

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Informe de estudio de la distorsión
armónica total y armónicos
individuales en sistemas de baja
tensión de una central híbrida:
Aplicación de técnicas de
medición Clase A**

Ruben Enrique Pariona Santivañez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE **INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Jhosselin Madahi Flores Camayo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 24 de Agosto de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Informe de Estudio de la Distorsión Armónica Total y Armónicos Individuales en Sistemas de Baja Tensión de una Central Híbrida: Aplicación de Técnicas de Medición Clase A

Autor:

Rubén Enrique Pariona Santivañez – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 15 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|-----------------------------|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☐ | NO ☒ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): | SI ☐ | NO ☒ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

Índice

Agradecimiento	I
Dedicatoria	II
Índice.....	III
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas	IX
Resumen ejecutivo.....	X
Introducción.....	XI
CAPÍTULO I	1
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN	1
1.1. Datos generales de la empresa	1
1.2. Actividades principales de la empresa	1
1.2.1. Mantenimiento eléctrico en BT y MT.....	1
1.2.2. Auditoria energética	2
1.2.3. Servicios de automatización industrial	2
1.2.4. Servicios de Ingeniería	3
1.2.5. Reseña histórica de la empresa.....	4
1.2.6. Organigrama de la empresa	5
1.2.7. Visión y misión	7
1.2.8. Descripción del área donde se realiza sus actividades profesionales.	7
1.2.9. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa	7
CAPÍTULO II	9
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	9
2.1. Antecedentes o diagnostico situacional	9

2.1.1.	Antecedentes	9
2.1.2.	Diagnostico situacional	9
2.2.	Identificación de la necesidad en el área de actividad profesional.....	10
2.2.1.	Necesidad general	10
2.2.2.	Necesidades específicas.....	12
2.3.	Objetivos de la actividad profesional	13
2.3.1.	Objetivo general.....	13
2.3.2.	Objetivos específicos	13
2.3.3.	Justificación de la actividad profesional	14
2.3.4.	Justificación teórica.....	14
2.3.5.	Justificación práctica	15
2.3.6.	Justificación metodológica	16
2.3.7.	Importancia	17
2.4.	Resultados esperados.....	18
CAPÍTULO III		20
MARCO TEÓRICO.....		20
3.1.	Fundamentos de calidad de energía	20
3.1.1.	Importancia en sistemas modernos	20
3.1.2.	Efectos de la mala calidad de energía	21
3.1.3.	Fallos en equipos electrónicos sensibles	21
3.1.4.	Sobrecalentamiento y envejecimiento prematuro	21
3.1.5.	Disparo intempestivo de protecciones	21
3.1.6.	Pérdidas económicas y aumento de costos operativos	21
3.1.7.	Interferencia electromagnética y comunicaciones erráticas.....	22
3.1.8.	Riesgos para la seguridad eléctrica	22
3.1.9.	Parámetros clave de la calidad de energía	22
3.1.10.	Tensión y frecuencia.....	22

3.1.11.	Desbalance de fases	23
3.1.12.	Causas comunes	23
3.1.13.	Consecuencias de desbalance	24
3.1.14.	Armónicos eléctricos: THD y armónicos individuales	24
3.1.15.	Armónicos	24
3.1.16.	Medición: THD y armónicos individuales	25
3.1.17.	Efectos negativos de los armónicos	25
3.1.18.	Limites normativos	26
3.1.19.	Soluciones técnicas	26
3.1.20.	Flicker	27
3.1.21.	Transitorios, sags y swells	27
3.1.22.	Normas técnicas aplicables	27
3.1.23.	IEEE 519-2014	28
3.1.24.	NTCSE – PERÚ	28
3.1.25.	IEC 61000-4-30	29
3.1.26.	Curva CBEMA/ITIC	29
3.1.27.	Instrumentación y análisis de calidad de energía	30
3.1.28.	Analizadores clase A	30
3.1.29.	Recolección de datos eléctricos	31
CAPÍTULO IV:		32
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES		32
4.1.	Descripción de actividades profesionales	32
4.1.1.	Enfoque de las actividades profesionales	32
4.1.2.	Alcance de las actividades profesionales	33
4.1.3.	Entregables de las actividades profesionales	34
4.1.4.	Aspectos técnicos de la actividad profesional	36
4.2.	Metodologías	36

4.3. Técnicas	38
4.3.1. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades .	40
4.4. Ejecución de las actividades profesionales	41
4.4.1. Cronograma de actividades realizadas	41
4.4.2. INFORME VRX. Inf. 002 .180324. 0093- Rev. D	43
4.4.3. Descripción de subestaciones eléctricas	43
4.4.4. Descripción de subestaciones eléctricas	45
4.4.5. Evaluación de los indicadores de calidad según NTCSE	46
4.4.6. Conclusiones	50
4.4.7. INFORME VEROX – 120624 - 103- Rev. C.....	51
4.4.8. Desarrollo del mantenimiento de subestaciones.....	52
4.4.9. Celda de salida barra 13.8KV A TRAFO 13.8-66KV	52
4.4.10. Celda de salida de TRAFO SSAA-TABLERO SSAA 380 VAC.....	53
4.4.11. Celda de entrada a transformador DATA CENTER 13.8-0.4KV: ..	54
4.4.12. Salida de interruptor BITCOIN 1 - 400V:	55
4.5. Análisis de resultados	56
4.5.1. Informe VRX. Inf. 003. 130824. 0093 - Rev. D.....	56
4.5.2. Informe VRX. Inf. 00 . 270624. 0093 - Rev. D.....	57
4.5.3. Conclusiones DATACENTER	57
4.5.4. Conclusiones generales.....	58
CAPÍTULO V:.....	60
RESULTADOS	60
5.1. Logros alcanzados	60
5.1.1. Reducción de distorsión armónica.....	60
5.1.2. Disminución de desbalances de corriente	60
5.1.3. Mitigación de eventos críticos.....	60
5.1.4. Optimización del factor de potencia.....	60

5.1.5. Capacitación y transferencia de conocimiento	60
5.2. Logros alcanzados por ámbitos	61
5.2.1. En el ámbito del servicio	61
5.2.2. En el ámbito personal	61
5.2.3. Planeamiento de mejoras	62
5.3. Aportes de bachiller	63
5.3.1. En el aspecto cognoscitivo	65
5.3.2. En el aspecto procedimental.....	66
5.3.3. En el aspecto actitudinal.....	66
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71

Índice de figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa VEROX ECO ENERGY S.A.C.	5
Figura 2. Organigrama técnico de VEROX ECO ENERGY S.A.C.....	6
Figura 3. Plano unifilar data center	12
Figura 4. Ruta crítica de actividades.....	42
Figura 5. Plano unifilar data center	44
Figura 6. Iaca de transformador 2500 – Data Center	45

Índice de tablas

Tabla 1. Instrumentos utilizados en el desarrollo del estudio	40
Tabla 2. Cronograma de actividades y fechas de ejecución	41
Tabla 3. Puntos de medición	44
Tabla 4. Descripción de subestaciones eléctricas.....	46
Tabla 5. Distorsión de armónicos totales de tensión 0.40 kV	47
Tabla 6. Desbalance en los niveles de corriente	48

Resumen ejecutivo

El presente informe de suficiencia profesional documenta el análisis técnico de la calidad de energía en los sistemas de baja tensión de una central híbrida operada por Huaura Power Group, en colaboración con VEROX ECO ENERGY SOLUTIONS. El estudio se desarrolló el año 2024 y se centró en la evaluación de distorsión armónica total (THD), armónicos individuales, desbalances de fases y eventos críticos como sags y transitorios, con el fin de garantizar la estabilidad y continuidad del suministro eléctrico en cargas críticas como el Data Center y unidades de procesamiento de alta demanda energética.

A través del uso de analizadores clase A conforme a la norma IEC 61000-4-30 y aplicando metodologías basadas en la IEEE 519-2014 y la NTCSE, se realizó un diagnóstico detallado de los parámetros eléctricos. Los resultados evidenciaron la presencia de distorsión armónica fuera de norma, desbalances superiores al 40 % y eventos de tensión que afectan la confiabilidad de la infraestructura. Frente a ello, se propusieron e implementaron soluciones correctivas como el balanceo de cargas y la instalación de filtros activos de armónicos, los cuales fueron validados mediante mediciones posteriores.

El estudio también incluyó el diseño de un plan de mejora técnica y de capacitación para el personal operativo, orientado a la gestión de calidad de energía en tiempo real. Como parte del enfoque profesional, el bachiller participó en todas las fases del proyecto: planificación, ejecución, análisis, elaboración de informes y propuesta de soluciones técnicas, consolidando así su formación en ingeniería eléctrica aplicada a contextos reales.

Palabras Clave: Calidad de energía, Distorsión armónica, Desbalance de fases, Filtros activos y Central híbrida