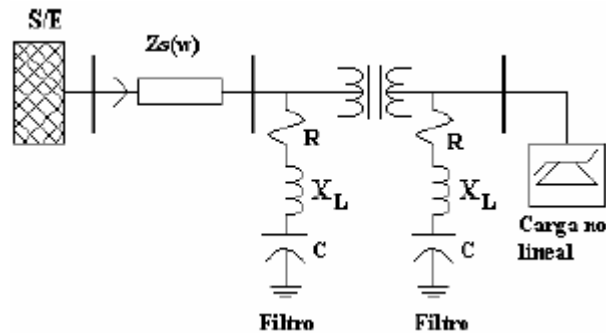
t = tiempo que dura el defecto eléctrico en la Barra

EJEMPLO: Una barra pletina de cobre de 20 mm por 3 mm se ha elegido como barra para conducción eléctrica en BT, se ha elegido una protección temomagnética automática que secciona el circuito de alimentación en 2 segundos. Calcular la Máxima corriente de Cortocircuito que soportará la pletina de Cu.

$$I_{cc} = \frac{20 \text{ mm} * 3 \text{ mm} * 150}{\sqrt{2}} = 6.36 \text{ kA}$$

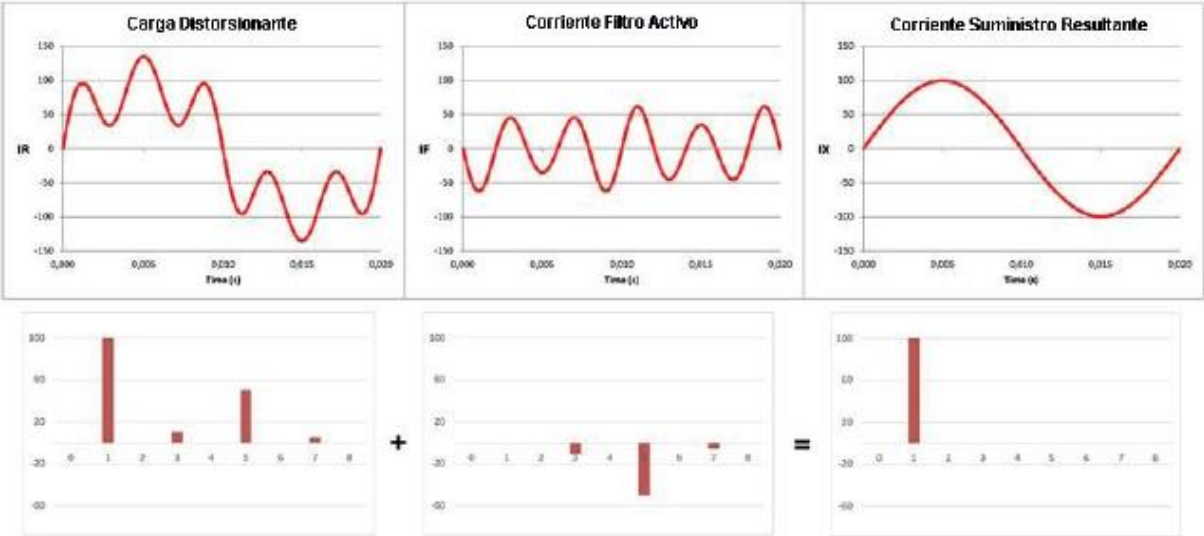
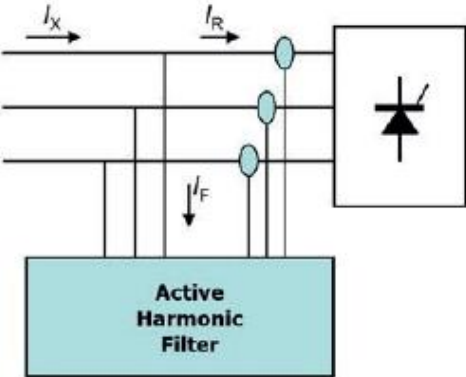
El valor de  $I_{cc} = 6,36 \text{ kA}$  es la capacidad simétrica de cortocircuito que puede soportar esta barra de Cu.

## Anexo 17: Posibles ubicaciones de filtros de armónicos pasivos





# Anexo 18: Instalación y efectos de filtros activos de armónicos



## Anexo 19: Cuestionario

### CUESTIONARIO

**TEMA: Situación actual de las instalaciones eléctricas del centro comercial Open Plaza**

*\*El siguiente cuestionario tiene por finalidad conocer, las actividades de mantenimiento que se realizan en las instalaciones, además de la periodicidad de las mediciones de sus parámetros eléctricos, entre otros.*

1. ¿Cuándo ha sido el último mantenimiento preventivo los tableros eléctricos de sus instalaciones?

Respuesta.

2. ¿Dispone de un plan de registro de cargas por cada tablero?

3. ¿Cómo recibe la información procesada de las mediciones?

- a. Informes técnicos
- b. Cuadros resumen
- c. Resultados de software

4. ¿Disponen de registro de incidencias en el sistema eléctrico?

## Anexo 20: Registro de cargas de locatarios comerciales

<p>CONTRATISTAS <b>GENERALES</b> S.A.C. <i>Iluminemos tus proyectos.</i> Urb. Semi Rustica EL Bosque Mz. X Lote 7 Distrito De TRUJILLO</p>	<b>DIRECTORIO DE CIRCUITOS</b>  SOLICITANTE Usuario: CONEY PARK S.A. Distrito: Trujillo Dirección: OPEN PLAZA - La libertad Fecha:14/01/2022
--	--

### T.D.A. Y F "PI" POTENCIA INSTALADA 7.7 KW

TERMOMAGNETICA		DIFERENCIAL		DESCRIPCIÓN
ITEM	LLAVE	ITEM	LLAVE	
<b>QG</b>	<b>3X63A</b>	-----	-----	<b>INTERRUPTOR GENERAL</b>
Q-11.1	1X32A	IG-11.1	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-11.2	1X16A	IG-11.2	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-11.3	1X16A	IG-11.3	2X25A 30mA	PROYECTOR JUEGOS REPARADOS
Q-11.4	1X16A	IG-11.4	2X25A 30mA	ALUMBRADO 1
Q-11.5	1X16A	IG-11.5	2X25A 30mA	ALUMBRADO 2
Q-11.6	1X16A	IG-11.6	2X25A 30mA	ALUMBRADO 3
<b>Q-12</b>	<b>3X32A</b>	-----	-----	<b>INTERRUPTOR PRINCIPAL 12</b>
Q-12.1	1X16A	IG-2.1	2X25A 30mA	ALUMBRADO
Q-12.2	1X16A	IG-12.2	2X25A 30mA	ALUMBRADO
Q-12.3	1X16A	IG-12.3	2X25A 30mA	ISLA JUEGO 1
Q-12.4	1X16A	IG-12.4	2X25A 30mA	HIGH BAY DE INGRESO CAJAS 1
Q-12.5	1X16A	IG-12.5	2X25A 30mA	ISLA JUEGO 2
Q-12.6	1X16A	IG-12.6	2X25A 30mA	HIGH BAY DE INGRESO CAJAS 2
<b>Q-13</b>	<b>3X20A</b>	-----	-----	<b>INTERRUPTOR PRINCIPAL 13</b>
Q-13.1	1X16A	IG-13.1	2X25A 30mA	ALMACEN 1
Q-13.2	1X16A	IG-13.2	2X25A 30mA	ALMACEN 2
Q-13.3	1X16A	IG-13.3	2X25A 30mA	ALMACEN 3

 <p><b>CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</b> <i>Iluminemos tus proyectos</i></p> <p>Urb. <b>Semi Rustica EL Bosque Mz. X Lote</b> 7 Distrito De TRUJILLO</p>	<b>DIRECTORIO DE CIRCUITOS</b>	
	SOLICITANTE	
	Usuario: TOPY TOP S.A.	
	Distrito: Trujillo	
	Dirección: OPEN PLAZA - La libertad	
	Fecha: 14/01/2022	

**T.D.A. "PI" POTENCIA INSTALADA 10.7 KW**

TERMOMAGNETICA		DIFERENCIAL		DESCRIPCIÓN
ITEM	LLAVE	ITEM	LLAVE	
QG	3X100A	-----	-----	INTERRUPTOR GENERAL
Q-15	3X40A	----	----	INTERRUPTOR PRINCIPAL 15
Q-15.1	3X16A	IG-15.1	4X25A 30mA	LINEAL CAJAS HIGH BAY
Q-15.2	3X16A	IG-15.2	4X25A 30mA	POLARIS ZONA 1
Q-15.3	3X16A	IG-15.3	4X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-15.4	3X16A	IG-15.4	4X25A 30mA	AREA 1
Q-15.5	3X16A	IG-15.5	4X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-15.6	3X16A	IG-15.6	4X25A 30mA	SUB. ESTACION-GRUPO EELECTR.Y SMILLER
Q-16	3X20A	-----	-----	INTERRUPTOR PRINCIPAL 16
Q-16.1	1X10A	IG-16.1	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-16.2	1X10A	IG-16.2	2X25A 30mA	ISLA ROPA DE HOMBRE
Q-16.3	1X10A	IG-16.3	2X25A 30mA	ISLA ROPA DE MUJERES
Q-16.4	1X10A	IG-16.4	2X25A 30mA	ISLA ROPA DE NIÑOS
Q-16.5	1X10A	IG-16.5	2X25A 30mA	PERFUMERIA
Q-16.6	1X16A	IG-16.6	2X25A 30mA	ACCESORIOS
Q-17	3X32A	-----	-----	INTERRUPTOR PRINCIPAL 17
Q-17.1	1X10A	IG-17.1	2X25A 30mA	CAJA CENTRAL
Q-17.2	1X10A	IG-17.2	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-17.3	1X10A	IG-17.3	2X25A 30mA	DISPONIBLE

**DIRECTORIO DE CIRCUITOS**

SOLICITANTE

Usuario: BANCO FALABELLA S.A.

Distrito: Trujillo

Dirección: OPEN PLAZA - La libertad

Fecha: 14/01/2022

**T.D. COMP. "PI" POTENCIA INSTALADA 8.9 KW**

TERMOMAGNETICA		DIFERENCIAL		DESCRIPCIÓN
ITEM	LLAVE	ITEM	LLAVE	
QG	3X50A	-----	-----	INTERRUPTOR GENERAL
Q-1	3X25A	-----	-----	INTERRUPTOR PRINCIPAL 1
Q-1.1	1X16A	IG-1.1	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-1.2	1X16A	IG-1.2	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN PILARES SALA VTA.
Q-1.3	1X16A	IG-1.3	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN PILARES SALA VTA.
Q-1.4	1X16A	IG-1.4	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN PILARES SALA VTA.
Q-1.5	1X16A	IG-1.5	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN PUNTO INALÁMBRICO
Q-1.6	1X16A	IG-1.6	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN CAJA ELECTRO MENOR
Q-1.7	1X16A	IG-1.7	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-1.8	1X16A	IG-1.8	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN 1
Q-1.9	1X16A	IG-1.9	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-1.10	1X16A	IG-1.10	2X25A 30mA	ISLA DE CLIENTES
Q-1.11	1X16A	IG-1.11	2X25A 30mA	GERENCIA DE OPERACIONES
Q-1.12	1X16A	IG-1.12	2X25A 30mA	OFICINA MANTENIMIENTO
Q-2	3X32A	-----	-----	INTERRUPTOR PRINCIPAL 2
Q-2.1	1X16A	IG-2.1	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN LÍNEA CAJAS
Q-2.2	1X16A	IG-2.2	2X25A 30mA	COMPUTACIÓN LÍNEA CAJAS
Q-2.3	1X16A	IG-2.3	2X25A 30mA	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO
Q-2.4	1X16A	IG-2.4	2X25A 30mA	DISPONIBLE
Q-2.5	1X16A	IG-2.5	2X40A 30mA	OFICINA TRASTIENDA DE JEFES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE, 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 para mejorar la calidad del suministro eléctrico del Centro Comercial Open Plaza- Trujillo.", cuyo autor es SILVA NARRO JOSE ARMANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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, 19 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE <b>DNI:</b> 17857234 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 02-08-2022 08:07:09

Código documento Trilce: TRI - 0352199