

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN ENERGÍA**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA Y ANALISIS DE LOS
ARMONICOS EN LA TIENDA RIPLEY MALL DEL SUR.”**

**PRESENTADO POR
Bach. ABEL ANGEL ZA VALETA ROBLES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO EN ENERGÍA**

**CHIMBOTE - PERU
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
ENERGIA**



HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado: **“CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA Y ANALISIS DE LOS ARMONICOS EN LA TIENDA RIPLEY MALL DEL SUR”**, para obtener el título profesional de Ingeniero en Energía, presentado por Bach. Abel Ángel Zavaleta Robles, que tiene como Asesor al docente Mg. Robert Guevara Chinchayán. Ha sido revisado y aprobado el día 11 de Diciembre del 2017 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 217-2015-UNS-CFI.

.....
MG. Gilmer Lujan Guevara
Presidente

.....
M. Sc. Cesar Luis Lopez Aguilar
Secretario

.....
Mg. Robert Guevara Chinchayán
Integrante



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los once días del mes de diciembre del año dos mil diecisiete, siendo las diez horas del día, se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería en Energía, el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 217-2015-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes:

- Mg. GILMER JUAN LUJAN GUEVARA : PRESIDENTE
- M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR : INTEGRANTE
- Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN : INTEGRANTE
- Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y ANÁLISIS DE LOS ARMONICOS EN LA TIENDA RIPLEY MALL DEL SUR", Elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: ABEL ANGEL ZAVALETA ROBLES, teniendo como asesor al docente Mg. ROBERT FABIÁN GUEVARA CHINCHAYÁN

Terminada la sustentación el estudiante, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con los artículos 39° y 40° del Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
ABEL ANGEL ZAVALETA ROBLES	DIECROCUCIO	BUENO

Siendo las once horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Gilmer Lujan Guevara
PRESIDENTE


M.Sc. Cesar Luis Lopez Aguilar
SECRETARIO


Mg. Robert Guevara Chinchayán
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A mis queridos Padres por el amor, cariño

de todos los días, su

Ejemplo en dedicación y trabajo.

A mis dos seres amados mi esposa Jennifer y mi hijo Abel Adriano que llenaron mi vida de sueños y anhelos, del cual estuvieron siempre a mi lado, por su amor, por ser mi inspiración, por su comprensión y apoyo a seguir, superándome profesionalmente y como ser humano siempre estarán en mí ser.

A Dios por su apoyo infinito y por ser nuestro guía

En nuestra carrera y por ser la luz en nuestra vida.

RECONOCIMIENTO

A mis colegas y amigo Jose Jesús Calderón Villanueva

Que me acompañó

Durante mi estancia en la Escuela de

Energía,

Por su compañerismo y amistad.

A los Profesores de la

EAP de Ingeniería en Energía

Y a mí Asesor y Director de la EAP Mg Robert Guevara

A los docentes Ing. Julio Escate y al Ing. Cesar López

Por el apoyo desinteresado

Y sus enseñanzas durante

Nuestra vida universitaria.

INDICE

INDICE
RESUMEN
ABSTRACT

CAPITULO I: INTRODUCCION	13
1.1 Realidad Problemática	14
1.2 Antecedentes	14
1.3 Descripción del lugar donde se ha realizado el estudio	16
1.4 Justificación	16
1.5 Hipótesis	17
1.6 Objetivos	17
CAPITULO II: MARCO TEORICO	18
2.1 Fundamentos Teórico de Armónicos	19
2.2 Filtros pasivos para componentes armónicas	20
2.3 Selección de filtros pasivos	24
2.4 Ubicación de filtros pasivos	25
2.5 Rentabilidad económica	26
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	29
3.1 Materiales	30
3.2 Método de Investigación	35
3.3 Metodología de Cálculo	37

CAPITULO IV: CALCULOS Y RESULTADOS	39
4.1 Resultados de la medición	40
4.2 Disposición de filtro	58
4.3 Evaluación económica	59
4.4 Discusión de Resultados	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
Conclusiones	63
Recomendaciones	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura N°01, Filtro pasivo serie	21
Figura N°02, (a) Filtro sintonizado simple (b) Comportamiento en frecuencia	22
Figura N°03, (a) Filtro para alto (b) Comportamiento en frecuencia	23
Figura N°04, Posibles ubicación de los filtros	25
Figura N°05, Circuito e3	31
Figura N°06, Pinza amperimétrica	32
Figura N°07, Medición de la tasa de distorsión armónica total de tensión por fase (THD V) en %.	32
Figura N°08, Medición de la tasa de distorsión armónica total de corriente por fase (THD I) en %.	33
Figura N°09, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión triplen (THDi Vh3, h9, h13) en %.	33
Figura N°10, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión (THDi Vh3, h7, h11, h13) en %.	34
Figura N°11, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente triplen (THDi Ih3, h9, h15) en %.	34
Figura N°12, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente (THDi Ih5, h7, h11, h13) en %.	35

LISTA DE GRAFICOS

Grafico N°01, Registro de tensión entre fases	40
Grafico N°02, Registro de tensión entre fases y neutro (V)	41
Grafico N°03, Registro de corrientes por fase (A)	43
Grafico N°04, Registro de corrientes por neutro (A)	44
Grafico N°05, Registro del factor de potencia total	46
Grafico N°06, Registro de frecuencia (Hz)	47
Grafico N°07, Registro de potencia aparente (KVA)	48
Grafico N°08, Registro de potencia activa (KW)	49
Grafico N°09, Registro de potencia reactiva (KVAR)	50
Grafico N°10, Medición de la tasa de distorsión armónica total de tensión por fase (THD V) en %.	51
Grafico N°11, Medición de la tasa de distorsión armónica total de corriente por fase (THD I) en %.	52
Grafico N°12, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión triplen (THDi Vh3, h9, h13) en %.	53
Grafico N°13, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión (THDi Vh3, h7, h11, h13) en %.	54
Grafico N°14, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente triplen (THDi Ih3, h9, h15) en %.	55
Grafico N°15, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente (THDi Ih5, h7, h11, h13) en %.	56

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°01, Datos técnicos del circuito e3	31
Cuadro N°02, Tolerancias admisibles según NTCSE	42
Cuadro N°03, Evaluación desbalance entre corrientes de fase	44
Cuadro N°04, Evaluación corrientes del neutro	45
Cuadro N°05, Análisis Factor de Potencia	46
Cuadro N°06, Tolerancias admisibles según NTCSE	47
Cuadro N°07, Resultado de la potencia aparente registrada	48
Cuadro N°08, Resultado de la potencia activa registrada	49
Cuadro N°09, Resultado de la potencia reactiva registrada	50
Cuadro N°10, Análisis potencia reactiva	51
Cuadro N°11, Límites de distorsión armónica totales tensión (THD V), corriente (THD I)	52
Cuadro N°12, Principales armónicas individuales permisibles según norma	57
Cuadro N°13, Resumen de facturación de energía eléctrica	59
Cuadro N°14, Indicadores de rentabilidad	60

RESUMEN

El presente informe de tesis trata acerca de la calidad de la energía eléctrica y el análisis de los armónicos en la tienda RIPLE en el MALL del Sur, la cual consta de varias áreas de consumo de energía eléctrica.

Se tiene en referencia a la tensión de servicio (380V+N), donde se observa que no se excede de los valores límites dado por la Norma de calidad de servicios (NTCSE) +/- 5% de la tensión de servicio. Y de la corriente entre sus tres fases en general se presenta balanceado. Se considera sistema desbalanceado si comparando entre ellas están por encima del +/- 10%.

Como medida general se instalar filtros de armónicos para eliminar o atenuar las armónicas de corriente.

Recomendamos ahondar con el estudio de armónicas en lo que se refiere a determinar cuáles son las fuentes generadoras de armónicos y que niveles alcanzan.

Para las armónicas triplen una de las posibilidades es utilizar transformadores de aislamiento con pantalla Faraday, la capacidad del transformador se determina por el estudio a realizar; el objetivo es eliminar el paso de las armónicas triplen (3era y 9na armónica principalmente según lo medido).

Se tiene un ahorro en el sistema de filtros activos de S/15000.00 soles.

PALABRA CLAVE: Calidad de la energía/ Análisis de armónicos.

ABSTRACT

This thesis report deals with the quality of electric power and harmonics analysis in the RIPLE store in the MALL del Sur, which consists of several areas of electric power consumption.

It has reference to the service voltage (380V + N), where it is observed that the limit values given by the Service Quality Standard (NTCSE) +/- 5% of the operating voltage are not exceeded. And the current between its three phases is generally balanced. It is considered unbalanced system if comparing between them are above +/- 10%.

As a general measure to install harmonic filters to eliminate or attenuate current harmonics.

We recommend to delve into the study of harmonics in terms of determining which sources are generating harmonics and what levels they reach.

For harmonics triplen one of the possibilities is to use isolation transformers with Faraday screen, the capacity of the transformer is determined by the study to be performed; The goal is to eliminate the pitch of the triplen harmonics (3rd and 9th harmonic mainly as measured).

KEY WORD: Energy Quality / Harmonics Analysis.

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA:

La mayor parte de las cargas y equipos de un sistema eléctrico por ejemplo, motores, subtableros, líneas y transformadores son de naturaleza inductiva, por lo tanto, operan con un factor de potencia; cuando el sistema opera con un factor de potencia bajo presenta una reducción de la capacidad, un incremento de pérdidas y caída de tensión en el sistema.

En la actualidad las Tiendas de los Supermercados se han visto en la necesidad de mejorar la calidad de energía.

Los altos consumos de energía eléctrica, conllevan a que se tenga la presencia de armónicos en las líneas de distribución, teniéndose la necesidad de aplicar tecnologías para el control de pérdidas de energía, esto nos permite formular el siguiente problema:

¿EN CUANTO MEJORA LA CALIDAD DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE EL ANALISIS DE LOS ARMONICOS EN LA TIENDA RIPLEY MALL DEL SUR?

1.2 ANTECEDENTES:

Se tienen los siguientes estudios que sirven como antecedente al presente informe de tesis:

- GILBERTO REYES CALDERON (1996), en su tesis para optar el título de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con Especialidad en Potencia de la Universidad Autónoma de Nuevo León de Monterrey, México, concluye lo siguiente:

Los Armónicos en los sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, deben ser considerados desde la etapa de diseño, se debe de investigar por anticipado las posibles armónicas que estarán presente en determinadas circunstancias, ya que en cierta medida puede ser anticipada, participando tanto los usuarios así como también el proveedor.

- ENRIQUE MORALES GARCIA (2012), en su tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico Electrónico de la Universidad Nacional Autónoma de México, concluye en lo siguiente:

La solución a los problemas de corrientes y voltajes de armónicos en los sistemas industriales, se basa en la perturbación de armónicos del cual intervienen cada vez más actividades de todo tipo: fabricación de componentes, estaciones de bombeo, sistemas informáticos, estaciones de telecomunicaciones, estudios de televisión ya que estas representan una parte significativa de la corriente consumida, se señala tres tipos de consecuencias para el usuario, Impacto sobre las instalaciones eléctricas con calentamientos importantes engendrados en los alternadores, transformadores, condensadores, cables. Impacto sobre el funcionamiento de las aplicaciones como por ejemplo, el disparo intempestivo de disyuntores o la imposibilidad de alimentar receptores muy sensibles a la calidad de la energía. Del mismo modo el impacto sobre la potencia eléctrica disponible ya que los armónicos consumen en puras pérdidas una parte de la corriente (sobreconsumo hasta del 30%).

- JESTABAN HERMOSILLA MONTECINO (2004), en su tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

El uso cada vez más frecuente de cargas no lineales tales como computadoras, fuentes de potencia ininterrumpibles, convertidores, que se encuentran en el sistema eléctrico, distorsionan la forma de corriente, con las consecuencias ya descritas. Por esto es importante realizar estudios que permitan evaluar la presencia de armónicas y sus efectos específicos en el sistema, utilizando equipos de medición y análisis con este fin. Por tanto, para la realización de estas mediciones, es que se necesitan una planificación para acceder debidamente a las variables que se deben estudiar. Asimismo la planificación se debe aplicar con los conocimientos específicos de armónicos, tanto teóricos como matemáticos, para así desarrollar un correcto estudio en terreno.

- HOLGUIN, MARCOS (2010), en su tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, Ecuador, concluye lo siguiente: Los niveles de tensión en todas las acometidas eléctricas de alimentación principal se encuentran dentro de los límites admisibles por la NORMA NTC 340, variación de los rangos de tensión entre 10 a 5 %, por lo tanto son aceptables. En el tablero general de acometidas eléctricas, el dimensionamiento de conductores y dispositivos de protección es acorde a la demanda acordada y la capacidad de interruptores se encuentra bien dimensionada.

1.3 DESCRIPCION DEL LUGAR DONDE SE HA REALIZADO EL ESTUDIO:

a. DATOS MARCO:

Razón Social : Empresa TIENDA RIPLEY
Dirección : Av. Pedro Miota, Distrito de San Juan de Miraflores
Teléfono : (01) 6105100
RUC : 20337564373

La Tienda Ripley es una Empresa de ventas de Ropas de distintas marcas, cuenta con varias tiendas estratégicamente a lo largo de todo el ámbito nacional. Esta tienda se encuentra dentro del supermercado MALL DEL SUR.

1.4 JUSTIFICACIÓN:

La necesidad de mejorar la calidad de la energía eléctrica mediante el análisis de los armónicos que se presentan por las cargas en la tienda Ripley, se tiene la siguiente justificación:

- Un menor costo en el consumo de energía eléctrica mensual para la tienda Ripley.
- Aumento en la capacidad del sistema frigorífico referente a la capacidad de los compresores. Al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de

corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.

- Cuantificar el ahorro de energía mediante el mejoramiento de calidad de la energía.
- Evaluar la rentabilidad económica mediante el mejoramiento de calidad de la energía.
- Mejora en la calidad de la tensión. Un bajo factor de potencia puede reducir el nivel de tensión de la tienda.
- Aumento de la vida útil de las instalaciones.

1.5 HIPÓTESIS:

Se plantea la siguiente hipótesis: “MEDIANTE EL ANALISIS DE LOS ARMONICOS EN LA TIENDA RIPLEY LA CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA MEJORA EN UN 10%”.

1.6 OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar el mejoramiento de la calidad de la Energía Eléctrica mediante el análisis de los armónicos en la Tienda Ripley.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la implementación del sistema para el mejoramiento de la calidad de la energía mediante el análisis de los armónicos.
- Cuantificar el ahorro de energía mediante el mejoramiento de calidad de la energía.
- Evaluar la rentabilidad económica mediante el mejoramiento de calidad de la energía.

CAPITULO II:

MARCO TEORICO

2.1 FUNDAMENTOS TEORICO DE ARMONICOS:

En sistemas eléctricos de distribución de potencia, se espera que la forma de onda del voltaje suministrado por una empresa eléctrica sea senoidal y sobre esa base se han diseñado la mayoría de elementos del sistema. Por diferentes razones se puede presentar un flujo eléctrico a otras frecuencias sobre algunas partes del sistema de potencia, o dentro de la instalación de un usuario. La forma de onda existente está compuesta por un número infinito de ondas sinusoidales de diferentes frecuencias mayores a la frecuencia fundamental, incluyendo una referida a esta última.

El crecimiento continuo de los sistemas eléctricos de distribución de potencia y la inclusión dentro de ellos de un mayor número de elementos no lineales, como los equipos electrónicos, y muy especialmente los convertidores, han contribuido al incremento de la presencia de formas de ondas no senoidales en el suministro de la energía eléctrica, las cuales esencialmente introducen una componente de pérdidas de energía y mal funcionamiento de equipos, por lo que su tratamiento dentro del estudio global del sistema, es de alta importancia.

En la actualidad, fluctuaciones lentas o rápidas de voltaje, fluctuaciones lentas o rápidas de la frecuencia, desbalances en los sistemas trifásicos, oscilaciones del neutro (variaciones de voltaje por pérdida de neutro a causa del desbalance en la red), el ruido eléctrico, así como la presencia de la distorsión de voltajes o corrientes en el suministro de la energía constituyen temas de interés dentro del marco de la calidad de la potencia eléctrica.

La baja calidad en el suministro de la energía eléctrica puede ser determinante en el mal funcionamiento de equipos y dispositivos de control o medición, el exceso de calentamiento en las máquinas, fallas del equipo eléctrico o disminución drástica de la eficiencia.

Estos son factores que pueden influir grandemente, no sólo en la eficiencia de los procesos de producción, sino también en la competitividad de una empresa industrial determinada.

2.1.1 TIPOS DE ARMÓNICOS Y SUS DENOMINACIONES:

En general, sin atender la causa que produce la distorsión armónica, se tienen dos tipos de armónicos: Armónicos característicos o normales y Armónicos no característicos anormales o no usuales. El primer tipo se origina debido exclusivamente a la no linealidad de elementos eléctricos o electrónicos conectados en un sistema balanceado y, el segundo debido a otras causas, como desbalances en el sistema trifásico o períodos transitorios.

Los armónicos, cuyas frecuencias son múltiplos enteros de tres ($h = 3, 6, 9, 12, \dots$), reciben el nombre de armónicos triples y los demás se denominan armónicos no triples. Los armónicos, cuyas frecuencias son múltiplos de dos ($h = 2, 4, 6, 8, 10, \dots$), reciben el nombre de armónicos pares, los demás se denominan armónicos impares.

Además se definen los armónicos no fluctuantes o cuasi estacionarios y los armónicos fluctuantes, estos últimos se diferencian de los primeros en el sentido de que sus valores cambian con el tiempo de acuerdo a la variación de la carga.

2.2 FILTROS PASIVOS PARA COMPONENTES ARMÓNICAS:

El uso de filtros para componentes armónicas en sistemas potencia tiene dos objetivos: Servir de sumidero para las corrientes y tensiones armónicas; y proveer al sistema toda o parte de la potencia reactiva que éste necesita. Los filtros pasivos pueden ser, según el propósito particular que se persigue, de dos tipos:

- Filtros Series.
- Filtros Shunt o paralelo.

Los Filtros Series evitan el paso de una componente de frecuencia particular, desde el contaminante hacia alguna componente de la planta o parte del sistema de potencia, mediante la presencia de una gran impedancia serie a la frecuencia especificada. Estos constan de un inductor y un capacitor en paralelo que se posicionan en serie a la parte de la red que se desea proteger.

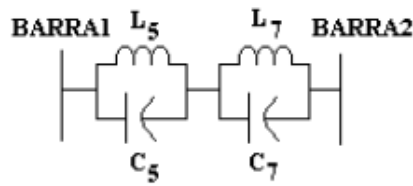


Figura N°01. Filtro pasivo serie.

Fuente: Filtros Pasivos (Aguilar Gutiérrez)

Los Filtros Shunt o paralelo proveen un paso alternativo de muy baja impedancia para las frecuencias armónicas, y consisten en una rama resonante serie, compuesta por elementos RLC en conexión paralela con el sistema de alimentación, entre otros.

El filtro paralelo presenta mayores ventajas que el filtro serie porque: Es más económico, sólo transporta las corrientes armónicas para las que fue sintonizado, proporciona una parte de la potencia reactiva al sistema.

2.2.1 FILTROS SHUNT O PARALELOS PASIVOS:

Existe una gran variedad de configuraciones de filtros, pero las más utilizadas son los “*Filtros Sintonizados Simples*” y los “*Pasa Altos*”.

2.2.2 FILTRO SINTONIZADO SIMPLE:

Elimina una armónica determinada; consiste en un banco de condensadores conectado en serie con un inductor.

$$\omega_h = 2\pi fh \dots\dots\dots (1)$$

Donde, h es el armónico al cual se quiere sintonizar, ω es la frecuencia angular y f es la frecuencia fundamental.

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{|V|^2}{Q_c} \dots\dots\dots (2)$$

Donde, X_c es la reactancia capacitiva, Q_c es el valor de la potencia reactiva que el filtro va a suministrar en cada rama, V es la tensión nominal.

$$C_F = \frac{1}{2\pi fX_C} \dots\dots\dots(3)$$

$$L_F = \left[\frac{1}{2\pi 60h\sqrt{C_F}} \right]^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$X_{Lh} = \omega_h L_F \dots\dots\dots(5)$$

$$R_F = \frac{X_{Lh}}{Q} \dots\dots\dots(6)$$

Donde, Q es el factor de calidad del filtro, R es la resistencia interna del inductor.

Este filtro se sintoniza a la frecuencia armónica h que se desea eliminar; o sea que, para esta frecuencia, las reactancias inductiva y capacitiva son iguales y por lo tanto se anulan, entonces la impedancia que presentará el filtro para esta frecuencia es mínima (valor igual a la resistencia), y absorberá gran parte de la corriente armónica contaminante.

El factor de calidad del filtro, determina la forma de la característica de impedancia, y hace que ésta sea más o menos estrecha o abrupta. La impedancia de la configuración del filtro sintonizado simple mostrado es:

$$Z = R_F + j \left(\omega L_F - \frac{1}{\omega C_F} \right) \dots\dots\dots(7)$$

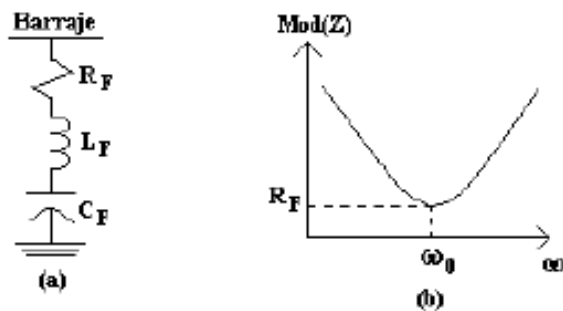


Figura N°02. (a) Filtro sintonizado simple, (b) comportamiento en Frecuencia
 Fuente: Filtros Pasivos (Aguilar Gutiérrez)

2.2.3 FILTROS PASA ALTOS:

Son utilizados para eliminar un amplio rango de frecuencias, y se emplean cuando las armónicas no tienen frecuencia fija. Los parámetros se calculan con las ecuaciones (1) y (6).

La impedancia de este filtro viene dada por:

$$Z = \frac{1}{j\omega C_F} + \left(\frac{1}{R_F} + \frac{1}{j\omega L_F} \right)^{-1} \dots\dots\dots(8)$$

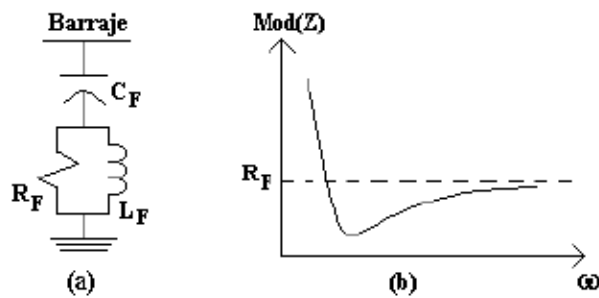


Figura N°03. (a) Filtro pasa alto, (b) comportamiento en frecuencia.

Fuente: Filtros Pasivos (Aguilar Gutiérrez)

Este filtro, al igual que el sintonizado simple, se sintoniza a alguna frecuencia específica; pero debido a que posee una característica amortiguada producto de la resistencia en paralelo con la inductancia, presenta una baja impedancia para la frecuencia de sintonía y superiores a ésta. O sea que, absorbe corrientes armónicas si existen de frecuencias desde la de sintonía en adelante. Para frecuencias menores a la sintonía, el filtro presenta impedancias altas. El factor de calidad de este filtro es bajo (0.5-5), y al igual que el sintonizado simple, controla la característica de la impedancia.

Ventajas:

- Atenúa un amplio espectro de frecuencias armónicas de acuerdo a la elección del valor de la resistencia, sin la necesidad de subdivisión en ramas paralelas.

- Es muy robusto frente a problemas de pérdida de sintonía comparada con el filtro sintonizado simple.

Desventajas:

- Origina una frecuencia de resonancia paralela al interactuar con la red.
- Las pérdidas en la resistencia y en el inductor son generalmente altas.
- Para alcanzar un nivel similar de filtrado (de una armónica específica), que el sintonizado simple, el filtro pasa altos necesita ser diseñado para una mayor potencia reactiva.

2.3 SELECCIÓN DE FILTROS PASIVOS:

La utilización de un filtro como solución al problema de armónicos requiere de un análisis detallado de la respuesta en frecuencia del sistema. Entre los criterios de selección del filtro se tienen los siguientes:

2.3.1 EL NÚMERO DE ARMÓNICOS DEL SISTEMA A ATENUAR:

Dependiendo del número de armónicos existentes en el sistema, se puede determinar la cantidad de filtros (filtro sintonizado o dual) que se podrían ubicar para obtener una atenuación de las componentes armónicas. Esta minimización debe estar acorde con los límites establecidos por las normas.

2.3.2 LOS REQUERIMIENTOS DEL FILTRO:

Se hace referencia a la acción correctiva que se desee del filtro (compensación de reactivos, reducción de la distorsión armónica, regulación de tensión o todos). Cada requerimiento del filtro implica un diseño específico, tal que el objetivo para el cual se quiere se cumpla.

2.3.3 LA ENERGÍA DE CADA ARMÓNICO:

La magnitud de cada armónico está directamente relacionada con las pérdidas que estas componentes armónicas ocasionan en el sistema de potencia.

2.4 UBICACIÓN DE FILTROS PASIVOS:

Existen dos opciones para ubicar un filtro pasivo para armónicos (ver Figura 4):

- El alimentador de media tensión con el fin de disminuir las pérdidas del sistema.
- Cerca de la carga no lineal (baja tensión), para evitar la inyección de componentes armónicas de corriente al sistema por parte de la carga.

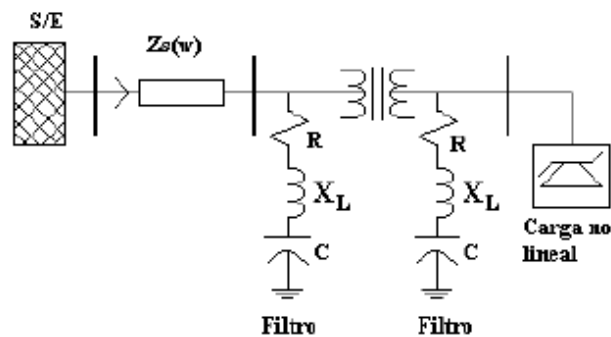


Figura N°04. Posibles ubicaciones de los filtros pasivos.

Fuente: Filtros Pasivos (Aguilar Gutiérrez)

Los criterios de ubicación del filtro son:

2.4.1 LA EXISTENCIA DE CARGAS ALTAMENTE CONTAMINANTES:

Se debe ubicar el filtro en el lado de baja tensión; de esta forma el transformador de potencia sirve de amortiguador (aislante de armónicos) tanto de las corrientes armónicas provenientes de otras cargas como de las corrientes armónicas generada por la carga, lográndose aislar el problema.

2.4.2 LA EXISTENCIA DE CARGAS ARMÓNICAS DISTRIBUIDAS:

Los filtros deben ser ubicados en media tensión y en lugares estratégicos (óptimos) para evitar la excesiva circulación de corrientes armónicas por el sistema.

2.5 RENTABILIDAD ECONOMICA:

Se tienen los siguientes parámetros de rentabilidad para la instalación del sistema de compensación reactiva para la Planta Frigorífica:

2.5.1 VALOR ACTUAL NETO:

El valor Actual Neto (VAN) llamado también Valor Presente Neto, es un indicador de rentabilidad que representa la diferencia que existe entre el valor actual de los flujos de fondos de la inversión y el capital inicial necesario para realizarla. Calcular el VAN sirve para traer los flujos de caja futuro al valor presente, descontados a una tasa de descuento específica, para así poder compararlos con el importe inicial (capital) de la inversión.

Como regla general, si el VAN es positivo (es decir, mayor a 0) el proyecto es rentable y se recomienda realizar la inversión. Por el contrario, si el VAN es negativo (menor a 0), el proyecto no es rentable y debería rechazarse. En caso de tener dos proyectos con VAN positivo, conviene elegir aquel con el VAN más alto.

El VAN se evalúa según la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC}{(1+i)^t} - I \quad \dots\dots\dots(9)$$

Dónde:

- Los Flujos de Caja (FC): Corresponde a los flujos de caja futuro en la que la empresa incurre anualmente.
- La Inversión Inicial (I): Corresponde al Valor Inicial o desembolso que la empresa hará en el momento de contraer la inversión.
- La tasa de descuento: Es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. La tasa de descuento refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente por lo que también se le conoce como tasa de oportunidad.
- Numero de periodos de duración del proyecto.

Para la determinación del flujo de caja se tiene la siguiente ecuación:

$$FC = A_t - CO_t \dots \dots \dots (10)$$

Dónde:

A_t = Ingresos, ahorro o ganancia obtenida en cada periodo de tiempo analizado. (Para cada año)

CO_t = Egresos por Costos de Operación y Mantenimiento anual.

2.5.2 TASA INTERNA DE RETORNO:

La tasa interna de retorno (TIR), representa la tasa que iguala el valor presente neto a cero. Es un método derivado del Valor Actual Neto. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toman como referencia la tasa de descuento del mercado. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido. Matemáticamente se evalúa a través de la siguiente ecuación:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC}{(1+i)^t} \dots \dots \dots (11)$$

2.5.3 PAY BACK:

El Pay Back, también denominado plazo de recuperación, es uno de los llamados métodos de selección estáticos. Se trata de una técnica que tienen las empresas para hacerse una idea aproximada del tiempo que tardaran en recuperar el desembolso inicial en una inversión.

Esta herramienta es útil para la decisión de aceptar solo los proyectos e inversiones que devuelvan dicho desembolso inicial en el plazo de tiempo que se estime adecuado. Sin embargo, el Pay Back (plazo de recuperación), como los demás métodos de selección estáticos, no tiene en cuenta ni el valor actual de los flujos de cajas futuro ni el flujo de caja de los últimos periodos por eso, si bien el análisis es más sencillo, no están completo como uno realizado con un método de selección dinámico.

$$PAY\ BACK = \frac{INVERSION}{AHOROS\ OBTENIDOS} \dots\dots\dots(12)$$

CAPITULO III:
MATERIALES Y METODO

3.1 MATERIALES:

Dentro del Material utilizado se tiene lo siguiente:

3.1.1 SUSTANCIAS:

- a. **POTENCIA ACTIVA:** Representa la capacidad de una instalación eléctrica para transformar la energía eléctrica en trabajo útil: mecánica (movimiento o fuerza), lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es realmente la consumida en una instalación eléctrica. Se representa por P y se mide en vatios (W). La suma de esta potencia activa a lo largo del tiempo es la energía activa (kWh), que es lo que factura la compañía eléctrica (término de energía)
- b. **POTENCIA REACTIVA:** No es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltiamperios reactivos (VAR).
La compañía eléctrica mide la energía reactiva con el contador (kVARh) y si se superan ciertos valores, incluye un término de penalización por reactiva en la factura eléctrica.

3.1.2 EQUIPOS:

- a. **ANALIZADOR DE REDES:** Un Analizador de Redes es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes eléctricas, especialmente aquellas propiedades asociadas con la reflexión y la transmisión de señales eléctricas, conocidas como parámetros de dispersión (Parámetros-S). Los analizadores de redes son más frecuentemente usados en altas frecuencias, que operan entre los rangos de 9 kHz hasta 110 GHz. Para nuestro caso se hizo uso del siguiente equipo:

Cuadro N° 1 Datos Técnicos de Circuitor e3

Tensión :	100...400 V c.a , 70,...,315 V c.c
Consumo :	9 VA
Tensión (f-N) :	10...400 V c.a. (f-N)
Tensión(f-f) :	17...520 V c.a. (f-f)
Precisión :	0,5 % F.E
Grado de Protección :	IP53

Fuente: Manual de CIRCUITOR e3



Figura N° 05 Circuitor e3

Fuente: Manual de Circuitor e3

b. **PINZA AMPERIMETRICA:**

La pinza amperimétrica es un tipo especial de amperímetro que permite obviar el inconveniente de tener que abrir el circuito en el que se quiere medir la corriente para colocar un amperímetro clásico.

El funcionamiento de la pinza se basa en la medida indirecta de la corriente circulante por un conductor a partir del campo magnético o de los campos que dicha circulación de corriente genera. Recibe el nombre de pinza porque consta de un sensor, en forma de pinza, que se abre y abraza el cable cuya corriente queremos medir.

Este método evita abrir el circuito para efectuar la medida, así como las caídas de tensión que podría producir un instrumento clásico. Por otra parte, es sumamente seguro para el operario que realiza la medición, por cuanto no es necesario un

contacto eléctrico con el circuito bajo medida ya que, en el caso de cables aislados, ni siquiera es necesario levantar el aislante.



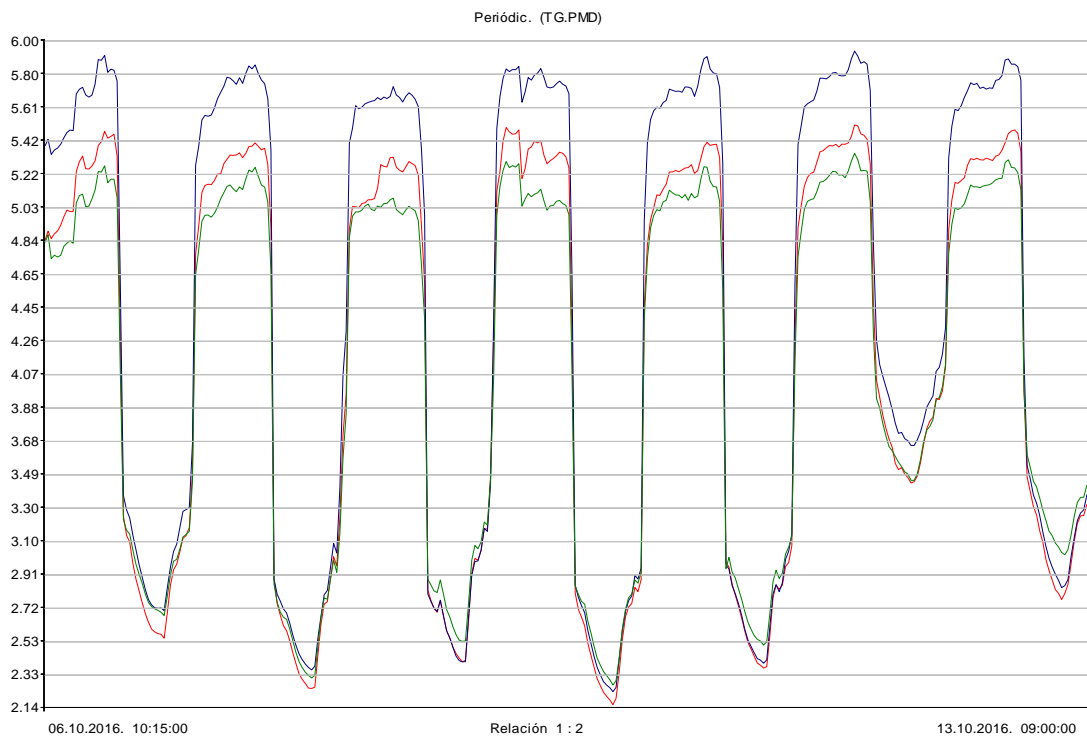
Figura N° 06 Pinza amperimetrica

Fuente: Manual de Circuitos

3.1.3 DIAGRAMAS DE MEDICIÓN:

a. Perturbaciones – Las Armónicas:

Distorsión Armónica (THD - Tensión)



thdU1 (%) Pm thdU2 (%) Pm thdU3 (%) Pm

Figura N° 07 Medición de la tasa de distorsión armónica total de tensión por fase (THD V) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

Distorsión Armónica (THD - Corriente)

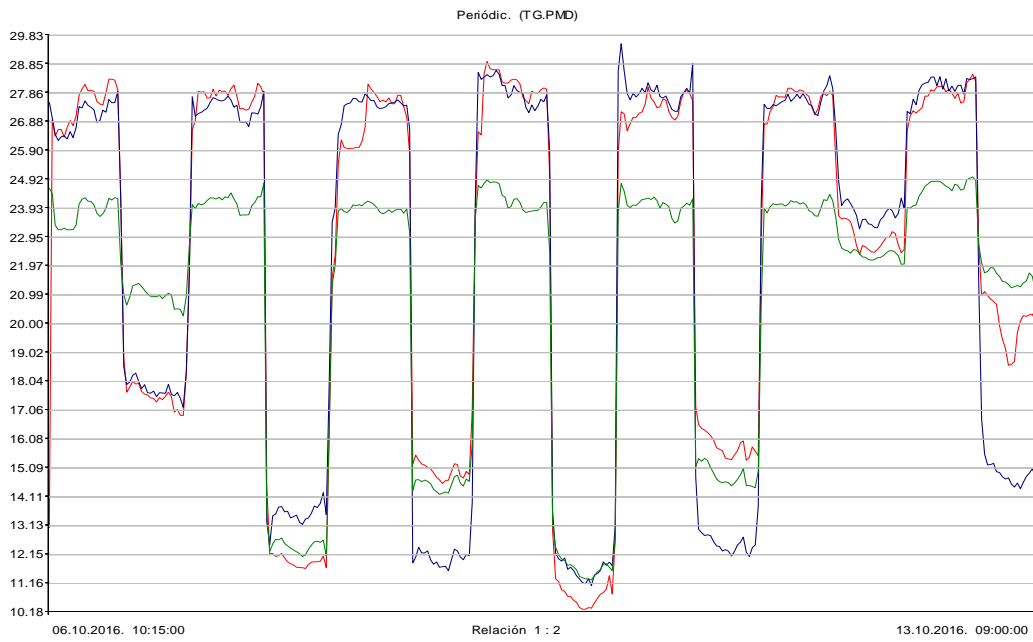


Figura N° 08 Medición de la tasa de distorsión armónica total de corriente por fase (THD I) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

Distorsión Armónica Individual (THDi - Tension)



Figura N° 09 Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión triplen (THDi U h3, h9, h15) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

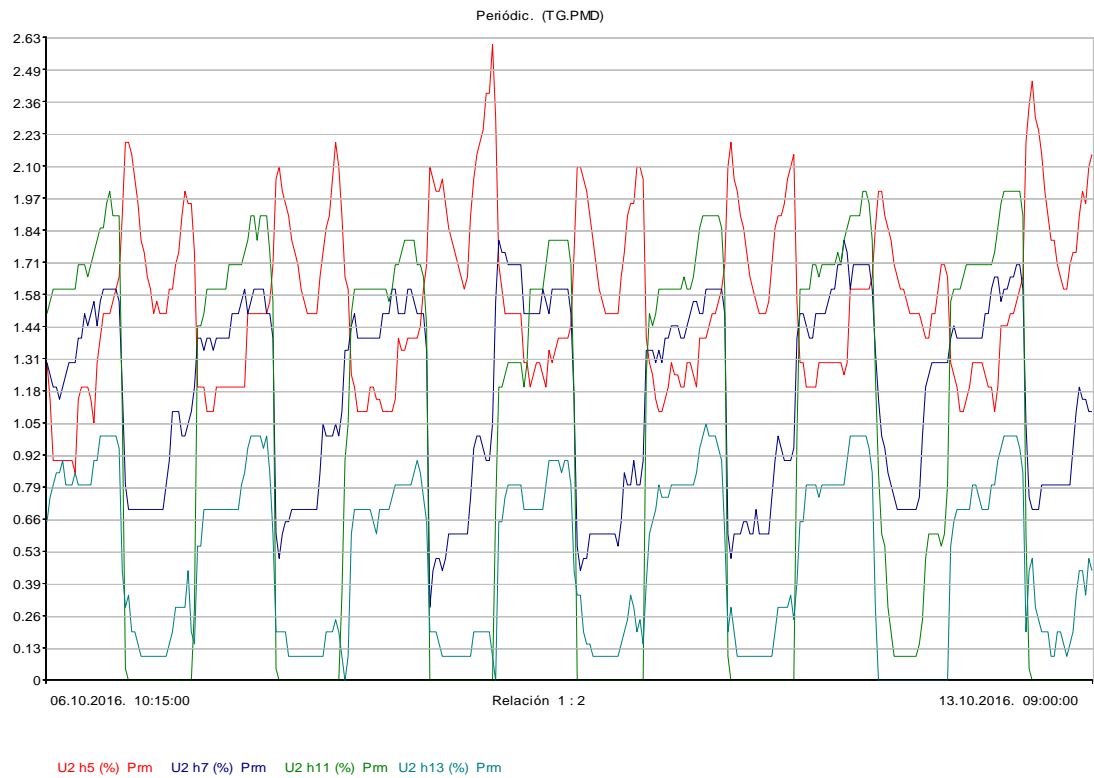


Figura N° 10 Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión (THDi U h5, h7, h11, h13) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

Distorsión Armónica Individual (THDi- Corriente)

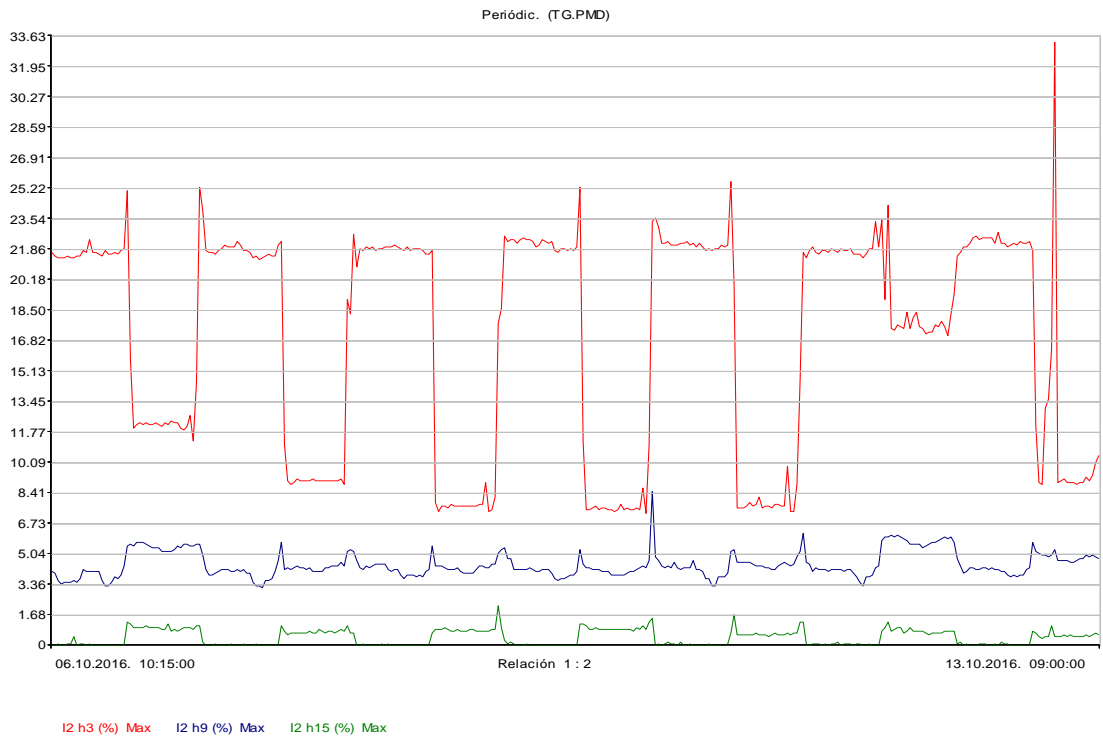


Figura N° 11 Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente triplen (THDi I h3, h9, h15) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

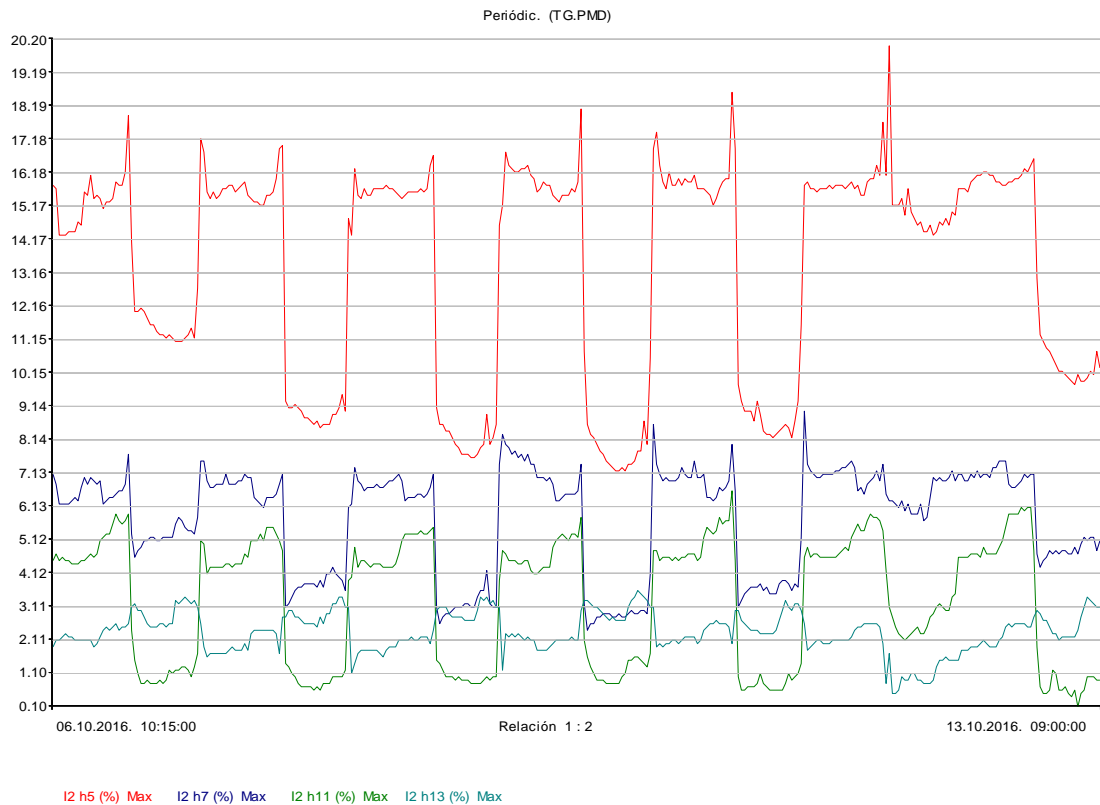


Figura N° 12 *Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente (THDi I h5, h7, h11, h13) en %.*

Fuente: Registro del Equipo.

3.2 METODO DE INVESTIGACION:

3.2.1 VARIABLES:

La variable independiente es el Análisis de Armónicos

La variable dependiente es la Calidad de Energía Eléctrica.

3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

3.2.2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL:

Variable Independiente:

El Análisis de Armónicos: Se evalúa el comportamiento, donde se puede representar el consumo de energía eléctrica y estimar la a proveer la potencia reactiva necesitada.

Variable Dependiente:

La calidad de Energía Eléctrica: Se define como la cantidad de energía que posee un sistema, teniendo por consiguiente pérdidas por caídas de voltaje o por presencia de armónicos.

3.2.2.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL:

Variable Independiente:

El Análisis de Armónicos son comportamientos donde se visualiza las pérdidas de energía de un sistema, caso Tienda RIPLEY Mall del Sur.

Variable Dependiente:

La calidad de Energía Eléctrica es el indicador eléctrico de la Tienda RIPLEY Mall del Sur. A analizar y optimizar.

3.2.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:

El presente trabajo realiza uso del método cuantitativo

Analítico: es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos. Al referirnos a diversos saberes en los que la aplicación del método analítico es posible, vemos una gradación que va desde las aplicaciones más empíricas y concretas hasta las más abstractas y simbólicas.

Sintético: Es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis, se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen. En otras palabras decir que la síntesis es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión cabal de la esencia de lo que ya conocemos en todas sus partes y particularidades.

Deductivo, es la formulación o enunciación de sistemas de axiomas o conjunto de tesis de partida en una determinada Teoría. Es un método científico que considera que la conclusión se halla implícita dentro las premisas. Esto quiere decir que las conclusiones son una consecuencia necesaria de las premisas: cuando las premisas resultan verdaderas y el razonamiento deductivo tiene validez, no hay forma de que la conclusión no sea verdadera. En todos los casos, los investigadores que

apelan al método deductivo empiezan su trabajo planteando supuestos (coherentes entre sí) que se limitan a incorporar las características principales de los fenómenos. El trabajo sigue con un procedimiento de deducción lógica que finaliza en el enunciado de las leyes de carácter general.

3.2.4 TIPO DE ESTUDIO:

Tipo de Estudio: Explicativo

Como su nombre lo indica, su interés se centró en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este, o porque se relacionan dos o más variables. Su interés se centró en explicar la calidad de energía eléctrica en función al análisis de los armónicos en la Tienda RIPLEY Mall del Sur.

3.2.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño de estudio es pre experimental, longitudinal y transeccional con medición antes y después de un caso único.

El diseño que se utiliza será el pre experimental, considerando la naturaleza de las dos variables. Variable independiente “análisis de armónicos” de la Tienda RIPLEY y la variable dependiente “Calidad de la energía eléctrica” del sistema.

3.3 METODOLOGIA DE CÁLCULO:

Se tiene la siguiente metodología de cálculo:

a. DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA ENERGIA ACTIVA Y REACTIVA:

Se tiene la siguiente secuencia:

- Medición de la energía reactiva para los diagramas de carga en los sistemas.
- Determinación el factor de potencia para cada uno de los diagramas de carga en estudio, estimándose el ángulo de potencia.

- b. DETERMINACION DE LA ENERGIA REACTIVA A COMPENSAR:
- Se cuantifica la energía reactiva a compensar según las características de operación de cada sistema.
- c. DETERMINACION DEL AHORRO DE LA ENERGIA ELECTRICA:
- Determinación del mejoramiento en la implementación del sistema, armónicos en el sistema.
- d. EVALUACION DE LA RENTABILIDAD.
- Determinación del Valor Actual neto.
 - Determinación de la Tasa Interna de retorno.
 - Determinación del Pay Back.

CAPITULO IV:
CALCULOS Y RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN:

a) Tensión.

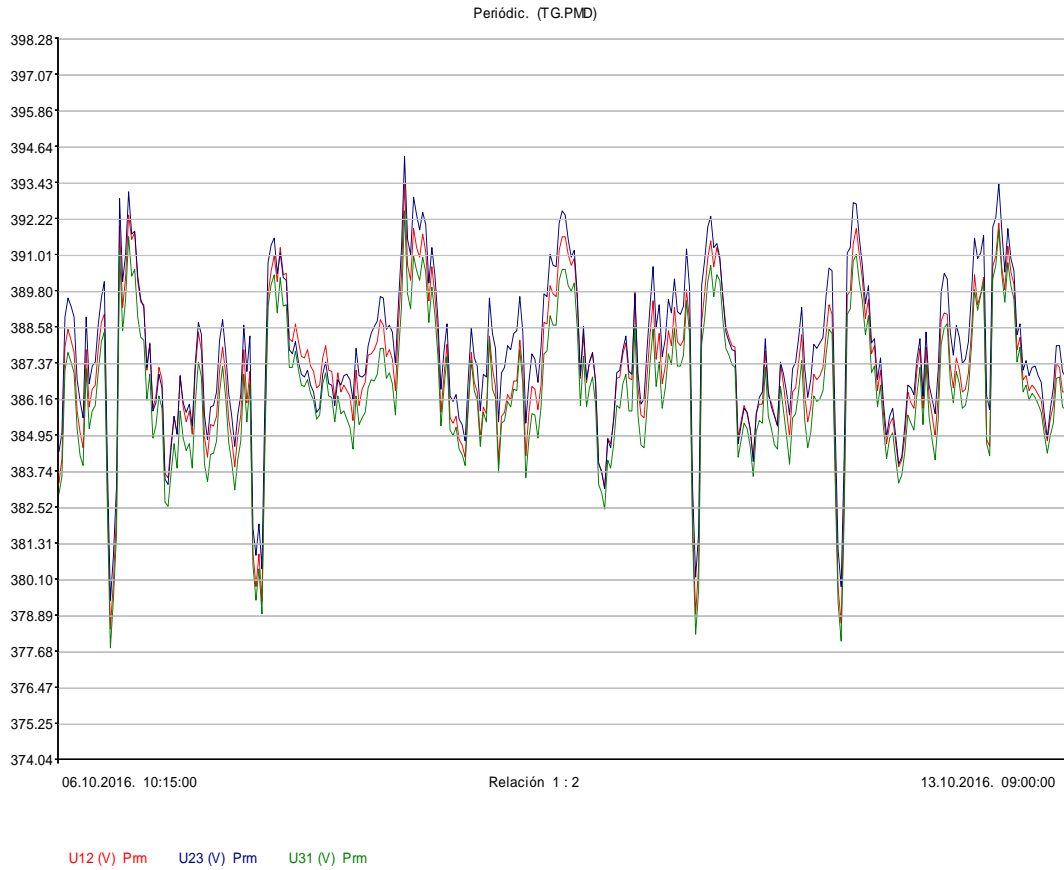


Grafico N°01, Registro de tensión entre fases (V).

Fuente: Registro del equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de las tensiones entre fase V12, V23, V31 donde el voltaje máximo entre fase V12 es 393.56 V. y el voltaje mínimo es 377.55 V., el voltaje máximo entre fase V23 es 394.38 V. y el voltaje mínimo es 378.73 V. y el voltaje máximo entre fase V31 es 392.83 V. y el voltaje mínimo es 377.00 V. correspondiente al registro entre los días 06/10/2016 hasta 12/10/2016.

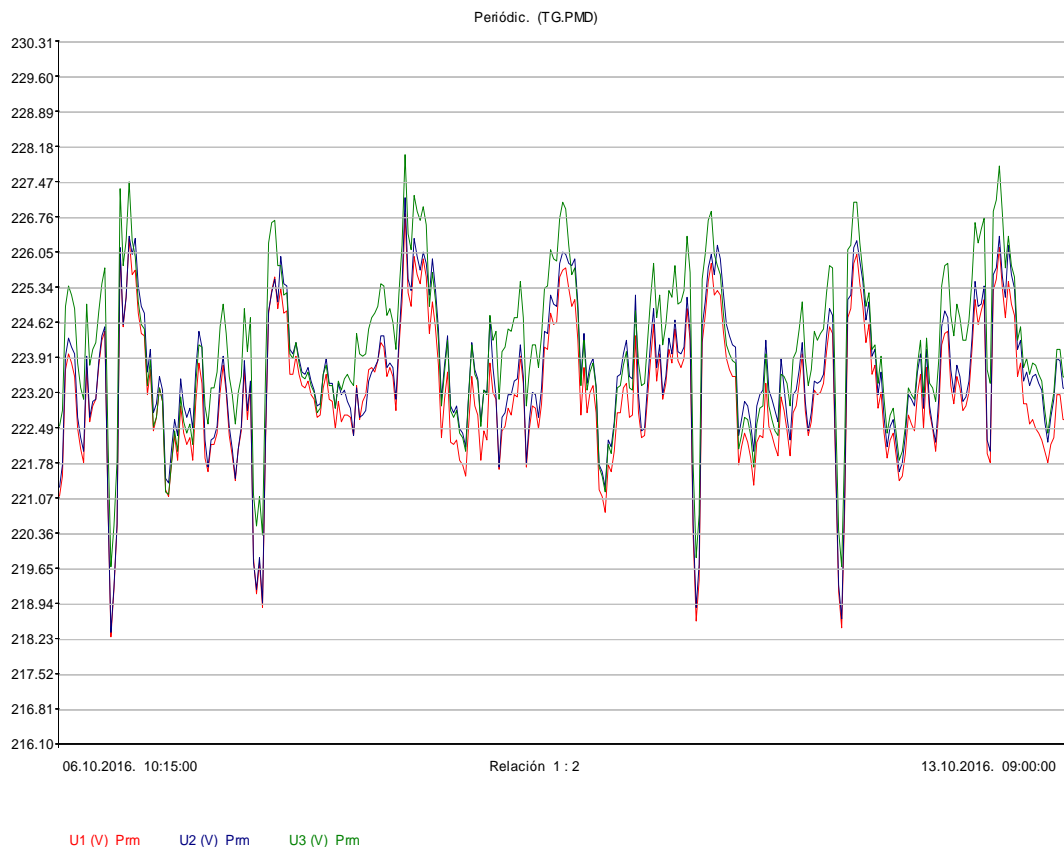


Grafico N° 02, Registro de tensión entre fases y neutro (V).

Fuente: Registro del equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de las tensiones entre fase y neutro V1N, V2N, V3N donde el voltaje máximo entre fase y neutro V1N es 226.93 V. y el voltaje mínimo es 217.87 V., el voltaje máximo entre fase y neutro V2N es 227.39 V. y el voltaje mínimo es 217.96 V. y el voltaje máximo entre fase y neutro V3N es 228.03 V. y el voltaje mínimo es 219.06 V. correspondiente al registro entre los días 06/10/2016 hasta 12/10/2016.

El equipo METREL ha sido programado para que registre la tensión entre fases y entre fases y neutro, sistema 3 hilos + N + T.

La tensión de utilización es de 380V. La tabla resumen muestra los valores de tensión que no se ajustan a lo indicado por la norma NTCSE ($\pm 5\%$ de 380V entre fases, 220V entre fases y neutro).

Cuadro N°02, Tolerancia admisibles según NTCSE

TOLERANCIAS ADMISIBLES SEGÚN NTCSE					
DESCRIPCIÓN	FASES	REGISTRO TENSION (V)	ANALISIS		
			V. Límite +/- 5%	Nº OCURRENCIAS	CONCLUSION
TENSIÓN FASES - MAXIMA	L1 - L2	393.56	399.00	0	CORRECTO
TENSION BASE		380.00		668	
TENSIÓN FASES MINIMA		377.55	361.00	0	CORRECTO
TENSIÓN FASES - MAXIMA	L2 - L3	394.38	399.00	0	CORRECTO
TENSION BASE		380.00		668	
TENSIÓN FASES MINIMA		378.73	361.00	0	CORRECTO
TENSIÓN FASES - MAXIMA	L3 - L1	392.83	399.00	0	CORRECTO
TENSION BASE		380.00		668	
TENSIÓN FASES MINIMA		377.00	361.00	0	CORRECTO
TENSIÓN FASE-NEUTRO, MAX.	L1 - N	226.93	230.36	0	CORRECTO
TENSION BASE		219.39		668	
TENSIÓN FASE-NEUTRO, MIN.		217.87	208.42	0	CORRECTO
TENSIÓN FASE-NEUTRO, MAX.	L2 - N	227.39	230.36	0	CORRECTO
TENSION BASE		219.39		668	
TENSIÓN FASE-NEUTRO, MIN.		217.96	208.42	0	CORRECTO
TENSIÓN FASE-NEUTRO, MAX.	L3 - N	228.03	230.36	0	CORRECTO
TENSION BASE		219.39		668	
TENSIÓN FASE-NEUTRO, MIN.		219.06	208.42	0	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

Todos los valores registrados de tensión están dentro de la norma NTCSE (+/- 5% de la tensión nominal).

b) Corriente.

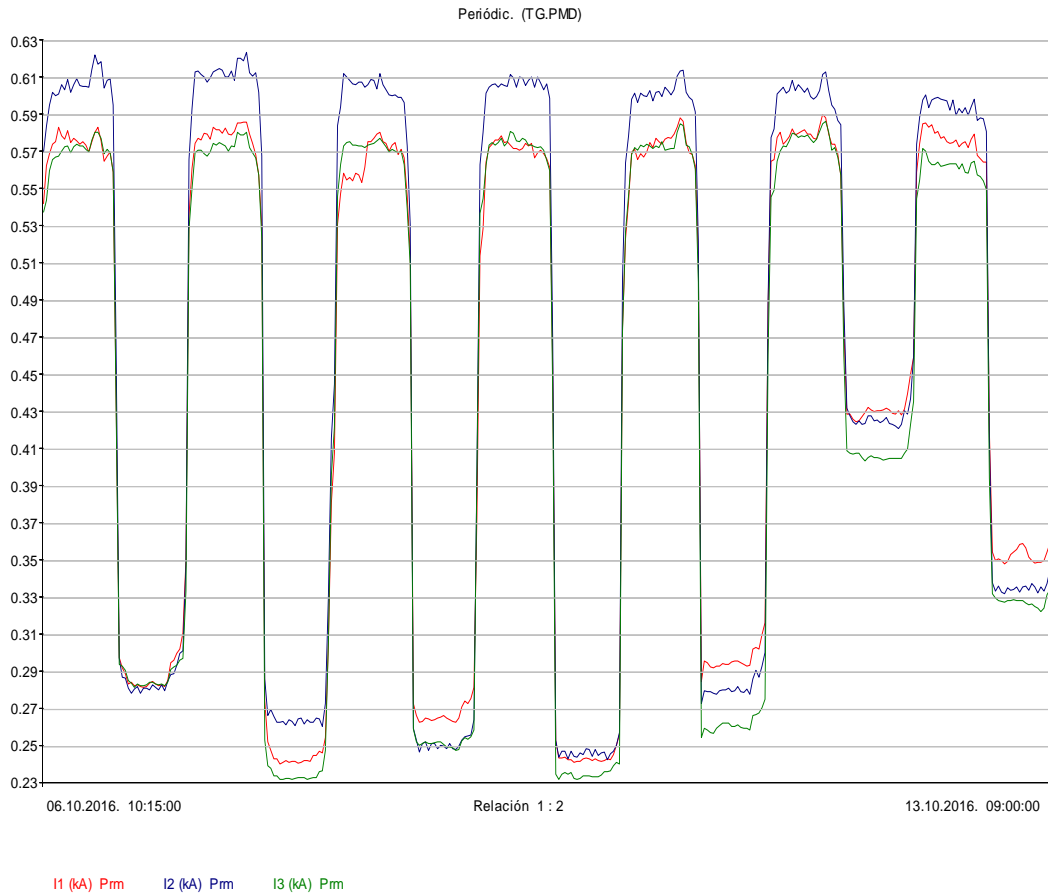
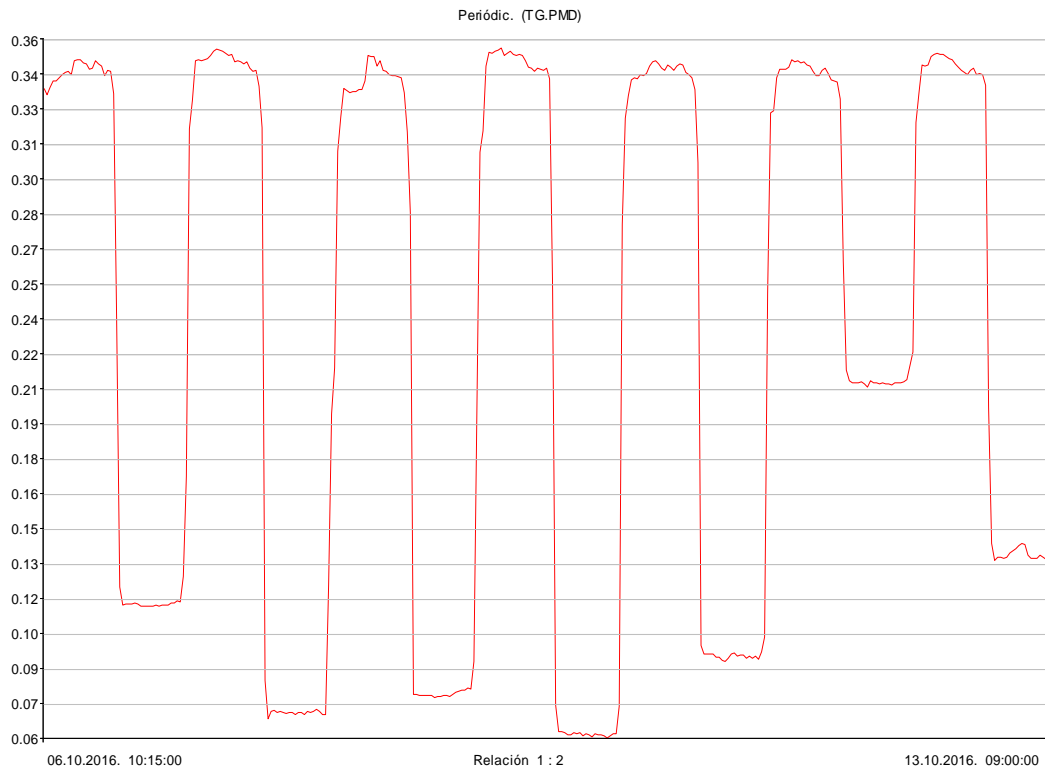


Grafico N° 03, Registro de corrientes por fase (A).

Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de las corrientes por fase I1, I2, I3 donde la corriente máxima por fase I1 es 587.02 A. y la corriente mínima es 240.48 A., la corriente máxima por fase I2 es 624.51 A. y la corriente mínima es 243.22 A. y la corriente máxima por fase I3 es 580.62 A. y la corriente mínima es 232.25 A. correspondiente al registro entre los días 06/10/2016 hasta 12/10/2016.



I_{null} (kA) Pm

Grafico N° 04, Registro de corrientes del neutro (A).

Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de las corrientes del neutro IN donde la corriente máxima del neutro IN es 354.77 A. y la corriente mínima es 60.35 A. correspondiente al registro entre los días 06/10/2016 hasta 12/10/2016.

Cuadro N°03, Evaluación desbalance entre corrientes de fase.

EVALUACIÓN DESBALANCE ENTRE CORRIENTES DE FASE							
DESCRIPCIÓN	REGISTRO CORRIENTE (A)				OCURRENCIA		RESULTADO
	POR FASE			NEUTRO	FECHA	HORA	
	IL ₁ (A)	IL ₂ (A)	IL ₃ (A)	IL _N (A)			
INTENSIDAD DE CORRIENTE MÁXIMA	587.02	624.51	580.62	348.37	07.10.16.	20:00:00	BALANCEADO
INTENSIDAD DE CORRIENTE MÍNIMA	240.48	266.08	232.25	70.41	08.10.16.	1:15:00	DESBALANCEADO
	245.05	249.62	269.55	62.18	09.10.16.	23:00:00	BALANCEADO
	241.39	243.22	233.16	60.35	10.10.16.	2:00:00	BALANCEADO
INTENSIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO	432.49	469.06	448.03	236.82	08.10.16.	10:30:00	BALANCEADO
	433.40	427.92	405.97	210.30	12.10.16.	2:30:00	BALANCEADO
	455.35	445.29	432.49	222.19	12.10.16.	9:30:00	BALANCEADO

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°04, Evaluación corrientes del neutro

EVALUACIÓN CORRIENTES DEL NEUTRO			
DESCRIPCIÓN	IL_N (A)	OCURRENCIA	
		FECHA	HORA
INTENSIDAD DE CORRIENTE MÁXIMA	354.77	09.10.16.	13:45:00
INTENSIDAD DE CORRIENTE MÍNIMA	57.60	10.10.16.	4:15:00
	57.60	10.10.16.	6:30:00
	57.60	10.10.16.	7:30:00
INTENSIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO	236.82	08.10.16.	10:30:00
	235.90	10.10.16.	9:45:00
	224.02	12.10.16.	10:00:00

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores de consumo de corriente son variables y en algunos casos para cargas mínimas se encuentran fuera de los valores correctos; por ejemplo para el valor indicado en la tabla resumen “EVALUACIÓN DESBALANCE ENTRE CORRIENTES DE FASE”, se muestra el texto “DESBALANCEADO” esto corresponde a 10.64%. La existencia de desbalance se da cuando las otras corrientes de fase sobrepasan los valores límites de +/- 10% de la corriente promedio de ellas.

En general se concluye que no existe desbalance de corriente entre fases.

La corriente de neutro indica la corriente de consumo del sistema monofásico fase-neutro a la tensión de 220V.

c) Factor de Potencia.

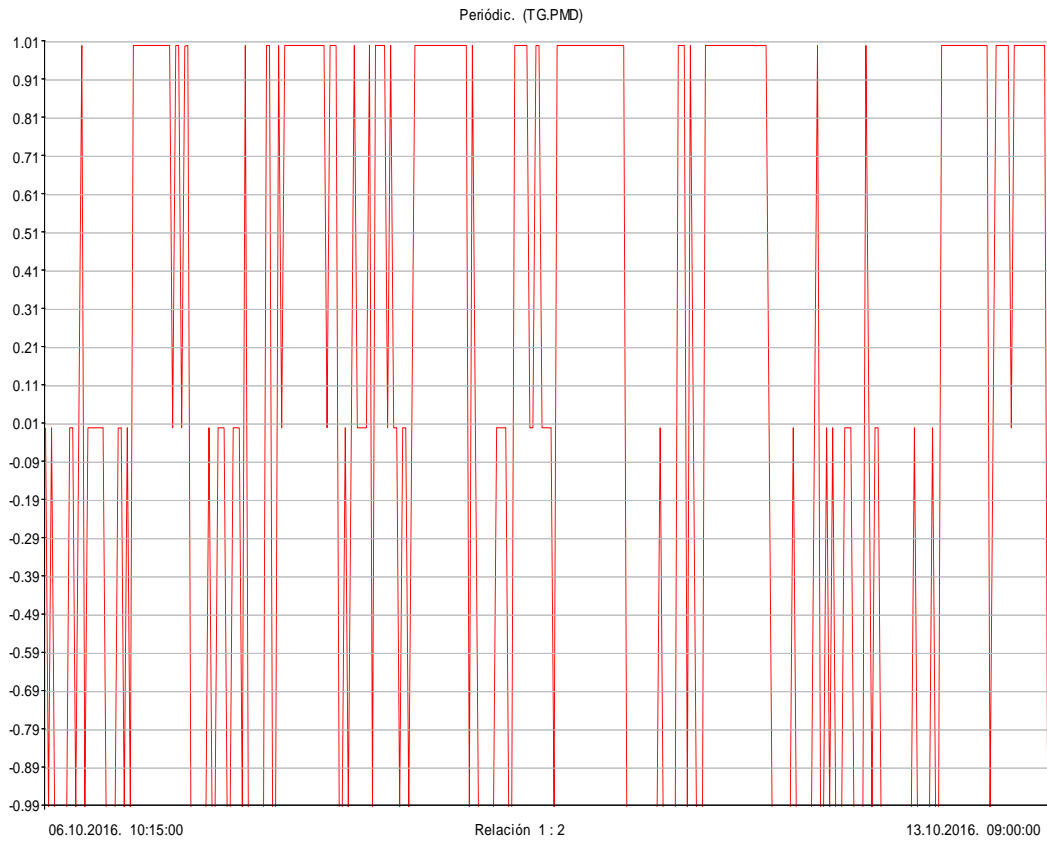


Grafico N° 05, Registro del factor de potencia total.
Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar los valores medidos del factor de potencia que oscilan entre 1.0 y -1.0.. El análisis de esta ocurrencia es la siguiente:

Cuadro N°05, Análisis Factor de Potencia

ANALISIS FACTOR DE POTENCIA	
VALOR DE F.P.	N° DE OCURENCIAS
1.000	368
0.999	3
0.998	2
-1.000	295

Fuente: Elaboración Propia.

- La carga que se conecta al transformador es inductiva.

- El sistema se encuentra sobrecompensado, el comportamiento de los pasos que conforman el banco de condensadores hace que se inyecte energía capacitiva al sistema.

d) Frecuencia.



Grafico N° 06, Registro de la frecuencia (Hz).

Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la frecuencia que se encuentra dentro de los valores tolerables de +/- 0.6% para variaciones sostenidas.

Cuadro N°06, Tolerancias admisibles según NTCSE

TOLERANCIAS ADMISIBLES SEGÚN NTCSE				
DESCRIPCIÓN	REGISTRO FRECUENCIA (Hz)	ANÁLISIS		
		VALOR LÍMITE	Nº OCURRENCIAS	Conclusión
FRECUENCIA MAXIMA	60.036	63.60	0.00	CORRECTO
FRECUENCIA MINIMA	59.915	56.40	0.00	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

e) Potencia Aparente.

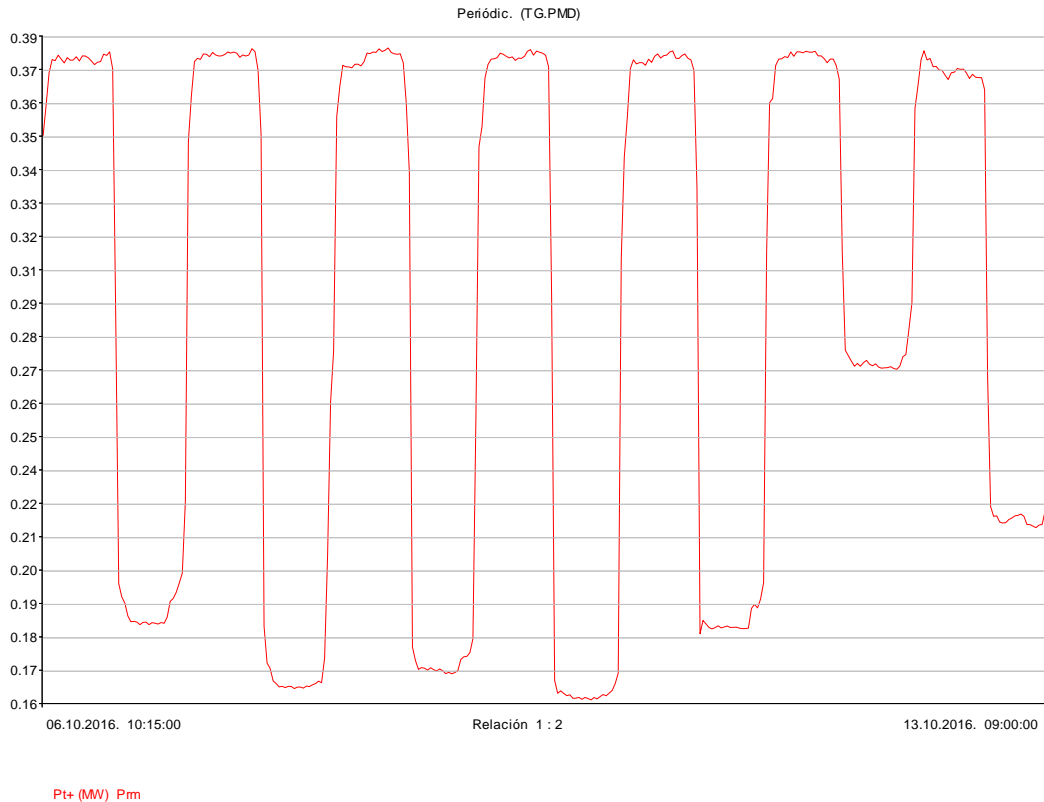


Grafico N° 07, Registro de Potencia Aparente (kVA)

Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la potencia aparente donde la potencia aparente máxima es de 395.76 kVA, el cual ha ocurrido el 08.10.2016 a las 19:15:00 horas.

Cuadro N°07, Resultado de la potencia aparente registrada.

RESULTADOS DE LA POTENCIA APARENTE REGISTRADA			
DESCRIPCIÓN	VALOR (kVA)	OCURENCIA	
		FECHA	HORA
POT. APARENTE MINIMA	159.89	10.10.16.	5:00:00
POT. APARENTE PROMEDIO	299.26		
POT. APARENTE MAXIMA	395.76	08.10.16.	19:15:00

Fuente: Elaboración Propia.

f) Potencia Activa.

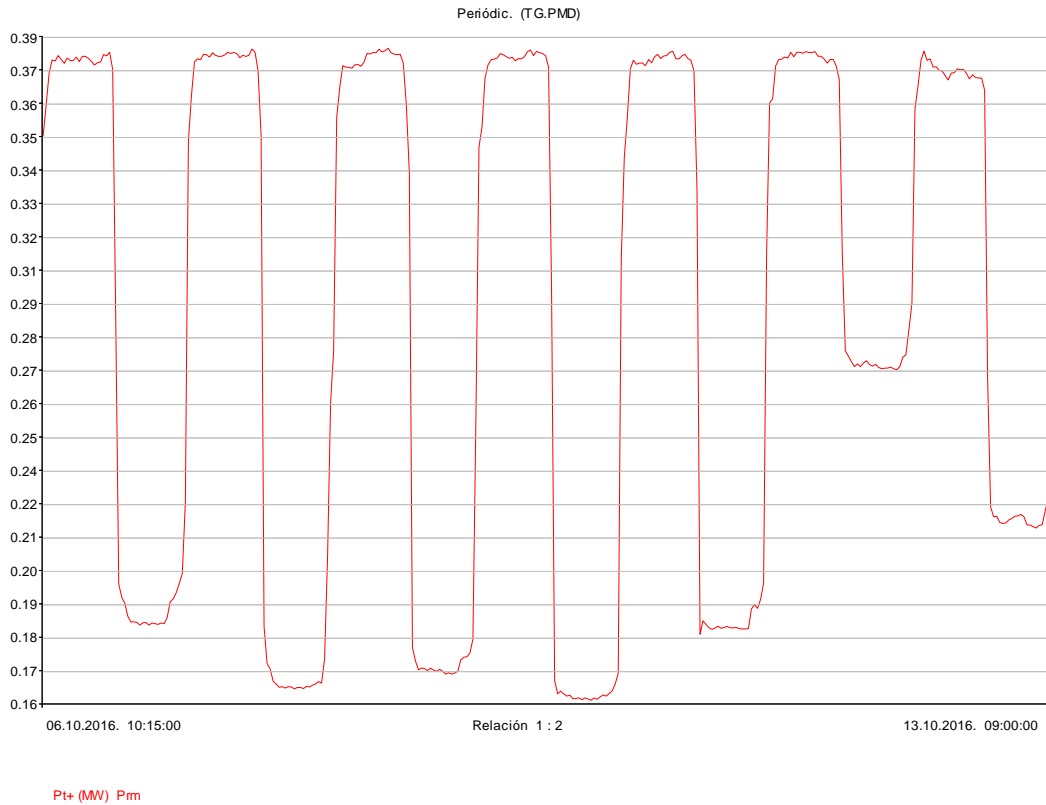


Grafico N° 08, Registro de potencia activa (kW).
Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la potencia activa donde el comportamiento de la carga es inductiva, pero con presencia de componente capacitiva dada por el banco de condensadores automático de 100 kVAr 380V 60 Hz (se demuestra por el f.p. que oscila entre 1.00 y -1.00). El valor máximo de potencia activa es de 382.36 kW, el cual ha ocurrido el 08.10.2016 a las 19:15:00 horas.

Cuadro N°08, Resultado de la potencia activa registrada.

RESULTADOS DE LA POTENCIA ACTIVA REGISTRADA			
DESCRIPCIÓN	VALOR (kW)	OCURRENCIA	
		FECHA	HORA
POT. ACTIVA MINIMA	156.69	10.10.16.	5:00:00
POT. ACTIVA PROMEDIO	289.96		
POT. ACTIVA MAXIMA	382.36	08.10.16.	19:15:00

Fuente: Elaboración Propia.

g) Potencia Reactiva.

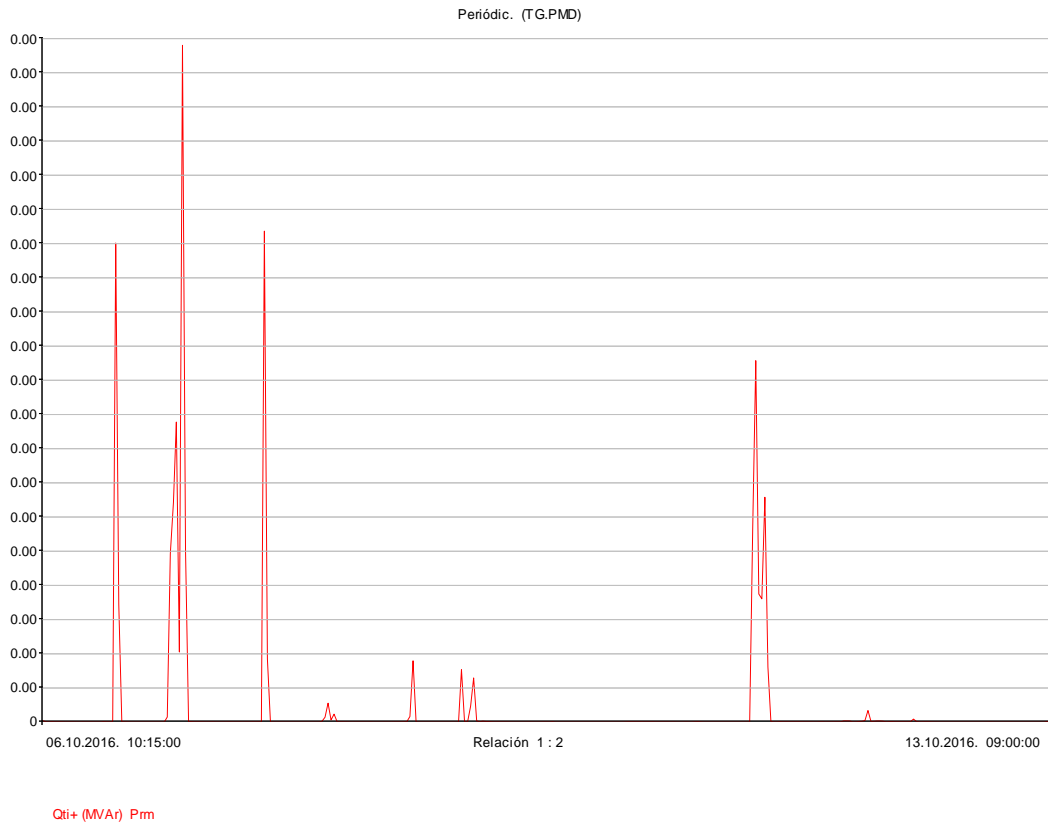


Grafico N° 09, Registro de potencia reactiva (kVAr).
Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la potencia reactiva donde el comportamiento de la potencia reactiva es de 0.00 a 6.06 kVAr. El valor máximo de potencia reactiva es de 6.06 kVAr, el cual ha ocurrido el 07.10.2016 a las 22:45:00 horas. El sistema cuenta con banco de condensadores automático de 100 kVAr, 380 V, 3Φ, 60Hz, con tres pasos 20:40:40 kVAr.

Cuadro N°09, Resultado de la potencia reactiva registrada.

RESULTADOS DE LA POTENCIA REACTIVA REGISTRADA			
DESCRIPCIÓN	VALOR (kVAr)	OCURRENCIA	
		FECHA	HORA
POT. REACTIVA MINIMA	0.00	10.10.16.	7:00:00
POT. REACTIVA PROMEDIO	0.08		
POT. REACTIVA MAXIMA	6.06	07.10.16.	22:45:00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°10, Análisis Potencia Reactiva

ANÁLISIS POTENCIA REACTIVA	
VALORES (kVAr)	N° DE OCURENCIAS
0.000	348
Entre 0 - 0.1	290
Entre 0.1 - 1	14
Entre 1 - 6.06	16

Fuente: Elaboración Propia.

h) Perturbaciones – Las Armónicas.

DISTORSION ARMONICA (THD - TENSION)

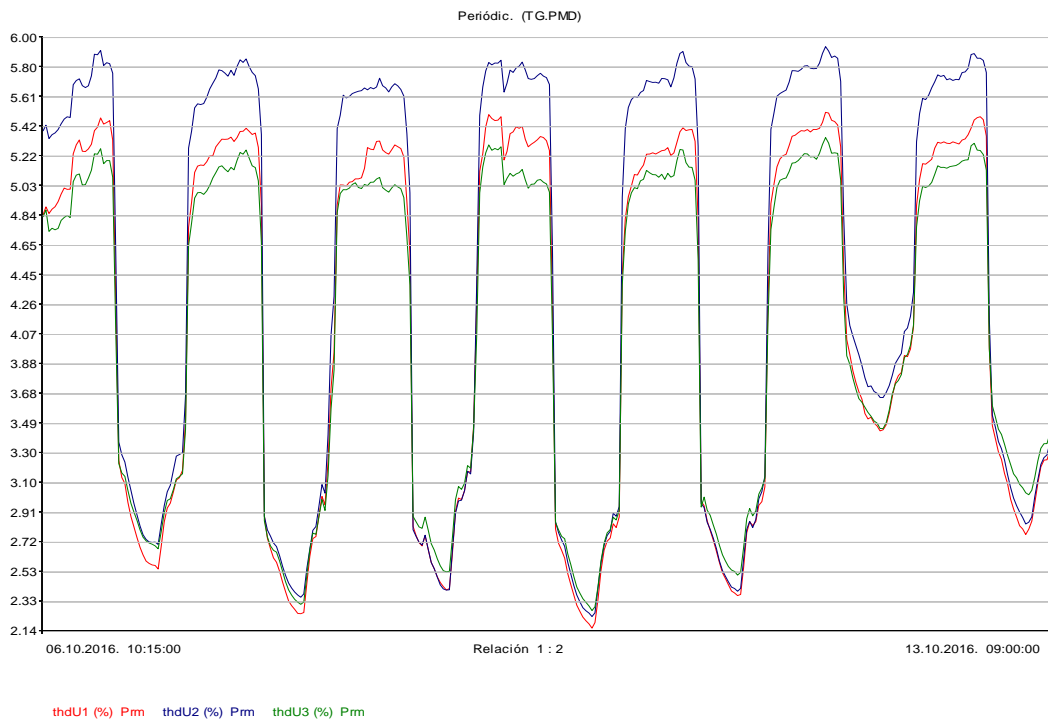


Grafico N° 10, Medición de la tasa de distorsión armónica total de tensión por fase (THD V) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la distorsión armónica de tensión por fase donde los valores máximos son: THD VL1 es 5.521, THD VL2 es 5.938 y THD VL3 es 5.351.

DISTORSION ARMONICA (THD - CORRIENTE)

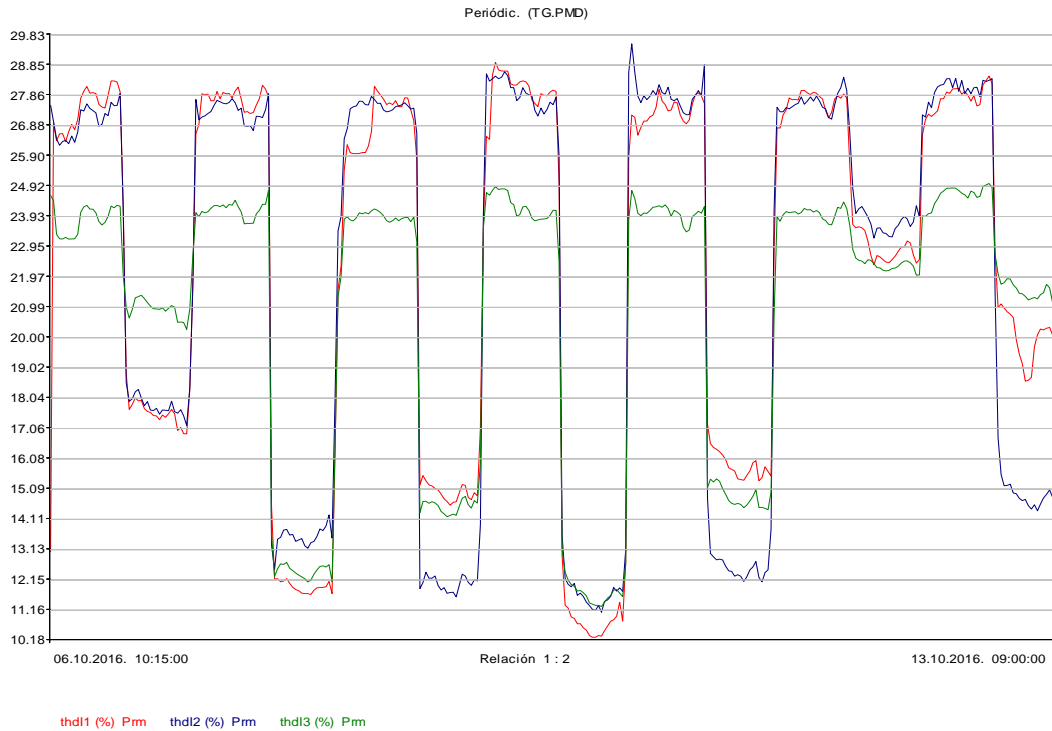


Grafico N° 11, Medición de la tasa de distorsión armónica total de corriente por fase (THD I) en %.

Fuente: Registro del Equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la distorsión armónica de corriente por fase donde los valores máximos son: THD IL1 es 29.10, THD IL2 es 29.939 y THD IL3 es 25.276.

Cuadro N°11, Límites de distorsión armónica totales tensión (THD V), corriente (THD I)

LÍMITES DE DISTORSION ARMONICA TOTALES TENSION (THD V), CORRIENTE (THD I)						
DESCRIPCIÓN	VALOR MEDIDO MAXIMO (%)			NORMA A LA QUE NOS REGIMOS		
	U _{L1}	U _{L2}	U _{L3}	NTCSE	IEEE-519-2014	IEC 61000-2-4
THD - TENSIÓN	5.521	5.938	5.351	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
	I _{L1}	I _{L2}	I _{L3}	NTCSE	IEEE-519-2014	IEC 61000-3-4
THD i - CORRIENTE	29.10	29.939	25.276	-	INCORRECTO	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

La norma a la cual nos regimos es la NTCE, las otras normas que se acompaña son normas internacionales que se ponen de referencia si la empresa quiere alcanzar algún ISO, ó si ocurren fallas esporádicas ó permanentes en su sistema eléctrico, las cuales se le atribuyen a la presencia de armónicas.

La Norma IEE-519-2014 en lo que se refiere al THD I, expresa que debe ser menor al 8%, los valores promedio registrados superan el límite establecido por la norma IEE-519-2014.

La Norma IEC 61000-3-4 en referencia al THD I, expresa que debe ser menor al 39%.

DISTORSION ARMONICA INDIVIDUAL (THDi - TENSION)

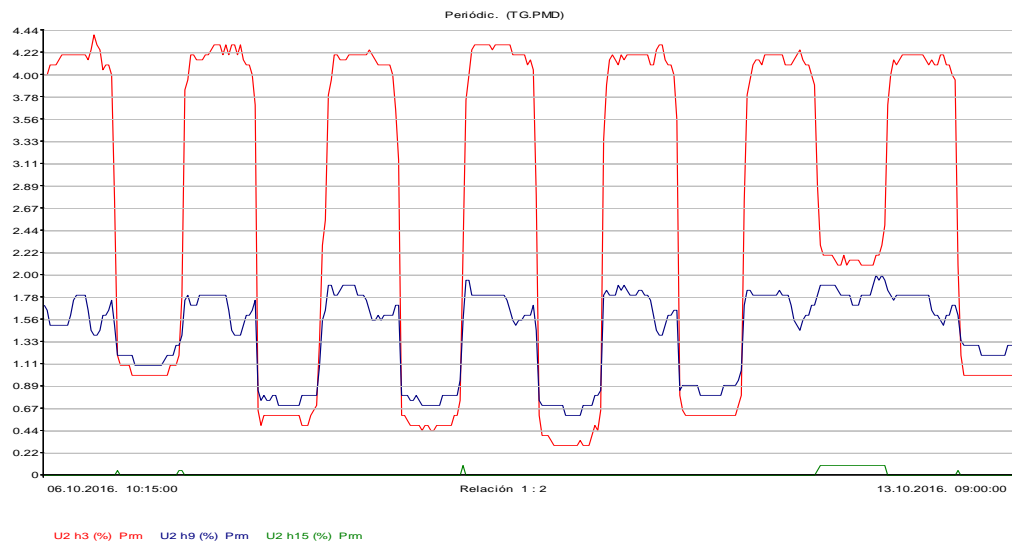


Grafico N° 12, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión triplen (THDi U h3, h9, h15) en %.

Fuente: Registro del equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la distorsión armónica individual de tensión triplen donde los valores máximos son: THDi Vh3 es 4.400, THDi Vh9 es 2.000 e THDi Vh15 es 0.100.

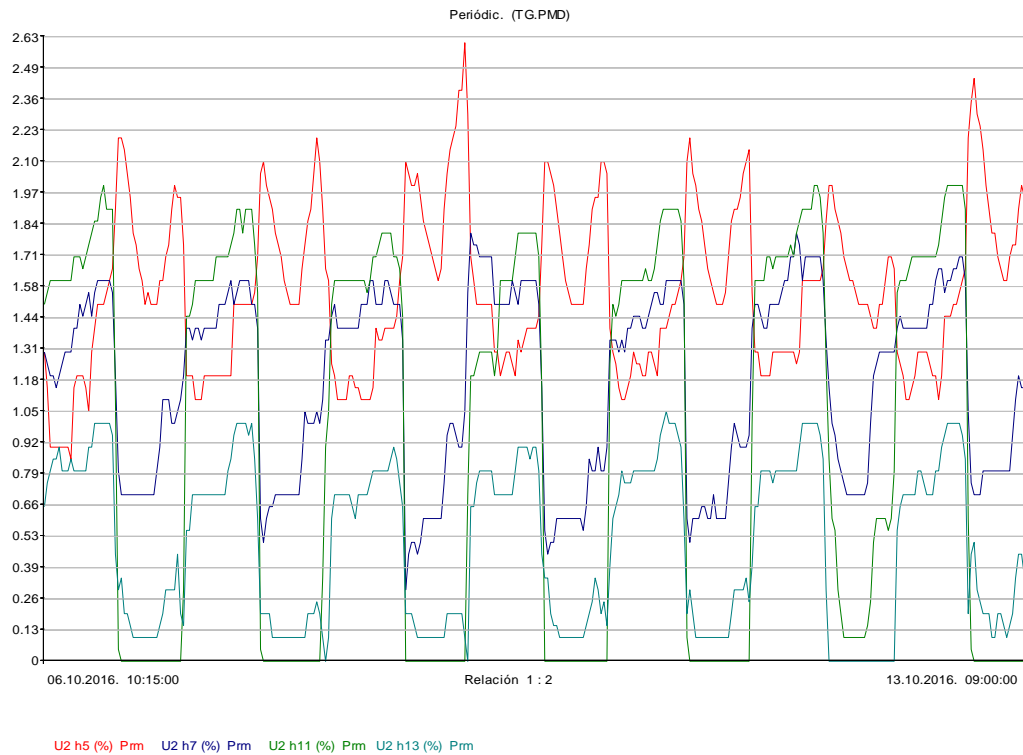


Grafico N° 13, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de tensión (THDi U h5, h7, h11, h13) en %.

Fuente: Registro del equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la distorsión armónica individual de tensión triplen donde los valores máximos son: THDi Vh5 es 2.800, THDi Vh7 es 2.200, THDi Vh11 es 2.100 e THDi Vh13 es 1.100.

DISTORSION ARMONICA INDIVIDUAL (THDi - CORRIENTE)

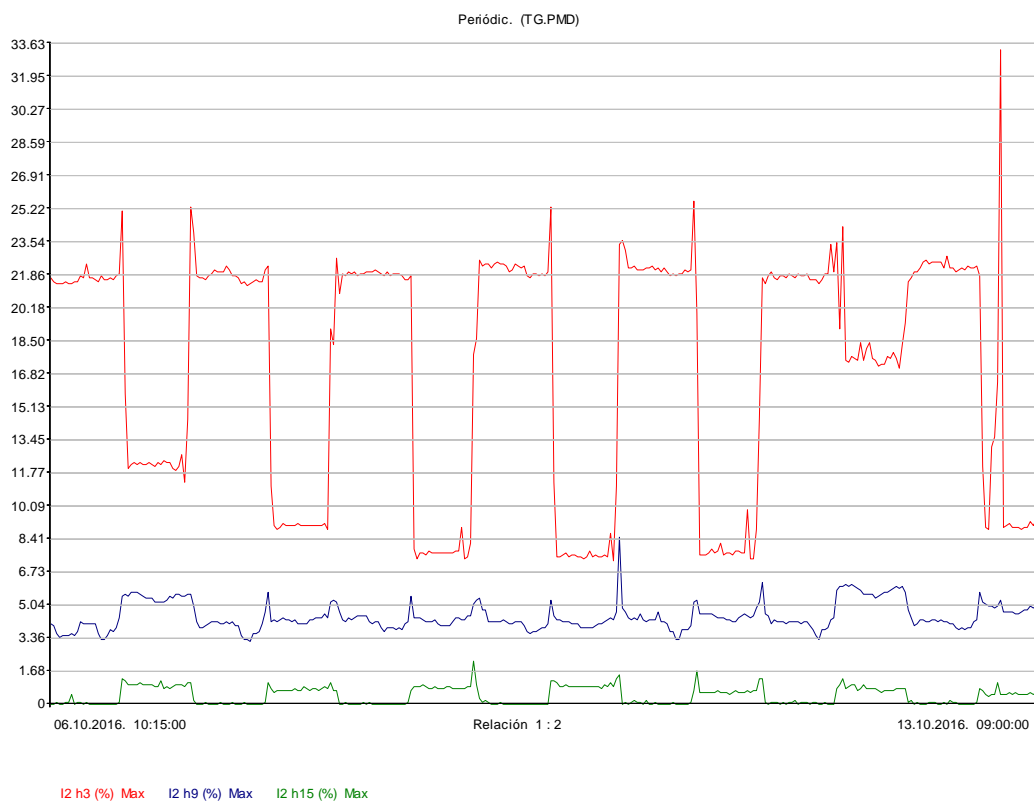


Grafico N° 14, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente triplen (THDi I h3, h9, h15) en %.

Fuente: Registro del equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la distorsión armónica individual de corriente triplen donde los valores máximos son: THDi Ih3 es 38.20, THDi Ih9 es 8.50 e THDi Ih15 es 3.10.



Grafico N° 15, Medición de la tasa de distorsión armónica individual de corriente (THDi I h5, h7, h11, h13) en %.

Fuente: Registro del equipo.

De la figura anterior se puede mostrar las variaciones de la distorsión armónica individual de corriente triplen donde los valores máximos son: THDi Ih5 es 20.00, THDi Ih7 es 9.00, THDi Ih11 es 6.60 e THDi Ih13 es 5.50.

Cuadro N°12, Principales armónicas individuales permisibles según normas

PRINCIPALES ARMÓNICAS INDIVIDUALES PERMISIBLES SEGÚN NORMAS					
DESCRIPCIÓN	Nº Armónica	Valor Medido Máximo (%)	NORMA A LA QUE NOS REGIMOS		
			NTCSE	IEEE-519-2014	IEC 61000-2-4
THD i - TENSIÓN	3	4.400	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
	5	2.800	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
	7	2.200	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
	9	2.000	INCORRECTO	CORRECTO	INCORRECTO
	11	2.100	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
	13	1.100	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
	15	0.100	CORRECTO	CORRECTO	CORRECTO
			NTCSE	IEEE-519-2014	IEC 61000-3-4
THD i - CORRIENTE	3	38.20	-	INCORRECTO	INCORRECTO
	5	20.00	-	INCORRECTO	INCORRECTO
	7	9.00	-	INCORRECTO	CORRECTO
	9	8.50	-	INCORRECTO	CORRECTO
	11	6.60	-	INCORRECTO	CORRECTO
	13	5.50	-	INCORRECTO	CORRECTO
	15	3.10	-	CORRECTO	

Fuente: Elaboración Propia.

El cuadro muestra los valores de armónicas individuales.

Nuestra norma NTCSE no considera las armónicas de corriente en forma general, solo las de tensión. Se observa de la tabla que la novena armónica individual de tensión no cumple lo exigido por la norma NTCSE, IEC 61000-2-4, en ambos casos el valor máximo es 1.5 %.

En lo que se refiere a las armónicas individuales de corriente, están sobrepasan lo exigido por la norma IEEE-519-2014 e IEC 61000-3-4:

- Armónica 3 IEEE-519-2014 e IEC 61000-3-4 máximo 7% y 34%
- Armónica 5 IEEE-519-2014 e IEC 61000-3-4 máximo 7% y 18%
- Armónica 7 IEEE-519-2014 máximo 7%
- Armónica 9 IEEE-519-2014 máximo 7%
- Armónica 11 IEEE-519-2014 máximo 3.5%
- Armónica 13 IEEE-519-2014 máximo 3.5%

4.2 DISPOSICION DE FILTRO:

De acuerdo a los cálculos en el ANEXO C, donde se tiene la corriente total para determinar el filtro pasivo, esta corriente es: 45.9 A.

Entonces se diseña un filtro de 60 A. (ANEXO D), a continuación se detalla las especificaciones técnicas.

FILTRO ACTIVO DE 60 AMP. PARA ARMONICOS

Especificación Técnica:

- Modelo: PQFS
- Marca: ABB

- Voltaje de operación: 280-415V.
- Frecuencia de operación : 50-60 Hz. +/- 5%
- Corriente RMS: 60A.
- Modularidad: hasta 4 unidades.
- Armónicos a filtrar: conexión de 3 hilos: 20 armónicos individuales seleccionable desde el 2° hasta la 50°.
- Conexión de 4 hilos: 15 armónicos individuales seleccionable desde el 2° hasta la 50°.
- Eficiencia de filtrado: mejor a 97%.
- Grado de Filtrado: programable entre fases y entre fases y neutro.
- Potencia Reactiva: Factor de potencia programable desde 0.6 inductivo a 0.6 capacitivo.
- Comunicación: Modbus RTU a través de puerto RS-232 con software dedicado.
- Tiempo de respuesta : 40ms (10-90% filtrado)
- Potencia activa: < 3% de la potencia típica del equipo.
- Instalación : montaje en pared, entrada de cable por la parte inferior.
- Medio ambiente: instalación en ambiente interno.
- Temperatura de ambiente : -5°C a +40°C
- Humedad: 95% RH máximo.
- Altitud: 1000 msnm.
- Grado de protección: IP30.

4.3 EVAULACION ECONOMICA

4.3.1 FLUJO DE CAJA:

A. INVERSIÓN Y PARÁMETROS ECONÓMICOS:

Se tiene una inversión de S/. 51,843.70 soles por la disposición de filtros pasivos y un mantenimiento anual de S/. 1,000.00 soles anuales.

Además se estima un ahorro del S/. 15,000.00 soles.

Los parámetros económicos a considerar en el análisis de la rentabilidad es la siguiente:

Vida útil: 10 años

Tasa de interés comercial: 12%

4.3.2 DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD:

Se presenta el cuadro N° 41 con los gastos mensuales por facturación de energía eléctrica para el año 2013.

Cuadro N° 13 Resumen de facturación de energía eléctrica

AÑO:2016	S (MVAh) Prm	P (MWh) Prm	Q (MVArh) Prm
ENERO	321416	388207	215413
FEBRERO	338137	315090	256877
MARZO	370417	357494	186425
ABRIL	359562	366468	115973
MAYO	384888	371948	245863
JUNIO	387498	374723	375753
JULIO	361363	378546	245979
AGOSTO	390378	377319	235698
SEPTIEMBRE	390106	377216	301248
OCTUBRE	391039	377942	210556
NOVIEMBRE	392805	379735	200896
DICIEMBRE	392228	379128	203698
ENERO	390131	377207	245632
FEBRERO	391885	379010	204569
MARZO	389029	375948	298462
ABRIL	390561	377580	288863
MAYO	392960	379979	245716
JUNIO	390245	337197	211369
JULIO	390186	376643	203598
AGOSTO	391996	378828	211469

SEPTIEMBRE	391443	377979	277895
OCTUBRE	391180	377561	210365
NOVIEMBRE	392664	379134	209985
DICIEMBRE	392365	378719	236482

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se deduce de que se busca suprimir las perturbaciones eléctricas, por lo tanto se estima un ahorro anual de S/. 15,000.00

Aplicando las ecuaciones 30, 31,32 y 33 se determinan los indicadores de rentabilidad para lo cual se presenta el siguiente cuadro resumen:

Cuadro N° 14, Indicadores de Rentabilidad

ANALISI ECONOMICO				
	Ingresos:			
	Ahorro por instalación de filtros pasivos:	15000		
	Egresos			
	OM:	1000		
	Inversión Total			
	Inversión Filtros pasivos	51843.7		
Periodo	Inversión	Egresos	Ingresos	Saldo
0	51843.7			-51843.7
1		1000	15000	14000
2		1000	15000	14000
3		1000	15000	14000
4		1000	15000	14000
5		1000	15000	14000
6		1000	15000	14000
7		1000	15000	14000
8		1000	15000	14000
9		1000	15000	14000
10		1000	15000	14000
VAN:	27,259.42	TIR:	23.81%	
PAY BACK (Años):			3.70	

Fuente: Elaboración propia

4.4 DISCUSION DE RESULTADOS:

4.4.1 CON REFERENCIA A LOS ANTECEDENTES:

- La presente tesis coincide con la de GILBERTO REYES CALDERON (1996), ya que se concluye que los Armónicos en los sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, deben ser considerados desde la etapa de diseño, para evitar pérdidas de energía mejorando la calidad de esta.
- De la tesis de ENRIQUE MORALES GARCIA (2012), podemos decir que se tiene también el mismo fundamento sobre que la solución a los problemas de corrientes y voltajes de armónicos, se basa en la perturbación de armónicos del cual intervienen cada vez más actividades de todo tipo: fabricación de componentes, estaciones de bombeo, sistemas informáticos, estaciones de telecomunicaciones, estudios de televisión ya que estas representan una parte significativa de la corriente consumida.
- De la tesis de JESTABAN HERMOSILLA MONTECINO (2004), así como la nuestra nos fundamenta la importancia que se debe de realizar los estudios que permitan evaluar la presencia de armónicas y sus efectos específicos en el sistema, utilizando equipos de medición y análisis con este fin. Por tanto, para la realización de estas mediciones, es que se necesitan una planificación para acceder debidamente a las variables que se deben estudiar.
- De la tesis de HOLGUIN, MARCOS (2010), donde se concluye que los niveles de tensión en todas las acometidas eléctricas de alimentación principal se encuentran dentro de los límites admisibles por la NORMA NTC 340, variación de los rangos de tensión entre 10 a 5 %, por lo tanto son aceptables. Y en caso nuestro los resultados obtenidos en referencia a la tensión de servicio ($380V+N$), se observa que no se excede de los valores límites dado por la Norma de calidad de servicios (NTCSE) $\pm 5\%$ de la tensión de servicio.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La evaluación de la distorsión armónica de corriente total (THDI), tomamos como referencia las normas internacionales IEEE-519-2014 y IEC 61000-3-4. La Norma IEE- 519-2014 indica que debe ser menor al 8%, los valores promedio registrados superan el límite establecido por dicha norma. Asimismo se instalara un filtro activo de 60amp. Para los armónicos con las siguientes especificaciones técnicas:
 - Modelo: PQFS
 - Marca: ABB
 - Voltaje de operación: 280-415V.
 - Frecuencia de operación : 50-60 Hz. +/- 5%
 - Corriente RMS: 60A.
 - Modularidad: hasta 4 unidades.
 - Armónicos a filtrar: conexión de 3 hilos: 20 armónicos individuales seleccionable desde el 2° hasta la 50°.
 - Conexión de 4 hilos: 15 armónicos individuales seleccionable desde el 2° hasta la 50°.
 - Eficiencia de filtrado: mejor a 97%.
 - Grado de Filtrado: programable entre fases y entre fases y neutro.
 - Potencia Reactiva: Factor de potencia programable desde 0.6 inductivo a 0.6 capacitivo.
 - Comunicación: Modbus RTU a través de puerto RS-232 con software dedicado.
 - Tiempo de respuesta : 40ms (10-90% filtrado)
 - Potencia activa: < 3% de la potencia típica del equipo.
 - Instalación: montaje en pared, entrada de cable por la parte inferior.
 - Medio ambiente: instalación en ambiente interno.
 - Temperatura de ambiente : -5°C a +40°C
 - Humedad: 95% RH máximo.
 - Altitud: 1000 msnm.
 - Grado de protección: IP30.
- Se tiene un ahorro de S/. 15,000.00 nuevos soles anuales al instalar filtros activos. Con los siguientes indicadores de rentabilidad: Valor Actual Neto de S/. 27,259.42, Tasa Interna de Retorno de 23.81% y un pay back de 3 años 7 meses, con el cual con una Inversión de S/. 51,843.70 en la instalación de un sistema de filtros activos en la tienda.
- En los parámetros técnicos tenemos que la tensión de servicio (380V+N), no se excede de los valores límites dado por la Norma de calidad de servicio (NTCSE) +/-5% de la tensión de servicio. La distribución de la corriente entre sus tres fases

en general se presenta balanceado. Se considera sistema desbalanceado si comparando entre ellas están por encima del $\pm 10\%$. El factor de potencia encontrado oscila entre 1.0 y -1.0, el compartimiento de la carga es inductiva y la frecuencia se encuentra dentro de los valores tolerables de $\pm 0.6\%$ para variaciones sostenidas.

- El sistema se encuentra sobrecompensado, el comportamiento de los pasos que conforman el banco de condensadores hace que se inyecte energía capacitiva al sistema.
- Referente a las potencias tenemos: El valor máximo registrado de la potencia aparente es de 395.76 kVA, el valor máximo registrado de la potencia de la potencia activa es de 382.36 kW y el valor máximo registrado de la potencia reactiva es de 6.06 kVAr.
- El sistema cuenta con banco de condensadores automático de 100 kVAr, 380 V, 3 Φ , 60Hz, con tres pasos 20:40:40 kVAr.
- Las armónicas son corrientes y/o voltajes presentes en un sistema eléctrico, con una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental. Así, en sistemas con frecuencia de 60 Hz y cargas monofásicas, las armónicas características son la tercera (180 Hz), quinta (300 Hz), y séptima (420 Hz).
- Los efectos y consecuencias que producen las armónicas en los cables es el sobrecalentamiento; en los transformadores se incrementan las pérdidas en el núcleo, pérdidas en el devanado por sobrecalentamiento, pérdidas por la frecuencia y pérdidas por el sobrecalentamiento de la parte estructural del transformador lo cual eleva la temperatura del devanado.
- En Perú la norma que nos regula es la NTCSE, en el cual solo se considera la distorsión armónica de tensión totales (THD V) e individuales (THDi V).

- Considerando esta norma la Tabla resumen de THD V nos indican que los valores registrados cumplen la norma NTCSE, además de las normas internacionales IEEE-519-2014 y IEC 61000-2-4.
- En referencia a la evaluación de la distorsión armónica de corriente total (THD I), tomamos como referencia las normas internacionales IEEE-519-2014 y IEC 61000-3-4. La Norma IEE-519-2014 indica que debe ser menor al 8%, los valores promedio registrados superan el límite establecido por dicha norma.

RECOMENDACIONES

- Banco de Condensadores:

Aumentar el nivel de pasos del banco de condensadores de 100 kVAr existente, actualmente tiene 3 pasos de 20:40:40 kVAr, la nueva configuración planteada es 20:20:20:20:20 kVAr ó 10:10:20:20:20:20 kVAr, programando el factor de potencia en 0.97 a 0.99.

- Lámparas LED:

Las lámparas LED son diodos luminicenses, luego son fuentes generadoras de armónicas de corriente, su nivel de THDi % es muy variable, dependiendo del modelo y potencia de cada unidad. Se recomienda solicitar la hoja técnica de los equipos instalados para ver la cantidad de armónicas de corriente que emiten.

Con las mediciones en los circuitos se podrá determinar los pasos a seguir para eliminar los armónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

TEXTOS:

BASTIAN, P. (2001). "ELECTROTECNIA". (1a ed.). AKAL.
ISBN 9788446013464

COTO, A. (2002). "ANALISIS DE SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA".
Universidad de Oviedo.
ISBN 8483173344

CHAPMAN, S. (2012). "MAQUINAS ELECTRICAS". (5a ed.). Mc Graw Hill.
ISBN 6071507243

ENRIQUEZ, H. (1985). "EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS
INDUSTRIALES".
(2a ed.). Limusa.
ISBN 9789681819354

HERMOSA, D. (2003). "PRINCIPIOS DE ELECTRICIDAD Y
ELECTRONICA". (2a ed.).
Marcombo.
ISBN 9788426713339

KOSOW, I. (2001). "MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES".
(4a ed.).
Pearson.
ISBN 968880293X

MUJAL, R. (2004). "ELECTROTECNIA". (1a ed.). Universidad de Cataluña.
ISBN 8498800978

TORRENS, P. (2005). "MÁQUINAS ELÉCTRICAS: APLICACIONES DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA A INSTALACIONES NAVALES Y MARINAS.
PRÁCTICAS". (1a ed.).

Universidad de Cataluña.

ISBN 9788498801996

TESIS CONSULTADAS:

- ALIAGA, R. (2004). “OPTIMIZACION DE COSTOS EN LA FACTURACION ELECTRICA APLICADOS A LA PEQUEÑA Y MICRO EMPRESA BASADOS EN UNA CORRECTA APLICACIÓN DEL MARCO REGULATORIO Y LA LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS Y SU REGLAMENTO. DL 25844 – DS 093-2003”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Eléctrico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- GOMEZ, M. (2009). “Compensación de Energía Reactiva”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Electricista, Universidad Tecnológica Nacional de México, México.
- LOPEZ, P. (2011). “CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y DISEÑO E INSTALACIÓN ÓPTIMA DE BANCO DE CAPACITORES BAJO EL EFECTO DE DISTORSIÓN ARMÓNICA EN LA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE CLORO”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- ORTIZ, D. (2010). “PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES”. Tesis para optar Título de Ingeniero Electricista, Universidad Veracruzana de México, México.
- PERNIA, V. (2003). “Propuesta para la detección de las causas de fallas a través del diagnóstico y evaluación, del sistema de compensación reactiva de la planta de alimentos balanceados para animales PROCRIA”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Electricista de la Universidad de los Andes, Venezuela. .

- SANTA, C. (2010). “Análisis energético para determinar los correctivos a los disturbios eléctricos en las instalaciones de la planta de producción textil san miguel de empresas “PINTO S.A” dentro del área de concesión de la EMPRESA REGIONAL NORTE S.A.” Tesis para optar el Título de Ingeniero mecánico Electricista, Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

LINKS:

Conductores Eléctricos Lima (2014).Peru: CELSA. Disponible en:

<http://www.celsa.com.pe/catalogoporpagina/CableTW-70.pdf> □ 2015, 03 de mayo□.

Optimización de la calidad y soluciones de energía eléctrica (2012). Peru: FAMETAL.

Disponible en:

http://www.fametal.com/wp-content/uploads/2014/11/capitulo-9_2014_V3Optimizaci%C3%B3n-de-la-Calidad-y-Consumo-de-Energ%C3%ADa.pdf □ 2015, 10 de mayo□.

Soluciones Eléctricas. Contactores para conmutación de condensadores. (2012).

Chile: NDU. Disponible en:

<http://www.ndu.cl/pdf/0302268010AB.pdf> □ 2015, 18 de mayo□.

Reguladores de Factor de Potencia. (2013). España: LOVATO ELECTRIC.

Disponible en: http://www.lovatoelectric.com/HandlerDoc.ashx?s=24+-+Reguladores+de+factor+de+potencia+y+m%C3%B3dulos+de+tiristor_01_14.pdf&ic=174 □ 2015, 28 de abril□.

Venta y Distribución de Condensadores (2012). Peru: MERLIN GERIN HP INDUSTRIAL.

Disponible en:

<https://www.google.com.pe/search?q=merlin+gerin+catalogo&oq=mer&aqs=chrom>

e.0.69i59j0j69i60j69i57j69i61j69i60.4747j0j8&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF8#q=merlin+gerin+&toJSON=undefined □2015, 18 de junio□.

Compensación de la Energía Reactiva (2012). Argentina: SCHNEIDER ELECTRIC.

Disponible en:

http://www.schneiderelectric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo02_1907.pdf □2015,18 de abril□.

Tomo V Cálculos de Banco de Condensadores (2012). Argentina: SCHNEIDER ELECTRIC. Disponible en:

<https://www.google.com.pe/search?q=schneider&oq=sch&aqs=chrome.1.69i59i2j6>

[9i6013j69i57.4294j0j8&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-](https://www.google.com.pe/search?q=schneider&oq=sch&aqs=chrome.1.69i59i2j6)

[8#q=compensacion+reactiva+schneider+tomo+5&toJSON=undefined](https://www.google.com.pe/search?q=schneider&oq=sch&aqs=chrome.1.69i59i2j6)

□2015,03 de junio□.

Fusibles ultrarrápidos (2012). México: WEG .Disponible en:

<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-fusibles-ultra-rapidos-tipo-nh-ar-50030486-catalogo-espanol.pdf> □2015,26 de abril□.

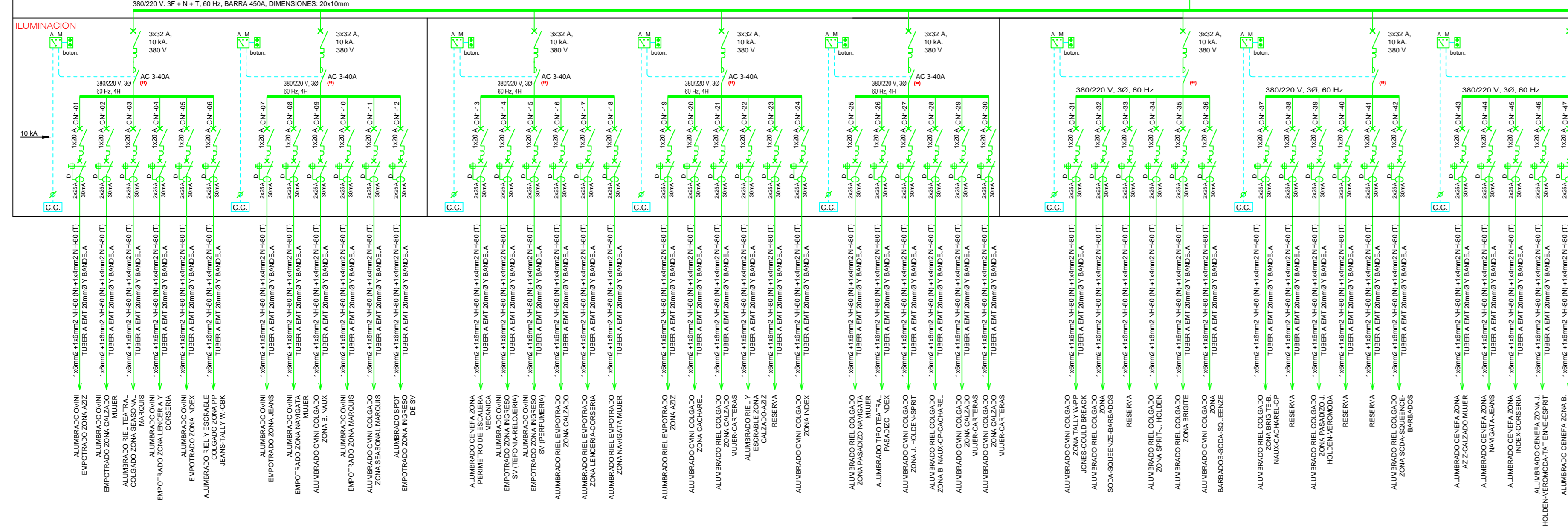
ANEXOS

ANEXO A. Medición de parámetros.



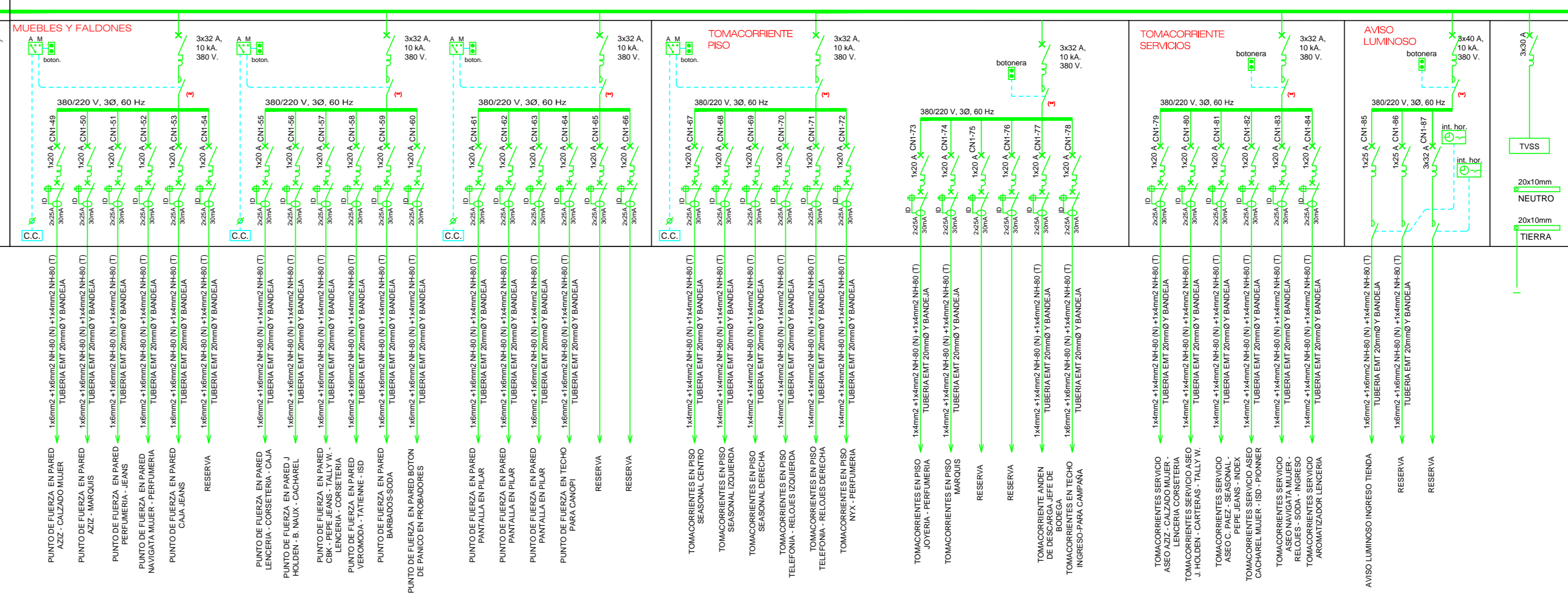
TABLEO SERV. NORMAL
SEALAS Y ZONAS COMUNES

TN-P1



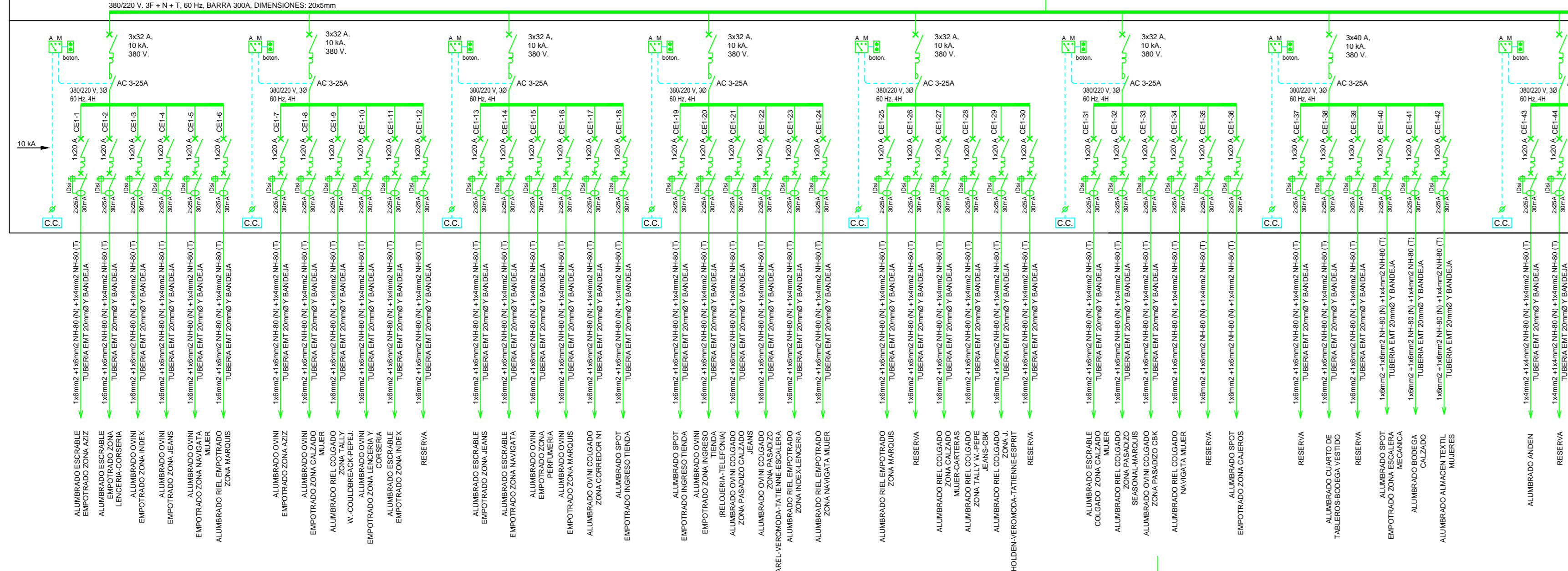
TABLEO SERV. NORMAL
SEALAS Y ZONAS COMUNES

TN-P1



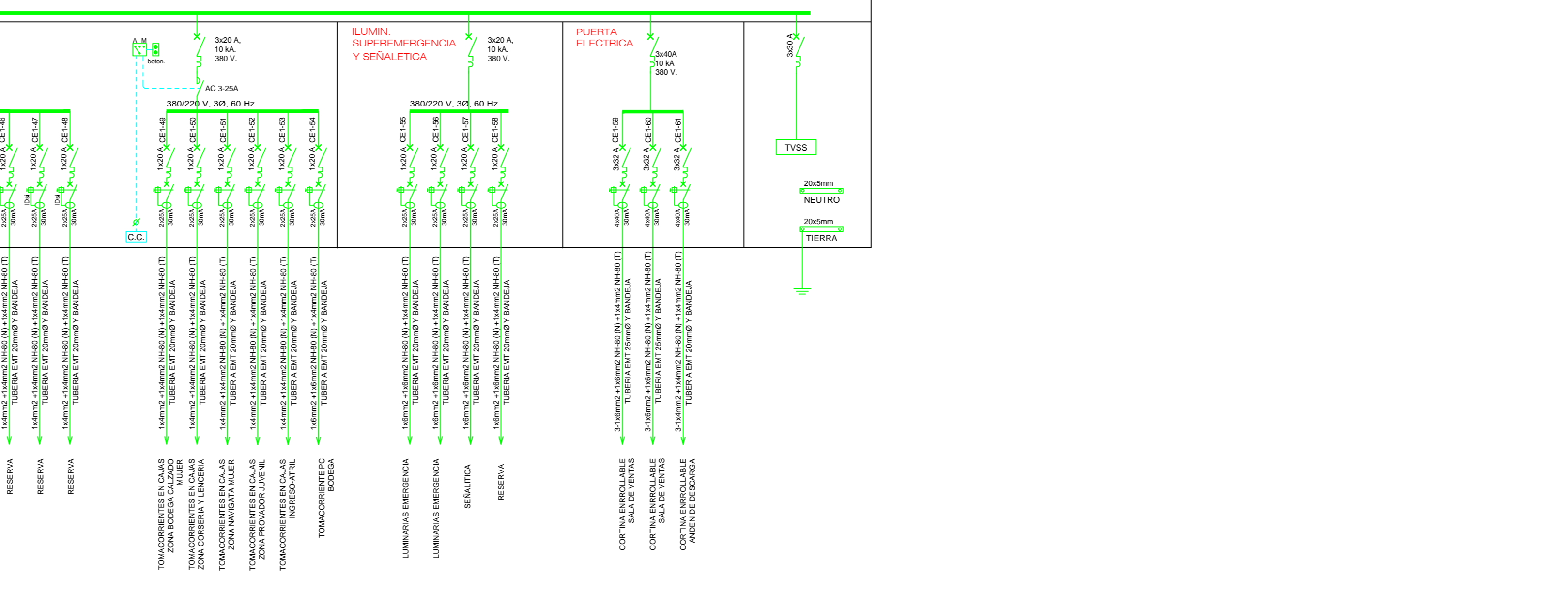
TABLEO SERV. EMERG.
SEALAS Y ZONAS COMUNES

TE-P1



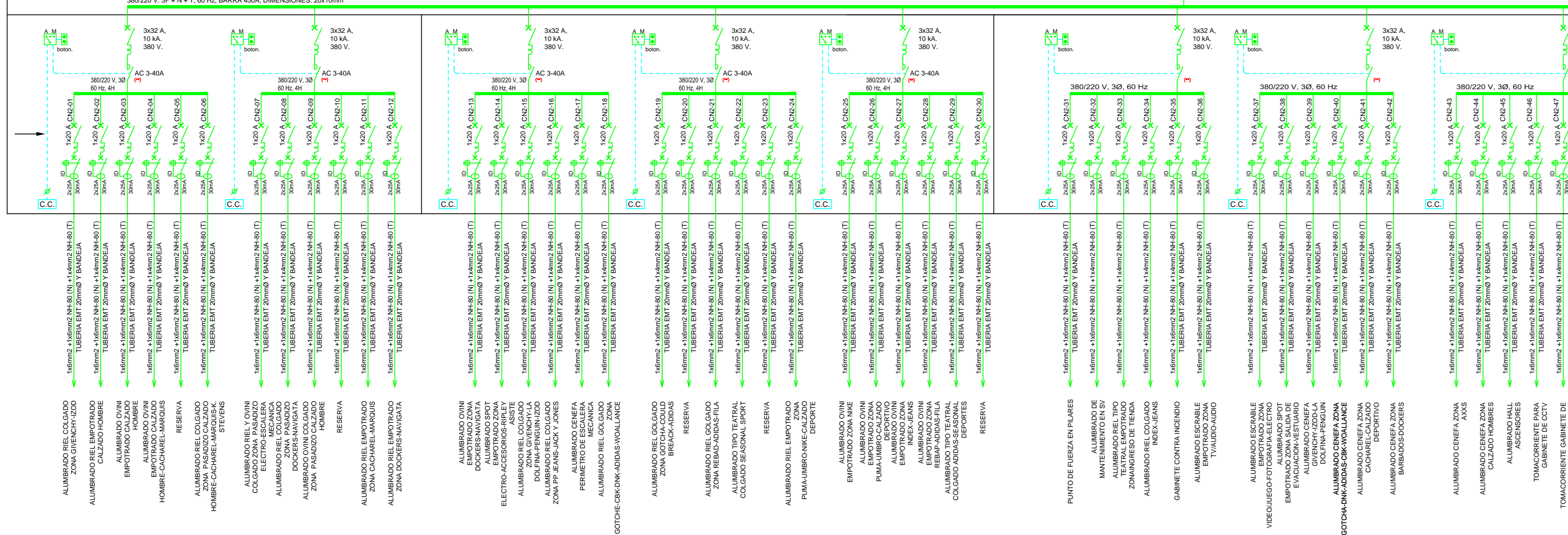
TABLEO SERV. EMERG.
SEALAS Y ZONAS COMUNES

TE-P1



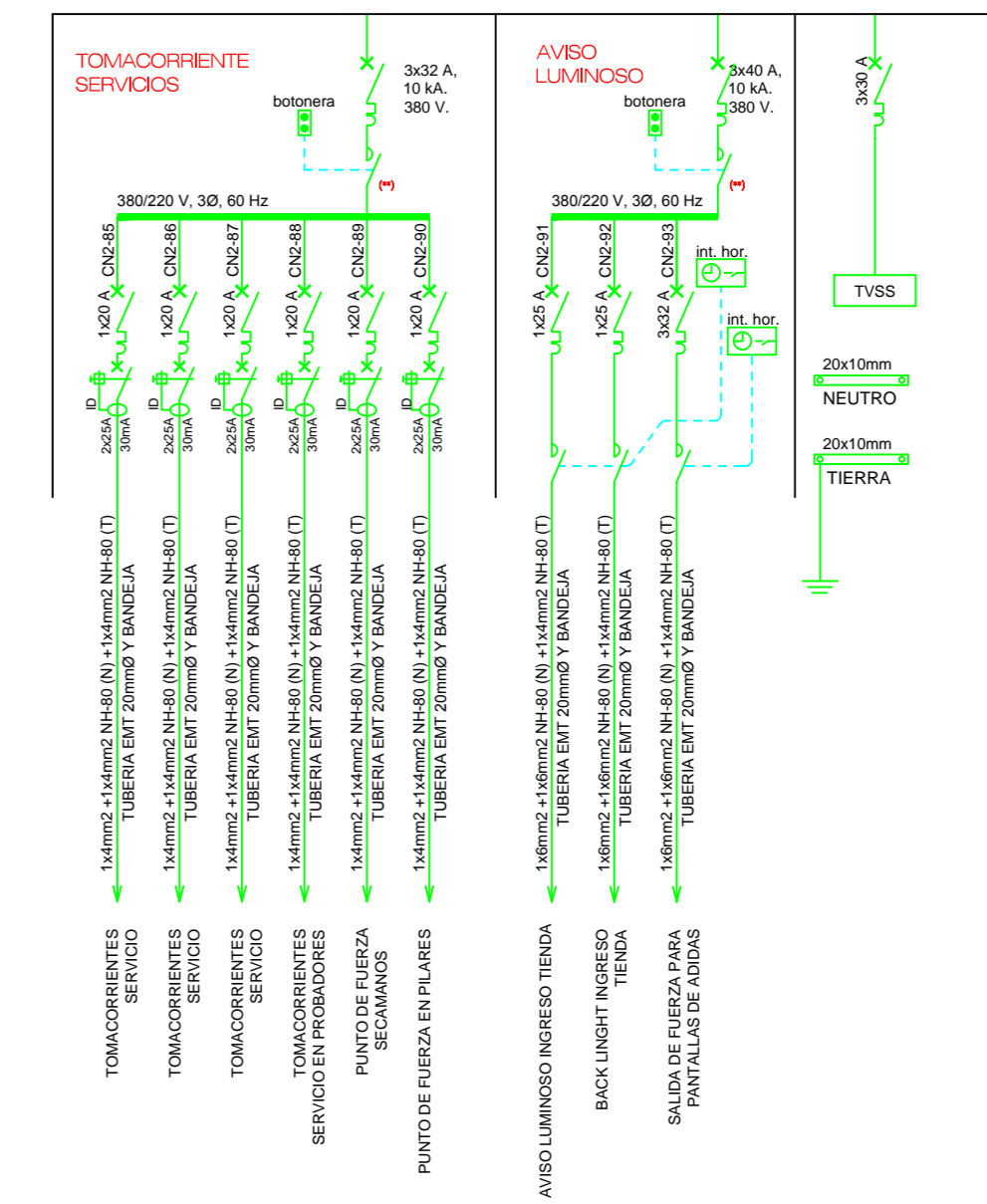
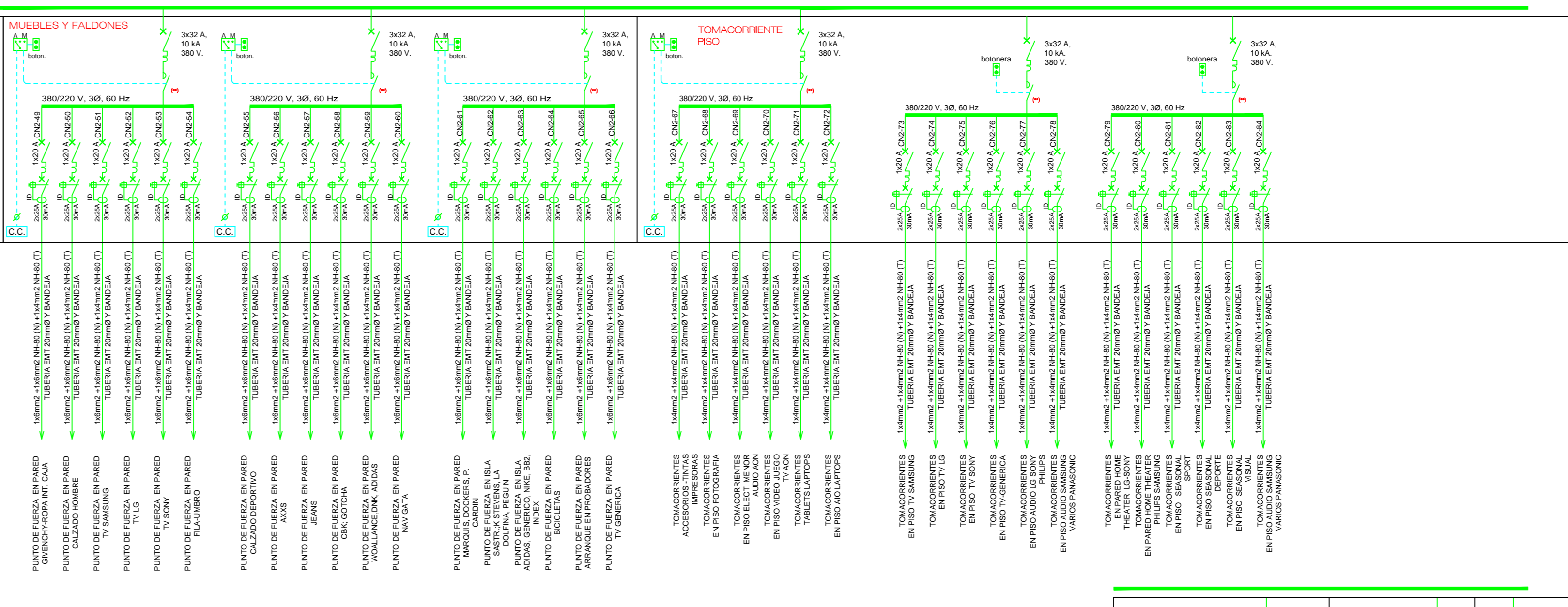
TABLEO SERV. NORMAL
SEALAS Y ZONAS COMUNES

TN-P2



TABLEO SERV. NORMAL
SEALAS Y ZONAS COMUNES

TN-P2



REMODELACIONES S.V.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16



IMPLEMENTACION
RIPLEY MALL DEL SUR
JUNIO, 2016 INDICADAS
Ripley, Mall del Sur, Pto. Las Pl. As Built.doc
EG AZR EG
DIAGRAMA UNIFILAR
INSTALACIONES ELECTRICAS
ING. ELMAN E. GARCIA TERRONES
CIP 139928
SELLY Y TRABAJO PROFESIONAL RESPONSABLE
IE-03

CALCULO DE FILTROS DE ARMONICAS CON POTENCIA DE COMPENSACION

Valores calculados		Valores de otras hojas		Ajuste		Se fijan los datos indicados, y se calcula un filtro ideal. Tambien se debe fijar un incremento armonico, y una cantidad de serie y paralelos.		
Datos						Tambien se debe fijar un incremento armonico, y una cantidad de serie y paralelos.		
60.0	frecuencia en Hz							
395.8	potencia neta del filtro kVA	530.0	2.0	kVA				
0.4	tension nominal de la red kV							
1.15	sobretension permanente							
4.75	armonica de sintonia		4.75			4.50	4.25	4.00
	601.3		3.0	A		otras armonicas de resonancia que se pretenden ajustando el reactor		
D	Y							
0.40	0.23	tension fund. sobre capacitores kV						
	0.38	Xc ohm	77.02	ohm				
	0.02	Xl ohm	3.41	ohm	3.80	4.26	4.81	reactor
	6947.77	Cf capacidad en microF	34.44	microF				
	0.045	LI inductancia en miliH	9.055	miliH	10.089	11.311	12.769	ajuste del reactor
0.46	0.26	tension maxima kV	100.00		111.42	124.91	141.02	% de ajuste
	0.600	incremento armonico kV	1.037					
	0.86	tension total kV	38.65	kV				100.0 %
	7.0	numero serie	7.0					
	0.12	tension capacitor kV	5.52	kV				Finalmente se fija la tension de los capacitores y su potencia individual recalculandose el filtro
	7.0	numero paralelos	7.0					
	39.9	potencia capacitor individual kVA	395.8	kVA				
	5865.8	potencia banco capacitores kVA	58176.7	kVA				

D e Y encabezan las columnas de valores, se indican los valores de tensiones D compuestas Y simples (estrella), estas ultimas son aplicadas a los capacitores conectados en estrella, que es la solucion normal.

Valores obtenidos del calculo armonicas		
1.037	valor eficaz kV	2.7 %
1.555	suma (inc. armonico kV)	4.0 %

3.0	corriente fundamental A	100.0 %
45.8	valor eficaz armonico A	1536.0 %
90.9	suma de armonicas A	3049.7 %
45.9	corriente eficaz total A	1539.2 %

Lima, 11 de Agosto de 2016

Proforma N° 0511-0816

Señores: **FQ INGENIEROS SAC**

Presente

Atención: Ing. Elman Garcia

Referencia: **FILTRO ACTIVO PARA ARMONICOS DE 60AMP.**

Estimados señores:

En atención a su solicitud, nos es grato cotizarles los artículos siguientes:

ITEM	CANT	DESCRIPCION	P.U.S/.	TOTAL S/.
1	1	Filtro Activo de 60 Amp. para Armonicos Especificación Técnica Voltaje de operación : 280-415V. Frecuencia de operación : 50-60 Hz. +/- 5% Corriente RMS : 60A. Modularidad : hasta 4 unidades. Armónicos a filtrar : conexión de 3 hilos: 20 armónicos individuales seleccionable desde el 2° hasta la 50°. Conexión de 4 hilos: 15 armónicos individuales seleccionable desde el 2° hasta la 50°. Eficiencia de filtrado : mejor a 97%. Grado de Filtrado: programable entre fases y entre fases y neutro. Potencia Reactiva: Factor de potencia programable desde 0.6 inductivo a 0.6 capacitivo. Comunicación : Modbus RTU a través de puerto RS-232 con software dedicado. Tiempo de respuesta : 40ms (10-90% filtrado) Potencia activa : < 3% de la potencia típica del equipo. Instalación : montaje en pared, entrada de cable por la parte inferior. Medio ambiente : instalación en ambiente interno. Temperatura de ambiente : -5°C a +40°C Humedad : 95% RH máximo. Altitud : 1000 msnm. Grado de protección : IP30.	S/. 51,843.70	S/. 51,843.70

Modelo: PQFS

Marca: ABB

Incluye:

- 3 Transformadores de Corriente - 800(Max.)/5A, clase 1

CONDICIONES COMERCIALES:

Forma de pago : 50 % contado saldo a tratar
Plazo de entrega : 12 - 14 semanas
Garantía : 1 año
Lugar de entrega : En Nuestros almacenes de Lima
Validez de oferta : 15 días

LOS PRECIOS NO INCLUYEN I.G.V. (18 %)

.....
GESCEL S.A.C.
Carlos Moreno Vasquez