



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 747453

Visto el Informe N° 279-2024-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 263-2024

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud del **Trabajo de Suficiencia Profesional** cuyo título es:

**“ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE EQUIPOS CRÍTICOS,
EN PLANTA DON CARLOS DE LA AGRÍCOLA DON RICARDO S.A.C.”**

Presentado por:

HERRERA FERNANDEZ, EDU MIGUEL

BACHILLER de la Facultad **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA** – Escuela Profesional de **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**. El resultado obtenido es un porcentaje de **UNO POR CIENTO (1%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 15 de Noviembre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

**AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE
NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS
HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO**

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



INFORME FINAL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Análisis de Calidad de la Energía Eléctrica de Equipos Críticos, en
Planta don Carlos de la agrícola Don Ricardo s.a.c.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnología Sostenible

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

BACH. EDU MIGUEL HERRERA FERNANDEZ

Ica - Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



DEDICATORIA

Este trabajo de suficiencia profesional va dedicado en primer lugar a Dios y a todas las personas que me ayudaron a seguir desarrollando este proyecto y me dijeron que no me dé por vencido y muy especialmente a mi mamá que siempre me dijo que estudiara y terminara la carrera todo el esfuerzo lo hice por ella y tengo el fruto de todos los esfuerzos.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



AGRADECIMIENTOS

Agradecido con mis padres por haberme apoyado en todo momento, por la motivación constante que han sabido darme en mis días buenos y malos que me ha permitido ser una persona con una muy buena autoestima, humilde, responsable, leal, perseverante y agradecido siempre.

Les agradezco mucho por confiar y creer en mí hasta el día de hoy, no me queda más que agradecerles mucho y darle la alegría que tanto quieren ellos que es de estar titulado.

Agradecer a todos los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica ya que ellos me inculcaron los conocimientos y valores que hoy en día lo pongo en práctica en mi vida personal como profesional.

Sin más, agradecer a la empresa Agrícola Don Ricardo s.a.c., por haberme dado la confianza de pertenecer a su grupo del área de mantenimiento.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	CAPÍTULO I: INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA.....	1
1.1.	CONTEXTO LABORAL.....	1
1.1.1.	Razón Social.....	1
1.1.2.	Rubro.....	1
1.1.3.	Ubicación / Dirección.....	1
1.1.4.	Ubicación Geográfica.....	1
1.1.5.	Organigrama.....	2
1.1.6.	Diagrama Flujo	2
1.1.7.	Funciones de Área.....	3
1.1.8.	Visión – Empleador.....	4
1.1.9.	Misión – Empleador.....	4
2.	CAPÍTULO II: TRAYECTORIA PROFESIONAL.....	5
2.1.	EXPERIENCIA LABORAL.....	5
3.	CAPÍTULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL.....	7
3.1.	OBJETIVO.....	7
3.1.1.	Objetivo General.....	7
3.1.2.	Objetivo Específicos.....	7
3.2.	DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	7
3.2.1.	Determinación del Problema.....	7
3.2.2.	Análisis del Problema.....	8



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



3.3. PROYECTO SOLUCIÓN.....	8
3.3.1. Cronograma de trabajo.....	8
3.3.2. Etapas de la investigación.....	9
3.3.3. Procesamiento de Datos.....	10
3.3.4. Equipos, Materiales e Instrumentos.....	10
3.3.5. Efectos adversos de la presencia de armónicos.....	14
3.3.6. Medición de Armónicos Eléctricos.....	15
3.3.7. Cálculo de valores eficaces y tasa de distorsión armónica THD.....	17
3.3.8. Dimensionamiento de Filtro Activo.....	18
3.3.9. Topología de conexión.....	19
3.3.10. Normativa Peruana.....	20
3.4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	21
3.4.1. Evaluación de Dimensionamiento.....	21
3.4.2. Evaluación de las Mediciones.....	26
3.5. EVALUACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	42
3.6. EVALUACION DE CANALIZACIONES ELECTRICAS PARA EL CABLEADO DE ALIMENTACION DE LOS EQUIPOS CRITICOS (BANDEJAS PORTACABLES, TUBERIAS CONDUIT)	43
3.7. MEDICION DE AISLAMIENTO DE EQUIPOS Y CABLES ELECTRICOS.....	44
3.8. EVALUACIÓN COSTO Y BENEFICIO.....	47
4. CAPÍTULO IV: APORTES A LA INSTITUCIÓN.....	49
CONCLUSIONES.....	50



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	54



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de Actividades para el Desarrollo del Proyecto.....	8
Tabla 2. Técnicas e instrumentos del informe.....	10
Tabla 3. Listado de equipos de Oficina para la redacción del trabajo.....	10
Tabla 4. Lista de Materiales para la Instalación del Filtro Activo.....	11
Tabla 5. Lista de Instrumentos para las Mediciones de los Parámetros Eléctricos.....	11
Tabla 6. Efectos perjudiciales de los Armónicos en los Equipos Críticos.....	15
Tabla 7. Valor de THD permitido por Normativa Peruana.....	20
Tabla 8. Especificaciones de Alimentación Alterna del Filtro Activo.....	23
Tabla 9. Especificaciones de Características Mecánicas del Filtro Activo.....	23
Tabla 10. Especificaciones de Características Ambientales del Filtro Activo.....	23
Tabla 11. Especificaciones de Características Eléctricas del Filtro Activo.....	24
Tabla 12. Especificaciones de Características de Comunicaciones del Filtro Activo.....	24
Tabla 13. Especificaciones de Características de Prestaciones del Filtro Activo.....	25
Tabla 14. Medidas Eléctricas en el Transformador.....	26
Tabla 15. Medidas Eléctricas en el Grupo Electrónico.....	30
Tabla 16. Medidas Eléctricas en el Compresor de Pistón.....	32
Tabla 17. Medidas Eléctricas en el Compresor de Tornillo.....	35



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Tabla 18. Medidas Eléctricas en la Unidad Condensadora.....	37
Tabla 19. Medidas Eléctricas en la Unidad Evaporadora.....	40
Tabla 20. Descripción de Componentes para Cableado en Canaleta	44
Tabla 21. Resistencia de Aislamiento en Cable.....	45
Tabla 22. Prueba de Aislamiento en Motores.....	46
Tabla 23. Prueba de Aislamiento en Transformadores.....	46
Tabla 24. Índice de Polarización y de Absorción.....	47
Tabla 25. Costo y Presupuesto de la Inversión del proyecto.....	48



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica del Centro Laboral.....	2
Figura 2. Organigrama de la Empresa.....	2
Figura 3. Diagrama de Flujo del Area de Mantenimiento	3
Figura 4. Aspecto del Multímetro Fluke Modelo 376 FC.....	11
Figura 5. Aspecto del Teluometro Prasek Modelo PR-522.....	13
Figura 6. Aspecto del Megohmetro Unit Modelo UT-526.....	13
Figura 7. Onda Senoidal con sus Parámetros.....	16
Figura 8. Onda Distorsionada Resultante de la suma de Armónicos.....	17
Figura 9. Conexión Topología Paralela.....	20
Figura 10. Aspecto del Filtro activo multinivel, Modelo AFQm-3WF-280C-690.....	21
Figura 11. Dimensiones Fisicas del Volumen del Filtro Activo.....	25
Figura 12. Transformador de la Planta.....	26
Figura 13. Grupo Electrogeno CAT de la Planta.....	29
Figura 14. Compresor de Pistón de la Planta.....	32
Figura 15. Compresor de Tornillo de la Planta.....	34
Figura 16. Unidad Condensadora del Sistema de Frio.....	36
Figura 17. Unidad Evaporadora de Túneles de Frio.....	39
Figura 18. Unidades Evaporadoras en Cámara de frio.....	39



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Figura 19 Diagrama de Conexión de Megohmetro a Pozo de Tierra.....42

Figura 20 Vista Frontal de la Canaleta y la Estructura que la Soporta.....43

Figura 21 Vista frontal de la Canaleta y el Tubo Conduit.....44



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



RESUMEN

Cumpliendo con los reglamentos establecidos de grados y títulos correspondientes y con el objetivo planteado de obtener el título profesional de ingeniería electrónica, dispongo el tema planteado como sustento de mi proyecto de suficiencia profesional, titulado: **“Análisis de Calidad de la Energía Eléctrica de Equipos Críticos en planta Don Carlos de la agrícola Don Ricardo s.a.c.”**

En la descripción de mi proyecto, detallo la metodología de trabajo en análisis de calidad de la energía eléctrica, que está basada en la Planificación, Mejora (análisis de datos de las mediciones realizadas periódicamente), Dimensionamiento de un equipo filtrador de armónicos, esto con el objetivo de mejorar el sistema de la red eléctrica y asegurar el óptimo rendimiento de los equipos críticos de la planta y evitar paradas imprevistas en el proceso del producto.

Por ello pongo a disposición mi trabajo de suficiencia profesional, para que sirva de gran apoyo a estudiantes y profesionales, para así implementar y aportar en el desarrollo del Perú.

Palabras clave: Optimización de fabricación, Filtro activo, Fiabilidad y Seguridad.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



ABSTRAC

Complying with the established regulations of degrees and corresponding titles and with the stated objective of obtaining the professional title of electronic engineering, I have the subject raised as support for my project of professional sufficiency, entitled: "**Analysis of the Quality of the Electric Power of Critical Equipment in the Don Carlos plant of the agricultural Don Ricardo s.a.c.**"

In the description of my project, I detail the work methodology in electrical power quality analysis, which is based on Planning, Improvement (data analysis of measurements carried out periodically), Sizing of a harmonic filtering equipment, this with the objective of improving the electrical network system and ensuring optimal performance of the critical equipment of the plant and avoiding unforeseen stops in the product process.

For this reason, I make my professional proficiency work available, so that it can serve as a great support to students and professionals, in order to implement and contribute to the development of Peru.

Keywords: Performance optimization, Active filter, Reliability and Safety.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



INTRODUCCIÓN

En las empresas de producción de bienes, alimentos y consumo masivo podemos encontrar diversos tipos de máquinas eléctricas como motorreductores en líneas de producción, compresores, evaporadores, condensadores en sistema de frío, etc.

Podemos notar que las maquinas son parte fundamental para que el proceso de una planta industrial se lleve a cabo de manera óptima ya que facilita el traslado, clasificación del producto a procesar, y sobre todo en la conservación y almacenamiento en los túneles y cámaras de frío, las maquinas que componen el sistema de refrigeración son una de las maquinas más importantes que existe ya que gracias a estas es que se puede conservar estos productos por un tiempo prolongado hasta su despacho.

En la planta donde se propone implementar este el proyecto es en la zona de la subestación, donde se podría instalar el filtro activo con una conexión tipo topológica paralela a la salida del transformador donde se suministra la alimentación de energía eléctrica a los equipos de la planta, son las áreas donde se encuentran los equipos críticos, la zona de pre cámara, sala de proceso, túneles y cámaras de frío y sala de máquinas (Sadema).

Descrito las zonas de los equipos críticos, el equipo que filtrará los armónicos y corregirá la señal eléctrica que alimenta a estos equipos es el filtro activo.

Este filtro activo al mejorar la calidad de energía eléctrica hará que los equipos críticos trabajen de manera óptima sin imprevisto, además de seguir los lineamientos y normas técnicas eléctricas del cableado estructurado y del sistema de puesta a tierra de la red eléctrica.



1. CAPÍTULO I: INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

1.1. Contexto Laboral

1.1.1. Razón Social

La razón social de la empresa es Agrícola Don Ricardo S.A.C, con Registro Único de Contribuyente N° 20293718220.

1.1.2. Rubro

Es una empresa productora, procesadora y comercializadora de uvas de mesa, cítricos, paltas y arándanos de altísima calidad ubicada en el Valle de Ica, Perú.

1.1.3. Ubicación / Dirección

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Ica, específicamente siendo su dirección el siguiente caserío santa rosa A-77 san José de los molinos - Ica - Ica.
Oficina: Jr. Montero rosa 233 of 802 chacarilla, surco – Lima – Lima.

1.1.4. Ubicación Geográfica

A continuación, se tiene la Figura 1, que muestra la ubicación geográfica en vista de planta del centro laboral.

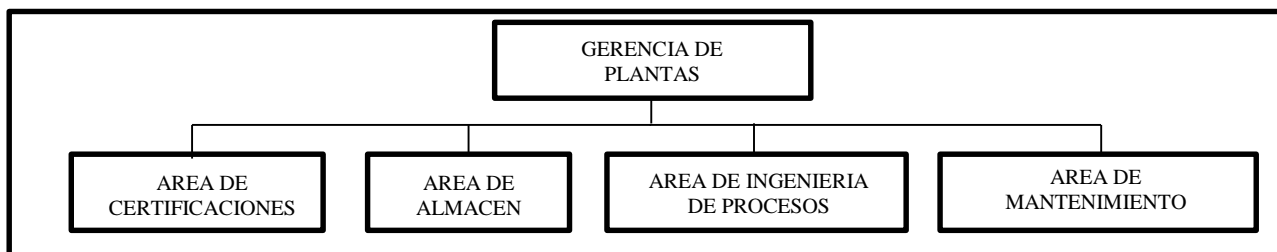
FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CENTRO LABORAL



1.1.5. Organigrama

A continuación, se muestra la Figura N°2

FIGURA 2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

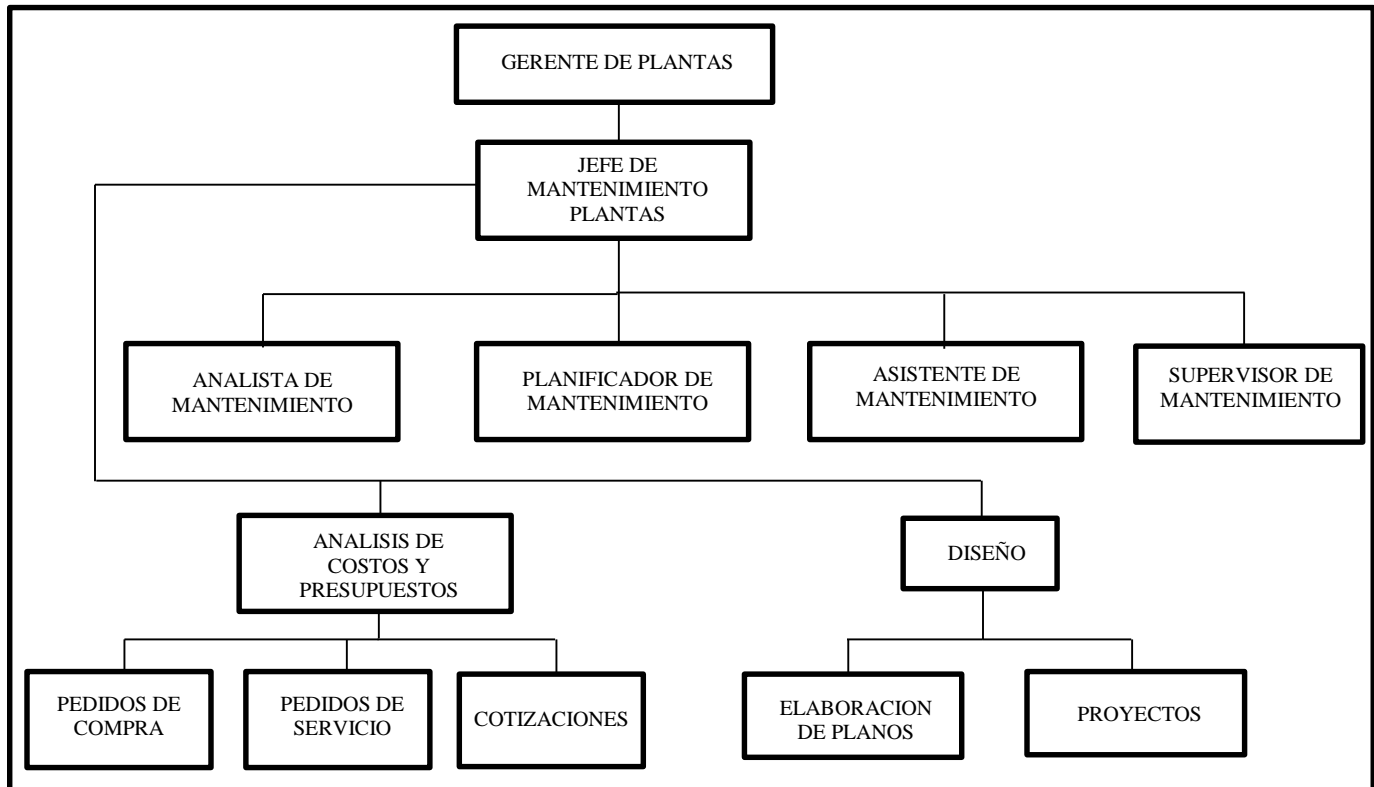


Fuente: Agrícola Don Ricardo S.A.C

1.1.6. Diagrama Flujo

A continuación, se tiene la Figura N°3, que muestra los flujos del área encargada.

FIGURA 3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO



Fuente: Agrícola Don Ricardo S.A.C

1.1.7. Funciones de Área

El cargo que desempeño actualmente en la empresa AGRICOLA DON RICARDO es de AUXILIAR ADMINISTRATIVO DE MANTENIMIENTO, en este puesto me dedico a la gestión, seguimiento de formatos y registros para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, actualizar la información y control de los equipos de toda la planta, pedidos de compra de repuestos y materiales. A fin de brindar soluciones y mejoras de las máquinas que son parte de los procesos del producto a exportar, durante este periodo me eh trazado objetivos de aportar mis conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Mi misión: Es lograr cumplir todas mis metas propuestas, teniendo éxito en todo lo que realice. Pensando en un buen futuro, lleno de posibilidades y tratando siempre de aprovecharlas con la mejor actitud posible y dejar un legado a futuro.

Visión: Ser un profesional destacado y reconocido, acompañando procesos de transformación personal y organizacional; manteniendo los valores de servicio que me caracterizan.

1.1.8. Visión - Empleador

En AGRICOLA DON RICARDO contamos con una visión táctica para brindar beneficios a nivel social y lo más importante, establece compromiso para todos nuestros clientes. La visualización que se tiene es ser una empresa líder en su rubro, conducida por valores de donde todas las metas son posibles.

En AGRICOLA DON RICARDO nos comprometemos con los clientes, proveedores, empleados, profesionales y los posibles candidatos a establecerse en nuestras oficinas.

AGRICOLA DON RICARDO es una empresa agroindustrial que se caracteriza por cultivar productos de calidad para la satisfacción de nuestros clientes.

1.1.9. Misión - Empleador

AGRICOLA DON RICARDO es una empresa que cree por encima de todo en las personas y en su desarrollo personal, un lugar donde las personas trabajen en un armonioso ambiente laboral. AGRICOLA DON RICARDO apuesta por el mejor talento siendo su misión cultivar lo mejor de sus productos para la exportación.



2. CAPÍTULO II: TRAYECTORIA PROFESIONAL

2.1. Experiencia Laboral

A lo largo de la vida profesional se va adquiriendo conocimientos y experiencias que refuerzan las bases de lo aprendido en la Universidad. A continuación, en los siguientes numerales se presenta la trayectoria profesional en orden cronológica.

1. Agrícola Don Ricardo S.A.C.: **(Noviembre 2017 – Enero 2018; Julio 2018 – Septiembre 2018; Noviembre 2018 – Enero 2019; Junio 2019 – Septiembre 2019; Noviembre 2019 – Enero 2020; Julio 2020 – Agosto 2020; Enero 2021 – Febrero 2021; Noviembre 2022 – Actualidad)**

- Cargo Actual: Auxiliar administrativo de mantenimiento
- Funciones: seguimiento de formatos y registros para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, actualizar la información y control de los equipos de toda la planta, costos, cálculos.

Seguimiento a pedido de compras, pedido de servicios, hacer requerimientos internos de herramientas, materiales y/o repuestos, consumibles etc. Mantener el stock de consumibles de alta rotación.

2. Mega Estructuras S.A.C.: **(Mayo 2022 –Noviembre 2022)**

- Cargo: Auxiliar de mantenimiento electrónico y electromecánico
- Funciones: mantenimiento preventivo y correctivo de amoladoras, máquinas de soldar, sistema hidráulico, sistema neumático, manifold de aire, sensores inductivos y magnéticos, electroválvulas, tarjetas electrónicas, tableros eléctricos, instalación de luminarias, mantenimiento a plegadoras, prensas hidráulicas, taladros magnéticos.

Requerimiento de repuestos y componentes para el mantenimiento.

Reporte diario de actividades e informes mensuales de proyectos y mantenimientos

3. Icatom S.A.: **(Julio 2021 – Abril 2022)**

- Cargo: Auxiliar de mantenimiento
- Funciones: mantenimiento preventivo y correctivo de calderos, regeneración de



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



ablandadores de agua, operación de calderos, montaje y desmontaje de sistemas hidráulicos y neumáticos, cableado estructurado, medición de aislamiento de motores, operación de control de procesos (manejo de variadores, plc y controladores), mantenimiento preventivo y correctivo de líneas de producción, bombas de agua.

4. Frutas Inteligentes S.A.C: (Septiembre 2020 – Enero 2021)

- Cargo: Técnico eléctrico - Electrónico
- Funciones: armado y cableado de tableros eléctricos, soldar conectores circulares de 4 y 5 polos haciendo uso de cautín, estaño y pasta de soldar.

Instalación de sensores inductivos para motores de corriente continua, prueba de sensores inductivos haciendo uso de fuente reguladora de voltaje, instalación de motores trifásicos AC y configuración de variadores de velocidad.



3. CAPÍTULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL

3.1. Objetivo

3.1.1. Objetivo General

El presente proyecto tiene como objetivo general analizar y proponer una mejora en la calidad de energía eléctrica de los equipos críticos de la planta.

3.1.2. Objetivo Específicos

Los objetivos específicos se mencionan a continuación:

- Realizar análisis de las mediciones de los parámetros eléctricos de los equipos.
- Software de simulación Matlab/Simulink.
- Proponer la implementación de un filtro activo para eliminar los armónicos y mejorar la operatividad de los equipos.
- Evaluar optimización haciéndolo económico y seguro.

3.2. Determinación y Análisis del Problema

3.2.1. Determinación del Problema

Hoy en día el mundo de la electrónica de potencia se encuentra en todas las industrias tanto que se ha vuelto imprescindible su uso sobretodo en el área de la automatización.

No obstante, nos han acarreado un grave problema para la distribución y consumo de electricidad: los armónicos de corriente eléctrica.

Podemos aproximar el concepto de distorsión armónica a una “malformación de la corriente eléctrica que llega a nuestros hogares y a las empresas. Esta malformación esta originada por los



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



equipos electrónicos que consumen energía eléctrica de una forma no lineal, es decir, de una forma no continua en el tiempo.

Se reportan regularmente incidencias como disparos intempestivos de interruptores automáticos y diferenciales, sobrecalentamiento en los conductores y carcasa de las máquinas, vibraciones en tableros eléctricos.

3.2.2. Análisis del problema

Es por ello que se decidió analizar estudiar las ondas eléctricas de corriente y voltaje con la que trabajan los equipos críticos usando los instrumentos adecuados:

- Mediciones de parámetros eléctricos en puntos de alimentación de equipos críticos.
- Realizar el cálculo de THD con las medidas obtenidas de voltaje y corriente en el punto de alimentación de equipos críticos.
- Evaluación de la propuesta de implementar el filtro activo para la eliminación de armónicos.

3.3. Proyecto Solución

Después de haber obtenido los datos de las mediciones y analizado estos datos con las formas de onda, se procederá a implementar un filtro activo.

3.3.1. Cronograma de trabajo

En la siguiente Tabla 1, se muestra el cronograma de trabajo establecido.

TABLA 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	AÑO 2023											
	MAYO				JUNIO				JULIO			
	Semana				Semana				Semana			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
RECOLECCIÓN DE DATOS												



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES	AÑO 2023											
	MAYO				JUNIO				JULIO			
	Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección de información de los equipos críticos		■										
Mediciones de valores eléctricos			■									
Interpretación de las mediciones eléctricas.				■								
Reunión con el área técnica de mantenimiento				■								
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN												
Digitación de datos en software Excel						■						
Dibujo e interpretación del plano eléctrico del filtro seleccionado							■	■				
Ordenar datos mediante tablas y cálculos referenciales									■	■		
Redacción de trabajo									■	■	■	■
Selección de datos a utilizar									■	■	■	
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y TOMA DE DECISION												
Selección del filtro activo											■	
Analizar la implementación												■
Dimensionamiento del sistema											■	
Evaluación del sistema de puesta a tierra y del cableado estructurado de la planta											■	■
Conclusiones y Recomendaciones												■
Integrar Anexos												■

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Etapas de la investigación

3.3.2.1. Recolección de datos

El presente trabajo será elaborado como base de enfoque mixto, se recolectará y analizará los datos proporcionados por parte del área de mantenimiento a la cual pertenezco.

En la siguiente Tabla 2, se muestra el enfoque del informe de trabajo.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



TABLA 2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DEL INFORME

Enfoque	Técnicas	Instrumentos
MIXTO	-Observación	- Hoja de datos
	-Toma de medidas	-Uso de multímetro - Hoja de datos

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Procesamiento de Datos

El presente trabajo de suficiencia profesional utilizará para el procesamiento de los datos el software estadístico de MS Office Excel con ello se tendrán relaciones, tablas donde se procesará la información recolectada.

El software Matlab/Simulink se utilizará para implementar el circuito del equipo a analizar, posteriormente insertar los datos medidos y generar la forma de onda.

3.3.4. Equipos, Materiales e Instrumentos

- Equipos:

En la siguiente Tabla 3, se muestra el listado de equipos a utilizar.

TABLA 3. LISTADO DE EQUIPOS DE OFICINA PARA LA REDACCION DEL TRABAJO

Ítem	Equipo	Marca	Cantidad	Unidad	Uso
1	Computadora de escritorio	DELL	1	Und.	- Simulación de circuitos y cálculos eléctricos
2	Impresora	EPSON	1	Und.	-Impresión de planos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

- Materiales:



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



En la siguiente Tabla 4, se muestra el listado de materiales.

TABLA 4. LISTA DE MATERIALES PARA LA INSTALACION DEL FILTRO ACTIVO

Ítem	Material	Cant.	Unidad	Uso
1	Filtro activo	1	Und.	Filtrado de armónicos de la red eléctrica
2	Interruptor diferencial 63A	1	Und.	Protección del circuito del filtro
3	Terminal de cobre tipo ojo	8	Und.	Conexión de los cables
4	Cable THW calibre 8 AWG	10	Mts.	Conexión del filtro hacia la red eléctrica

Fuente: Área Técnica de Mantenimiento

- Instrumentos:

En la siguiente Tabla 5 se muestra el listado de instrumentos de precisión.

TABLA 5. LISTA DE INSTRUMENTOS PARA LAS MEDICIONES DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS

Ítem	Instrumento	Marca	Cantidad	Unidad
1	Multímetro Fluke 376 FC	Fluke	1	Und.
2	Telurómetro Prasek PR-522	Prasek	1	Und.
3	Megometro UNI-T UT 526	UNI-T	1	Und.

Fuente: Área Técnica de Mantenimiento

FIGURA 4. ASPECTO DEL MULTÍMETRO FLUKE MODELO 376 FC



Fuente: <https://arregaindustrial.com/productos/fluke/amperímetros/pinza-amperimetrica-fluke-376-fc-con-iflex/>

Multímetro con Pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz de CA/CC Fluke 376 FC

Características y ventajas Fluke 376FC:

- La sonda de corriente flexible iFlex amplía el rango de medida hasta 2.500 A de CA del Fluke 376FC.
- CAT IV 600 V, CAT III 1000 V.
- Medición precisa de corriente y tensión alterna (CA) mediante el uso de verdadero valor eficaz, adecuado para señales no lineales.
- Funcionalidades que incluyen la captura automática de variaciones mediante registros de corriente de entrada, proporcionando valores mínimo, máximo y promedio.
- El filtro paso bajo integrado y el procesamiento de señales avanzado permiten su uso en entornos con gran ruido eléctrico, proporcionando lecturas estables para el Fluke 376FC.

- La tecnología propiedad de Fluke se emplea para medir la corriente de arranque, utilizando un filtro de ruido para capturar con precisión la corriente tal como la percibe el sistema de protección del circuito.
- El diseño del Fluke 376FC ergonómico se adapta a la mano y la puede utilizar incluso si lleva un equipo de protección personal.
- Su pantalla de gran tamaño, retroiluminada y fácil de leer, ajusta automáticamente el rango de medición adecuado, eliminando la necesidad de cambiar la posición del selector durante la medición.

FIGURA 5. ASPECTO DEL TELUOMETRO PRASEK MODELO PR-522



Fuente: <https://irelectronics.pe/producto/teluometro-digital-4000-ohm-prasek-pr-522/>

El "telurómetro" es un dispositivo utilizado para medir la resistencia de conexión a tierra.

FIGURA 6. ASPECTO DEL MEGOHMETRO UNIT MODELO UT-526



Fuente: <https://www.aibitech.com/electronica-instrumentos-de-medicion/megometro/megometro-digital-uni-t-ut-526-insulation-resistance-1000v-ac-dc-400v-comprobacion-rcd-9952.html>

El "megóhmetro" es un instrumento de medición que evalúa la resistencia de aislamiento de componentes eléctricos o electromecánicos, expresándolo en megaohmios ($M\Omega$). Es comúnmente utilizado en la fabricación y mantenimiento de motores eléctricos, transformadores, generadores eléctricos, sistemas de aislamiento, cables, entre otros.

3.3.5 Efectos adversos de la presencia de armónicos

La presencia de armónicos de corriente en el sistema eléctrico se les denomina fenómenos estables puesto que se encuentran de forma periódica ya que la distorsión que generan se produce de manera continua, a diferencia de otros fenómenos temporales o transitorios como lo son descargas eléctricas o caídas de tensión que tiene una duración de casi imperceptible en el orden de milisegundos que aunque también resultan perjudiciales, ante los efectos de la presencia de armónicos terminan siendo efectos menos adversos sobre el sistema eléctrico y los equipo que lo conforman ya que su estado no es estable; a



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



continuación se presentan 2 de los fenómenos más comunes derivados de la presencia de armónicos.

- Resonancia: Este fenómeno es producido cuando dispositivos electrónicos como capacitores e inductores se encuentran en un sistema de distribución con presencia de distorsión armónica, lo que produce el fenómeno es obtener valores picos de impedancia que varían tanto el voltaje como la corriente en dicho sistema de distribución. (Palomino Noa & Mendoza Boza, 2019).

- Aumento de pérdidas: El aumento de pérdidas se debe al efecto Joule ya que, al tener una corriente eficaz superior a la corriente fundamental debido a la presencia de armónicos, se genera un aumento de temperatura lo que aumentara las perdidas en los conductores, esto puede afectar a equipos eléctricos como transformadores y condensadores.

En la Tabla N°7 se muestran algunos de efectos indeseados por la presencia de armónicos sobre componentes del sistema eléctrico.

TABLA 6. EFECTOS PERJUDICIALES DE ARMÓNICOS EN LOS EQUIPOS CRITICOS

Equipos Críticos	Efectos
Transformador	<ul style="list-style-type: none">- Sobrecalentamiento de los devanados- Perdida de aislamiento- Disminución del rendimiento- Saturación del transformador
Grupo Electrógeno	<ul style="list-style-type: none">- Dificultad de sincronización automática y posterior conmutación
Motores de compresor y evaporador (Sistema de frio)	<ul style="list-style-type: none">- Sobrecalentamiento de los devanados- Perdida de aislamiento térmico por calentamiento- Perdidas en el cobre y en el hierro- Disminución del rendimiento- Reducción del par- Vibraciones en el eje

Fuente: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/EL5203/1/material_docente/bajar?id_material=384495

3.3.6. Medición de Armónicos Eléctricos



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Las ondas distorsionadas por armónicos pierden su característica sinusoidal, convirtiéndose así en ondas periódicas no sinusoidales, estas ondas están en función de la magnitud y desfase de los armónicos presentes y al ser una señal periódica pueden ser descompuestas a través de las Series de Fourier, la cuales permiten obtener una función matemática de la señal en base a su componente fundamental.

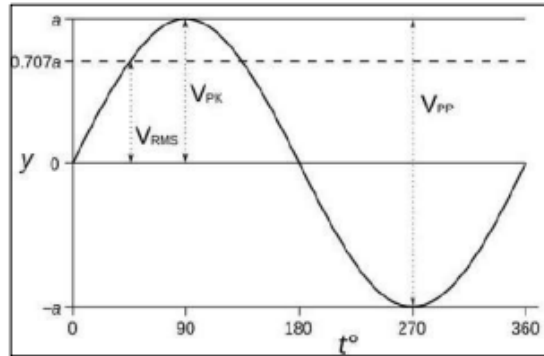
El análisis de Fourier es una herramienta matemática utilizada para el tratamiento y procesamiento de señales continuas, haciendo uso de estas series se puede descomponer una señal periódica y expresarla en función de señales sinusoidales en base a las magnitudes y frecuencias existentes dentro de la señal.

Al obtener cada componente armónico tanto en magnitud como en fase se puede cuantificar el efecto de estas componentes sobre la fundamental y crear métricas que ayuden a medir la contaminación armónica en sistemas eléctricos.

¿Que son armónicos?

Son alteraciones en la frecuencia real de la señal eléctrica que surgen internamente en las instalaciones. Estas alteraciones provocan descensos en la tensión, lo que puede causar una variedad de problemas tanto a corto como a largo plazo.

FIGURA 7. ONDA SENOIDAL CON SUS PARAMETROS



Fuente: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/EL5203/1/material_docente/bajar?id_material=384495

Donde:

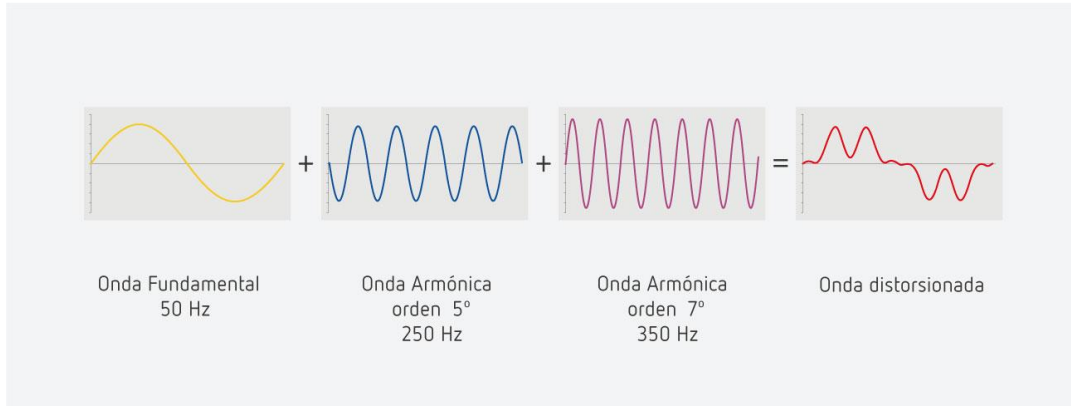
V_{RMS} : Tensión Eficaz

V_{PK} : Voltaje pico

V_{PP} : Voltaje pico-pico

En la siguiente grafico se muestra las formas de onda de los armónicos con la onda resultante. Ver Anexo A

FIGURA 8. ONDA DISTORSIONADA RESULTANTE DE LA SUMA DE ARMONICOS



Fuente: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/EL5203/1/material_docente/bajar?id_material=384495

3.3.7. Cálculo de valores eficaces y tasa de distorsión armónica THD

¿Qué es THD?

La distorsión armónica total, o THD, señala la cantidad de armónicos presentes en las formas de onda de voltaje y corriente, lo que indica el grado de distorsión en la forma de onda resultante. Es una forma de medir la calidad de la fuente de alimentación. Indica la cantidad de un componente armónico que contienen las formas de onda de voltaje y corriente, y sirve como un indicador de la extensión de la distorsión de la forma de onda que se produce como resultado.

- 1era ecuación

$$I_{RMS} = \sqrt{I_f^2 + I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}$$

Donde:



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



I_{RMS} : Corriente Eficaz Total

I_1, I_2, I_3, I_n : Son valores eficaces de los armónicos

I_f : Corriente eficaz de la onda fundamental

- 2da ecuación

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_f} \times 100\%$$

Donde:

THD_V : Tasa de distorsión Armónica del voltaje de la señal eléctrica

V_1, V_2, V, V_n : Son valores eficaces de voltaje de los armónicos

V_f : Voltaje eficaz de la onda fundamental

- 3ra ecuación

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_f} \times 100\%$$

Donde:

THD_I : Tasa de distorsión Armónica de la corriente de la señal eléctrica

I_1, I_2, I, I_n : Son valores eficaces de corriente de los armónicos

I_f : Corriente eficaz de la onda fundamental

3.3.8. Dimensionamiento de Filtro Activo



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



- 4ta ecuación

$$I_{Potencia\ Reactiva\ fases} = \frac{Q_{fase}}{V_{fase}}$$

Donde:

$I_{Potencia\ Reactiva\ fases}$: Corriente de la potencia reactiva de fase

Q_{fase} : Potencia Reactiva en fase

V_{fase} : Voltaje de fase

- 5ta ecuación

$$I_{equilibrado\ fases} = \text{El valor mas grande de } \begin{matrix} \Rightarrow & I_{media} - I_{minima} \\ & I_{maxima} - I_{media} \end{matrix}$$

Donde:

$I_{equilibrado\ fases}$: Corriente de fases equilibrada de la red eléctrica que alimenta al filtro

$I_{media}, I_{minima}, I_{maxima}$: Corrientes de fases de la red eléctrica que alimenta al filtro

- 6ta ecuación

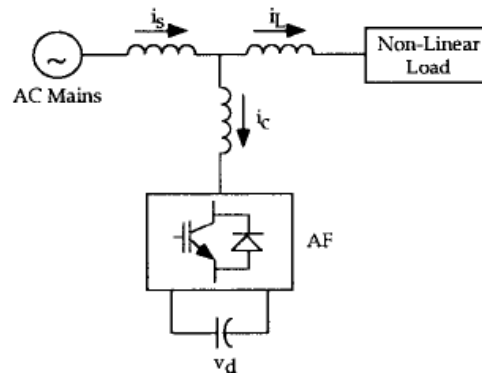
Quedando en la siguiente ecuación para hallar la corriente nominal del filtro activo que se instalara

$$I_{Filtro\ Activo} = \sqrt{I_{RMS}^2 + I_{Potencia\ Reactiva\ fases}^2 + I_{equilibrado\ fases}^2}$$

3.3.9. Topologías de conexión

Las topologías, paralela, serie y serie/paralela, son las más comunes en la industria. Para este proyecto usaremos la topología paralela. Ver Anexo B

FIGURA 9. CONEXIÓN TOPOLOGIA PARALELA



Fuente: Carlos Hernández “Control de un filtro activo paralelo basado en un convertor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos”. pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

3.3.10. Normativa Peruana.

En la normativa publicada por el Ministerio de energía y Minas en el decreto supremo D.S. N° 009-1999-EM se establece la tolerancia de la tasa total de distorsión armónica en porcentaje a la tensión nominal de suministro o de la corriente de la fundamental, esta tasa debe ser medida en el PCC (Punto de Acoplamiento Común). Si los valores mostrados en la Tabla 7 son superados se considera que el sistema tiene una baja calidad de energía eléctrica.

TABLA 7. VALOR DE THD PERMITIDO POR NORMATIVA PERUANA

Sistema de alimentación	Alta Tensión	Media y Baja Tensión
THD	3%	8%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2011).

Si se llegase a realizar la medición en el PCC de un suministro y se demostrase que estos no cumplen con el estándar fijado de la norma, los suministradores deberán compensar a sus respectivos clientes que son alimentados por este suministro, sin embargo, para los clientes que individualmente excedan los parámetros establecidos en la norma no serán

sancionados por contribuir al deterioro en la calidad de energía eléctrica.

3.4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

3.4.1. Evaluación de Dimensionamiento

Para este Proyecto se seleccionó el siguiente Filtro Activo:

FIGURA 10. ASPECTO DEL FILTRO ACTIVO MULTINIVEL, MODELO AFQm-3WF-280C-690



Fuente: <https://circuitur.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

AFQm-3WF-280C-690, Filtro activo multifunción, 3 hilos

Código: R7JF9F.

- Sistema: 3 hilos, 400...690 V
- Corriente de fase (A): 280
- Corriente de cresta (A): 560



- Fijación: En suelo

3.4.1.1. DESCRIPCIÓN

Los filtros activos, equipados con tecnología multinivel AFQm y diseñados para ser montados en la pared, representan la solución más integral para abordar los problemas de calidad que afectan a instalaciones industriales, comerciales o de servicios en sistemas trifásicos. Estos filtros no solo abordan los armónicos, sino también el consumo de potencia reactiva. Las características y funciones implementadas son las siguientes:

- Capacidad unitaria de filtrado para corrientes de 30 A, 75 A y 100 A.
- Pequeño armario que se instala en pared. Facilidad en instalación por dimensiones.
- Gama para instalaciones de 3 hilos (modelo 3W) o 4 hilos (modelo 4W).
- Multirango de tensión y frecuencia (50/60 Hz)
- Reducción de las corrientes armónicas hasta el orden de 50° armónico.
- Frecuencias armónicas a filtrar seleccionables para lograr la máxima eficacia del filtro.
- Compensación de potencia reactiva (inductiva/capacitiva).
- Equilibrado de las corrientes de fase, mejora de consumo en el neutro (modelo 4W)

En caso de necesitar una mayor capacidad de filtrado, es posible conectar hasta un máximo de 100 filtros en paralelo. Es importante que los filtros sean del mismo modelo y tengan 3 o 4 hilos.

3.4.1.2. APLICACIONES

Esta solución es óptima para instalaciones con numerosas cargas tanto monofásicas como trifásicas que generen armónicos, como computadoras, UPS, iluminación, ascensores, aires acondicionados con variadores de frecuencia, entre otros. También es adecuada para instalaciones que buscan mejorar la calidad del suministro eléctrico con el objetivo de aumentar la eficiencia de la producción o garantizar una mayor continuidad en el suministro del sistema. Para mayor detalle de las especificaciones técnicas ver en el Anexo C

3.4.1.3. ESPECIFICACIONES

TABLA 8. ESPECIFICACIONES DE ALIMENTACION ALTERNA DEL FILTRO ACTIVO

ALIMENTACIÓN EN ALTERNA	
Categoría de la instalación	4 kV, CAT III Clase 1
Frecuencia	50 / 60 Hz ($\pm 5\%$)
Tensión Nominal	208 - 550 V~ F-F ($\pm 10\%$)

Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

TABLA 9. ESPECIFICACIONES DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL FILTRO ACTIVO

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Tamaño (mm) ancho x alto x fondo	608 x 1890 x 812 (mm)
Ruido	< 79 dBA
Sección en cables de comunicaciones	RS-485: 2,5 mm ²
Sección de cable en bornes alimentación	Red: $\varnothing 23$ mm
Sección del cable en bornes de corriente	2,5 mm ²
Tipo de conexión	Red: Terminal anilla M8, Tierra: Terminal anilla M10, Corriente: conector 6 polos, RS-485: conector 3 polos, Ethernet: RJ-45
Peso Neto (kg)	363

Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

TABLA 10. ESPECIFICACIONES DE CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL FILTRO ACTIVO

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
Grado de protección	IP 21 (IP 41 bajo demanda) / IK10
Humedad relativa (sin condensación)	0 ... 95 %
Temperatura de almacenamiento	-20 ... +50 °C
Temperatura de trabajo	-10 ... +45 °C

Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

TABLA 11. ESPECIFICACIONES DE CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS DEL FILTRO ACTIVO

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS	
Corriente de cortocircuito condicional (Icc)	40 kA
Corriente de cresta Ipk	84 kA
Factor cresta (corriente)	2:1
Corriente máxima (fase)	280 A (RMS)
Corriente máxima (neutro)	840 A (RMS)
Factor de Simultaneidad (RDF)	1
Sistema de tierras	TN, TT
Relación de transformación	5 ... 5000 / 5A
Armónicos de tensión (THD)	25 % (máx)
Potencia	334600 VA

Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

TABLA 12. ESPECIFICACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE COMUNICACIONES DEL FILTRO ACTIVO

COMUNICACIONES	
Bus de campo (ModBus)	RS-485
Bits Stop (ModBus)	1
Paridad	sin
Protocolo	Modbus RTU / Ethernet: TCP/IP, Modbus TCP
Velocidad	9600
Tipo display	TFT color, táctil de 3,5"

Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

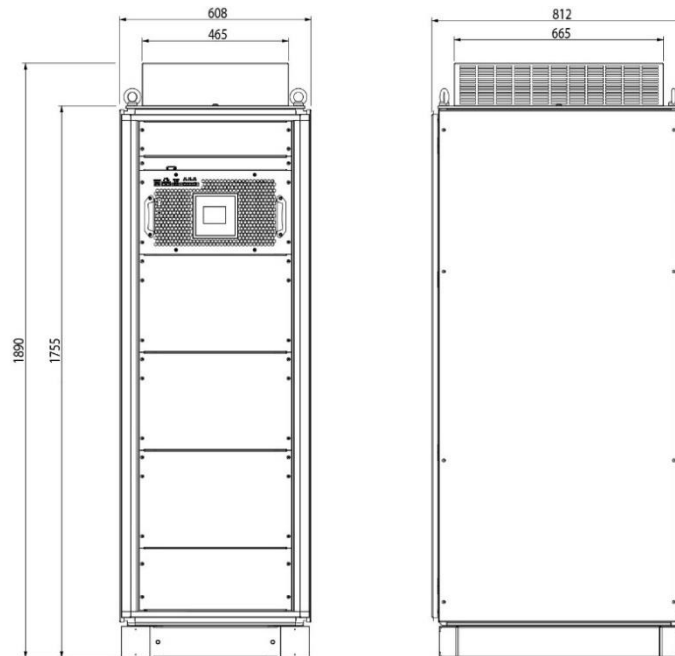
TABLA 13. ESPECIFICACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE PRESTACIONES DEL FILTRO ACTIVO

PRESTACIONES	
Compensación de potencia reactiva (Kvar)	Seleccionable
Filtrado / tiempo de respuesta	2° ... 50° armónico (seleccionable) / < 100 μs
Montaje en paralelo	Hasta 100 unidades de diferente calibre Los transformadores solo deben conectarse a la unidad Master
Programación de prioridades	Seleccionable

Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

3.4.1.4. Dimensiones Ver en la Figura. 11

FIGURA 11. DIMENSIONES FISICAS DE VOLUMEN DEL FILTRO ACTIVO



Fuente: <https://circutor.com/productos/compensacion-de-energia-reactiva-y-filtrado-de-armonicos/filtros-de-armonicos/filtro-activo-multinivel-50-60-hz/product/R7JF9F>.

3.4.2. Evaluación de las Mediciones

En este punto se especificará las medidas antes y después de la instalación del filtro activo

- En el Transformador

FIGURA 12. TRANSFORMADOR DE LA PLANTA



Fuente: cuarto de subestación eléctrica

Los resultados de las mediciones eléctricas en el transformador. Ver anexo D

TABLA 14. MEDIDAS ELECTRICAS EN EL TRANSFORMADOR

MEDIDAS ELECTRICAS EN EL TRANSFORMADOR	
Voltaje en el lado primario (v)	10000
Voltaje en el lado secundario (v)	460
Corriente en el lado primario (A)	23.12
Corriente en el lado secundario (A)	452.37
Potencia Nominal (KVA)	400
Relación de voltaje	869.56
Eficiencia	1.11
Frecuencia	60

Fuente: Informe de medidas eléctricas del transformador



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Según el numeral 5.1.2 de la Norma Técnica Peruana, nos dice que las tolerancias admitidas en el punto de entrega de energía de todas las etapas y todos los niveles de tensión es de hasta $\pm 5\%$ de la tensión nominal en el mismo punto.

Calculando la THD_v en el primario:

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{10000^2 - 10000^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 0 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f \times \frac{THD_v(\text{primario})\%}{100}$$

$$0 = 10000 \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$THD_v(\text{primario})\% = 0 \%$$

Calculando la THD_I en el primario:

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{23.12^2 - 23.10^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 0.96 \text{ Amperios}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f x \frac{THD_{I(primario)}\%}{100}$$

$$0.96 = 23.10 x \frac{THD_{I(primario)}\%}{100}$$

$$THD_{I(primario)}\% = 4.15 \%$$

Calculando la THD_v en el secundario:

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{460^2 - 460^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 0 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f x \frac{THD_{v(secundario)}\%}{100}$$

$$0 = 460 x \frac{THD_{v}\%}{100}$$

$$THD_{v(secundario)}\% = 0 \%$$

Calculando la THD_I en el secundario:

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{452.37^2 - 451.84^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 21.89 \text{ Amperios}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f x \frac{THD_{I(secundario)}\%}{100}$$

$$21.89 = 451.84 x \frac{THD_{I(secundario)}\%}{100}$$

$$THD_{I(secundario)}\% = 4.84 \%$$

- En el Grupo Electrónico

FIGURA 13. GRUPO ELECTROGENO CAT DE LA PLANTA



Fuente: zona de grupo electrónico

Los resultados de las mediciones eléctricas en el grupo electrónico. Ver anexo E



TABLA 15. MEDIDAS ELECTRICAS EN EL GRUPO ELECTROGENO

MEDIDAS ELECTRICAS EN EL GRUPO ELECTROGENO	
Voltaje (v)	440
Corriente (A)	909.09
Potencia Activa (KW)	400
Potencia Reactiva (KVAR)	246.77
Potencia Aparente (KVA)	470.58
Factor de Potencia	0.85
Frecuencia	60

Fuente: Informe de medidas eléctricas del grupo electrógeno

Calculando la THD_v:

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{440^2 - 440^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 0 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$0 = 440 \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$THD_v\% = 0 \%$$

Calculando la THD_i:



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{909.09^2 - 900^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 12.79 \text{ Amperios}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$12.79 = 900 \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$THD_I\% = 100 \times \frac{12.79}{900}$$

$$THD_I\% = 1.42 \%$$

- En el Compresor de Pistón

FIGURA 14. COMPRESOR DE PISTON DE LA PLANTA



Fuente: zona sala de máquinas (Sadema)

Los resultados de las mediciones eléctricas en el compresor de pistón. Ver anexo F

TABLA 16. MEDIDAS ELECTRICAS EN EL COMPRESOR DE PISTON

MEDIDAS ELECTRICAS EN EL COMPRESOR DE PISTON	
Voltaje (V)	441
Corriente (A)	180
Potencia Activa (KW)	79.38
Potencia Reactiva (KVAR)	46
Potencia Aparente (KVA)	93
Factor de Potencia	0.85
Frecuencia	59.9

Fuente: Informe de medidas eléctricas del compresor de pistón

Calculando la THD_v:



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{441^2 - 440^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 29.68 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$29.68 = 440 \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$THD_v\% = 100 \times \frac{29.68}{440}$$

$$THD_v\% = 6.74 \%$$

Calculando la THD_i:

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{180^2 - 178^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 26.75 \text{ Amperios}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f x \frac{THD_I\%}{100}$$

$$26.75 = 178 x \frac{THD_I\%}{100}$$

$$THD_I\% = 100 x \frac{26.75}{178}$$

$$THD_I\% = 15.02 \%$$

- En el Compresor de Tornillo (Motor)

FIGURA 15. COMPRESOR DE TORNILLO DE LA PLANTA



Fuente: zona sala de máquinas (Sadema)

Los resultados de las mediciones eléctricas en el compresor de tornillo. Ver anexo G

TABLA 17. MEDIDAS ELECTRICAS EN EL COMPRESOR DE TORNILLO



MEDIDAS ELECTRICAS EN EL COMPRESOR DE TORNILLO	
Voltaje (V)	440
Corriente (A)	405
Potencia Activa (KW)	178
Potencia Reactiva (KVAR)	105
Potencia Aparente (KVA)	206.66
Factor de Potencia	0.86
Frecuencia	59.9

Fuente: Informe de medidas eléctricas del compresor de tornillo

Calculando la THD_v :

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{440^2 - 440^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 0 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$0 = 440 \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$THD_v\% = 0\%$$

Calculando la THD_i :

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{405^2 - 404^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 28.44 \text{ Amperios}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$28.44 = 404 \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$THD_I\% = 100 \times \frac{28.44}{404}$$

$$THD_I\% = 7.03 \%$$

- En la Unidad Condensadora

FIGURA 16. UNIDAD CONDENSADORA DEL SISTEMA DE FRIO



Fuente: zona unidades condensadoras



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Los resultados de las mediciones eléctricas en la unidad condensadora. Ver Anexo H

TABLA 18. MEDIDAS ELECTRICAS EN EL COMPRESOR EN LA UNIDAD CONDENSADORA

MEDIDAS ELECTRICAS EN LA UNIDAD CONDENSADORA	
Voltaje (V)	446
Corriente (A)	83.59
Potencia Activa (KW)	37.28
Potencia Reactiva (KVAR)	17.06
Potencia Aparente (KVA)	41
Factor de Potencia	0.90
Frecuencia	59.7

Fuente: Informe de medidas eléctricas del compresor de la unidad condensadora

Calculando la THD_v:

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{446^2 - 440^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 72.91 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$72.91 = 440 \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$THD_v\% = 100 \times \frac{72.91}{440}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



$$THD_v\% = 16.57\%$$

Calculando la THD_I :

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{83.59^2 - 82^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 16.22 \text{ Amperios}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$16.22 = 82 \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$THD_I\% = 100 \times \frac{16.22}{82}$$

$$THD_I\% = 19.78\%$$

- En la Unidad Evaporadora

FIGURA 17. UNIDAD EVAPORADORA DE TUNELES DE FRIO



Fuente: pasillo de cámara en zona de frío

FIGURA 18. UNIDADES EVAPORADORAS DE LA CAMARA DE FRIO



Fuente: cámara de frío

Los resultados de las mediciones eléctricas en la unidad evaporadora. Ver Anexo I

TABLA 19. MEDIDAS EN LA UNIDAD EVAPORADORA

MEDIDAS ELECTRICAS EN LA UNIDAD EVAPORADORA	
Voltaje (V)	445
Corriente (A)	4.92
Potencia Activa (KW)	2.19
Potencia Reactiva (KVAR)	1.57
Potencia Aparente (KVA)	2.7
Factor de Potencia	0.8
Frecuencia	59.86

Fuente: Informe de medidas eléctricas del compresor de la unidad condensadora

Calculando la THD_v:

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_f^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{445^2 - 440^2}$$

$$V_{RMS}RESIDUAL = 66.52 \text{ Volts}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{RMS}RESIDUAL = V_f \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$66.52 = 440 \times \frac{THD_v\%}{100}$$

$$THD_v\% = 100 \times \frac{66.52}{440}$$

$$THD_v\% = 15.11 \%$$



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Calculando la THD:

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_f^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = \sqrt{4.92^2 - 4.9^2}$$

$$I_{RMS}RESIDUAL = 0.44 \text{ Amperios}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$I_{RMS}RESIDUAL = I_f \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$0.44 = 4.9 \times \frac{THD_I\%}{100}$$

$$THD_I\% = 100 \times \frac{0.44}{4.9}$$

$$THD_I\% = 8.9 \%$$

3.5. EVALUACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

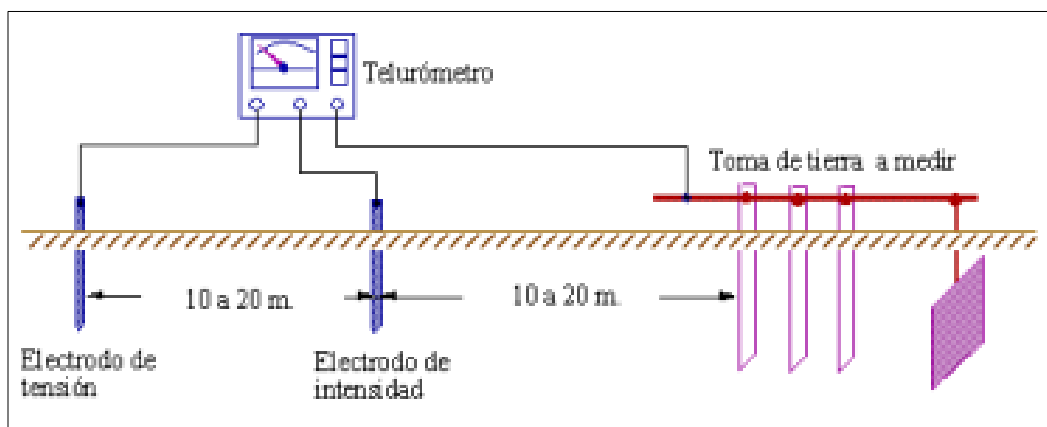
Se verificará que los trabajos estén de acuerdo a lo establecido en los planos eléctricos: los conductores primarios y secundarios tienen que ser del calibre correcto, verificación de la profundidad, ubicación y dimensión del tendido de conductor, verificación de las conexiones, verificación de la protección de los conductores al finalizar el trabajo.

Se verificará la resistividad máxima a tierra permisible del sistema a puesta tierra y que no exceda de 25 ohm, también se verificará la continuidad en cada derivación de puesta a tierra a la barra general de puesta a tierra.

Se puede realizar las medidas de resistencia del sistema de puesta a tierra sin necesidad de que el circuito de protección este conectado con el sistema eléctrico.

En la figura 22, se sintetiza las mediciones de los valores de resistividad eléctrica mediante el método de dos puntas equidistantes. Ver Anexo J

FIGURA 19. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE MEGOHMETRO A POZO DE TIERRA



Fuente: Palacios 2010 - Protocolo de Medición de Puesta a Tierra.

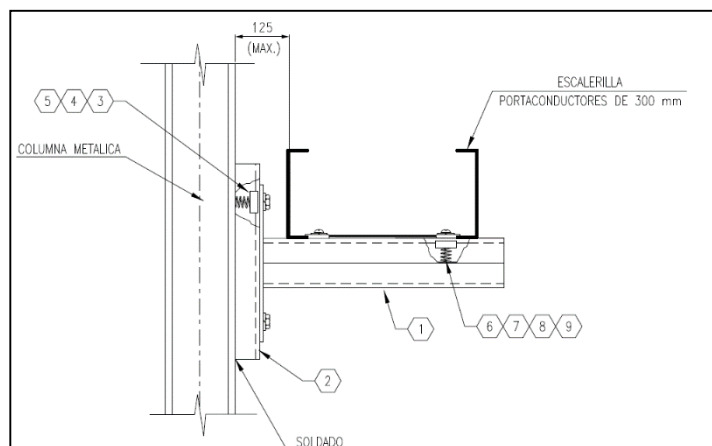
Se verificará la continuidad de tierra con equipos eléctricos, estructuras y barras de puesta a tierra y según el código nacional de electricidad, la resistividad no debe exceder 15 ohm.

3.6. EVALUACION DE CANALIZACIONES ELECTRICAS PARA EL CABLEADO DE ALIMENTACION DE LOS EQUIPOS CRITICOS Y NO CRITICOS (BANDEJAS PORTACABLES, TUBERIAS CONDUIT)

Las canaletas de cables sirven de apoyo y sujeción de los cables y están abiertas al ambiente, son de tipo escalerilla o cerradas con tapa, la misma que cubre los cables eléctricos, de control, y/o comunicación protegiéndolos contra impactos y evitar el deterioro en su recorrido, desde el punto de control hasta el equipo, dispositivo o instrumento a alimentar.

Se verificará que los soportes para las canalizaciones cumplan con las elevaciones tal como se muestran en los planos y sean debidamente alineadas, para la sujeción de las de las canalizaciones se utilizará soporte unisfrut (soporte soldado a estructura), (Ver figura N°23).

FIGURA 20. VISTA FRONTAL DE LA CANALETA Y LA ESTRUCTURA QUE LA SOPORTA



Fuente: Wintec Growing Technologies – Innovaciones Tecnológicas.

Se verificará que el recorrido de las bandejas porta cables sean correctas desde el punto de partida hasta el de llegada según plano de ingeniería lo indique, deben estar fijas con todos sus accesorios, limpia y sin daños y para que tengan continuidad entre bandejas se verificara que tenga su cable desnudo de puesta a tierra en todo el recorrido de labandeja, de esta única manera se podrá liberar y comenzar con el tendido de cable en las bandejas.

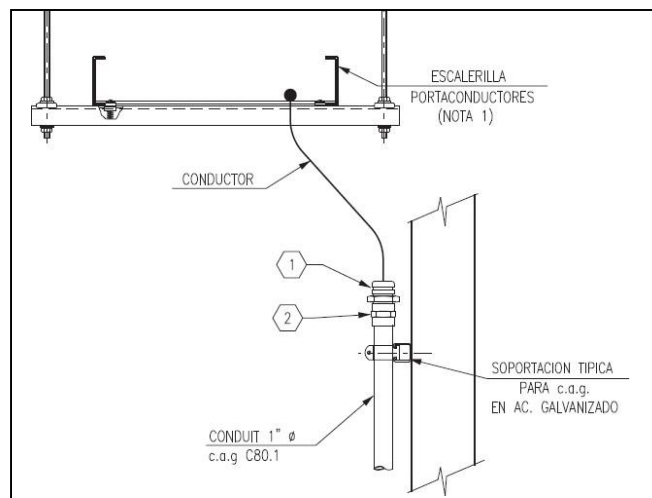
Se verificará que las tuberías Conduit, no estén expuestas a filos cortantes, se hará el galvanizado o pintado con zinc a las partes donde se realizó corte para evitar el óxido, en ambos extremos después de su instalación tendrá que ir con su casquillo de protección para no dañar los cables cuando se instalen y también para que las canalizaciones estén conectadas a tierra (Ver figura N°20)

TABLA 20. DESCRIPCION DE COMPONENTES PARA CABLEADO EN CANALETA

ITEM	CANT.	UND	DESCRIPCION DE COMPONENTES
1	1	c/u	Conector recto prensacables de acero galvanizado. Ref. Crouse Hinds CG o similar.
2	1	c/u	Copla de unión de 1" Φ, ANSI C80.1, De Acero Galvanizado. Ref.: Wheatland o similar.

Fuente: Wintec Growing Technologies – Innovaciones Tecnológicas.

FIGURA 21. VISTA FRONTAL DE LA CANALETA Y EL TUBO CONDUIT



Fuente: Wintec Growing Technologies – Innovaciones Tecnológicas.

3.7. MEDICION DE AISLAMIENTO DE EQUIPOS Y CABLES ELECTRICOS

El procedimiento para la medición de la resistencia de aislamiento, consiste en aplicar un determinado voltaje con dos cables (+) y (-) que alimentaran del equipo llamado “Megohmetro”, las pruebas se



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



realizaran con voltajes aproximados a los de trabajo de los cables, transformadores, bobinas de motor, etc.) y el resultado que es la resistencia estará expresados en $M\Omega$, $G\Omega$ y/o $T\Omega$ según el aislamiento de cada equipo medido.

Verificación de las pruebas de aislamiento en campo:

- Se verificará antes de la prueba que el “Megohmetro” a utilizarse para la prueba de megado deben estar con fecha vigente de calibración, certificados por inacal, con batería según indique el fabricante.
- Identificar los datos del equipo y cables al cual realizaremos las pruebas para saber cuál es la tensión real para realizarlo en la prueba.
- En la medición de resistencia de los cables, se realizará la prueba aplicando lo mencionado en la norma ANSI Neta 2017 y se aplicará la tensión de prueba indicada (Ver tabla N° 21) también en la misma tabla se podrá ver la resistencia mínima recomendada.

TABLA 21. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN CABLE

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN DISPOSITIVO DE DISTRIBUCION (CABLES) – TENSION DE PRUEBA		
TENSION NOMINAL (V)	TENSION DE PRUEBA MINIMA (VCD)	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MINIMA RECOMENDADA EN ($M\Omega$)
0 – 250	500	50
251- 600	1000	100
601 - 5000	2500	1000
5001 - 15000	2500	5000
15001 - 25000	5000	20000
25001 - 35000	15000	100000

Fuente: Wintec Growing Technologies – Innovaciones Tecnológicas.

En la medición de los motores rotativos eléctricos, se realizará la prueba según lo indica por la norma IEEE 43-2017 (Ver Tabla N° 22)

TABLA 22. PRUEBA DE AISLAMIENTO EN MOTORES

Tipo de motor	Resistencia de aislamiento
---------------	----------------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Bobinado antes de 1970	> 1 MΩ + 1 MΩ/KV
Bobinado después de 1970	> 100 MΩ
Bobinado preformado y armaduras de CC	> 5 MΩ
Tensión nominal del motor	Tensión de prueba
Menos de 1000 V	500 V
1000 V a 2500 V	500 V a 1000 V
2501 V a 5000 V	1000 V a 2500 V
5000 V a 12000 V	2500 V a 5000 V
12000 V a mas	5000 V a 10000 V

Fuente: Wintec Growing

Innovaciones Tecnológicas.

Tecnologies –

Para la medición de los de aislamiento de los transformadores se debe comparar la medición realizada en 10 minutos con los valores mínimos recomendados en la siguiente tabla:

TABLA 23. PRUEBA DE AISLAMIENTO EN TRANSFORMADORES

Tensión mínima eficaz de la red	Megohms	Tensión máxima eficaz de la red	Megohms
1.2	32	92	2480
2.5	68	115	3100
5	135	138	3720
8.7	230	161	4350
15	410	196	5300
25	670	230	6200
34.5	930	287	7750
46	1240	345	7300
69	1860	-	-

Fuente: Wintec Growing Technologies – Innovaciones Tecnológicas.

Hay ensayos que también se pueden usar para saber el estado de los equipos eléctricos, como la prueba de Índice de Polaridad (IP) y de Índice de Absorción (IA).

El índice de polaridad es un valor que nos indica sobre el estado de humedad y limpieza de la máquina y se halla:

$$IP = \frac{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al minuto 10}}{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al minuto 1}}$$

El índice de Absorción refleja el grado de contaminación interna de los bobinados y se halla:

$$DAR = \frac{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al minuto 1}}{\text{Resistencia de aislamiento a tierra al segundo 30}}$$

Valores mínimos recomendados de Índice de Polaridad e Índice de Absorción:

TABLA 24. INDICE DE POLARIZACION Y DE ABSORCION

Índice de Polarización	IP: <1	Peligro	Índice de Absorción	DA: <1.1	Peligro
	IP: >1, <1.5	Regular		DA: >1.1, <1.25	Regular
	IP: >1.5, <2.0	Precaución		DA: >1.25, <1.4	Precaución
	IP: >2, <4	Bueno		DA: >1.4, <1.6	Bueno

Fuente: Wintec Growing Technologies – Innovaciones Tecnológicas.

3.8. EVALUACIÓN COSTO Y BENEFICIO

El costo de la inversión se define de la adquisición del filtro activo, el equipo analizador de redes más accesorios eléctricos para su instalación.

TABLA 25. COSTO Y PRESUPUESTO DE LA INVERSION DEL PROYECTO

Descripción	Cantidad	Und.	Valor Total
Filtro Activo	1	Und.	S/. 30000.00



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Analizador de Red Eléctrica	1	Und.	S/. 20000.00
Cable Calibre #8	100	M	S/. 363.90
Terminal para cable calibre #8	10	Und	S/. 37.96
TOTAL			S/. 50401.86

Fuente: departamento de gestión de mantenimiento

Con la instalación de este Filtro activo se mejorará la calidad de la energía eléctrica en los equipos críticos de la planta, esto con la finalidad de evitar paradas por fallas del sistema eléctrico, en el caso de los evaporadores y condensadores del sistema de frío es de vital importancia que estos equipos se mantengan operativos durante el proceso del producto de uvas, cítricos y arándanos para su preservación y almacenamiento antes de su exportación.

En el caso del transformador y del grupo electrógeno, también son de vital importancia su operatividad ya que son los que entregan energía a toda la planta para que los demás equipos eléctricos puedan funcionar y contribuir a una mejor optimización del proceso.



4. CAPITULO IV: APORTES A LA INSTITUCION

Los aportes que he hecho actualmente al área de mantenimiento que implica la gestión del área es tener todos los planos, listados, formatos de inspección, check list, catalogo e informe técnico de equipos, ordenes de trabajo ordenadas y actualizadas; pienso que para realizar un buen trabajo se debe tener todas tus herramientas de trabajo ordenadas y con la facilidad más accesible para poder obtenerla siempre muy fácil, opte por hacer lo siguiente:

- a) Recolectar todos los planos del proyecto y separarlos por frentes de trabajo, por disciplina (Electricidad e Instrumentación) y colocarlos en carpetas según tipo de planos ya sean planos de interconexión, planos de ubicación, planos de canalización, planos de iluminación, planos de aterramiento y todos los listados ya sea de circuitos y/o de equipos.
- b) Actualización del inventario del almacén de mantenimiento a fin de tener el control y stock de los consumibles, así como de herramientas para los trabajos de mantenimiento.
- c) Hacer el inventario de todos los equipos y sistemas de la planta, esto para tenerlos mapeado y crearles un código a estos equipos para su identificación en el sistema ERP de la empresa.
- d) Elaboración de las mismas carpetas ordenadas digitalmente, impresas en Carpetas en Físico con Archivadores para el uso de ellas en oficina y campo, ayudando a tener la documentación accesible de las dos formas y no perder tiempo buscando información e imprimiéndolas.
- e) Hacer seguimiento a los pedidos y Órdenes de compra descargando la información desde el ERP, en el software Excel y creando un macro que permita el filtrado y muestreo solo del área de mantenimiento en lo que refiere a pedidos de compra y servicio y así ahorrar tiempo en revisar cada producto.
- f) Realizar rutinas de inspección del comportamiento de las maquinas cuando están operativas, análisis de causa-raíz cuando existan fallas recurrentes.

Recibí un agradecimiento a nombre de la Empresa, fue un trabajo en equipo, se nos hizo factible poder tener la información a la mano.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



CONCLUSIONES

1. Es importante contar con el liderazgo del Jefe de Mantenimiento ya que recae en él, la responsabilidad mantener el control tanto de la gestión de los consumibles, herramientas, documentación, así como de la operatividad y permanente y optima de los equipos y máquinas de la planta.
2. Al ser una empresa del sector agroindustrial, se debe respetar las medidas de bioseguridad, así como de inocuidad, deben tomarse con prioridad sin escatimar los costos a que conlleve, la salud decualquier trabajador es primordial.
3. Al ser un proyecto de alta envergadura, se debe planificar tener socios estratégicos desde el inicio, para dar cabida a que sea mayor el tiempo de análisis del mercado con subcontratistas que pueden aportar mucho al área.
4. Los trabajos de inspección, pruebas y ensayos se realizarán después de la producción de uva, en los meses de mayo a julio ya que en este periodo la planta se encuentra parada por trabajos de mantenimiento preventivo.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



RECOMENDACIONES

1. Desarrollar e implementar el plan de gestión desde el inicio del proyecto nos asegura tener buenos resultados e indicadores medibles que nos brinda una visión clara para tomar acciones correctivas a tiempo
2. Es importante llevar una buena coordinación entre el área de calidad y producción, ya que los resultados más tarde podrían ser realizar retrabajos por no cumplir con los trabajos en campo que asegure la calidad para el cliente.
3. Coordinar un día antes las liberaciones en campo con la supervisión para que también estén presentes y den el V^oB^o a los trabajos y sea más factible las aprobaciones de los protocolos y/o evitar observaciones.
4. Pactar reuniones internas semanalmente para ver los avances, mencionar algunas dudas que puedan tener e intercambiar ideas, para que las cosas sigan adelante muy claras y sin inconvenientes.
5. Se recomienda hacer el seguimiento e inspección de la red eléctrica del sistema en el filtro a fin de corroborar que no haya alguna anomalía.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 2500 Wilson Boulevard A. y Virginia 22201-3834, “EIA - Electronic Industries Alliance”. EE.UU. 2001
- A.R. Reserves, “IEC- International Electrotechnical Commission”. rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. 2006
- A.R. Reserves, “NETA Inter National Electrical Testing Association”. EE. UU Section 7. 2007
- Ministerio de Energía y Minas, “CNE Código Nacional de Electricidad” Perú. 2011
- A.R. Reserves, “ANSI American National Standards Institute”. EE. UU VOL. 47, #5. 2016
- A.R. Reserves, “IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers”. EE. UU, p. 28. 2005
- A.R. Reserves, “NEC National Electrical Code” Edition. 2008
- A.R. Reserves, “NEMA National Electrical Manufacturer’s Association”. EE. UU. 2021
- A.R. Reserves, “NESC National Electrical Safety Code (ANSI C2 latest edition)”. EE. UU. Edition 2021
- A.R. Reserves, “HSE Health and Safety Executive, Electricity at Work Regulations”. Washington D.C. 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



- A.R. Reserves, “NFPA 79 National Fire Protection Association (Electrical Standard for Industrial Machinery)”. Washington D.C. 2021
- Allied Motion Company, “TCI Tecno Ingeniería”. pp. 50-76. 2019
- Circutor Company “Ficha Técnica de Filtro Activo Circutor AFQm-3WF-280C-690”. Viladecavalls, Barcelona (España). 2022
- Fluke Corporation “Analizadores de calidad eléctrica y energía 434-II y 435-II”. Everett, Washington. 2023
- Carlos Hernández “Control de un filtro activo paralelo basado en un convertidor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos”. pp.10-11. Santiago de Chile. 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



ANEXOS

ANEXO A: ONDA DISTORSIONADA RESULTANTE DE LOS ARMONICOS

ANEXO B: TOPOLOGIA PARALELA EN INSTALACIÓN DE FILTRO ACTIVO

ANEXO C: ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL FILTRO ACTIVO AFQM-3WF-280C-690

ANEXO D: TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL TRANSFORMADOR

ANEXO E: TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL GRUPO ELECTROGENO

ANEXO F: TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPRESOR DE PISTON

ANEXO G: TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPRESOR DE TORNILLO

ANEXO H: TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIDAD CONDENSADORA

ANEXO I: TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIDAD EVAPORADORA

ANEXO J: EVALUACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

ANEXO K: CERTIFICADO DE TRABAJO

ANEXO A

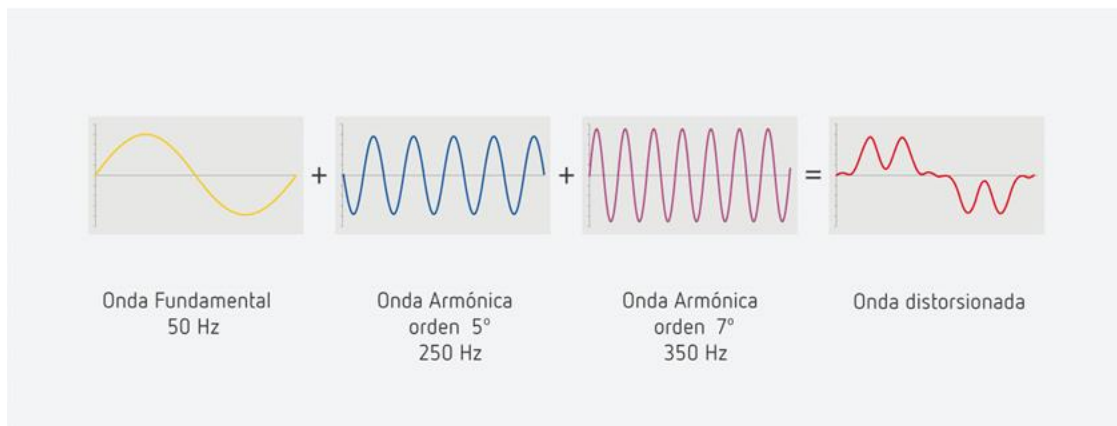
CARACTERISTICAS DE LA ONDA DISTORSIONADA RESULTANTE DE LOS ARMONICOS

Tabla de contenidos

Descripción	1
Indicadores esenciales de la Distorsión Armónica.....	2
Factor de potencia.....	2
Factor de cresta.....	3
Potencia activa	3
Potencia reactiva.....	3
Potencia distorsión	3
Tasa de distorsión armonica.....	4
Espectro de frecuencia y ejemplo de distorsiones armónicas.....	5

Descripción

Análisis del comportamiento de la onda fundamental con la generación de ondas armónicas



Indicadores esenciales de la Distorsión Armónica

La existencia de indicadores permite cuantificar y evaluar la distorsión de las ondas de tensión y corriente. Estos son:

- Factor de potencia
- Factor de cresta
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia de distorsión
- Espectro de frecuencia

Factor de potencia: Se define como la relación de potencia activa P y la potencia aparente S.

$$FP = \frac{P}{S}$$

En el área eléctrica el factor de potencia es frecuentemente confundido con el coseno phi ($\cos \varphi$), cuya definición es:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1}$$

P1 =Potencia activa del fundamental.

S1 =Potencia aparente del fundamental.

En cargas lineales, estos factores serán idénticos, pero en cargas no lineales, como los equipos electrónicos, pueden diferir debido a la generación de armónicos. En este contexto, el "cos φ " se refiere específicamente a la frecuencia de la onda fundamental y, en presencia de armónicos, difiere del factor de potencia FP.

Factor de cresta: Se define como la relación entre el valor de cresta de corriente o de tensión (I_m o V_m) y el valor eficaz.

$$k = \frac{I_m}{I_{RMS}} \quad \text{o} \quad k = \frac{V_m}{V_{RMS}}$$

En una señal sinusoidal, el factor de cresta es igual a $\sqrt{2}$, mientras que en una señal no sinusoidal, puede ser mayor o menor que $\sqrt{2}$. Este factor nos ayuda a detectar la presencia de valores pico excepcionales con respecto al valor eficaz.

El factor de cresta típico de corrientes absorbidas por cargas no lineales es mucho mayor que $\sqrt{2}$, puede tomar valores igual a 1,5 o 2, llegando incluso a 5 en casos críticos.

Un alto factor de cresta implica la presencia de picos de corriente que pueden ser detectados por los dispositivos de protección.

Potencia activa: La potencia activa (P) de una señal afectada por armónicos es la suma de las potencias activas asociadas a las tensiones e intensidades del mismo orden. La descomposición de la tensión y la intensidad en sus componentes armónicos se puede expresar como:

$$P = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \varphi_h$$

Siendo φ_h el desfase entre la tensión y la intensidad del armónico de orden h. En ausencia de armónicos, la ecuación $P = V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1$ indica la potencia de una señal sinusoidal, donde $\cos \varphi_1$ es igual a “cos φ ”.

Potencia reactiva: Se define exclusivamente para la frecuencia fundamental y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1$$

Potencia de distorsión: Tomamos en cuenta la potencia aparente S:

$$S = V_{rms} \cdot I_{rms}$$

En presencia de armónicos, se puede reescribir la ecuación como:

$$s^2 = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \varphi_h$$

Como consecuencia, en presencia de armónicos, la relación $S^2 = P^2 + Q^2$ no es válida. Se define la potencia de distorsión D de tal forma que $S^2 = P^2 + Q^2 + D^2$. Quedando:

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

Tasa de distorsión armónica

Antes de analizar este punto se representará matemáticamente una señal eléctrica en el dominio del tiempo.

Se considera armónica a una frecuencia que es un múltiplo de la frecuencia fundamental que opera en la red eléctrica de distribución, que en nuestro caso es de 60 Hz.

Si el voltaje y la corriente en una red eléctrica están definidos por:

$$v(t) = V \cdot \cos \omega_0 t \qquad i(t) = I \cdot \cos \omega_0 t$$

Respectivamente, pero como en los sistemas eléctricos en estas señales podría generarse de voltajes y corrientes armónicas, entonces el voltaje y la corriente se pueden representar por:

$$v(t) = V_1 \cdot \cos(\omega_0 t + \theta_1) + V_2 \cdot \cos(2 \cdot \omega_0 t + \theta_2) + V_3 \cdot \cos(3 \cdot \omega_0 t + \theta_3) + \dots$$

$$i(t) = I_1 \cdot \cos(\omega_0 t + \theta_1) + I_2 \cdot \cos(2 \cdot \omega_0 t + \theta_2) + I_3 \cdot \cos(3 \cdot \omega_0 t + \theta_3) + \dots$$

Que en forma compacta se podrían escribir como:

$$v(t) = \sum_{n=1}^k V_n \cdot \cos(n\omega_0 t + \theta_n)$$
$$i(t) = \sum_{n=1}^k I_n \cdot \cos(n\omega_0 t + \theta_n)$$

Donde:

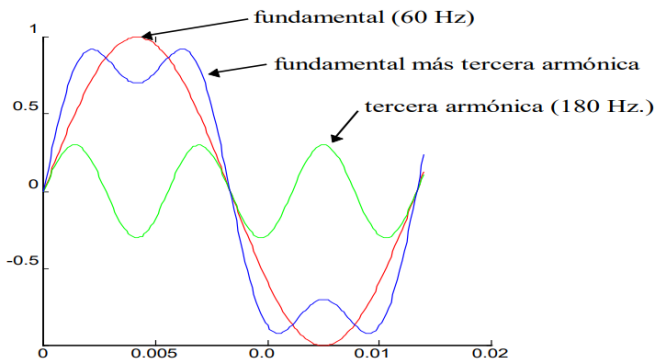
V_n : Se le define como la armónica del voltaje de orden n .

I_n : Se le define como la armónica orden n .

θ_n : Como el ángulo de la armónica n .

Espectro de frecuencia y ejemplos de distorsiones armonicas

Señal fundamental mas tercera armónica



Los valores de distorsion estan definidos en porcentaje (%) de cantidades electricas, estos valores son muy utilizados para conocer el grado de contaminacion de las redes electricas.

Ejemplo de Distorsion armonica total, con armonicos de tension:

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_f} \times 100\%$$

Ejemplo de Distorsion armonica total, con armonicos de corriente:

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_f} \times 100\%$$

Esta ecuacion es equivalente a la mostrada a continuacion, la cual es mas directa y facil de utilizar cuando se conoce el valor eficaz total:

$$THD_I = \sqrt{\left(\frac{I_{RMS}}{I_f}\right)^2 - 1} \times 100\%$$

Para armónicas individuales:

$$IHD_n = \frac{V_n}{V_f} \times 100\%$$

Para el caso de Factor Armónico Total (THF)

En ciertos países con diferentes hábitos de trabajo, se utiliza una ecuación diferente para representar la distorsión armónica; en el cual el valor fundamental de la tensión V_1 o de la intensidad I_1 , se sustituye por los valores V_{RMS} o I_{RMS} .

Ejemplo de THF de tensión:

$$THF_V = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_{RMS}} \times 100\%$$

El THF de tensión o corriente, permite medidas analógicas de las señales, más sencillas, pero cada vez es menos usado porque cuando la señal está poco distorsionada el resultado es muy parecido al de THD definido anteriormente. Además, no es adecuado para el caso de señales altamente distorsionadas, ya que no puede exceder el valor del 100%, a diferencia de la THD.

Para el caso de Distorsión Total de la demanda (TDD)

Es la relación entre la corriente armónica y la demanda máxima de la corriente de carga.

$$TDD = \frac{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_{dem\ max}} \times 100\%$$

Cuando se hacen mediciones relacionadas con armónicas en los sistemas eléctricos, es frecuente encontrar altos niveles de THD en situaciones de baja carga que no afectan el funcionamiento de los equipos, ya que la energía distorsionante que circula también es baja. El TDD se define como un parámetro de referencia que establece los límites aceptables de distorsión de corriente según la norma IEEE 519-1992.

ANEXO B

TOPOLOGIA PARALELA EN INSTALACIÓN DE FILTRO ACTIVO

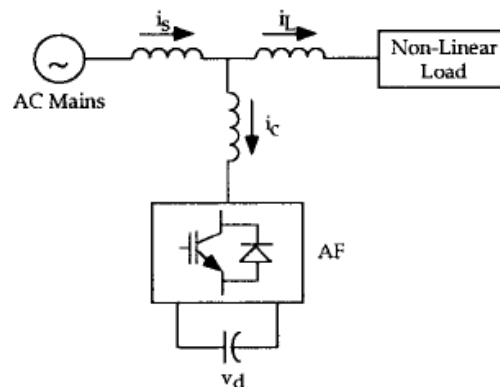
Tabla de contenidos

Descripción	1
Otras topologías de conexión.....	2
Topología en serie.....	2
Topología en serie/paralelo.....	2
Topologías paralelas para sistemas de distribución de 4-hilos.....	3
División del enlace dc (split-capacitor)	4
Puente completo (full-bridges)	5

Descripción

Topología en paralelo: Existen diferentes topologías de conexión en relación a filtros activos, como lo son la topología paralela, serie y serie/paralela.

Para nuestro proyecto se seleccionó la topología paralela ya que es la más ampliamente usada para eliminar armónicos de corriente, compensar potencia reactiva y balancear corrientes. Los filtros activos en paralelo tienen la ventaja de entregar únicamente la corriente de compensación además de una pequeña cantidad de corriente fundamental activa suministrada para compensar las pérdidas del sistema.



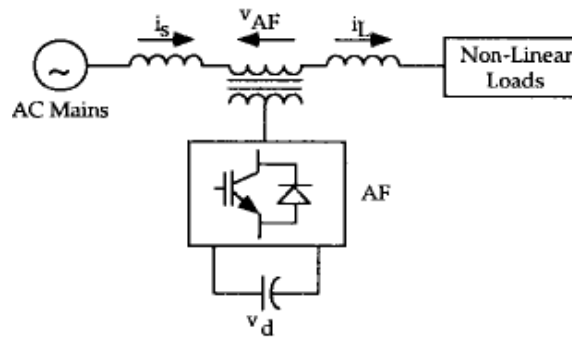
Fuente: Carlos Hernández “Control de un filtro activo paralelo basado en un convertidor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos”. pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

Otras topologías de conexión

Topología en serie: Se utiliza para compensar caídas de tensión y eliminar componentes armónicas de tensión principalmente. El inconveniente principal de esta topología es que debe manejar corrientes de carga más altas.

Esta configuración incrementa significativamente la capacidad nominal de corriente que debe manejar en comparación con la configuración en paralelo, especialmente en el lado secundario del transformador de acoplamiento, aumentando las pérdidas potencia y el tamaño físico del filtro.

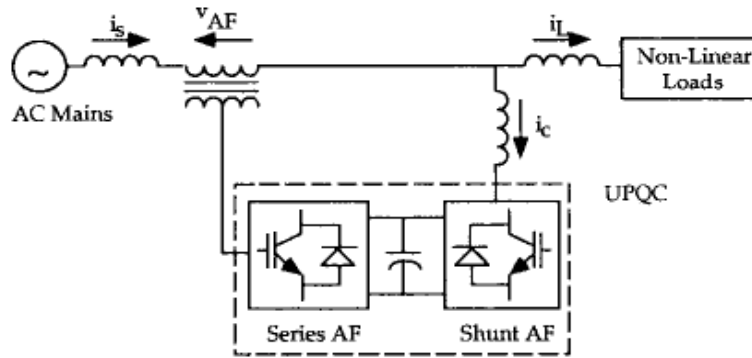
La principal ventaja de la topología serie sobre la paralela es que es ideal para la eliminación de armónicos de tensión y para balancear tensiones.



Fuente: Carlos Hernández "Control de un filtro activo paralelo basado en un convertor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos". pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

Topología en serie/paralelo: Integra las ventajas tanto de la topología serie como paralela.

Sin embargo, el uso de esta configuración está restringido debido a la complejidad del sistema de control y al mayor coste económico asociado.



Fuente: Carlos Hernández "Control de un filtro activo paralelo basado en un convertor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos". pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

Topologías paralelas para sistemas de distribución de 4-hilos

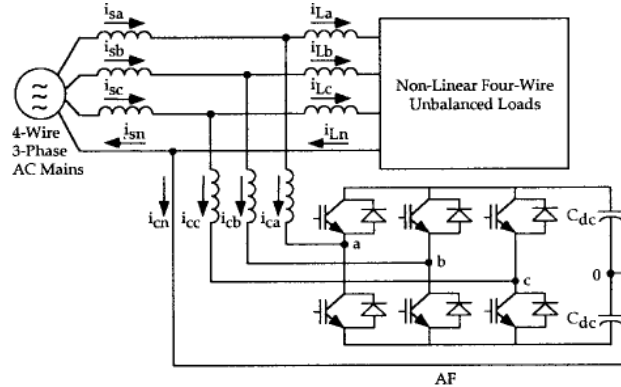
El principio de funcionamiento básico en esta topología es la siguiente: a partir del conocimiento en tiempo real de los valores de las corrientes no deseadas (desbalances y armónicos), el filtro paralelo permite eliminar dichas corrientes desde el punto de vista de la red, el filtro almacena estas corrientes no deseadas, permitiendo de esta forma obtener una corriente sinusoidal y balanceada en la red de distribución.

Para ello, existen varios algoritmos que permiten obtener las corrientes de compensación que debe inyectar el filtro activo a través de alguna estrategia de control digital. Típicamente los filtros activos se basan en convertidores estáticos de 3-lineas, ya que se aplican usualmente en redes industriales donde las cargas son principalmente trifásicas.

Sin embargo, en las redes de distribución de baja tensión se deben considerar topologías que permitan operar en líneas de 4-hilos. En general las topologías de filtros de 4-polos permiten mitigar los problemas causados por el exceso de corriente en el neutro, armónicos, potencia reactiva y desbalance.

Dentro de las topologías para sistemas de distribución de 4-hilos podemos encontrar tres configuraciones principales.

División del enlace dc (split-capacitor)

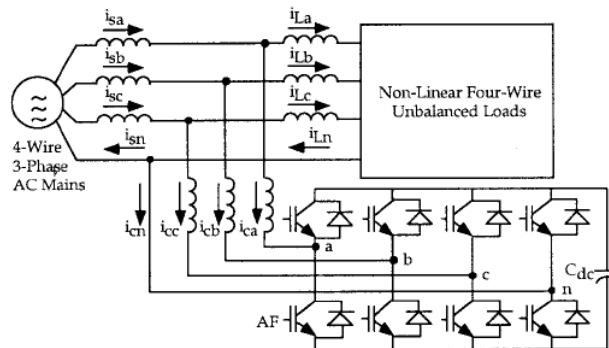


Fuente: Carlos Hernández “Control de un filtro activo paralelo basado en un convertor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos”. pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

Aquí se utiliza el punto medio de los condensadores del enlace dc para formar el polo de conducción de la corriente neutral (split-capacitor en inglés).

Una limitación de esta configuración es que toda la corriente neutral pasa a través de los condensadores del enlace de corriente continua, los cuales tienen un valor significativo, la corriente de secuencia cero que fluye por el punto medio del enlace dc origina tensiones desiguales en los condensadores.

Convertor de 4-lineas

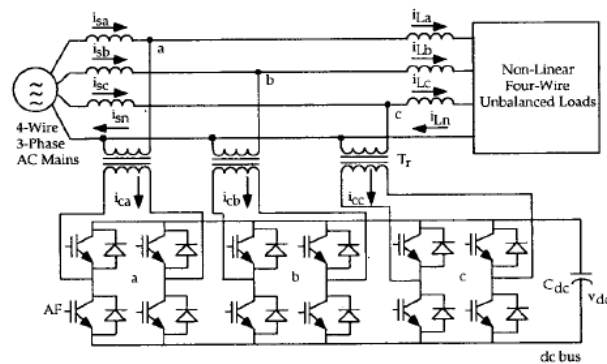


Fuente: Carlos Hernández “Control de un filtro activo paralelo basado en un convertor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos”. pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

Se utiliza una cuarta línea en el convertor para formar el polo de conducción de la corriente de secuencia cero. Esta topología ofrece una mejor capacidad de control, pero requiere más dispositivos semiconductores que la primera configuración (split-capacitor).

Además, requiere un controlador más complejo para manejar las cuatro líneas.

Puente completo (full-bridges)



Fuente: Carlos Hernández “Control de un filtro activo paralelo basado en un convertor fuente de voltaje de 4-piernas aplicado a sistemas de distribución de 4-hilos”. pp.10-11. Santiago de Chile. 2016

Esta disposición posibilita la utilización de un filtro de salida de menor tamaño, aunque demanda una cantidad considerable de dispositivos semiconductores y la inclusión de transformadores de aislamiento.

ANEXO C

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL FILTRO ACTIVO AFQM-3WF-280C-690

Circuitor

Filtro activo multinivel, 50 / 60 Hz

Página 1 de 5



AFQm-3WF-280C-690

AFQm-3WF-280C-690, Filtro activo multifunción, 3 hilos

Código: R7JF9F.

- > Sistema: 3 hilos, 400...690 V
- > Corriente de fase (A): 280
- > Corriente de cresta (A): 560
- > Fijación: En suelo

Descripción

Los filtros activos con tecnología multinivel AFQm de instalación en pared, constituyen la solución más completa para resolver los problemas de calidad causados, tanto en instalaciones trifásicas industriales como comerciales o de servicios, no únicamente por los armónicos, sino también por el consumo de potencia reactiva. Las características y funciones implementadas son las siguientes:

- Capacidad unitaria de filtrado para corrientes de 30 A, 75 A y 100 A.
- Pequeño armario que se instale en pared. Facilidad en instalación por dimensiones.
- Gama para instalaciones de 3 hilos (modelo 3W) o 4 hilos (modelo 4W).
- Multirango de tensión y frecuencia (50/60 Hz)
- Reducción de las corrientes armónicas hasta el orden de 50º armónico.
- Frecuencias armónicas a filtrar seleccionables para lograr la máxima eficacia del filtro.
- Compensación de potencia reactiva (inductiva/capacitiva).
- Equilibrado de las corrientes de fase, mejora de consumo en el neutro (modelo 4W)

Si se requieren mayores capacidades de filtrado, hasta un máximo de 100 filtros pueden conectarse en paralelo (los filtros deben ser el mismo modelo de 3 ó 4 hilos).

Aplicación

Solución ideal para instalaciones, con gran cantidad de cargas monofásicas y trifásicas que sean generadoras de armónicos tales como ordenadores, SAI, luminarias, aparatos elevadores, aires acondicionados con variador, etc. También para instalaciones que requieren una buena calidad de suministro con vistas a aumentar la eficiencia de la producción o a mejorar la continuidad de suministro del sistema.

Circuitor

Fecha creación: 03/10/2023 - CIRCUITOR, SAIU se reserva el derecho de realizar cambios técnicos o modificar el contenido/imágenes de este documento sin previo aviso, para mejorar su fiabilidad, funcionalidad, diseño o por otros motivos.
No acepta responsabilidad alguna por los posibles errores, inexactitud o la posible falta de información en el mismo.

Página 1 de 5



AFQm-3WF-280C-690

Código: R7JF9F.

Especificaciones

Alimentación en alterna

Categoría de la instalación	4 kV, CAT III Clase 1
Frecuencia	50 / 60 Hz (± 5 %)
Tensión nominal	208 ... 550 V~ F-F (± 10 %)

Características mecánicas

Tamaño (mm) ancho x alto x fondo	608 x 1890 x 812 (mm)
Ruido	< 79 dBA
Sección en cables de comunicaciones	RS-485: 2,5 mm ²
Sección de cable en bornes alimentación	Red: Ø 23 mm
Sección del cable en bornes de corriente	2,5 mm ²
Tipo de conexión	Red: Terminal anilla M8, Tierra: Terminal anilla M10, Corriente: conector 6 polos, RS-485: conector 3 polos, Ethernet: RJ-45
Peso Neto (kg)	363

Características ambientales

Grado de protección	IP 21 (IP 41 bajo demanda) / IK10
Humedad relativa (sin condensación)	0 ... 95 %
Temperatura de almacenamiento	-20 ... +50 °C
Temperatura de trabajo	-10 ... +45 °C

Características Eléctricas

Corriente de cortocircuito condicional (Icc)	40 kA
Corriente de cresta Ipk	84 kA
Factor cresta (corriente)	2:1
Corriente máxima (fase)	280 A (RMS)
Corriente máxima (neutro)	840 A (RMS)
Factor de Simultaneidad (RDF)	1

Características eléctricas

Sistema de tierras	TN, TT
--------------------	--------

Círculo de medida de corriente

Relación de transformación	5 ... 5000 / 5A
----------------------------	-----------------

Comunicaciones

Bus de campo (ModBus)	RS-485
Bits Stop (ModBus)	1
Paridad	sin
Protocolo	Modbus RTU / Ethernet: TCP/IP, Modbus TCP



AFQm-3WF-280C-690

Código: R7JF9F.

Velocidad	9600
Normas	
Seguridad eléctrica, Altitud máx. (m)	5000
Normas	IEC 61000-6-4, UNE-EN 55011, IEC 61000-6-2, IEC 62477-1, IEC 61439-1
Interface usuario	
Tipo display	TFT color, táctil de 3,5"
Precisión de medidas	
Armónicos de tensión (THD)	25 % (máx)
Prestaciones	
Compensación de potencia reactiva (Kvar)	Seleccionable
Filtrado / tiempo de respuesta	2 ^o ... 50 ^o armónico (seleccionable) / < 100 µs
Montaje en paralelo	Hasta 100 dispositivos de diferente calibre. Conexión de los transformadores solo en unidad Master.
Programación de prioridades	Seleccionable
Salida de fuente de alimentación	
Potencia	334600 VA

AFQm
Filtro activo multinivel, 50 / 60 Hz

CÓDIGO	TIPO	Sistema	Corriente de fase (A)	Corriente de cresta (A)	Corriente máx. neutro (A)
3 hilos, 480V, armario montaje en pared (mural)					
R7MM0F.	AFQm-3WF-030M-480	3 hilos, 230...480 V	30	60	
R7MMAF.	AFQm-3WF-075M-480	3 hilos, 230...480 V	75	150	
R7MM2F.	AFQm-3WF-100M-480	3 hilos, 230...480 V	100	200	
4 hilos, 400V, armario montaje en pared (mural)					
R7RM0F.	AFQm-4WF-030M-400	4 hilos, 230...400 V	30	60	90
R7RMAF.	AFQm-4WF-075M-400	4 hilos, 230...400 V	75	150	225
R7RM2F.	AFQm-4WF-100M-400	4 hilos, 230...400 V	100	200	300
3 hilos 480 V, armario montaje en el suelo					
R7MF2F.	AFQm-3WF-100C-480	3 hilos, 230...480 V	100	200	
R7MF3F.	AFQm-3WF-200C-480	3 hilos, 230...480 V	200	400	
R7MF4F.	AFQm-3WF-300C-480	3 hilos, 230...480 V	300	600	
R7MF5F.	AFQm-3WF-400C-480	3 hilos, 230...480 V	400	800	
3 hilos 690 V, armario montaje en el suelo					
R7JF6F.	AFQm-3WF-070C-690	3 hilos, 400...690 V	70	140	



AFQm-3WF-280C-690

Código: R7JF9F.

CÓDIGO	TIPO	Sistema	Corriente de fase (A)	Corriente de cresta (A)	Corriente máx. neutro (A)
R7JF7F.	AFQm-3WF-140C-690	3 hilos, 400...690 V	140	280	
R7JF8F.	AFQm-3WF-210C-690	3 hilos, 400...690 V	210	420	
R7JF9F.	AFQm-3WF-280C-690	3 hilos, 400...690 V	280	560	
4 hilos 400 V, armario montaje en el suelo					
R7RF2F.	AFQm-4WF-100C-400	4 hilos, 230...400 V	100	200	300
R7RF3F.	AFQm-4WF-200C-400	4 hilos, 230...400 V	200	400	600
R7RF4F.	AFQm-4WF-300C-400	4 hilos, 230...400 V	300	600	900
R7RF5F.	AFQm-4WF-400C-400	4 hilos, 230...400 V	400	800	1200
4 hilos 550 V, armario montaje en el suelo					
R7NF6F.	AFQm-4WF-070C-550	4 hilos, 400...550 V	70	140	210
R7NF7F.	AFQm-4WF-140C-550	4 hilos, 400...550 V	140	280	420
R7NF8F.	AFQm-4WF-210C-550	4 hilos, 400...550 V	210	420	630
R7NF9F.	AFQm-4WF-280C-550	4 hilos, 400...550 V	280	560	840
Módulo Rack					
R7JR6F.	AFQm-3WF-070R-690	3 hilos, 400...690 V	70	140	
R7NR6F.	AFQm-4WF-070R-550	4 hilos, 400...550 V	70	140	210
R7MR2F.	AFQm-3WF-100R-480	3 hilos, 230...480 V	100	200	
R7RR2F.	AFQm-4WF-100R-400	4 hilos, 230...400 V	100	200	300

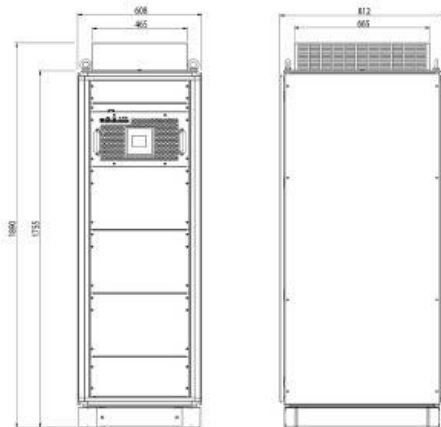
Para recios con alto nivel de THD(V) consultar dpto. técnico
 Todos los equipos disponen de filtros EMI incorporado



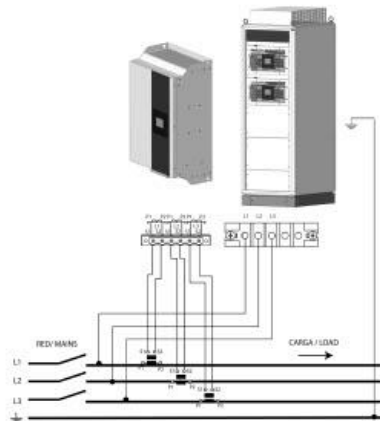
AFQm-3WF-280C-690

Código: R7JF9F.

Dimensiones



Conexiones



ANEXO D

TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL TRANSFORMADOR

MEDIDAS EN EL TRANSFORMADOR	
Voltaje en el lado primario (v)	10000
Voltaje en el lado secundario (v)	460
Corriente en el lado primario (A)	23.12
Corriente en el lado secundario (A)	452.37
Potencia Nominal (KVA)	400
Relación de voltaje	869.56
Eficiencia	1.11
Frecuencia	60

Transformador Seco 400 KVA 10KV/0.44V



Transformador seco encapsulado – Trifásico - Tipo Interior - Sin envolvente - Según las normas UNE 21 538 – Es certificado C3*, E3, F1 (*) C2 Thermal shock test carried out at -50°C

Potencia asignada (AN) : 400 kVA
 Tipo : Reductor
 Frecuencia asignada : 50 Hz
 Grupo de conexión : D yn11
 Devanados MT/BT : Aluminio/Aluminio

Alta tensión 1 asignada : 25000 V
 Nivel de aislamiento : 36 kV
 Tensión dieléctrica (frec. Indus.) : 70 kV
 Tensión de impulso tipo rayo (1.2/50µs) : 170 kV
 Arreglo fuera de tensión : +2.5 +5,0 +7.5 +10,0 % (Por puentes de conexión)

Baja tensión 1 asignada : 420 V (En vacío)
 Nivel de aislamiento : 1.1 kV
 Tensión dieléctrica (frec. Indus.) : 10 kV
 Tensión de impulso tipo rayo (1.2/50µs) : N/A

Conexiones AT
 Tipo de conexiones : Estándar
 Llegada conexiones : Arriba
 Posicionamiento conexiones : Arriba
 Número de terminales de conexiones : 3

Conexiones BT
 Tipo de conexiones : Estándar
 Llegada conexiones : Arriba
 Posicionamiento conexiones : Conexión BT superior
 Llegada secundaria : Cable
 Número de terminales de conexiones : 4
 Terminales de conexión suplementaria : SI

Características eléctricas
 Pérdidas en vacío (AN) : 1650 W
 Pérdidas en carga (AN) a 120°C : 5700 W
 Tensión de corto circuito (AN) a 120°C : 6 %
 Tolerancias : IEC 60076-11 Tolerancias

Características de la temperatura
 Clase de aislamiento térmico : Clase F
 Calentamiento de los devanados : 100 K

Nivel de ruido
 Potencia acústica L_{WA} : 70 dB (A)
 Presión acústica L_{PA} a 1.00 : 56 dB (A)

Condiciones de operación
 Altura máxima sobre el nivel del mar : ≤ 1000 m
 Temperatura ambiente máxima : 40 °C
 Temperatura ambiente mínima : -25 °C
 Temperatura media diaria : 30 °C
 Temperatura media anual : 20 °C
 Pantalla electrostática : No
 Alimentación de un rectificador : No

Dimensiones & pesos (transformador - IP00)
 Longitud (aproximados) : 1460 mm
 Ancho (aproximados) : 870 mm
 Alto (aproximados) : 1790 mm
 Peso (aproximados) : 1600 Kg

Accesorios estándares
 Ruedas bi-direccionales (Ø 125 mm) : 4
 Cáncamos de elevación : 4
 Aberturas de arrastre sobre el chasis : 4
 Toma de puesta a tierra : 2
 Placa de características (Aluminio - en Español) : 1
 Señales de advertencia «peligro eléctrico» : 2
 Barritas de conmutación de las tomas de regulación : 2
 Manual de instalación : 1

Accesorios complementarios propuestos
 3 sondas PT100 +T154

Ensayos de Rutina según las normas IEC 60076
 Ensayo de tensión inducida : SI
 Ensayo de tensión aplicada : SI
 Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío : SI
 Medida de la resistencia de los arrollamientos MT y BT : SI
 Medida de la U_{cc} y de las pérdidas debidas a la carga : SI
 Medida de la relación y control del grupo de conexión : SI
 Medida de descargas parciales : SI
 Prueba el informe (en Español) : 1
 Pruebas realizados en presencia del cliente : No

ANEXO E

TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL GRUPO ELECTROGENO

MEDIDAS ELECTRICAS EN EL GRUPO ELECTROGENO	
Voltaje (v)	440
Corriente (A)	909.09
Potencia Activa (KW)	400
Potencia Reactiva (KVAR)	246.77
Potencia Aparente (KVA)	470.58
Factor de Potencia	0.85
Frecuencia	60

Grupo electrógeno cat modelo semirremolque



ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO PARA C15 (60 HZ)



ESPECIFICACIONES DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Valor nominal máximo	500 ekW
Valor nominal mínimo	320 ekW
Estrategia de emisiones/combustible	Bajo combustible, Tier 2, Tier 3, Stage IIIA UE
Voltaje	208 a 600 voltios
Frecuencia	60 Hz
Velocidad	1800 rev/min
Ciclo de trabajo	Emergencia, principal

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR

Modelo de motor	C15 ATAAC, I-6, diésel de 4 tiempos enfriado por agua
Calibre	137.2 mm
Carrera	171.4 mm
Cilindrada	15.2 l
Relación de compresión	16.1:1
Aspiración	Postenfriado aire a aire
Sistema de combustible	MEUI
Tipo de regulador	ADEM™ A4

SISTEMA DE AIRE

Turboalimentador
Filtro de aire: filtro de papel desechable sin cartucho
Núcleo del postenfriador

ADMISION DE AIRE

Filtro de aire

PANEL DE CONTROL

GCCP 1.3
Controlador de grupo electrógeno GCCP

REFRIGERACION

Radiador montado en el conjunto

SISTEMA DE REFRIGERACION

Tubería de drenaje de refrigerante con válvula
Transmisión del ventilador, transmisión del alternador para carga de batería
Refrigerante de larga duración de Caterpillar
Radiador y ventilador de refrigeración con protector

ESCAPE

Base de acero formada con tanque de combustible integrado para 8 horas de capacidad, de una sola pared.
Depósito de combustible/base estándar de configuración abierta.
Salida de brida de escape

COMBUSTIBLE

Filtro de combustible primario con separador de agua integral
Filtros de combustible secundario
Bomba de cebado de combustible

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Bomba de transferencia de combustible del motor
Tubería de combustibles flexibles
Enfriador de combustible
Bomba de cebado de combustible

GENERADOR

Protección IP23
El sistema de ajuste de carga alivia la carga del motor al absorber el impacto y mejora tanto la capacidad de carga como el tiempo de recuperación.
Asegura que los motores Cat mantengan un rendimiento y potencia uniformes.

TERMINACION DE ALIMENTACION

Barra colectora

MONTAJE

Aisladores vibración de caucho

GENERADOR Y ACCESORIOS

Panel de cableado de bajo voltaje separado (CA/CC)
Generador con bastidor LC opcional – protección IP23
Centro de potencia, IP22
Disyuntor obligatorio, IEC, 3 polos, montado en centro de potencia
Regulador de Voltaje Integrado (IVR)
Generador con bastidor A – Protección IP21

SISTEMA REGULADOR

Regulador electrónico Cat (ADEM A4)

SISTEMA DE LUBRICACION

Válvulas de drenaje de aceite
Radiador de aceite

SISTEMA DE MONTAJE

Aisladores de vibraciones cautivos lineales entre la base y el motor-generador con puntos de elevación y terminación para las tuberías de drenaje de aceite y refrigerante

ARRANQUE/CARGA

Batería de 24 voltios con soporte y cables
Motor de arranque de 24 voltios

ANEXO F

TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPRESOR DE PISTON

MEDIDAS EN EL COMPRESOR DE PISTON	
Voltaje (V)	441
Corriente (A)	180
Potencia Activa (KW)	79.38
Potencia Reactiva (KVAR)	46
Potencia Aparente (KVA)	93
Factor de Potencia	0.85
Frecuencia	59.9

Compresor de pistón del sistema de refrigeración de las cámaras de frío



MAYEKAWA MYCOM



Compresor Alternativo
WBHE-Series



MAYEKAWA
Mayekawa España SL

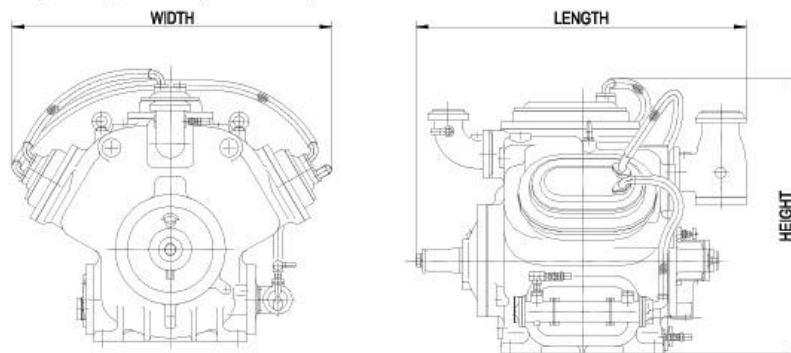
MYEKAWA MYCOM

El nuevo serie WBHE

Es un diseño tecnológicamente avanzado de nuestro compresor serie WB&B, un compresor que ya ha demostrado en el mercado su gran fiabilidad y servicio con mas de 15000 compresores instalados en el mercado que dan servicio a la industria en los 50 años que lleva en el mercado. Con esta nueva actualización del compresor ofrecemos un amplia gama de de modelos en una sola etapa de compresión. En compresores industriales alternativos abiertos de fundicion de acero

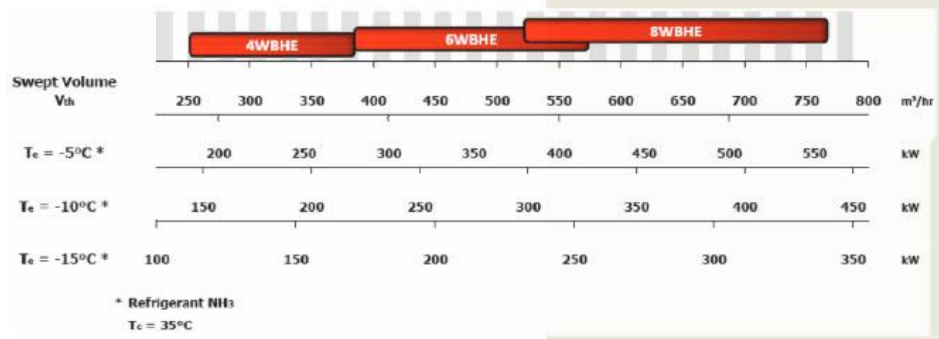
Nuestro nuevo compresor esta diseñado para trabajar con los refrigerantes naturales (NH3 y HFC) y los CFC (R507, R404A, R134a etc....) y es adecuado para trabajar tanto en refrigeración industrial, aire acondicionado y congelación.

Los mayores cambios estructurales en la nueva serie WBHE son el cierre mecánico, cojinete de empuje axial y cojinetes de apoyo. Para los modelos 6WBHE y 8WBHE se puede ofrecer la posibilidad de control de capacidad piston a pistón y descarga al 100%, control de capacidad total.



Modelo	Peso (kg)	Ancho	LARGO	ALTO
4WBHe	1020	1050	1100	1180
6WBHe	1200	1240	1340	1314
8WBHe	1450	1300	1380	1334

c



Descripcion	LIMITES	Comentarios
Maxima presion descarga [mpaG]	2.36	8WBHe/8WBHeU ≤ 1.96 Booster especificacion < 0.6
	1.96	
Minima presion descarga [mpaG]	0.6	Excepto en sistema Booster
Maxima presion de aspiracion [mpaG]	0.588 ¹⁾²⁾	standard ≤ 0.35+ Booster specification ≤ 0.05
Minima presion de aspiracion [mpaG]	-0.0733	B.Be especificaciones > 0
Presion diseño [mpaG]	26	
Maximo par de compresion [-]	nH3: ≤ 9	Limitado temperatura de descarga
	HFCs: ≤ 10	
Minimo par de compresion [-]	≥ 1.5	
Maxima temperatura de descarga [kg/c]	nH3: 140	
	HFC, HcFc, R22,	
	propane: 120	
Minima temperatura de descarga [kg/c]	-60	
Maxima temperature de aceite [kg/c]	50	Salida enfriador de aceite
Recalentamiento [K]	> 0, ≤ 20	
Minima /maxima temperatura de entrada de agua [kg/c]	15/30 ³⁾	Temperatura de agua a culatas <= 50
minima/maxima velocidad (rpm)	800/1200	Puede usarse variador de frecuencia

- 1) Esta incluida en booster, mismas especificaciones equipo estandar.
- 2) Si esta valvula excede 0.35 mpa, de Aplicarse especificaciones BB
- 3) Otras T^o consultar Mayekawa

MAYEKAWA

MYCOM

- Donde estamos
 - 33 países/ 119 oficinas
 - 8 plantas de producción



MAYEKAWA Oficinas en Europa



SWITZERLAND
 Rosenbergstrasse 31,
 CH – 6300, Zug
 tel.+41 41 726 8626
 Fax +41 41 726 8620
 ://www.mayekawa.ch/ e-
 mail info@mayekawa.ch

SPAIN
 calle montevideo 5,
 nave 13 pol.,
 industrial carpizoso
 28806 alcalá de Henares, madrid
 tel.+34 91 830 0392
 Fax +34 91 830 0397
 http://www.mayekawa.es/
 e-mail mayekawa@mayekawa.es

RUSSIA
 House 3, Flat 54, mytnaya
 st, moscow, 119049
 tel.+7 499 230 01 76
 Fax +7 499 230 21 12
 ://www.mayekawa.ru/ e-
 mail info@mayekawa.ru

GERMANY
 nürnberg strasse 118,
 97076 Würzburg
 tel.+49 931 35 93 88-0
 Fax +49 931 35 93 88-20
 e-mail info@mayekawa.de

FRANCE
 9, Rue michael Faraday,
 78180 montigny-Le-Bretonneux,
 tel.+33 1 30 58 2600
 Fax +33 1 30 58 1937
 http://www.mayekawa.fr/
 e-mail mycom-france@mayekawa.eu

UNITED KINGDOM
 16 oakhurst gardens,
 Bexleyheath, Kent Da7 5Jp
 tel.+44 1322 433558
 Fax +44 1322 433164

BULGARIA
 94, Hristo Botev str.1202 sofa
 tel +359 2 8910130
 Fax +359 2 8910131

DUBAI
 p.o.Box.61349, LoB. 11, no.126,
 Jebel alFree Zone, Dubai, U.a.e
 tel. +971 4 887 2232
 Fax +971 4 887 2238

INDIA
 1st Floor, BalajiHouse, nr.
 mahalaxmiHeights,
 mumbai-pune Road, pimpri,
 pune-411 019
 maharashtra, india
 tel. +91 20 2746 4537
 Fax +91 20 2746 4539

AUSTRALIA
 Unit 2,44 mccauley
 street matravillers/2036 australia
 tel. +61 2 9695 7000
 Fax +61 2 9695 7001
 e-mail mycomaus@mayekawa.com.au

NEW ZEALAND
 30 tui street othahuhu po. Box 12106
 auckland new Zealand
 tel. +64 9 276 2305
 Fax +64 9 276 2306
 e-mail mycom@ihug.co.nz

JAPAN HEAD OFFICE
 3-14-15 Botan Koto-ku,
 tokyo 136-8482, Japan
 tel. (81)-3-3642-8181
 Fax (81)-3-3643-7094
 e-mail e-publico@mayekawa.co.jp

MayEk aWa Europe n/wisa
 Leuvensesteenweg 605
 1930 Zaventem- Belgium
 tel.+32 2 757 90 75
 Fax +32 2 757 90 23
 URL http://www.mayekawa.eu
 e-mail info@mayekawa.eu



Global web site
<http://www.mayekawa.com/>

ANEXO G

TABLA DE MEDICIONES EN EL COMPRESOR DE TORNILLO ELÉCTRICAS

MEDIDAS EN EL COMPRESOR DE TORNILLO	
Voltaje (V)	440
Corriente (A)	405
Potencia Activa (KW)	178
Potencia Reactiva (KVAR)	105
Potencia Aparente (KVA)	206.66
Factor de Potencia	0.86
Frecuencia	59.9

Compresor de tornillo del sistema de refrigeración de las cámaras de frío



CARACTERÍSTICAS

ATIENDE DIVERSAS CAPACIDADES

Modelos con rotores de diámetros de 160mm a 320mm.

VÍ VARIABLE

El ajuste de Vi interno puede ser realizado manualmente, de acuerdo con la necesidad, siempre que sea necesario.

CONTROL DE CAPACIDAD

La válvula deslizante controla la capacidad del compresor de 10 al 100%, accionada hidráulicamente.

ENFRIAMIENTO DE ACEITE

Opciones disponibles: Termosifón, Agua o Inyección de líquido

COJINETES Y RODAMIENTOS

- Los cojinetes de apoyo de los rotores son de acero recubierto de metal blando, diseñado para trabajar con lubricación forzada, lo que garantiza una mayor durabilidad.
- Los cojinetes de empuje o rodamientos son de contacto angular y absorben las cargas axiales de los rotores macho y hembra.
- Un pistón de equilibrio se utiliza en el rotor macho para absorber cualquier variación en la carga de los rotores.

CONJUNTO DE SEPARACIÓN DE ACEITE Y LUBRICACIÓN

- Separador de aceite, fabricado de acuerdo a la norma ASME Sección VIII Div. 1, diseñado para tres etapas de separación, con filtro coalescentes removibles de alta eficiencia.
- Incluye dos filtros para el aceite removibles y lavables, con válvulas de servicio y by-pass que evita parar el compresor para limpieza de los filtros.
- La bomba de aceite mantiene la presión de lubricación estable, independientemente del régimen de funcionamiento.

APTO PARA VARIADOR DE FRECUENCIA (OPCIONAL)

Proporciona un ajuste preciso del control de presión de succión mediante la modulación de la velocidad de los rotores, mejorando la eficiencia energética.

ECONOMIZER (OPCIONAL)

Conformado por un intercambiador de calor acoplado a la unidad compresora para el subenfriamiento de líquido.

PANEL MICROPROCESADOR MYPRO TOUCH

Asegura el monitoreo de todos los dispositivos de control y seguridad. Posee protocolo abierto de comunicación Modbus y un sistema de autodiagnostico integrado que ofrece un registro de alarmas y fallas. Además de graficos y tendencias de presiones, temperatura, corriente eléctrica y capacidad. Dispone de una pantalla táctil de 12.1" a color.

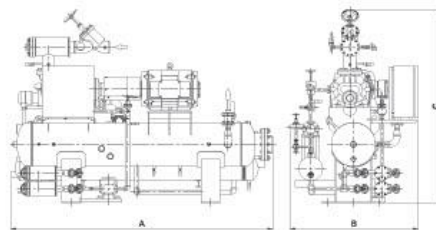
AUTO-STAGE (OPCIONAL)

Esta función permite un control de capacidad inteligente para una serie de compresores que operan en un mismo régimen, evitando operación en cargas parciales y proporcionando una mejor eficiencia energética.

DIMENSIONES

Modelo	Inyección de Líquido		Termosifón			C	Ø Succión	Ø Descarga			Peso kg. unit of motor
	A	B	A	B	Ø			Alta	Economizer	Bajo	
160 VSD	3.050	1.250	3.050	1.500	2.300	4"	2.1/2"	1.1/2"	2"	2.080	
160 VMD	3.050	1.250	3.050	1.500	2.300	4"	2.1/2"	2"	2.1/2"	2.080	
160 VLD	3.050	1.250	3.050	1.500	2.300	5"	2.1/2"	2"	2.1/2"	2.090	
200 VSD	3.540	1.500	3.540	1.590	2.560	5"	3"	2"	3"	3.000	
200 VMD	3.540	1.500	3.540	1.590	2.560	6"	3"	2"	3"	3.250	
200 VLD	3.670	1.500	3.670	1.590	2.760	6"	4"	2"	3"	3.270	
250 VSD	3.650	1.750	3.670	1.760	3.070	8"	5"	2.1/2"	4"	4.250	
250 VMD	3.650	1.750	4.170	1.760	3.070	8"	5"	3"	4"	4.340	
250 VLD	3.650	1.750	4.170	1.760	3.200	10"	5"	3"	5"	4.400	

Dimensiones en mm





Compresor Tornillo Serie V

TABLA DE CAPACIDADES DE COMPRESOR TORNILLO SERIE V

Compresor Tornillo Serie V - ALTA

Alta		-20/+35 °C		-15/+35 °C		-10/+35 °C		-5/+35 °C		0/+35 °C		+5/+35 °C	
Modelo	m ³ /h	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW
160-S	499	180,6	80,0	225,9	84,1	278,9	88,3	343,2	91,9	416,8	93,7	506,5	95,8
160-M	624	225,7	96,1	282,1	101,1	348,4	106,2	428,6	110,4	520,5	112,6	632,5	115,1
160-L	749	270,7	114,2	338,3	120,1	417,7	126,1	513,8	131,2	623,6	133,8	758,0	136,8
200-S	975	357,5	154,7	446,7	162,7	551,4	170,9	678,1	177,8	823,1	181,3	1.000,0	185,4
200-M	1.220	450,0	187,6	562,0	197,3	693,5	207,2	853,4	215,6	1.035,5	219,8	1.257,5	224,7
200-L	1.460	543,6	222,6	678,6	234,1	837,0	245,8	1.030,7	255,8	1.250,1	260,8	1.517,6	266,7
250-S	1.900	707,7	291,4	882,7	306,5	1.088,1	321,9	1.339,3	334,9	1.623,6	341,5	1.970,4	346,2
250-M	2.380	894,0	360,2	1.114,6	378,8	1.373,5	397,8	1.690,1	413,9	2.048,6	422,1	2.485,8	431,5
250-L	2.840	1.069,8	430,1	1.333,1	452,3	1.642,2	475,0	2.020,3	494,2	2.448,3	504,0	2.970,4	515,3
320-S	3.370	1.266,3	509,1	1.578,1	535,4	1.944,0	562,3	2.391,6	585,0	2.898,2	596,6	3.516,3	610,0
320-L	3.820	1.432,7	587,5	1.785,3	617,9	2.199,3	648,9	2.705,7	675,1	3.278,9	688,4	3.978,1	703,9
320-M	4.760	1.788,0	726,0	2.228,1	763,6	2.744,8	801,9	3.376,7	834,3	4.092,1	850,8	4.964,7	869,8
320-L	5.700	2.097,6	851,6	2.613,9	895,6	3.220,0	940,6	3.961,4	978,6	4.800,7	997,9	5.824,4	1.020,2

Compresor Tornillo Serie V - BOOSTER

BAJA		-45/-10 °C		-42/-10 °C		-40/-10 °C		-38/-10 °C		-35/-10 °C		-32/-10 °C		-30/-10 °C		-25/-10 °C	
Modelo	m ³ /h	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW
160-S	499	64,5	22,9	76,9	23,7	86,1	24,2	96,1	24,2	112,6	24,3	131,2	24,5	144,9	24,6	183,7	24,9
160-M	624	81,4	28,1	97,0	29,0	108,5	29,5	121,0	29,7	141,8	29,8	165,2	30,0	182,4	30,1	231,2	30,2
160-L	749	98,6	33,7	117,4	34,9	131,3	35,5	146,4	35,6	171,5	35,8	199,7	36,0	220,5	36,1	279,3	36,6
200-S	975	132,3	44,8	157,5	46,3	176,1	47,2	196,3	47,3	229,8	47,6	267,6	47,8	295,2	48,0	374,1	48,6
200-M	1.220	166,0	55,4	197,4	57,3	220,7	58,3	246,0	58,5	288,0	58,8	335,3	59,1	369,9	59,4	468,7	60,0
200-L	1.460	199,8	65,7	237,6	67,9	265,5	69,2	295,9	69,4	346,4	69,8	403,2	70,1	444,8	70,4	563,5	71,2
250-S	1.900	261,3	87,0	310,5	89,8	347,0	91,5	386,6	91,8	452,4	92,3	526,4	92,8	580,7	93,1	733,4	94,2
250-M	2.380	330,9	107,5	393,1	111,0	439,2	113,1	489,2	113,5	572,3	114,0	665,6	114,7	731,4	115,1	918,6	116,5
250-L	2.840	396,8	128,3	471,3	132,6	526,5	135,1	586,4	135,5	685,9	136,2	794,3	136,9	872,7	137,5	1.096,2	139,1
320-S	3.370	469,7	151,9	557,9	157,0	623,2	159,9	694,2	160,4	811,9	161,2	942,5	162,1	1.035,6	162,7	1.300,8	164,6
320-M	3.820	531,4	175,3	631,2	181,1	705,1	184,5	785,3	185,1	918,5	186,0	1.068,3	187,0	1.173,9	187,8	1.474,4	190,0
320-M	4.760	663,2	216,6	787,7	223,8	879,9	228,1	980,1	228,7	1.146,3	229,9	1.331,2	231,1	1.462,7	232,1	1.837,3	234,7
320-L	5.700	778,1	254,1	924,1	262,5	1.032,3	267,5	1.149,8	268,3	1.344,8	269,6	1.564,4	271,1	1.725,5	272,2	2.184,3	275,3

Compresor Tornillo Serie V - ECONOMIZER

Economizer		-45/+35 °C		-42/+35 °C		-40/+35 °C		-38/+35 °C		-35/+35 °C		-32/+35 °C		-30/+35 °C		-25/+35 °C	
Modelo	m ³ /h	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW	Mcal/h	bkW
160-S	499	58,1	62,0	69,6	63,9	78,0	65,2	87,1	66,7	101,9	69,0	118,4	71,5	130,4	73,3	163,9	78,4
160-M	624	72,4	74,6	86,7	76,9	97,2	78,5	108,5	80,2	127,0	83,0	147,5	86,1	162,4	88,3	204,3	94,4
160-L	749	86,8	88,6	103,9	91,3	116,4	93,3	129,9	95,3	152,0	98,7	176,6	102,3	194,4	104,9	244,5	112,2
200-S	975	115,6	120,2	138,3	123,9	155,0	126,5	172,8	129,2	202,2	133,7	234,7	138,6	258,3	142,1	324,6	151,9
200-M	1.220	146,1	146,0	174,5	150,4	195,2	153,6	217,6	156,9	254,2	162,4	295,0	168,3	324,6	172,6	407,6	184,6
200-L	1.460	177,3	173,2	211,4	178,5	236,3	182,3	263,2	186,3	307,2	192,8	356,2	199,9	391,8	205,0	491,6	219,1
250-S	1.900	234,8	227,7	279,3	234,5	311,8	239,5	346,8	244,7	404,1	253,1	467,9	262,3	514,8	268,9	644,0	287,4
250-M	2.380	297,3	281,3	353,1	289,8	393,9	295,9	437,8	302,4	509,8	312,9	589,9	324,4	648,1	332,5	811,3	355,4
250-L	2.840	357,1	335,6	423,5	345,7	472,1	353,0	524,3	360,7	610,1	373,3	705,5	387,0	774,8	396,8	969,5	424,1
320-S	3.370	420,1	395,6	498,1	407,5	555,2	416,1	616,7	425,3	717,6	440,2	829,9	456,4	911,4	468,1	1.140,5	500,8
320-M	3.820	480,9	459,4	570,3	473,2	635,7	483,1	706,2	493,6	821,7	510,6	950,1	529,1	1.043,3	542,4	1.304,8	579,6
320-M	4.760	598,1	566,9	709,3	583,9	790,7	596,2	878,2	609,3	1.021,9	630,4	1.181,7	653,4	1.297,8	669,8	1.623,5	716,0
320-L	5.700	700,5	664,2	830,7	684,2	926,0	698,6	1.028,5	714,0	1.196,8	738,7	1.383,9	765,8	1.519,8	785,2	1.901,5	839,3

Nota: Gas refrigerante Amoníaco/R717 - Velocidad de rotación 3550 RPM
 Sub-enfriamiento de 2°C y sobre-calentamiento de 2°C.
 Sistema de enfriamiento de aceite por tornillo.
 * Las especificaciones del producto están sujetas a modificaciones sin notificación previa.

ANEXO H

TABLA DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN LA UNIDAD CONDENSADORA

MEDIDAS EN LA UNIDAD CONDENSADORA	
Voltaje (V)	446
Corriente (A)	83.59
Potencia Activa (KW)	37.28
Potencia Reactiva (KVAR)	17.06
Potencia Aparente (KVA)	41
Factor de Potencia	0.90
Frecuencia	59.7

Unidad condensadora del sistema de refrigeración de las cámaras



FBLV | DATOS ELÉCTRICOS

Modelo Unidad	H.P.	Compresor							Ventilador					
		Compresor	Cant. Comp.	FLA	MCA	MOPD	Voltaje	RLA	LRA	HP	Consumo Motor FLA	Ø in (mm)	CAUDAL MASICO	Modelo Ventilador
MEDIA TEMPERATURA														
FBLV1500M6C	15	3DS3R17ME-TFC	1	64	79.9	125	208-230/3/60	53.5	275	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV1500M6D	15	3DS3R17ME-TFD	1	32	41.5	63	460/3/60	26	138	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV1508M6C	15	4PES-15-2NU	1	66	83.5	125	208-230/3/60	56.4	176	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV1508M6D	15	4PES-15-2NU	1	34	44.3	63	460/3/60	28.2	147	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2000M6C	20	4DBNR20ME-TSK	1	75	93.9	125	208-230/3/60	64.7	374	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2000M6D	20	4DBNR20ME-TSK	1	38	49.5	63	460/3/60	32.4	187	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2008M6C	20	4NES-20-2NU	1	76	96	125	208-230/3/60	66.4	352	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2008M6D	20	4NES-20-2NU	1	39	50.5	80	460/3/60	33.2	176	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2208M6C	22	4JE-22-2NU	1	84	106	160	208-230/3/60	74.4	352	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2208M6D	22	4JE-22-2NU	1	43	55.5	80	460/3/60	37.2	176	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2500M6C	25	4DHNR22ME-TSK	1	77	96.5	160	208-230/3/60	66.8	428	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2500M6D	25	4DHNR22ME-TSK	1	39	50.8	80	460/3/60	33.4	214	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2508M6C	25	4HE-25-2NU	1	98	123	200	208-230/3/60	88	261.6	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2508M6D	25	4HE-25-2NU	1	50	64	100	460/3/60	44	218	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV3000M6C	30	4DJNR28ME-TSK	1	105	131.3	200	208-230/3/60	94.6	292	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV3000M6D	30	4DJNR28ME-TSK	1	53	68.1	100	460/3/60	47.3	235	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV3008M6C	30	4GE-30-2NU	1	112	141	200	208-230/3/60	102.4	294	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV3008M6D	30	4GE-30-2NU	1	57	73	100	460/3/60	51.2	245	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV3308M6C	33	6JE-33-2NU	1	121	151	250	208-230/3/60	106.4	330	2	15	710	148,500	W6D710-GH03-XX
FBLV3308M6D	33	6JE-33-2NU	1	62	78.5	125	460/3/60	53.2	275	2	9	710	89,100	W6D710-GH03-XX
FBLV3500M6C	35	6DHNR35ME-TSK	1	127	158.4	250	208-230/3/60	112.3	340	2	15	710	148,500	W6D710-GH03-XX
FBLV3500M6D	35	6DHNR35ME-TSK	1	65	82.3	125	460/3/60	56.2	283	2	9	710	89,100	W6D710-GH03-XX
FBLV3508M6C	35	6HE-35-2NU	1	144	179	250	208-230/3/60	128.8	330	2	15	710	148,500	W6D710-GH03-XX
FBLV3508M6D	35	6HE-35-2NU	1	73	92.5	125	460/3/60	64.4	275	2	9	710	89,100	W6D710-GH03-XX
FBLV4000M6C	40	6DJNR40ME-TSN	1	143	178.3	250	208-230/3/60	128.2	340	2	15	710	148,500	W6D710-GH03-XX
FBLV4000M6D	40	6DJNR40ME-TSN	1	73	92.1	156	460/3/60	64.1	297	2	9	710	89,100	W6D710-GH03-XX
FBLV4008M6C	40	6GE-40-2NU	1	163	202.8	320	208-230/3/60	147.8	419.9	2	15	710	148,500	W6D710-GH03-XX
FBLV4008M6D	40	6GE-40-2NU	1	83	104.4	160	460/3/60	73.9	350	2	9	710	89,100	W6D710-GH03-XX
FBLV5008M6C	50	6FE-50-2NU	1	212	263.5	400	208-230/3/60	192.4	570	2	20	710	198,000	W6D710-GH03-XX
FBLV5008M6D	50	6FE-50-2NU	1	108	135.3	200	460/3/60	96.2	425	2	12	710	118,800	W6D710-GH03-XX
BAJA TEMPERATURA														
FBLV1200L6C	12	4DBNF54KE-TSK	1	56	70.5	100	208-230/3/60	46	220	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV1200L6D	12	4DBNF54KE-TSK	1	29	37.8	50	460/3/60	23	110	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV1500L6C	15	4DHNF63KE-TSK	1	57	72	100	208-230/3/60	47.2	278	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV1500L6D	15	4DHNF63KE-TSK	1	30	38.5	50	460/3/60	23.6	139	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV1508L6C	15	4JE-15-2NU	1	72	90	125	208-230/3/60	61.6	352	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV1508L6D	15	4JE-15-2NU	1	37	47.5	63	460/3/60	30.8	176	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV1808L6C	18	4HE-18-2NU	1	83	104.8	160	208-230/3/60	73.4	352	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV1808L6D	18	4HE-18-2NU	1	43	54.9	80	460/3/60	36.7	176	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2200L6C	22	4DJNF76KE-TSK	1	68	85.1	125	208-230/3/60	57.7	374	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2200L6D	22	4DJNF76KE-TSK	1	35	45	63	460/3/60	28.8	187	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2308L6C	23	4GE-23-2NU	1	98	122.8	200	208-230/3/60	87.8	211.1	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2308L6D	23	4GE-23-2NU	1	50	63.9	100	460/3/60	43.9	176	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2700L6C	27	6DHNF93KE-TSK	1	82	103.5	160	208-230/3/60	72.4	450	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2700L6D	27	6DHNF93KE-TSK	1	42	54.3	80	460/3/60	36.2	225	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV2808L6C	28	4FE-28-2NU	1	116	145	200	208-230/3/60	105.6	294	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV2808L6D	28	4FE-28-2NU	1	59	75	125	460/3/60	52.8	245	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV3000L6C	30	6DJNF11ME-TSK	1	96	120.3	200	208-230/3/60	85.8	292	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV3000L6D	30	6DJNF11ME-TSK	1	49	62.6	80	460/3/60	42.9	235	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV3408L6C	34	6GE-34-2NU	1	141	176.8	250	208-230/3/60	131	294	2	10	710	99,000	W6D710-GH03-XX
FBLV3408L6D	34	6GE-34-2NU	1	72	90.9	125	460/3/60	65.5	245	2	6	710	59,400	W6D710-GH03-XX
FBLV4408L6C	44	6FE-44-2NU	1	181	226	320	208-230/3/60	166.4	419.9	2	15	710	148,500	W6D710-GH03-XX
FBLV4408L6D	44	6FE-44-2NU	1	92	116	160	460/3/60	83.2	350	2	9	710	89,100	W6D710-GH03-XX



UNIDADES CONDENSADORAS
FBLV-FBJLD

Modelo	Compresor	H.P	TSC	TSE °F C=Capacidad Btu's/h P=Potencia watts A=Corriente Amps.														
				-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45			
FBLV030BIM6D	6HE35Y-2NU	35	130	C	99,325	113,934	129,919	147,414	166,554	187,474	210,309	235,196	262,268	291,661	323,510	357,951		
			P	22,673	24,519	26,350	28,156	29,927	31,652	33,323	34,929	36,460	37,907	39,260	40,508			
			A	36.2	38.2	40.3	42.4	44.5	46.6	48.7	50.7	52.6	54.5	56.2	57.8			
			120	C	115,330	131,863	149,937	169,688	191,251	214,760	240,351	268,160	298,320	330,968	366,239	404,267		
			P	22,337	24,022	25,684	27,313	28,898	30,431	31,900	33,297	34,611	35,833	36,952	37,959			
			A	35.8	37.6	39.5	41.4	43.3	45.1	46.9	48.6	50.3	51.9	53.3	54.6			
		110	C	131,063	149,489	169,622	191,598	215,552	241,620	269,936	300,635	333,853	369,724	408,385	449,970			
		P	21,799	23,321	24,811	26,260	27,658	28,994	30,260	31,445	32,539	33,532	34,416	35,178				
		A	35.2	36.8	38.5	40.2	41.8	43.4	44.9	46.4	47.8	49.0	50.1	51.1				
		100	C	146,594	166,881	189,042	213,212	239,527	268,122	299,131	332,690	368,935	407,999	450,019	495,130			
		P	21,083	22,438	23,753	25,020	26,227	27,365	28,424	29,394	30,265	31,028	31,672	32,188				
		A	34.4	35.8	37.3	38.8	40.2	41.5	42.8	43.9	45.0	46.0	46.7	47.4				
FBLV400BIM6D	6GE40Y-2NU	40	130	C	115,239	131,570	149,369	168,785	189,970	213,074	238,247	265,641	295,406	327,692	362,651	400,432		
			P	26,523	28,602	30,666	32,703	34,705	36,661	38,562	40,398	42,158	43,833	45,414	46,890			
			A	44.7	46.9	49.0	51.3	53.5	55.6	57.8	59.9	61.9	63.9	65.8	67.5			
			120	C	133,472	152,013	172,231	194,278	218,305	244,460	272,897	303,764	337,213	373,394	412,458	454,556		
			P	26,106	28,003	29,876	31,715	33,511	35,253	36,932	38,538	40,061	41,492	42,819	44,034			
			A	44.2	46.2	48.2	50.2	52.1	54.1	56.0	57.8	59.6	61.2	62.8	64.2			
		110	C	151,193	171,927	194,549	219,210	246,062	275,253	306,936	341,260	378,376	418,436	461,589	507,986			
		P	25,458	27,173	28,856	30,498	32,089	33,618	35,076	36,454	37,740	38,926	40,002	40,957				
		A	43.6	45.3	47.1	48.8	50.6	52.3	53.9	55.5	56.9	58.3	59.5	60.6				
		100	C	168,587	191,497	216,507	243,766	273,426	305,636	340,549	378,313	419,081	463,002	510,227	560,908			
		P	24,613	26,147	27,641	29,087	30,473	31,790	33,028	34,178	35,229	36,172	36,997	37,693				
		A	42.7	44.3	45.8	47.4	48.9	50.3	51.7	53.0	54.2	55.2	56.1	56.9				
FBLV500BIM6D	6FE50Y-2NU	50	130	C	142,086	161,994	183,591	207,061	232,588	260,357	290,551	323,356	358,955	397,533	439,274	484,362		
			P	32,017	34,669	37,303	39,907	42,466	44,967	47,397	49,741	51,986	54,118	56,125	57,991			
			A	62.1	64.9	67.6	70.4	73.0	75.5	77.9	80.1	82.2	84.1	85.8	87.3			
			120	C	164,208	186,820	211,391	238,106	267,149	298,703	332,954	370,085	410,282	453,727	500,606	551,102		
			P	31,737	34,166	36,567	38,925	41,227	43,460	45,609	47,661	49,603	51,421	53,100	54,628			
			A	61.8	64.4	66.9	69.4	71.8	74.1	76.2	78.2	80.1	81.7	83.2	84.4			
		110	C	185,793	211,059	238,555	268,465	300,972	336,263	374,520	415,928	460,671	508,934	560,901	616,755			
		P	31,164	33,364	35,525	37,631	39,670	41,627	43,490	45,245	46,877	48,373	49,720	50,903				
		A	61.2	63.5	65.9	68.1	70.3	72.3	74.2	76.0	77.5	78.9	80.0	81.0				
		100	C	206,863	234,733	265,103	298,157	334,080	373,056	415,269	460,904	510,144	563,174	620,178	681,341			
		P	30,313	32,279	34,192	36,041	37,810	39,486	41,056	42,506	43,822	44,991	45,998	46,831				
		A	60.2	62.4	64.5	66.5	68.4	70.2	71.8	73.3	74.5	75.6	76.5	77.1				

MODELO FBLV BITZER

R404A

460V-3F-60Hz



ANEXO I

TABLA DE MEDICIONES EN LA UNIDAD EVAPORADORA ELÉCTRICAS

MEDIDAS EN LA UNIDAD EVAPORADORA	
Voltaje (V)	445
Corriente (A)	4.92
Potencia Activa (KW)	2.19
Potencia Reactiva (KVAR)	1.57
Potencia Aparente (KVA)	2.7
Factor de Potencia	0.8
Frecuencia	59.86

Unidad evaporadora en la cámara



Modelos FBHE- FBHL

Modelo	Kcal/hr		BTUH		Ventilador		Información Motor			Resistencias			Dimensiones			Conexiones Pulgadas			Peso Aprox. Embarque				
	5.55°C DT	10°F DT	m ³ /min	CFM	Dia pulg.	No.	230/3/60	460/3/60	FLA	FLA	Watts	230/3/60	460/3/60	Largo	Ancho	Alto	Líquido DE	Succión DE	Drenaje RTH*	Lbs.	kg.		
														cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.				
Modelos FBHE 6 Aletas Por Pulgadas																							
FBHE450	1835	45000	254.7	9000	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9		211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1.5/8	11/4	439	199.13
FBHE550	13854	55000	254.7	9000	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9		211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1.5/8	11/4	476	215.91
FBHE640	1621	64000	356.6	12600	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1		267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	607	275.34
FBHE740	18640	74000	356.6	12600	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1		267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	634	287.58
FBHE810	20403	81000	475.4	16800	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3		343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	769	348.82
FBHE950	23929	95000	475.4	16800	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3		343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	780	353.81
FBHE1020	25693	102000	585.8	20700	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1		343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1.3/8	2 1/8	11/4	1026	510.75
FBHE1200	30227	120000	585.8	20700	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1		343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1.3/8	2 1/8	11/4	1186	537.97
FBHE1390	35013	139000	687.7	24300	30	3	19.8	9.9	21400	64.2	32.1		343.54	135.25	90.81	35.75	127.64	50.25	(2) 1 3/8	2 1/8	11/4	1350	612.36
FBHE1650	41562	165000	751.4	26550	30	3	21.0	10.5	37100	95.6	47.8		361.95	142.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1.3/8	2.5/8	11/4	1499	679.95
FBHE2120	53401	212000	1001.8	35400	30	4	28.0	14.0	49600	128.4	70.0		471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1.5/8	2.5/8	11/4	2030	920.81
Modelos FBHL 4 Aletas Por Pulgadas																							
FBHL400	10076	40000	266.0	9400	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9		211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1.5/8	11/4	447	202.76
FBHL480	12091	48000	266.0	9400	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9		211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1.5/8	11/4	482	218.64
FBHL560	14106	56000	373.6	13200	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1		267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	584	264.90
FBHL650	16373	65000	373.6	13200	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1		267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	615	278.96
FBHL710	17884	71000	498.1	17600	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3		343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	778	352.90
FBHL840	21159	84000	498.1	17600	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3		343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1.3/8	2 1/8	11/4	791	358.80
FBHL890	22418	89000	611.3	21600	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1		343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1.3/8	2 1/8	11/4	1066	501.68
FBHL1050	26448	105000	611.3	21600	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1		343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1.5/8	2 1/8	11/4	1075	532.98
FBHL1220	30730	122000	713.2	25200	30	3	19.8	9.9	21400	64.2	32.1		343.54	135.25	90.81	35.75	127.64	50.25	(2) 1 3/8	(2) 1/8	11/4	1340	607.82
FBHL1440	36272	144000	781.1	27600	30	3	21.0	10.5	37100	95.6	47.8		361.95	142.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1.3/8	2.5/8	11/4	1450	657.72
FBHL1860	46851	186000	1041.4	36800	30	4	28.0	14.0	49600	128.4	70.0		471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1.5/8	2.5/8	11/4	1970	893.59

* Conexión roscada hembra

Capacidad a -28.9 °C (20 °F) Temperatura de Evaporación

Factores de Corrección de capacidad para evaporadores con deshielo eléctrico y por gas caliente					
Temperatura de saturación de succión °F	+20	-10	-20	-30	-40
Temperatura de saturación de succión °C	-6.7	-23.3	28.9	-34.4	-40
Multiplicar la capacidad por	1.15	1.04	1.0	0.90	0.80

Características generales

General features

BATERÍAS

Baterías evaporadoras de alto rendimiento, construidas en tubo de cobre liso de 1/2" y aleta de aluminio corrugado con separaciones de 3,5, 4,2, 6 y 8mm. El bastidor esta construido en chapa de aluminio, provisto de collarines de protección. Cuentan con un sistema de distribución del tipo Venturi, para la aplicación de válvulas de expansión termostática.

ESTRUCTURA EXTERIOR

Construidas en aluminio lacado en poliéster color RAL 9018 de alta resistencia. Como opción, también puede ser toda de acero inoxidable, incluida la bandeja. Toda la estructura es compacta y de gran rigidez evitando de esta manera vibraciones. Todas las piezas son fácilmente desmontables para su mantenimiento.

VENTILADORES

Ventiladores helicoidales con rejillas de protección de altas prestaciones, provistos de motores de diámetro de 315 y 350mm, monofásicos para 230V 50Hz con grado de protección IP-44, con rotor externo y bajo consumo. Como opción, todos los motores podrían ir conectados a caja general estanca, según normas IP-55.

RESISTENCIAS DE DESCONGELACIÓN

La descongelación se realiza con resistencias eléctricas de 230V, construidas en tubo de acero inoxidable blindado, con extremos vulcanizados para evitar derivaciones, introducidas en el interior de la batería y bandeja, y conectadas a caja de conexiones estanca. Todos los modelos se podrán suministrar con resistencias para descongelación.

OPCIONES

Estructura

- Estructura en acero inoxidable

Baterías

- Aletas de cobre para ambientes corrosivos
- Aletas de aluminio prelacado
- Aletas ALMG
- Bronz Glow
- Incorporación de batería de calor
- Tubos de acero inoxidable
- Tubo de cobre estañado
- Tubo de Cu, espesor 0,63mm.

Descongelación

- Desescarche eléctrico en batería y bandeja
- Por gas caliente en batería con resistencia en bandeja
- Doble bandeja de desagüe aislada

Ventiladores

- Motores trifásicos 230-400V / 50Hz y 60Hz
- Cableados a caja de bornes
- Ventiladores con regulación EC
- Ventiladores abatibles

Válvulas

- Instalación kit completo válvulas (válvula de expansión, electroválvula y válvula de cierre)

Todas las opciones serán bajo pedido y estudio del departamento técnico de Intersam.

COILS

High performance finned coils, built in 1/2" smooth copper tube and corrugated aluminium with 3,5; 4,2; 6 and 8mm fin spacing. The frame is manufactured in aluminium sheet, protected by collars. They have a Venturi type distribution system for the application of thermostatic expansion valves.

EXTERNAL STRUCTURE

Manufactured in aluminium lacquered in RAL color 9018, high strength. As an option, may also be in stainless steel, including the drain pan. The whole structure is compact and highly rigid to avoid vibrations. All pieces are easily dismantled for maintenance.

FANS

Helicoidal fans with high performance protection grids and 230V / 50Hz single-phase motors (315 & 350mm, diameter) with IP-44 protection grade, external rotor and low power consumption. As an option, all motors could be wired to the centralized waterproof junction box, according to IP-55 standards.

DEFROSTING HEATERS

Defrosting is carried out by 230V electric heaters, built in shielded stainless steel tube, with vulcanized ends avoiding shunts, inserted in the coil and tray and wired to the waterproof junction box. All the models may be supplied with defrosting heaters.

OPCIONES

External Structure

- Stainless steel external structure

Coils

- Copper fins for corrosive environments
- Prelacquered aluminium fins
- ALMG fins
- Bronz Glow
- Heating coil incorporation
- Stainless steel tube
- Tinned copper tube
- Copper tube thickness = 0,63mm.

Defrosting

- Electrical defrost in coil & drip tray
- Hot water in coil, with heater in drip tray or coil in the pan
- Double insulated drain pan

Fans

- 230-400V / 50Hz & 60Hz triphase motors
- Wiring fans to terminal box
- Fans with EC regulation
- Fans with hinges

Valves

- Installing the full kit of valves (expansion valve, solenoid valve and shutoff valve)

Options will only be ordered following consultations with the Intersam technical department.



Ventilador cableado Fan wiring

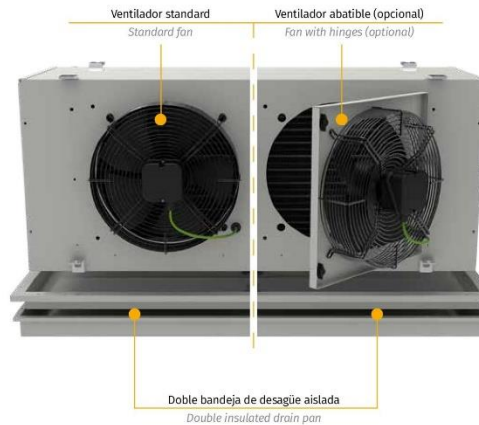


Desescarche eléctrico
Electrical defrost

Válvula de expansión
Expansion valve

Válvula solenoide
Solenoid valve

Distribuidor
Distributor



Ventilador standard
Standard fan

Ventilador abatible (opcional)
Fan with hinges (optional)

Doble bandeja de desagüe aislada
Double insulated drain pan



1- Caja de bornes para desescarche eléctrico
2- Caja de bornes para ventiladores

1- Terminal box for electrical defrost
2- Terminal box for fans

CAPACIDADES FRIGORÍFICAS

Las potencias de los evaporadores de tiro forzado se comprueban en atmósfera seca (calor sensible) según la norma ENV-328.

Las potencias nominales indicadas en este catálogo (calor sensible + calor latente) corresponden a las potencias de ensayo (SC2) multiplicadas por un coeficiente (factor de calor latente), a fin de incluir el aumento de capacidad (calor latente) originado por la condensación del vapor de agua sobre la superficie del evaporador.

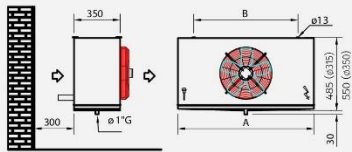
Este factor varía según las condiciones de la cámara, se incrementa para las temperaturas del interior elevadas y disminuye para temperaturas del interior bajas, tal y como se indica en la tabla adjunta según ENV-328.

REFRIGERANT CAPACITY

The capacities of the unit coolers are tested in dry atmosphere (sensible heat) according to ENV-328.

The nominal capacities of the catalogue (sensible heat + latent heat) are referred to the tested capacities (SC2) multiplied by a coefficient (latent heat factor) to consider the increasing of capacity (latent heat) due to the condensation of steam water on the unit cooler surface.

This factor depends of the cold room conditions, for high room temperatures is increasing and for low room temperatures is decreasing, as indicated in the attached table according ENV-328.



Condición estándar Standard conditions	HR	Factor latente Latent factor
SC1 - Tc = +10°C - Te=0 - ΔT=10	85%	1.35
SC2 - Tc = 0°C - Te=-8 - ΔT=8	85%	1.15

SERIE / RANGE Ø315

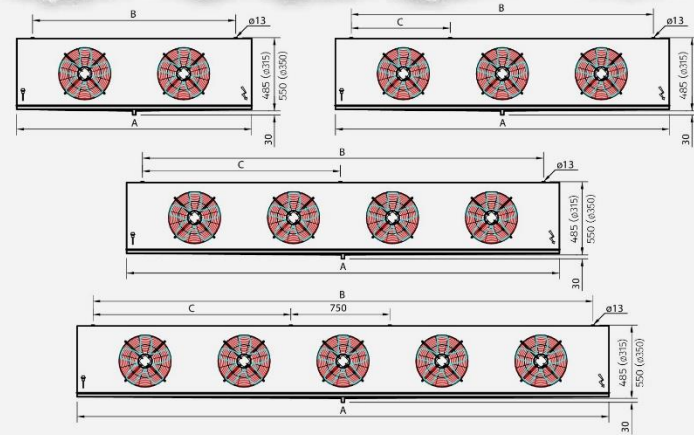
CUBICOS, SIMPLE FLUJO/ CUBIC ICM (P=3,5mm)		ICA-5	ICA-15	ICA-25	ICA-35	ICA-45	ICA-55	ICA-65	ICA-75	ICA-85
Capacidad / Rating (R-404A)	Tc = +10°C / ΔT = 10 / kw SC1	3,30	3,70	7,00	7,80	10,60	11,70	14,60	19,30	23,50
	Tc = 0°C / ΔT = 8 / kw SC2	2,40	2,60	4,90	5,60	7,50	8,40	10,40	13,80	16,80
Caudal de aire / Air flow	m³/h	1,300	1,100	2,500	2,100	3,800	3,100	4,600	5,200	6,300
Superficie / Surface	m²	9,5	14,2	19	28,5	28,5	42,7	57	71,2	85,4
Flèche de aire / Air throw	m	13	12	13	12	13	12	12	12	12
Peso neto / Net weight	Kg	15	18	26	32	37	45	59	72	85

CUBICOS, SIMPLE FLUJO/ CUBIC ICM (P=6mm)		ICM-20	ICM-40	ICM-60	ICM-80	ICM-100	ICM-120	ICM-140	ICM-160	ICM-180
Capacidad / Rating (R-404A)	Tc = +10°C / ΔT = 10 / kw SC1	2,70	3,30	5,80	7,80	8,80	10,50	12,90	17,10	21,00
	Tc = 0°C / ΔT = 8 / kw SC2	1,90	2,20	4,10	5,00	6,20	7,50	9,20	12,20	15,00
Caudal de aire / Air flow	m³/h	1,500	1,200	2,900	2,400	4,300	3,600	4,600	6,000	7,200
Superficie / Surface	m²	5,9	8,8	11,8	17,6	17,6	26,4	35,3	44,1	52,9
Flèche de aire / Air throw	m	14	13	14	13	14	13	13	13	13
Peso neto / Net weight	Kg	15	17	25	30	35	42	55	67	79

CUBICOS, SIMPLE FLUJO/ CUBIC ICB (P=8mm)		ICB-32	ICB-62	ICB-92	ICB-122	ICB-152	ICB-182	ICB-212	ICB-242	ICB-272
Capacidad / Rating (R-404A)	Tc = +10°C / ΔT = 10 / kw SC1	2,40	3,00	5,10	6,40	7,80	9,60	11,80	15,60	19,30
	Tc = 0°C / ΔT = 8 / kw SC2	1,60	1,90	3,60	4,50	5,50	6,80	8,30	10,90	13,60
Caudal de aire / Air flow	m³/h	1,600	1,300	3,000	2,600	4,500	3,900	4,900	6,400	7,700
Superficie / Surface	m²	4,6	6,9	9,2	13,8	13,8	20,7	27,7	34,6	41,5
Flèche de aire / Air throw	m	15	14	15	14	15	14	14	14	14
Peso neto / Net weight	Kg	14	17	24	29	33	40	52	64	76

DATOS COMUNES / GENERAL DATA

Ventiladores / Fans 230-1-50Hz	Nº x Ø mm	1x 315	1x 315	2x 315	2x 315	3x 315	3x 315	4x 315	5x 315	6x 315
Potencia absorbida total / Total power consumption	W	160	160	320	320	480	480	640	800	900
Consumo total / Total consumption 220V-standard	A	0,7	0,7	1,4	1,4	2,1	2,1	2,7	3,4	4,1
Desescarche eléctrico / Electric defrost	W	1400	1750	2600	3250	3800	4750	6250	7750	9250
Dimensiones / Dimensions	A mm	695	695	1095	1095	1495	1495	1895	2295	2695
	B mm	440	840	840	840	1240	1240	1640	2040	2440
	C mm	---	---	---	---	---	---	820	1020	1220
Conexiones / Connections	Entrada/Inlet Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	7/8"	7/8"
	Salida/Outlet Ø	5/8"	5/8"	7/8"	7/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"
Desagüe / Drain line	Ø Rosca gas	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
Volumen interno / Inside volume	dm³	2,9	4,2	5,9	6,7	8,8	13	17,3	21,6	25,9



SERIE / RANGE Ø350

CUBICOS, SIMPLE FLUJO/ CUBIC ICA (P=4,2mm)		ICA-1405	ICA-1406	ICA-2410	ICA-2412	ICA-3415	ICA-3419	ICA-4419	ICA-4424
Capacidad / Rating (R-404A)	Tc = +10°C / ΔT = 10 / kw SC1	5,20	6,00	10,60	12,10	15,80	18,10	21,20	26,00
	Tc = 0°C / ΔT = 8 / kw SC2	3,70	4,30	7,40	8,60	11,10	12,80	14,90	17,10
Caudal de aire / Air flow	m³/h	2,100	1,800	4,100	3,500	6,200	5,200	8,200	6,900
Superficie / Surface	m²	12,9	19,4	25,8	38,7	38,7	58,1	51,6	77,4
Flèche de aire / Air throw	m	13	12	13	12	13	12	13	12
Peso neto / Net weight	Kg	18	21	36	42	54	63	72	84

CUBICOS, SIMPLE FLUJO/ CUBIC ICM (P=6mm)		ICM-1605	ICM-1606	ICM-2609	ICM-2611	ICM-3613	ICM-3616	ICM-4617	ICM-4622
Capacidad / Rating (R-404A)	Tc = +10°C / ΔT = 10 / kw SC1	4,60	5,50	9,20	11,20	13,70	16,90	18,70	22,00
	Tc = 0°C / ΔT = 8 / kw SC2	3,20	3,90	7,90	9,60	11,90	14,90	16,60	19,60
Caudal de aire / Air flow	m³/h	2,200	1,900	4,400	3,800	6,500	5,700	8,700	7,500
Superficie / Surface	m²	9,4	14,1	18,9	28,3	28,3	42,4	37,2	56,6
Flèche de aire / Air throw	m	14	13	14	13	14	13	14	13
Peso neto / Net weight	Kg	17	20	34	40	51	60	68	80

CUBICOS, SIMPLE FLUJO/ CUBIC ICB (P=8mm)		ICB-1804	ICB-1805	ICB-2808	ICB-2810	ICB-3812	ICB-3814	ICB-4816	ICB-4819
Capacidad / Rating (R-404A)	Tc = +10°C / ΔT = 10 / kw SC1	4,00	5,10	8,20	10,20	12,00	15,60	16,60	20,10
	Tc = 0°C / ΔT = 8 / kw SC2	2,80	3,60	5,70	7,20	8,40	11,00	11,60	14,20
Caudal de aire / Air flow	m³/h	2,300	2,000	4,600	4,000	6,800	6,000	9,100	8,000
Superficie / Surface	m²	7,4	11,1	14,8	22,2	22,2	33,3	29,6	44,4
Flèche de aire / Air throw	m	15	14	15	14	15	14	15	14
Peso neto / Net weight	Kg	15	18	30	36	45	54	60	72

DATOS COMUNES / GENERAL DATA

Ventiladores / Fans 230-4-50Hz	Nº x Ø mm	1x 350	1x 350	2x 350	2x 350	3x 350	3x 350	4x 350	4x 350
Potencia absorbida total / Total power consumption	W	180	180	360	360	540	540	720	720
Consumo total / Total consumption 220V-standard	A	0,8	0,8	1,6	1,6	2,4	2,4	3,2	3,2
Desescarche eléctrico / Electric defrost	W	1840	2300	3480	4350	3280	6600	6800	8500
Dimensiones / Dimensions	A mm	845	845	1395	1395	1945	2495	2495	2695
	B mm	590	590	1140	1140	1690	1690	2240	2240
	C mm	---	---	---	---	1120	1120	---	---
Conexiones / Connections	Entrada/Inlet Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	7/8"	7/8"
	Salida/Outlet Ø	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 5/8"	1 5/8"
Desagüe / Drain line	Ø Rosca gas	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
Volumen interno / Inside volume	dm³	3,4	5,1	6,9	10,3	10,3	14,9	13,7	19,8

ANEXO J

EVALUACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El objeto de la puesta a tierra de los receptores es garantizar la seguridad de las personas ante contactos indirectos.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la corriente, que puedan presentar en un momento las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar alguna posible avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra es una instalación de cables de protección que se instala junto con el cableado de las líneas eléctricas en los tomacorrientes, donde se conectarán aparatos eléctricos con partes metálicas como por ejemplo la refrigeradora, hasta el terreno del pozo a tierra.

Su misión es que, si hay una corriente de fuga, en lugar de quedarse en la parte metálica del aparato conectado al tomacorriente, esta corriente se derive al terreno por estos cables.

Todos los cables de la instalación de la puesta a tierra estarán unidos mediante la instalación de la puesta a tierra y directamente con el electrodo.

PUESTA A TIERRA

Clavija con toma de tierra



Enchufe con toma de tierra



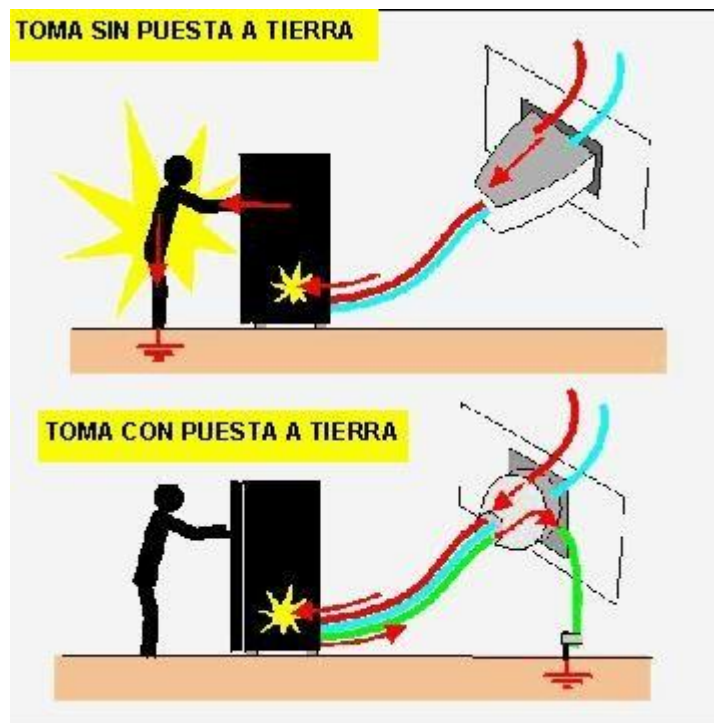
Justificación

En un circuito eléctrico estándar, la corriente fluye desde el conductor de fase hacia un dispositivo eléctrico, como una lámpara, y regresa a través de otro cable llamado neutro. La cantidad de corriente que entra es igual a la que sale, no hay pérdidas debido a fugas de corriente.

Sin embargo, si el aislamiento del conductor se daña, por ejemplo, si un cable queda expuesto, y hace contacto con la carcasa metálica de un dispositivo durante su recorrido.

Por ejemplo, de un microondas o una lavadora, la corriente del cable puede desviarse por la carcasa o lo que es lo mismo, la carcasa se energiza.

Cuando alguien entra en contacto con él, proporciona a la corriente eléctrica la vía más directa y de menor resistencia para desviarse, lo que puede resultar en una descarga eléctrica a través de esa persona.



Estos contactos deteriorados de cables desaislados que permiten que la corriente se desvíe hacia partes metálicas, como la carcasa de un microondas, son conocidos como contactos indirectos, ya que la corriente circula por donde no debería.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica




Rita

CONSTANCIA DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS
PROFESIONALES

Por medio de la presente se deja constancia que el señor Edu Miguel Herrera Fernandez identificado con DNI N° 70100473 presto servicios profesionales de ensamble del tablero de control modelo Rita Vendig conforme a lo dispuesto en el contrato de locación de servicios suscrito.

El señor Edu Miguel Herrera Fernandez cumplió a cabalidad el objeto del contrato, evidenciado una excelente calidad en el servicio prestado y cumpliendo de forma extraordinaria con todos requerimientos propios de los servicios prestados.

Atentamente,


Eduardo Rodrigo Gutierrez Sanchez
Gerente de Operaciones





UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



*EL QUE SUSCRIBE JEFE DE REMUNERACIONES DE ICATOM
S.A.*

CERTIFICA:

*Que el Sr(a). **HERRERA FERNANDEZ EDU MIGUEL**, Identificado(a) con DNI N°
70100473 laboró en nuestra empresa desde el 23/07/2021 hasta el 01/04/2022
desempeñándose como **AUXILIAR DE MANTENIMIENTO**, demostrando en todo
momento eficiencia, honradez y puntualidad.*

*Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime
conveniente.*


RENE CAHUANA MALLMA
REPRESENTANTE LEGAL
ICATOM S.A.

Ica, 09 de abril de 2022.



**MEGA
ESTRUCTURAS S.A.**

CERTIFICADO DE TRABAJO

Por intermedio de la presente, MEGA ESTRUCTURAS SA con R.U.C. 20416027758, certifica que el (la) señor(a): HERRERA FERNANDEZ EDU MIGUEL; identificado(a) con LE/DNI 70100473 ha prestado servicios en nuestra empresa, desde el 23 de mayo del 2022 hasta el 07 de noviembre del 2022, fecha en que concluyó la relación laboral; siendo su último cargo:

AUXILIAR DE MANTENIMIENTO - ELECTRÓNICO

Se expide el presente Certificado en cumplimiento de lo dispuesto por la Tercera Disposición Complementaria, Derogatoria y Final del D.S. No. 01-96-TR.

Callao 07 de noviembre del 2022

**LUIS ALBERTO RODRIGUEZ BAZAN
GERENTE DE CAPITAL HUMANO
MEGA ESTRUCTURAS SA**

www.mega-estructuras.com

Dirección: Av. Carlos Etzaguire Sec. 5 Lt. 2 Exfundo Oquendo Callao
Teléfono: 963 914 039



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



CONSTANCIA DE TRABAJO

Por medio del presente, AGRICOLA DON RICARDO S.A.C. hace constar que el Sr. HERRERA FERNANDEZ EDU MIGUEL; identificado con DNI N° 70100473, se encuentra laborando en nuestra empresa desde el 10/11/2022 hasta el presente siendo su actual cargo: AUXILIAR ADMINISTRATIVO DE MANTENIMIENTO DE PLANTA.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ica, 21 de agosto de 2023

AGRICOLA DON RICARDO S.A.C.
BRUNO BUJOS-CARRION
Gerente de Recursos Humanos