

**ANÁLISIS DE ARMÓNICOS EN EL ALIMENTADOR RURAL PALMIRA  
1500080T01 DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE  
RIOBAMBA (E.E.R.S.A.), CONSIDERANDO MEDICIONES EN MEDIA TENSIÓN  
EN DIFERENTES PUNTOS DEL ALIMENTADOR**





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO  
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**ANÁLISIS DE ARMÓNICOS EN EL ALIMENTADOR RURAL PALMIRA  
1500080T01 DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE  
RIOBAMBA (E.E.R.S.A.), CONSIDERANDO MEDICIONES EN MEDIA TENSIÓN  
EN DIFERENTES PUNTOS DEL ALIMENTADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: JUAN CARLOS ROJAS SILVA

TUTOR: SILVANA FABIOLA VARELA CHAMORRO

Quito - Ecuador

2023

Juan Carlos Rojas Silva

**ANÁLISIS DE ARMÓNICOS EN EL ALIMENTADOR RURAL PALMIRA 1500080T01 DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE RIOBAMBA (E.E.R.S.A.), CONSIDERANDO MEDICIONES EN MEDIA TENSIÓN EN DIFERENTES PUNTOS DEL ALIMENTADOR.**

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2023

Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



**Juan Carlos Rojas Silva** (Y'1987 – M'04). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Técnico “Don Bosco” de la ciudad de Quito. Egresado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en análisis de armónicos en sistemas de distribución. [rojass1@est.ups.edu.ec](mailto:rojass1@est.ups.edu.ec)

*Dirigido por:*



**Silvana Fabiola Varela Chamorro** (Y'1975). Se graduó en Ingeniería Eléctrica en la Escuela Politécnica Nacional en el año 2001 y de Máster en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Morelia. Actualmente se encuentra trabajando como docente en la Universidad Politécnica Salesiana. Áreas de interés: Transitorios Eléctricos, Sistemas de Distribución. [svarela@ups.edu.ec](mailto:svarela@ups.edu.ec)

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2023 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO – ECUADOR

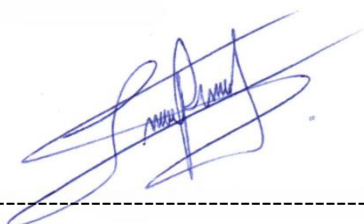
## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Juan Carlos Rojas Silva con documento de identificación N° 1721949426 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de octubre del año 2023

Atentamente,



Juan Carlos Rojas Silva

1721949426

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Juan Carlos Rojas Silva con documento de identificación No. 1721949426, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Análisis de armónicos en el alimentador rural palmira 1500080T01 del sistema eléctrico de la Empresa Eléctrica de Riobamba (E.E.R.S.A.), considerando mediciones en media tensión en diferentes puntos del alimentador”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de octubre del año 2023

Atentamente,



Juan Carlos Rojas Silva

1721949426

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Silvana Fabiola Varela Chamorro con documento de identificación N° 1713565818, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE ARMÓNICOS EN EL ALIMENTADOR RURAL PALMIRA 1500080T01 DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE RIOBAMBA (E.E.R.S.A.), CONSIDERANDO MEDICIONES EN MEDIA TENSIÓN EN DIFERENTES PUNTOS DEL ALIMENTADOR, realizado por Juan Carlos Rojas Silva con documento de identificación N° 1721949426, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de octubre del año 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Silvana', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Silvana Fabiola Varela Chamorro, MSc  
1713565818

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Alcance .....	2
1.3. Objetivo principal.....	3
1.4. Objetivos específicos .....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Particularidad de la energía eléctrica .....	4
2.1.1. Antecedentes .....	4
2.1.2. Perturbaciones en los sistemas eléctricos que alteran las propiedades de la energía .....	5
2.1.3. Tecnologías comerciales de protección de la calidad de la energía .....	8
2.1.4. Calidad de servicio .....	11
2.2. Estándar IEEE 519-2014 .....	12
2.2.1. Mediciones armónicas .....	13
2.2.2. Límite armónico recomendado .....	17
2.3. Armónicos .....	20
2.3.1. Mediciones para la alteración de tensión y corriente .....	22
2.3.2. Conceptualización matemática de armónicos por medio de series de fourier.....	23
2.3.3. Origen de armónicos.....	23
2.4. Consecuencias del componente armónico en una red eléctrica .....	25
2.4.1. Factor de potencia.....	26
2.4.2. Factor de potencia vinculado en calidad de energía .....	27
2.4.3. Desequilibrio de fases .....	28
2.5. Disminución del componente armónico en diferentes niveles de tensión .....	30
2.5.1. Disminución de la corriente armónica producida por la carga .....	32
2.5.2. Rectificación de la respuesta frecuencial en el sistema de potencia.....	35
2.6. Regulación No. ARCERNNR - 002/20 .....	37
2.6.1. Calidad de producto .....	38
2.6.2. Calidad responsabilidad del consumidor .....	39
3. MARCO METODOLÓGICO .....	40
3.1. Datos del alimentador Palmira 1500080T01 .....	40
3.1.1. Localización de la S/E # 8 – Guamote .....	41
3.1.2. Características generales S/E # 8 – Guamote .....	42



3.2. Luminarias.....	45
3.3. Transformadores.....	46
3.4. Tramos.....	48
3.5. Equipo de análisis - KRON RM960PQ.....	50
4. ANÁLISIS .....	52
4.1. Contrastación de datos del alimentador Palmira 1500080T01 de acuerdo a la regulación ARCERNR N.- 002/20.....	52
4.2. Ubicación del equipo .....	52
4.3. Resultados de nivel de voltaje .....	57
4.3.1. Nivel de voltaje en el arranque del alimentador .....	57
4.3.2. Nivel de voltaje en la mitad del alimentador .....	57
4.3.3. Nivel de voltaje en el final del alimentador .....	58
4.4. Resultados de la alteración instantánea de tensión (flicker) .....	58
4.5. Resultados de la distorsión armónica de voltaje .....	59
4.5.1. Distorsión armónica de voltaje en el arranque del alimentador.....	59
4.5.2. Distorsión armónica de voltaje en la mitad del alimentador .....	61
4.5.3. Distorsión armónica de voltaje en el final del alimentador .....	62
4.6. Resultados de la alteración del componente armónico de corriente.....	64
4.6.1. Distorsión armónica de corriente en el arranque del alimentador.....	64
4.6.2. Distorsión armónica de corriente en la mitad del alimentador .....	65
4.6.3. Distorsión armónica de corriente en el final del alimentador .....	67
4.7. Origen del componente armónico en la troncal Palmira .....	69
4.7.1. Incremento de luminarias.....	69
4.7.2. THDv de transformadores.....	71
4.8. Alternativa de mejora para reducir el componente armónico .....	77
4.8.1. Dimensionamiento del filtro en el arranque del alimentador .....	78
4.8.2. Dimensionamiento del filtro en la mitad del alimentador .....	80
4.8.3. Dimensionamiento del filtro en el final del alimentador .....	82
4.9. Filtro activo armónico de media tensión recomendado por la E.E.R.S.A.....	84
4.9.1. Sitio previsto para la instalación del filtro activo .....	85
5. CONCLUSIONES .....	87
6. RECOMENDACIONES .....	89
7. BIBLIOGRAFÍA.....	90
8. ANEXOS.....	93
9. GLOSARIO.....	144

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Troncal Palmira (1500080T01).....	2
Figura 2. Esquema del sistema eléctrico tradicional.....	4
Figura 3. Amplificación swell y desnivel sag en tensión. ....	6
Figura 4. Fluctuación instantánea de tensión.....	7
Figura 5. Supresor de picos.....	9
Figura 6. Sistema de alimentación ininterrumpida.....	10
Figura 7. Grupo electrógeno.....	11
Figura 8. P.C.C. Usuarios industriales. ....	15
Figura 9. P.C.C. Usuarios comerciales. ....	16
Figura 10. Concavidad en el primer armónico a 60 Hz. ....	17
Figura 11. Señal fundamental – frecuencia 60 Hz. ....	20
Figura 12. Presencia del tercer armónico. ....	21
Figura 13. Presencia del quinto armónico. ....	21
Figura 14. Modelo de un dispositivo electrónico no lineal. ....	24
Figura 15. Curva particular en una carga no lineal de características S.M.P.S. ....	25
Figura 16. Triángulo de potencias.....	27
Figura 17. Sistema trifásico balanceado. ....	29
Figura 18. Sistema trifásico desbalanceado. ....	30
Figura 19. Conexión filtro pasivo. ....	31
Figura 20. Conexión filtro activo. ....	32
Figura 21. Estructura carga genérica. ....	33
Figura 22. Implementación de inductancia limitadora.....	34
Figura 23. Implementación - transformador (estrella – triángulo). ....	34
Figura 24. Implementación carga zig – zag.....	35
Figura 25. Implementación banco de compensación.....	37
Figura 26. Distorsión armónica de tensión. ....	39
Figura 27. Capacidad instalada (kVA) - troncal Palmira.....	41
Figura 28. Ubicación S/E #8 – Guamote.....	42
Figura 29. Pórtico de entrada en subtransmisión (69 kV) S/E #8 – Guamote.....	43
Figura 30. Transformador de potencia (5MVA) - S/E #8 – Guamote.....	44
Figura 31. Salida desde la S/E hasta el alimentador Palmira (A1-8).....	45
Figura 32. Luminarias existentes - troncal Palmira. ....	46
Figura 33. Transformadores existentes - Troncal Palmira. ....	47
Figura 34. Estructuras de transformadores - troncal Palmira. ....	48

Figura 35. Circuitos existentes en la troncal Palmira. ....	49
Figura 36. Equipo Kron RM960PQ. ....	51
Figura 37. Paquete de análisis - Kron RM960PQ. ....	53
Figura 38. Equipo principal. ....	53
Figura 39. Personal de E.E.R.S.A. instalando el equipo analizador. ....	54
Figura 40. Ubicación del equipo – inicio de la troncal. ....	55
Figura 41. Ubicación del equipo – mitad de la troncal. ....	56
Figura 42. Ubicación del equipo – final de la troncal. ....	56
Figura 43. Armónico 03 y 11 de tensión en fase C. ....	60
Figura 44. THD de tensión en fase C. ....	60
Figura 45. Armónico 11 y 21 de tensión en fase B. ....	61
Figura 46. THD de tensión en fase B. ....	62
Figura 47. Armónico 07 y 21 de tensión en fase C. ....	63
Figura 48. THD de tensión en fase C. ....	63
Figura 49. Armónico 03 y 11 de corriente en fase C. ....	65
Figura 50. THD de corriente en fase C. ....	65
Figura 51. Armónico 11 y 21 de corriente en fase B. ....	66
Figura 52. THD de corriente en fase B. ....	67
Figura 53. Armónico 07 y 21 de corriente en fase C. ....	68
Figura 54. THD de corriente en fase C. ....	68
Figura 55. Incremento de luminarias de sodio - 100 watts. ....	69
Figura 56. Curva horaria típica de distorsión armónica en el alimentador rural. ....	70
Figura 57. Sondeo de transformadores en la troncal 1500080T01. ....	72
Figura 58. Demanda TR 20491. ....	73
Figura 59. Tercer armónico voltaje TR 20491. ....	73
Figura 60. Demanda TR 6894. ....	74
Figura 61. Tercer armónico de voltaje TR 6894. ....	75
Figura 62. Demanda TR 21597. ....	76
Figura 63. Tercer armónico de voltaje TR21597. ....	76
Figura 64. THD del componente de corriente en fase A. ....	78
Figura 65. Factor de potencia máximo – mínimo y potencia reactiva en fase A. ....	79
Figura 66. THD del componente de corriente en fase B. ....	80
Figura 67. Factor de potencia máximo – mínimo y potencia reactiva en fase B. ....	81
Figura 68. THD del componente de corriente en fase B. ....	82
Figura 69. Factor de potencia máximo – mínimo y potencia reactiva en fase B. ....	83
Figura 70. Filtro activo de media tensión – Hoteam HTQF-M. ....	84

Figura 71. Lugar donde se instalará el filtro activo. ....	85
Figura 72. Sitio designado para la futura instalación del filtro activo. ....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de alimentadores – S/E #8 – Guamote.....	42
Tabla 2. Características del transformador de potencia – S/E #8 – Guamote.....	43
Tabla 3. Tipos de circuitos del alimentador Palmira. ....	48
Tabla 4. Longitud de tramos del alimentador Palmira. ....	49
Tabla 5. Coordenadas de ubicación del equipo analizador. ....	55
Tabla 6. Resultados de variabilidades de tensión en el inicio de la troncal. ....	57
Tabla 7. Resultados de variabilidades de tensión en la mitad de la troncal. ....	57
Tabla 8. Resultados de variabilidades de tensión en el final de la troncal.....	58
Tabla 9. Resultados de la perturbación rápida de tensión. ....	58
Tabla 10. THDV – arranque del alimentador. ....	59
Tabla 11. THDV – mitad del alimentador.....	61
Tabla 12. THDV – final del alimentador.....	62
Tabla 13. Datos de TDD arranque del alimentador. ....	64
Tabla 14. Datos de TDD mitad del alimentador. ....	66
Tabla 15. Datos de TDD final del alimentador. ....	67
Tabla 16. Registros fuera de límites del tercer armónico en transformadores.....	72
Tabla 17. Datos de la corriente armónica fase A en el arranque del alimentador.....	78
Tabla 18. Datos de la corriente reactiva fase A en el arranque del alimentador. ....	79
Tabla 19. Resultados para el dimensionamiento del filtro en el arranque del alimentador. ....	79
Tabla 20. Datos de la corriente armónica fase B en la mitad del alimentador. ....	80
Tabla 21. Datos de la corriente reactiva fase B en la mitad del alimentador. ....	81
Tabla 22. Resultados para el dimensionamiento del filtro en la mitad del alimentador.....	81
Tabla 23. Datos de la corriente armónica fase B en el final del alimentador.....	82
Tabla 24. Datos de la corriente reactiva fase B en el final del alimentador. ....	83
Tabla 25. Resultados para el dimensionamiento del filtro en el final del alimentador.....	83

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Medición de armónicos de muy corto tiempo - estándar IEEE 519-2014.....	93
Anexo 2. Medición de armónicos de corto tiempo - estándar IEEE 519-2014.....	94
Anexo 3. Límites de distorsión de voltaje - estándar IEEE 519-2014.....	95
Anexo 4. Límites de alteración de corrientes en procedimientos de distribución nominal de 120 V. mediante 69 kV - estándar IEEE 519-2014.....	95
Anexo 5. Límites de alteración de corrientes en procedimientos de distribución nominal mayores a 161 kV - estándar IEEE 519-2014.....	95
Anexo 6. Factor sinusoidal de periodicidad - estándar IEEE 519-2014.....	96
Anexo 7. Presencia del 3 <sup>er</sup> y 5 <sup>to</sup> armónico en la señal elemental - estándar IEEE 519-2014....	97
Anexo 8. Evaluación del valor eficaz RMS - estándar IEEE 519-2014.....	98
Anexo 9. Evaluación del cofactor de alteración - estándar IEEE 519-2014.....	99
Anexo 10. Cálculo de distorsión de demanda total - estándar IEEE 519-2014.....	100
Anexo 11. Evaluación de distorsión armónica total - estándar IEEE 519-2014.....	101
Anexo 12. Conceptualización matemática de armónicos por medio de series de Fourier - estándar IEEE 519-2014.....	102
Anexo 13. Conceptualización matemática de armónicos por medio de series de Fourier - estándar IEEE 519-2014.....	103
Anexo 14. Evaluación del factor de potencia.....	104
Anexo 15. Evaluación del factor de potencia vinculado a la calidad de energía - estándar IEEE 519-2014.....	105
Anexo 16. Evaluación de nivel de voltaje - regulación ARCERNNR - 002/20.....	106
Anexo 17. Evaluación de la alteración instantánea de tensión (flicker) - regulación ARCERNNR - 002/20.....	107
Anexo 18. Cálculo de la distorsión armónica de voltaje - regulación ARCERNNR - 002/20.....	108
Anexo 19. Cálculo de la distorsión armónica de corriente - regulación ARCERNNR - 002/20.....	109
Anexo 20. Características principales de salida del alimentador Palmira.....	110
Anexo 21. Infraestructura eléctrica subestación # 8 Guamote.....	111
Anexo 22. Características de la subestación # 8 y transformador Guamote.....	112
Anexo 23. Especificaciones de transformadores de la troncal Palmira.....	113
Anexo 24. Conductores de fase del alimentador Palmira.....	114
Anexo 25. Conductores de neutro del alimentador Palmira.....	115
Anexo 26. Ficha técnica - analizador Kron RM960PQ.....	116
Anexo 27. Especificaciones técnicas equipo Kron RM960PQ.....	117
Anexo 28. Datos adquiridos por el analizador Kron RM960PQ.....	119

Anexo 29. Límites para el índice de nivel de tensión - regulación ARCERNNR - 002/20. ...	135
Anexo 30. Límites máximos de armónicos de tensión (% de tensión nominal) - regulación ARCERNNR - 002/20. ....	135
Anexo 31. Clasificación de los alimentadores - regulación ARCERNNR - 002/20. ....	135
Anexo 32. Datos extraídos de THD del analizador.....	136
Anexo 33. Dimensionamiento de un filtro activo.....	141
Anexo 34. Especificaciones técnicas - filtro activo de media tensión (Hoteam - HTQFM)...	142

## RESUMEN

Es fundamental que el sistema de distribución de energía, posea índices de calidad de producto confiables, de tal forma que se cumpla con la normativa vigente en cada país y satisfaga al usuario final. Es común encontrar diversos inconvenientes a lo largo del sistema eléctrico de potencia, que puede resultar en un déficit de energía en las distintas distribuidoras del sistema, como descargas atmosféricas, armónicos provocados por cargas no lineales y eventos naturales que afectan de manera momentánea hasta prolongada la continuidad del servicio; por lo que es necesario un constante análisis para verificar que los parámetros cumplan un modelo eficaz a través del sistema.

El presente estudio, propone un análisis técnico del componente armónico en el alimentador rural de Palmira # 1500080T01, perteneciente a la E.E.R.S.A., ubicado en la Provincia de Chimborazo. Dicho análisis se basa en la regulación ARCERNNR - 002/20, en la que se investigará la incidencia de la carga en la generación de armónicos, de modo que se considere en parte a la responsabilidad al usuario. Esta información será recopilada por el equipo de medición de media tensión KRON-RM960PQ, el cual se instalará en el inicio, mitad y final de la troncal en un lapso de 7 días, las 24 horas y en lapsos de cada 10 minutos.

Al momento de procesar toda la información del analizador en los puntos designados, se deberá tomar al menos 1008 datos para verificar si cada índice cumple con la normativa antes mencionada y estimar en que porcentajes de afectación tendría el sistema. Finalmente, tras el estudio del componente armónico, se procederá a brindar una alternativa de mejora de dicho problema en la troncal afectada.

**Palabras clave:** Cargas no lineales, componente armónico, norma ARCERNNR – 002/20, equipo de medición KRON-RM960PQ.



## ABSTRACT

If it's essential so that the energy distribution scheme has reliable product quality indices, in any case it complies with current regulations in each country and satisfies the end user. It is common to find various inconveniences throughout the electrical power system, which can result in an energy deficit in the different distributors of the system, such as atmospheric discharges, harmonics caused by non-linear loads and natural events that affect momentarily to prolonged service continuity; Therefore, a constant analysis is necessary to verify that the parameters meet the highest quality standards throughout the entire system.

The present study proposes a technical analysis of the harmonic component in the rural feeder of Palmira # 1500080T01, belonging to the E.E.R.S.A. (Riobamba Electric Company), located in the Province of Chimborazo. Said analysis is based on regulation ARCERNNR - 002/20, in which the incidence of the load in the generation of harmonics will be investigated, in order to responsibility by way of the user is considered in part. The information will be compiled by the KRON-RM960PQ medium voltage measurement equipment, which will be installed at the source, intermediate and the finish of the trunk in a period of 7 days, 24 hours and every 10 minutes.

At the time of processing all the information from the analyzer at the designated points, at least 1008 data must be taken to verify if each index complies with the aforementioned regulations and estimate the percentages of affectation the system would have. Finally, after the study of the harmonic component, we will proceed to provide an alternative to improve this problem in the affected trunk.

**Keywords:** Nonlinear loads, harmonic component, ARCERNNR – 002/20 standard, KRON-RM960PQ measurement equipment.

## 1. INTRODUCCIÓN

Abastecer de energía eléctrica a toda una nación, precisa de un proceso previamente analizado, el cual es realizado por la empresa de distribución eléctrica vigente en cada sector, además cuenta con una infraestructura muy prolongada y de alta relevancia. El objetivo de llegar a todo el sector residencial, comercial e industrial con un servicio eléctrico confiable y de reducido costo, establece numerosos retos año tras año para todas las empresas que forman dicho sector [1].

Además en los últimos años, con la elevada introducción de componentes de electrónica de potencia, han surgido numerosos inconvenientes en el componente armónico del sistema, debido a que este problema provoca una elevada pérdida de eficiencia efectiva en una instalación eléctrica y los dispositivos que se anexan a ella; resonancias no estimadas en un proceso o infraestructura, alteraciones considerables en dispositivos electrónicos que afectan a sus elementos más sensibles, un bajo desempeño en generadores como en motores establecidos mayormente en industrias y finalmente en operaciones no controladas en sistemas de protección, entre ellos disyuntores o fusibles [1].

Con los antecedentes descritos, el presente proyecto analizará los problemas del componente armónico en una troncal trifásica de media de tensión de 13.8 kV ubicada en la provincia de Chimborazo. La información recopilada por el analizador KRON, será de suma importancia al momento de verificar si cumple o no con la regulación ARCERNNR - 002/20; además será un punto clave para formular una solución factible para reducir dicho problema [2].

Los diferentes índices de particularidades del producto de la regulación mencionada anteriormente, serán fundamentales para tomar decisiones oportunas para disminuir el componente armónico presente en la troncal; por lo que el proyecto toma más relevancia para extraer conclusiones destacables del elemento o los elementos que pueden ser los responsables del origen de dicho problema en la troncal [2].

## 1.1. Planteamiento del problema

En uno de los tramos de alimentación rural de la ciudad de Riobamba, específicamente en el alimentador Palmira 1500080T01, se ha presentado problemas del componente armónico, que está perjudicando el comportamiento normal de la red, además de la calidad del servicio de energía eléctrica en dicho sector, por lo que, en el futuro podría afectar a otros índices importantes, como el factor de potencia, voltajes y corrientes que forman parte de la troncal.

Con este criterio, la necesidad de realizar un análisis en los tramos principales toma más relevancia y en base a los resultados obtenidos, se buscará alternativas de mejora para este inconveniente. Uno de los puntos a tomar en cuenta para la presencia de armónicos en el mencionado alimentador, es la magnitud conocida como Tasa de Distorsión Armónica (THD); este parámetro determinará la relación entre el valor eficaz de todos los armónicos y el valor eficaz de la frecuencia fundamental.



**Figura 1.** Troncal Palmira (1500080T01).

**Fuente:** Autor.

## 1.2. Alcance

El presente trabajo está asociado a cuantificar la distorsión armónica presente en el alimentador rural Palmira 1500080T01 del sistema eléctrico de la Empresa Eléctrica de Riobamba (E.E.R.S.A.). Para conseguir la información adecuada de la red eléctrica se instalará el analizador de media

tensión, al inicio, mitad y final de la troncal de alimentación designada; efectuando registros conforme lo indica la Regulación No. ARCERNNR – 002/20, que permita conocer el impacto del componente armónico en dicha sección del sistema de distribución.

Con los datos adquiridos, se verificará el aporte de cada uno de los armónicos e identificarán acciones de mejora, para reducir dicho componente.

### **1.3. Objetivo principal**

- Identificar y evaluar el componente armónico, para brindar opciones de mejora en el alimentador Palmira 1500080T01 del sistema de distribución rural de la EERSA. desde el arranque, mitad y final de dicha sección.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Realizar campañas de medición para adquirir datos del componente armónico.
- Analizar los datos obtenidos, para identificar los armónicos en el sector evaluado.
- Establecer alternativas de mejora, para reducir el componente armónico.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Particularidad de la energía eléctrica

La energía eléctrica debe cumplir con características y condiciones que son requerimientos propios de los equipos, de tal forma que asegure su operación continua sin que altere su rendimiento, ni conlleve a fallas en sus elementos principales. Estas prestaciones se deben mantener en el trayecto del sistema eléctrico, desde su generación, transmisión, distribución y finalmente al consumidor final. Las empresas eléctricas tienen el compromiso de ofrecer prestaciones efectivas, por lo que el cliente tiene el compromiso de no causar daños a la red eléctrica, conocida habitualmente como concordancia electromagnética [1].



**Figura 2.** Esquema del sistema eléctrico tradicional.

**Fuente:** [3]

#### 2.1.1. Antecedentes

Hace cincuenta años atrás, el sector industrial tomó medidas correctivas para que los artículos se conviertan en un potencial económico, lo que resultó en que las máquinas eléctricas reduzcan considerablemente sus dimensiones de construcción y a la vez sean más eficaces. Pero las dificultades de la calidad de energía se vieron mermadas, debido a la conjunción de ciertas características especiales que se han ido presentando año tras año en los diferentes sectores de consumo, a continuación, se detallan los más relevantes [1].

- Los dispositivos eléctricos actuales son más perceptibles al voltaje, con un diseño estándar relativamente económico y elementos de operación que se hallan al tope de su vida útil, que se deben reemplazar según su grado de afectación. [1].
- En la actualidad se tiene un número considerable de dispositivos empleados en el procesamiento de datos, además de su utilización en el área de comunicaciones [1].
- Las perturbaciones eléctricas han aumentado a causa de la gran demanda de generación que existe en cada región [1].

Durante la década de los ochenta, el dilema de la calidad de energía creció de manera considerable, a excepción de la continuidad de servicio, el despacho de energía se efectuaba de una forma apropiada. Aunque existen cambios desde la perspectiva de carga del usuario final y del sistema eléctrico de potencia que se enlazan a este punto [1].

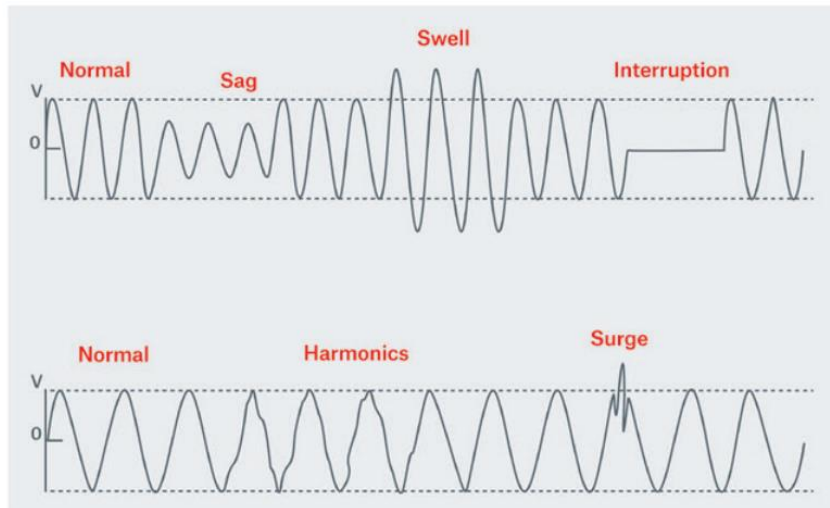
### **2.1.2. Perturbaciones en los sistemas eléctricos que alteran las propiedades de la energía**

Actualmente existen innumerables perturbaciones que afectan un sistema eléctrico, uno de ellos es la variabilidad de voltaje de baja duración, se define como la representación del descenso o ascenso instantáneo del voltaje RMS, efectuado por una falla distante en algún sitio del sistema eléctrico de potencia. Su aparición, en algunas ocasiones, se la puede hallar de una forma visual al existir un parpadeo constante en los aparatos eléctricos, principalmente este fenómeno se suscita en monitores de TV o computadoras, las oscilaciones se presentan en dos casos particulares [2].

**Amplificación swells:** se la relaciona con el ascenso en el voltaje de C.A., con una permanencia aproximada de 0.5 ciclos hasta unos 120 ciclos en un tiempo desde los 8ms hasta los 2s. Se origina principalmente por la desconexión de cargas muy grandes [2].

**Desnivel sags:** es la disminución en el componente de tensión de C.A., con una permanencia aproximada de 0.5 a 120 periodos con una duración de 8ms a 2s. Es producido por la conexión de

grandes cargas, y ante todo por descargas atmosféricas que resultan en una falla severa a la red eléctrica. Este análisis es útil al momento de estimar problemas futuros en cuanto a cargas que generen desbalances en el sector industrial [2].



**Figura 3.** Amplificación swell y desnivel sag en tensión.  
**Fuente:** [4]

### **Variabilidad de voltaje de larga duración**

Esta alteración está conformada por la variante RMS en la frecuencia por un periodo aproximado de un minuto. Además de lo descrito anteriormente, pueden ser ocasionadas por sobrevoltajes o bajo voltajes, por lo regular estas dos características no se generan a consecuencia de una falla, sino más bien por variaciones de las cargas en el sistema principal de distribución [2].

### **Transitorios**

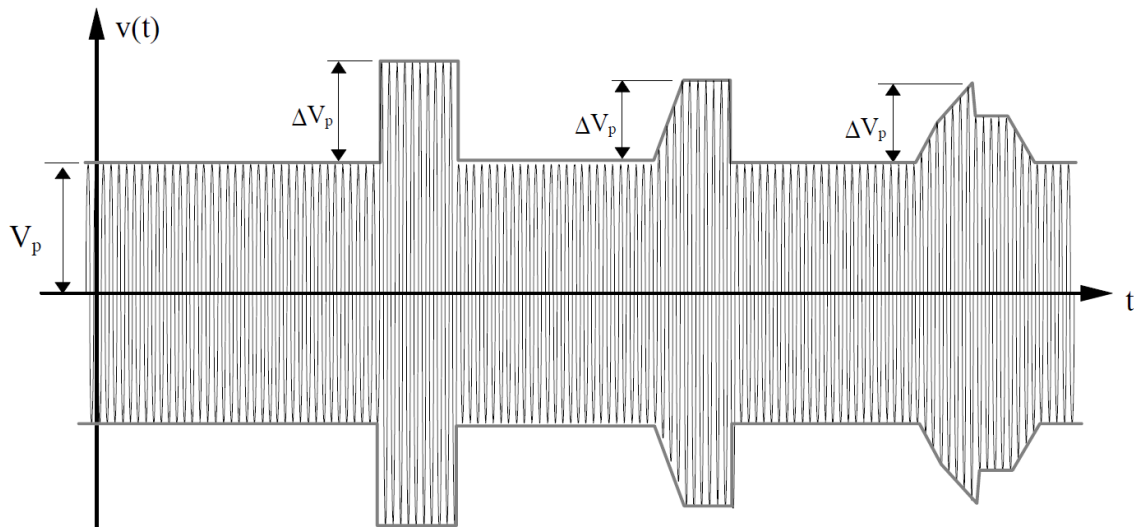
Los transitorios aparecen en una estructura de impulsos de voltaje en una pequeña permanencia de tiempo, intercalados en la señal principal de alimentación. En ciertos momentos resultan irregulares con una baja duración que se aproxima a los 2 ms. Su procedencia se sitúa esencialmente en una descarga atmosférica y al acoplar o desacoplar capacitores para una correcta optimización del F.P. [2].

## Impulso

Resumidamente es una perturbación de tiempo menor a los 0,5 ciclos en el modelo de onda de C.A., que posee un cambio muy repentino en su modelo original. Se produce por una falla severa en la red eléctrica y por la conmutación de enormes cargas [2].

## Flickers

Llamados habitualmente parpadeos, se relacionan a las oscilaciones presentadas en un determinado nivel de voltaje, se originan por el acople a cargas cíclicas como los hornos eléctricos y los osciladores subarmónicos. Comúnmente este parpadeo se percibe al momento de la transición de intensidad baja a elevada de luminarias, además en el ruido de la aceleración y desaceleración de un motor [2].



**Figura 4.** Fluctuación instantánea de tensión.

**Fuente:** [5]



## **Interrupciones de energía**

Por lo común, una suspensión provisional de energía sucede por algún desperfecto en el sistema eléctrico de potencia, accidentes vehiculares que afectan a las partes más sensibles de la continuidad del servicio eléctrico y desperfectos en transformadores como de generadores. La duración de estos eventos llega a ser desde pocos segundos hasta varias horas [2].

### **2.1.3. Tecnologías comerciales de protección de la calidad de la energía**

Un elemento esencial que se determina en términos de calidad para prolongar efectivamente el beneficio eléctrico, es el aumento de generación hacia el consumidor final de cada empresa de distribución eléctrica. Por consiguiente, han aparecido una extensa cantidad de dispositivos que logren suprimir las perturbaciones eléctricas, de tal manera que cada cliente tenga seguridad en el uso de sus equipos. A continuación, se mencionará los elementos que salvaguardan las propiedades de la energía en cada sistema [6].

### **Supresores de picos**

Este tipo de componentes están conformados con un varistor de óxido metálico (MOV), que son de fácil instalación al ingreso de la acometida eléctrica ya sea de tipo industrial, comercial o residencial. La operación se fundamenta en recopilar la energía dañina por una descarga y despojarla hacia tierra [6].



**Figura 5.** Supresor de picos.  
**Fuente:** [7]

### **Transformadores de aislamiento**

También denominados trafos – ferrosnantes, son una clase de transformador laminado que otorga una efectiva salida regulada de energía. Una de las grandes ventajas que ofrecen estos dispositivos, es el material construido en el interior de su núcleo, que actúa como un filtro activo de paso que obstruye satisfactoriamente los temidos transitorios y a su vez sobretensiones [6].

### **Acondicionadores de línea**

Son dispositivos protegidos comúnmente por un acondicionador de voltaje, los acondicionadores ferrosnantes son empleados únicamente para un sistema monofásico, ocupando un fundamento de saturación del núcleo y los acondicionadores electrónicos que poseen un perfeccionado sistema de control [6].

## UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)

La función principal de un equipo de alimentación continua, es la de brindar circulación de energía eléctrica por medio de baterías al momento que exista un fallo en la red, del mismo modo, protege a los dispositivos ante sobretensiones [6].



**Figura 6.** Sistema de alimentación ininterrumpida.  
**Fuente:** [8]

## Plantas de emergencia

Una planta de emergencia o también llamados grupos electrógenos, proveen de energía eléctrica a una carga en el instante que existe un corte de energía. Se las utiliza principalmente en cargas donde se requiera un tiempo de respaldo indefinido, por ejemplo, en hospitales. Está compuesto por un motor a diésel, un generador de corriente alterna y un interruptor de transferencia automático [6].



**Figura 7.** Grupo electrógeno.  
**Fuente:** [9]

#### **2.1.4. Calidad de servicio**

Son las características técnicas y comerciales que los servicios eléctricos deben brindar a los consumidores finales. En ciertos momentos se la relaciona en la continuidad del servicio de energía, brindando confiabilidad y principalmente evaluándola en los siguientes estados: datos de intermisiones por año, periodos medios por intermisión y clientes perjudicados por promedio de intermisión. Posteriormente, se mencionará a las tres calidades de servicio de acuerdo a la normativa nacional vigente [10].

#### **Particularidad del producto**

Indica las características principales que se encuentra en la configuración de la onda elemental de tensión vendida por el distribuidor, existe diferentes parámetros que conlleva a la alteración final del componente armónico [10].

## **Propiedad de prestaciones eléctricas**

Enumera los beneficios que una empresa de distribución brinda al consumidor, que puede variar desde demoras en el servicio hasta la facturación total al consumidor, todo para garantizar que el consumidor esté satisfecho con el servicio que está comprando [11].

## **Calidad del servicio técnico**

Se refiere al servicio continuo que una empresa distribuidora puede brindar a los consumidores, además se puede medir por la regularidad y permanencia de los apagones en el sistema eléctrico que abastece a los usuarios [11].

## **2.2. Estándar IEEE 519-2014**

La presente normativa se la aplica principalmente en capacidades no lineales definidas en márgenes instaurados previamente, que sirven para el mejoramiento eficaz del problema armónico. De cualquier forma, los datos máximos expuestos en la normativa son sugerencias que no se las debe acatar en forma puntual para todos los casos; dado que el origen de las corrientes armónicas en el S.E.P., comprenden procesos VAR estacionarios, verificadores de fase, hornos de arco y moduladores de ancho P.W.M. en motores [12].

Los dispositivos anteriormente mencionados, al ser productores de armónicos, contienen una corriente armónica perseverante en el tiempo y cualidades versátiles sujetas al control de cada dispositivo, además de características propias de cada sistema. Uno de los asuntos a considerar, es que debe emplearse en sitios de interfaz de acuerdo común; igualmente serán asignados a la utilización de un punto común de enlace (P.C.C.), entre el operador principal y el usuario final [12].

Los límites mostrados en la presente norma, tiene como finalidad, el compromiso dividido entre el propietario y usuario para el correcto control del componente armónico. Los usuarios al ser

generadores de armónicos que circulan por el sistema de potencia, influyen de distinta manera en el comportamiento ideal de las características de impedancia y de carga en cada uno de los destinos asignados en el sistema de distribución de energía [12].

### **2.2.1. Mediciones armónicas**

Para estimar un valor apropiado del nivel armónico en un sistema, se verificará los límites indicados en la presente norma, las herramientas empleadas para este análisis cumplirán con las disposiciones IEC-61000-4-7 y la IEC-61000-4-30. Seguidamente se analizará las propiedades más notorias para evaluar de forma precisa los errores que pueden estimarse en un proceso entre el operador general y el usuario final; además de los datos que lleva a solventar varios de los problemas presentados por el componente armónico en diferentes niveles de voltajes a través del sistema eléctrico de potencia [13].

#### **Amplitud de la ventana de medición**

Este indicador se encuentra generalmente en dispositivos digitales, los cuales aplican la transformada de fourier discreta en doce ciclos (alrededor de los 200 ms) para estructuras de 60 Hz., y de diez ciclos para 50 Hz. Al disponer de esta amplitud, el componente espectral se obtendrá en intervalos de 5 Hz, (de este modo: 5,15,20,25 Hz, etc.) y para una frecuencia media de armónicos de 60 y 50 Hz. (50,100,150 Hz, etc.), cuando estos datos se encuentran intercalados en un solo valor RMS, definirá de manera satisfactoria la frecuencia central a la que operará el sistema [13].

#### **Medición de armónicos de muy corto tiempo**

Al examinar este parámetro, generalmente el tiempo de tres segundos estará centrado para quince ventanas consecutivas, doce en procedimientos para 60 Hz. y 10 en sistemas de 50Hz. El componente de frecuencia particular está fundamentado en una operación RMS, para la demostración de este parámetro ver anexo 1 [13].

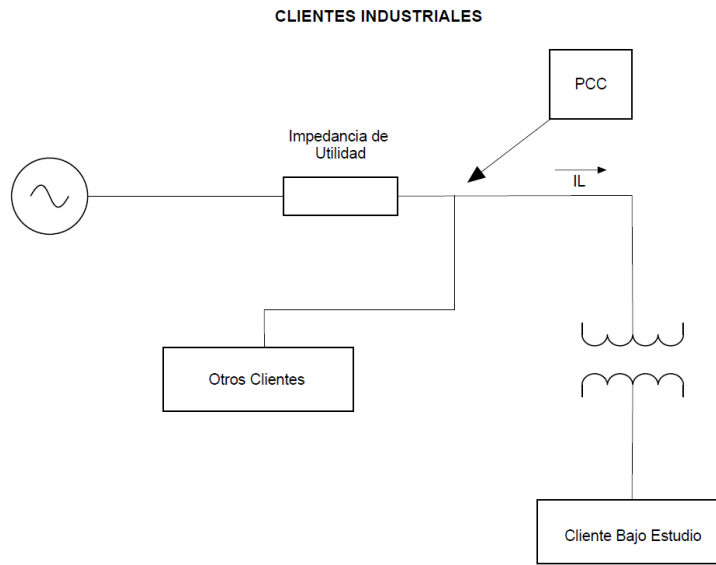
## **Medición de armónicos de corto tiempo**

Estos valores se analizarán para un tiempo de diez minutos justificados en una recopilación de doscientos datos extremadamente cortos, por lo que, al enlazarse de manera sucesiva, brindan un componente de frecuencia propio, para el cálculo de este indicador ver anexo 2 [13].

## **P.C.C. (Punto de enlace común)**

El punto de acople común se refiere al lugar más cercano a una carga en especial que se encuentra a lo largo de un sistema de distribución de energía público. Las cargas de un usuario final pueden estar enlazadas de manera correcta a la red y no presentar problema alguno por varios años, sin embargo, es importante realizar un análisis exhaustivo para determinar posibles problemas creados por el componente armónico. Además, es importante mencionar que el P.C.C. será un punto ubicado aguas arriba de la instalación a examinar, los dos tipos de enlaces se mostrarán a continuación [14].

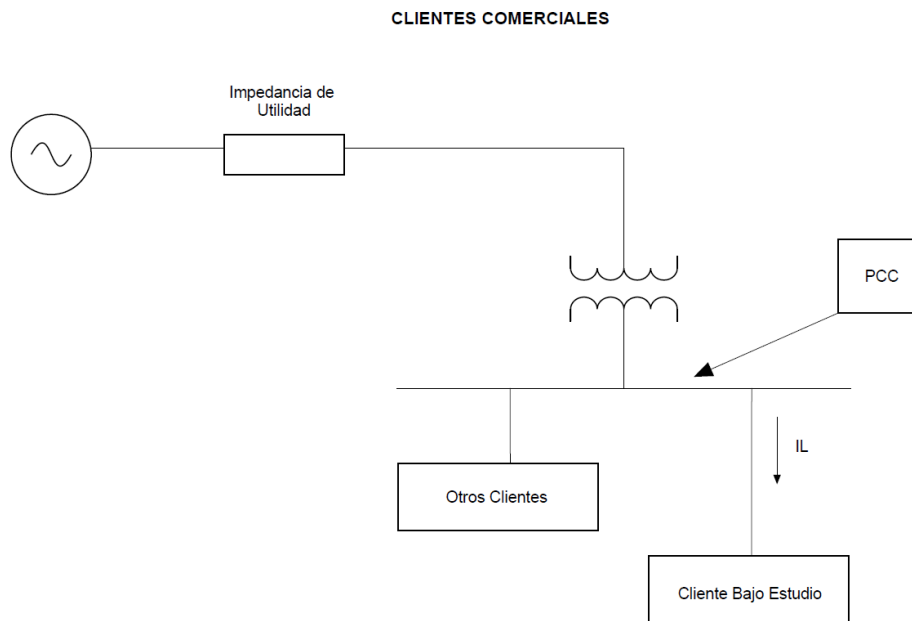
**Usuarios del tipo industrial:** el punto de enlace común se ubicará en el lado primario del transformador de distribución, de esta manera se podrá verificar los inconvenientes en el usuario a evaluar y apartar a los demás consumidores que no estén bajo este proceso [14].



**Figura 8.** P.C.C. Usuarios industriales.  
**Fuente:** Autor.

**Usuarios del sector comercial:** el punto de enlace común se ubicará en la posición de baja tensión del transformador, de esta forma se podrá comprobar los problemas en el usuario a examinar, pero no estará apartado de los otros consumidores que no estén bajo este análisis [14].



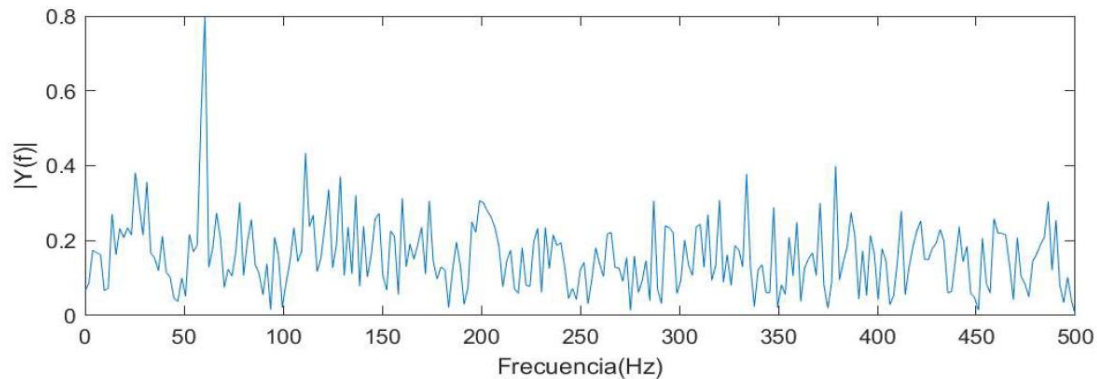


**Figura 9.** P.C.C. Usuarios comerciales.  
**Fuente:** Autor.

### **Corriente de carga de máxima demanda**

Este dato recopilado previamente por un dispositivo analizador de fallas, se origina principalmente en el punto de acople común (P.C.C.), se lo resuelve con el porcentaje total de las corrientes añadidas a una demanda máxima unitaria en el sistema de potencia, donde se esté evaluando los inconvenientes de armónicos y genere una demanda máxima por los doce meses anteriores examinados para una situación similar de falla [14].

El estado de la señal que permanece a un tiempo inferior de medio ciclo y la magnitud en la configuración del rizo de tensión, cambiará su polaridad de manera progresiva, denominándola concavidad en el primer armónico [14].



**Figura 10.** Concavidad en el primer armónico a 60 Hz.  
**Fuente:** Autor.

### Valoración estadística

Para una correcta evaluación del componente estadístico enfocado en los armónicos de medición “cortos” y “muy cortos”, se debe acaparar valores en etapas que se ajusten al día y para la semana equitativamente. Para la medición del componente armónico de muy corto tiempo, la valoración del 99 % comprenderá el dato que se aumentó en 1% del tiempo de medida, esto se calculará para cada ciclo de 24 horas y de esta forma se podrá comparar con límites presentados en la cláusula 5 de la presente normativa [14].

Para medidas de armónicos de corto tiempo, la relación del 95% y 99% indican que los datos que sobrepasen en el 5% y 1% del tiempo de medida, serán calculados por un ciclo en siete días, logrando comparar los límites expuestos en la cláusula 5. Las estadísticas evaluadas se aplicarán en componentes armónicos de voltaje, además de corriente, exceptuando que el dato en tiempo corto del 99% no se utilice con armónicos de voltaje [14].

#### 2.2.2. Límite armónico recomendado

Una de las recomendaciones más importantes de la norma IEEE 519-2014 es poder aplicar el análisis directamente en el P.C.C. y no aplicarlo en elementos independientes del dispositivo o en zonas interiores de un usuario final de distribución. Por lo general, la tensión y corriente del componente armónico superarían de una forma significativa los límites establecidos en el P.C.C.,

a causa de variedad en cada uno de los sistemas que se estén analizando. Los fenómenos referidos a la eliminación de armónicos al enlazar diversas fuentes, deben evaluarse por debajo de la suma algebraica del límite RMS [15].

### **Límite de voltaje armónico**

El operador del sistema eléctrico de potencia, limitará el componente armónico de voltaje línea a neutro en el punto de acople común (P.C.C.) de la siguiente forma [15].

- Los datos diarios del 99% en mediciones de armónicos muy cortos (3s), estará por lo menos en 1.50 ocasiones de los datos expuestos más adelante [15].
- Para datos por semana del 95% en mediciones de armónicos cortos (10 min), serán inferiores para datos mostrados posteriormente [15].
- El conjunto de datos que se enlazan al P.C.C., mostrarán un tanto por ciento del voltaje anexado a una frecuencia nominal estable, con lo que se obtendrá el mismo punto de enlace al sistema. Para la tabla expuesta en el anexo 3, se emplea la tensión del componente armónico en la frecuencia establecida previamente y para un múltiplo entero de frecuencia asignada[15].

### **Límites de alteración de corrientes en procedimientos de distribución nominal de 120 V. mediante 69 kV**

Los usuarios que tienen una conexión en un sistema de voltaje nominal en P.C.C. de 120 V. a 69 kV, se rigen a los límites de corriente del componente armónico de la siguiente manera [15].

- Para una corriente de componente armónico periódico del 99% en una medición de muy corto tiempo (3s) será menor de 2 veces de los datos expuestos [15].

- En una corriente de componente armónico semanal del 99% en una medición de corto tiempo (10 min), será menor en 1.5 veces en los datos visualizados [15].
- En una corriente de componente armónico semanal del 95% en una medición de corto tiempo (10 min), será menor que el dato expuesto [15].
- Los datos recopilados estarán dados de acuerdo a la demanda máxima actual, el dato se crea en P.C.C. y se lo evalúa en el compendio final de la corriente que este anexada en el requerimiento límite por los doce meses del año, finalmente este resultado será dividido por 12, ver anexo 4 [15].

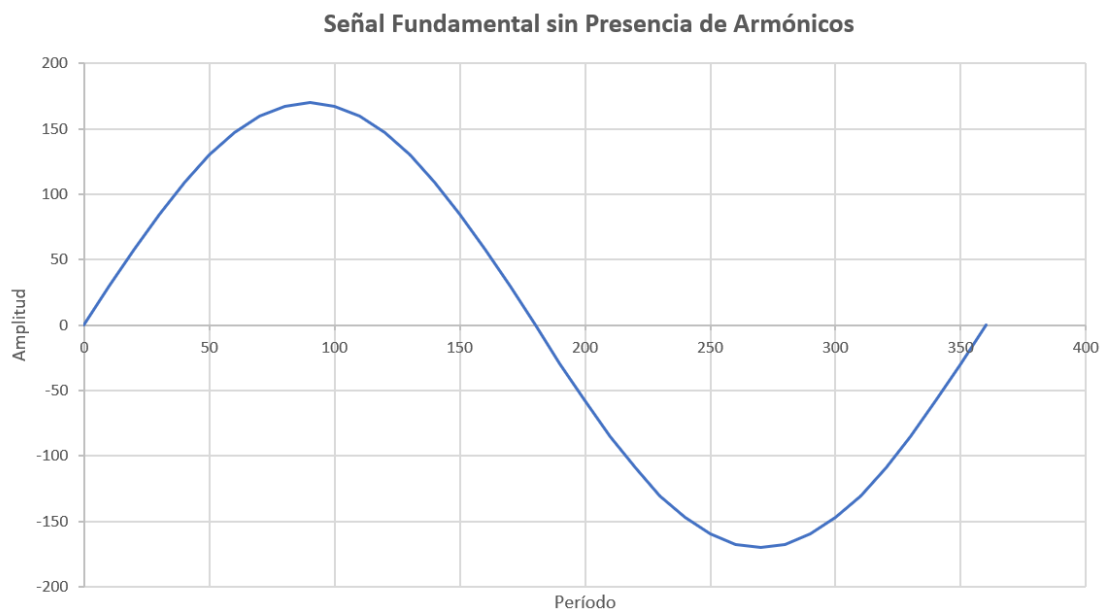
### **Límites de alteración de corrientes en procedimientos de distribución nominal mayores a 161 kV**

Los usuarios que se enlazan a un sistema de voltaje nominal en P.C.C. mayores a 161 kV, se limitarán a parámetros de corriente del componente armónico de la siguiente forma [16].

- En corrientes del componente armónico periódico del 99% en una medición de muy corto tiempo (3s), será menor de 2 veces de los valores presentados [16].
- Para corrientes en las que el componente armónico semanal es del 99% en una medición de corto tiempo (10 min), será inferior en 1.5 veces en los datos expuestos [16].
- En una corriente de componente armónico semanal del 95% la medición de corto tiempo (10 min), será inferior que el dato expuesto [16].
- Los datos compilados serán mostrados de acuerdo al despacho límite, este dato se originará en el P.C.C. y se lo examinará en el compendio resultante de la corriente que este enlazada en el requerimiento límite por los doce meses del año, con lo que este resultado será dividido por 12, ver anexo 5 [16].

### 2.3. Armónicos

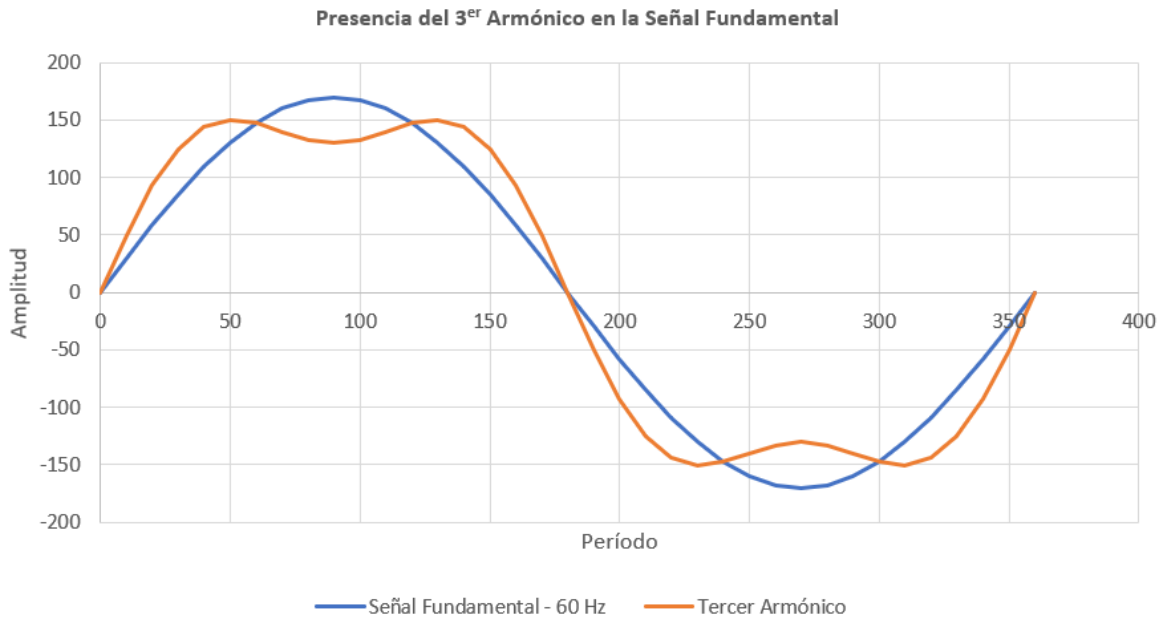
Un armónico se define como una corriente o tensión en un múltiplo de la periodicidad elemental (60 o 50 Hz), los armónicos contienen una frecuencia de múltiplo (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ... n) enlazada en la frecuencia fundamental, en la que la sigla “n” comprende la categoría de cada armónico al momento de evaluarlo, por ejemplo, si en la frecuencia de 60 Hz. se tiene un armónico categoría 3, tendrá una frecuencia de 180 Hz. Generalmente, los armónicos pares no se los analiza en los ambientes industriales, debido a que se suprimen por la compensación en la señal alterna, además el componente armónico, tanto en magnitud de corriente y tensión, suele establecerse en un factor sinusoidal de periodicidad determinado en el anexo 6 [17].



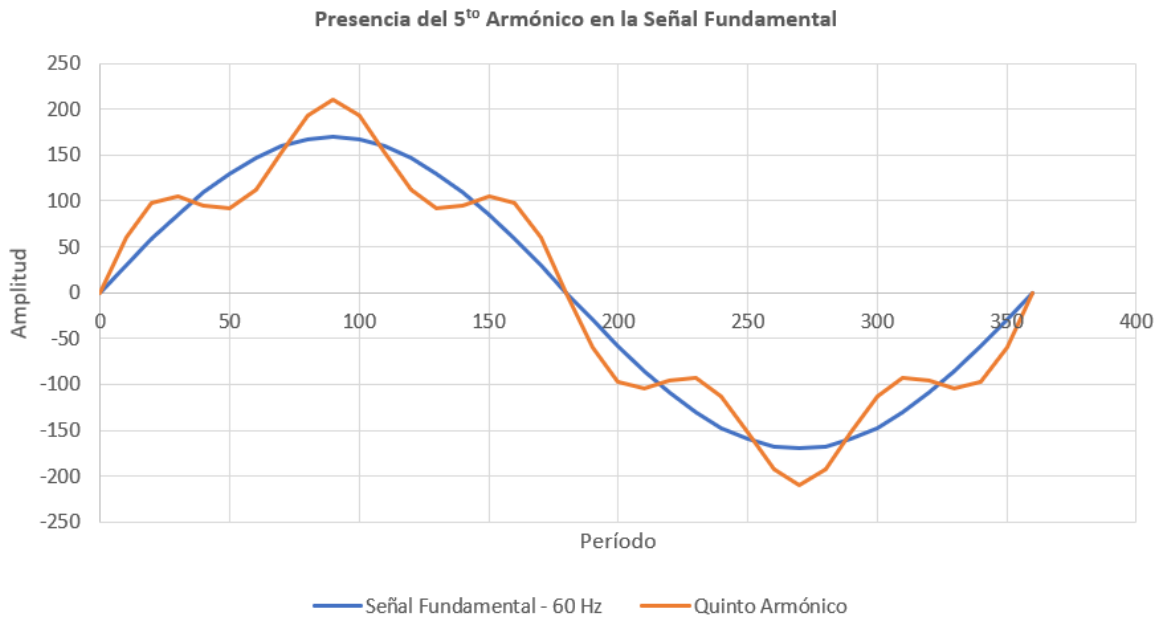
**Figura 11.** Señal fundamental – frecuencia 60 Hz.

**Fuente:** Autor.

Para comprender de manera gráfica la existencia de armónicos en la frecuencia elemental y realizar acciones correctivas, se cuenta con expresiones que deducen la presencia del 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> armónico en dicha señal, ver el anexo 7. La aparición del componente armónico, posee diferentes niveles de distorsión a lo largo del sistema eléctrico de potencia, posteriormente, se podrá apreciar los efectos del 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> armónico ubicados en la señal fundamental [17].



**Figura 12.** Presencia del tercer armónico.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 13.** Presencia del quinto armónico.  
**Fuente:** Autor.

### **2.3.1. Mediciones para la alteración de tensión y corriente**

A fin de establecer efectivamente la alteración presente en una señal, se dispone de indicadores que determinan magnitud y límites específicos del componente armónico, seguidamente se muestran los indicadores más importantes [18].

#### **Valor eficaz (RMS)**

El valor eficaz es uno de los indicadores importantes para sumar señales de tensión o corriente de distintas frecuencias, además proporciona datos concluyentes en cada uno de los sistemas afectados por la distorsión armónica, para el desarrollo de este indicador ver el anexo 8 [18].

#### **Cofactor de alteración (Cd)**

Comúnmente llamado (THD), se define como la correlación directa del componente armónico en la señal elemental y el dato eficaz (RMS); el resultado de este análisis está centrado entre el 0% y el 100%, si la alteración de la señal es baja, el cofactor cambiará notablemente. Este parámetro es uno de los más usados en el continente europeo, para el cálculo de este parámetro ver el anexo 9 [18].

#### **Distorsión de demanda total (TDD)**

Al efectuar medidas del componente armónico a lo largo del S.E.P., se pueden hallar magnitudes de THD elevados de poca cargabilidad, sin embargo, no perjudican al trabajo normal de los dispositivos, debido a que la alteración de la energía que fluye por el sistema es reducida, el índice TDD se correlaciona directamente con la intensidad armónica total y el despacho límite asociado a cada una de las cargas, la evaluación de este índice se aprecia en el anexo 10 [18].

### **Distorsión armónica total (THD)**

Esta variable establece la correlación del componente armónico de la señal y el primer armónico denominado fundamental, su valor característico se encuentra en medio del 0% y el infinito. Es uno de los elementos más distinguidos al momento de analizar problemas de armónicos en la red; es una herramienta de apoyo en la medición de alteraciones independientes como el voltaje y corriente, además es muy eficiente en dispositivos que emplean relevadores de protección, su ecuación característica se la aprecia en el anexo 11 [19].

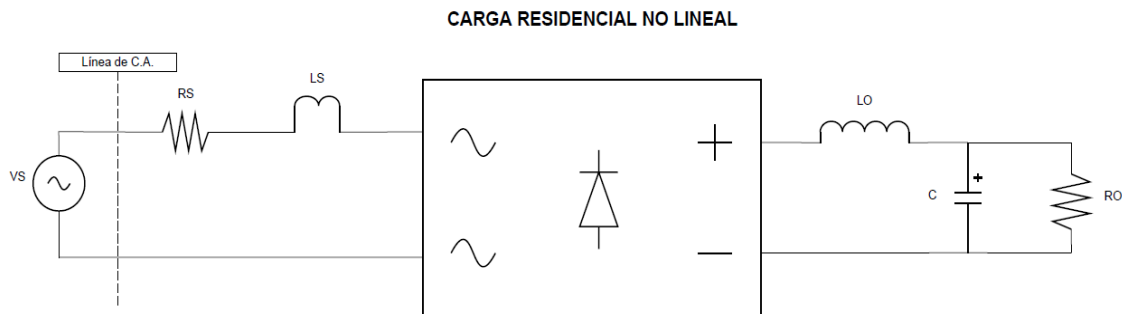
#### **2.3.2. Conceptualización matemática de armónicos por medio de series de fourier**

La alteración armónica requiere de un análisis minucioso para tomar acciones de mejora en cada uno de los sistemas de energía, los instrumentos que facilitan este estudio son las series de fourier, que determinan el actuar de los elementos armónicos en una señal deformada tanto de voltaje como de corriente. Al desmontar esta señal y evaluarla por series de fourier, conlleva a que una señal de forma periódica se establezca de manera adecuada a través de este método, además los métodos de fourier, son una herramienta útil en la resolución del componente armónico en un sistema, dando resultados satisfactorios al momento de compararlos con un equipo analizador de armónicos, las ecuaciones de verificación de este procedimiento se encuentran en los anexos 12 y 13 [20].

#### **2.3.3. Origen de armónicos**

Una de las principales causas de armónicos en la actualidad es el aumento del componente no lineal en las distintas cargas acopladas al sistema eléctrico, debido a que la mayoría de dispositivos están relacionados directamente en el área de electrónica y operan con rectificadores de onda completa en sus fuentes de alimentación; las computadoras, luminarias del tipo fluorescente, televisores, y equipos de comunicaciones son un claro ejemplo [21].

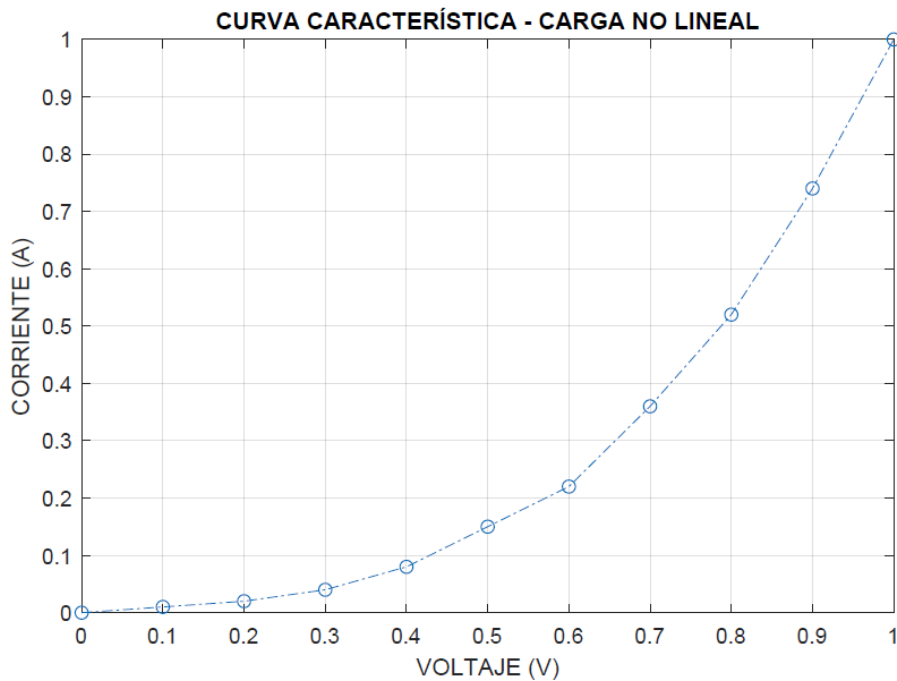




**Figura 14.** Modelo de un dispositivo electrónico no lineal.  
**Fuente:** Autor.

### Carga no lineal

Por definición eléctrica, la carga es considerada no directa al existir cambios repentinos en su impedancia respecto a la tensión aplicada. Ciertamente la corriente que se consume por esta carga no tendrá una onda sinusoidal, además abarca un componente armónico que interacciona directamente con la impedancia del sistema distribuidor de energía; que a su vez creará alteraciones de tensión tanto en la distribución, como en cada una de las cargas. Actualmente la mayoría de dispositivos electrónicos incorporan una fuente de poder conmutada denominada S.M.P.S., responsable de armónicos en un sistema [22].



**Figura 15.** Curva particular en una carga no lineal de características S.M.P.S.  
**Fuente:** Autor.

## 2.4. Consecuencias del componente armónico en una red eléctrica

A lo largo de una red de provisión eléctrica, se pueden encontrar un sinnúmero de perturbaciones armónicas que pueden afectar en gran medida a cada uno de los elementos que la componen, por lo que se han efectuado numerosos análisis señalando la existencia de dicho componente, seguidamente se verá algunos de los más importantes [23].

**Disminución del factor de potencia:** condiciona la transmisión de intensidad del sistema de distribución principal [23].

**Efectos en motores y generadores:** se produce al existir el conocido efecto Joule (calentamiento) de los elementos principales del motor y del alternador, en el caso del generador por aumento de la corriente que debe suministrar y en el motor debido al aumento de la resistencia del rotor por elevadas frecuencias [23].

**Consecuencias en transformadores:** ocurre con una mayor pérdida del conductor de cobre presente en su núcleo, a causa de la elevación de corriente y al efecto denominado piel (skin) [23].

**Efectos en los condensadores:** la corriente armónica se produce por el repentino cambio del índice de reactancia con la frecuencia. El componente resistivo en un capacitor cambia con la frecuencia, generando de esta forma calor y pérdidas considerables [23].

**Repercusiones en el neutro:** la distorsión armónica sucesiva no se enlaza directamente sobre este componente [23].

**Impacto en lecturas y pérdida de garantía del equipo:** puede existir alteraciones considerables en las lecturas recopiladas, lo que conduce a un aumento del margen de error. Respecto a la protección, puede ocasionar un mal desempeño, ya que están contruidos para operar directamente en un pulso sinusoidal [23].

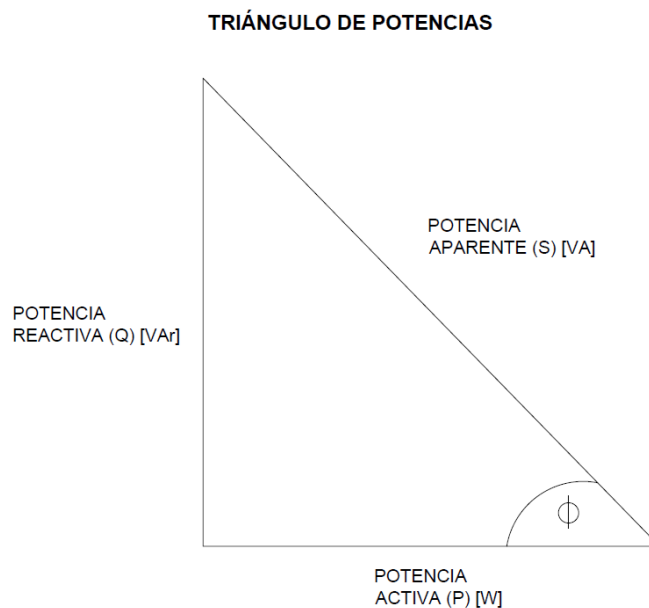
**Consecuencias en dispositivos electrónicos:** la mayoría de estos componentes poseen una alta sensibilidad a la distorsión de la señal, como los empleados en procesos de automatización en la industria [23].

El análisis a profundidad de la alteración del componente armónico de corriente, es esencial a fin de comprender por qué existe una alteración en la señal de tensión, cuantos más armónicos existen en la corriente, más armónicos hay en la tensión y el inconveniente se prolonga. El origen más frecuente de la corriente en el componente armónico en un sistema de distribución es: transductores del tipo electrónico, hornos del tipo arco, transformadores empleados directamente en generación distribuida, controladores de fase y rectificadores de corriente alterna [24].

#### **2.4.1. Factor de potencia**

Denominado de manera eléctrica, como el coseno de la arista construida por las componentes de tensión y corriente, se lo representa de forma trigonométrica con el triángulo característico de este

índice de estudio, en la que se relaciona las tres potencias para los distintos análisis, estas son reactiva, activa y aparente. El triángulo en mención está elaborado mediante las siguientes características: la potencia activa es aquella que representa el consumo en las distintas cargas, su medición es watts (w), la potencia aparente es el producto matemático del componente de voltaje y de corriente, su medición es voltiamperio (va), finalmente la potencia reactiva es medida en voltiamperio reactivo (var), las ecuaciones de verificación de este índice se encuentran en el anexo 14 [24].



**Figura 16.** Triángulo de potencias.  
Fuente: Autor.

#### **2.4.2. Factor de potencia vinculado en calidad de energía**

Este parámetro es importante al momento de vincular el desarrollo particular de cada uno de los índices eléctricos en un sistema definido previamente; en vista de las dificultades del elemento técnico que podrían aparecer en los componentes anexados a la red eléctrica, que no poseen un factor de potencia conveniente. El crecimiento considerable de la densidad lineal en una carga a través del sistema de distribución eléctrico, ha propiciado que se ejecuten acciones correctivas inmediatas del componente armónico, a fin de obtener una variación en el concepto de factor de

potencia, se podrá tener un resultado más acertado en la vida real de las redes eléctricas, su ecuación característica se la aprecia en el anexo 15 [17].

Los inconvenientes que suscita este factor en determinados sistemas son frecuentes, por lo que su estudio minucioso es indispensable sobre todo a nivel de industria, donde al no regirse a una norma establecida, tendrán sanciones por parte de la distribuidora principal de energía. Conseguir un valor de factor de potencia inmejorable para el desempeño adecuado de los dispositivos conectados al sistema de distribución, es parcialmente factible y económico a la vez, debido a que en la actualidad se disponen de algunas técnicas para obtener valores deseados para cada caso de mejoramiento [17].

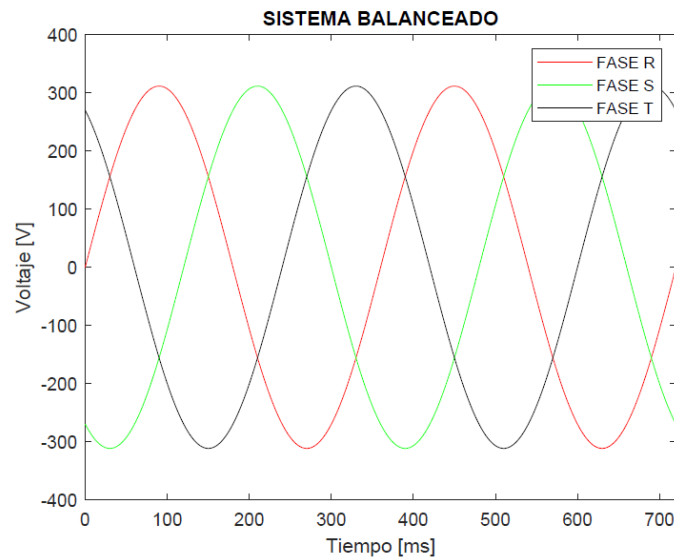
### **2.4.3. Desequilibrio de fases**

La definición de un sistema equilibrado o desequilibrado se aplica en un sistema netamente trifásico, ya que sus propiedades de construcción en un sistema equilibrado se destacan por el desfase igual o semejante por las tensiones de la red, técnicamente será de 120 grados. Referente al parámetro de voltaje, si cada una de las cargas que están enlazadas al sistema son iguales, las magnitudes serán equivalentes en las tres fases. Aunque este caso sea ideal, no se lo podrá encontrar netamente en un ambiente práctico, a continuación, se describirá algunas de las ventajas que tiene un sistema equilibrado [18].

- La señal que proviene del componente de voltaje es perfecta en su forma senoidal, brindando estabilidad en el sistema [18].
- El parámetro de corriente en las tres fases es idéntico [18].
- Las pérdidas prácticamente son inexistentes en este caso [18].

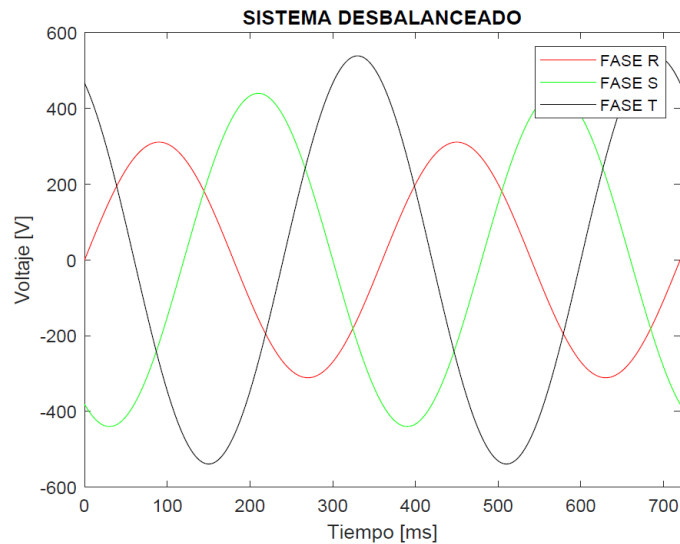
La generación no determina si un sistema es equilibrado o desequilibrado, esta labor la realiza la carga, por lo tanto, los principales sistemas de energía operan en modo desequilibrio, pero

presentará condiciones negativas con el paso del tiempo. La razón principal es una multa emitida por la compañía de suministro eléctrico, igualmente de afectaciones que pueden llegar a causar el deterioro en componentes principales, como el caso de líneas de transmisión o transformadores [18].



**Figura 17.** Sistema trifásico balanceado.  
**Fuente:** Autor.

En un sistema desbalanceado, el desfase de cada uno de sus ángulos es diferente de 120 grados, una de las peculiaridades es que el rizo del componente de tensión de sus fases está distorsionado, del mismo modo que el componente de corriente en medio de las fases no es igual. Finalmente se puede encontrar un determinado valor de corriente en el neutro y las pérdidas serán cuantiosas respecto a la configuración anterior [18].



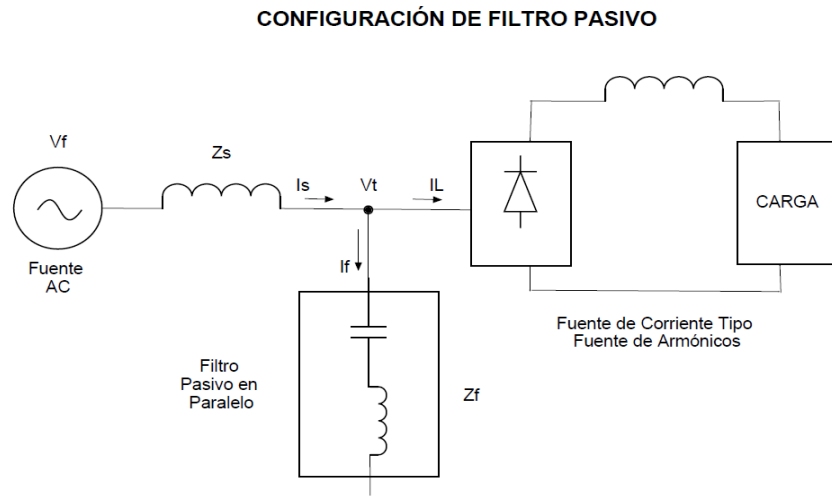
**Figura 18.** Sistema trifásico desbalanceado.  
Fuente: Autor.

## 2.5. Disminución del componente armónico en diferentes niveles de tensión

El considerable aumento por densidad lineal en carga a nivel residencial, conlleva un alza importante de corrientes del componente armónico, que viajan por todo el sistema de medio y bajo voltaje. El fenómeno denominado transferencia de armónicos, podría amplificarse de forma considerable, debido al producto de resonancia de elementos capacitivos y brindar mejoras oportunas en el factor de potencia, igualmente en transformadores y una determinada área de impedancia en las líneas de transmisión. En dispositivos electrónicos que contienen rectificación pasiva, como en el caso de los inversores, han causado notablemente el crecimiento de la alteración armónica en las redes de suministro eléctrico [25].

Una de las mejores soluciones a este inconveniente es implementar filtros, estos componentes son fabricados con elementos reactivos, como el caso de bobinas y capacitores que irán acoplados en una conexión serie o paralela a la carga a mejorar. Posteriormente se analizará las distintas configuraciones de este componente [25].

**Filtros pasivos:** este tipo de filtro está construido de tal forma que su impedancia sea relativamente baja en frecuencia para un armónico de nivel N. Se los emplea debido a que presentan un costo relativamente bajo y pueden mitigar de óptima manera el problema armónico, el filtro pasa banda es un claro ejemplo de esta clasificación [25].

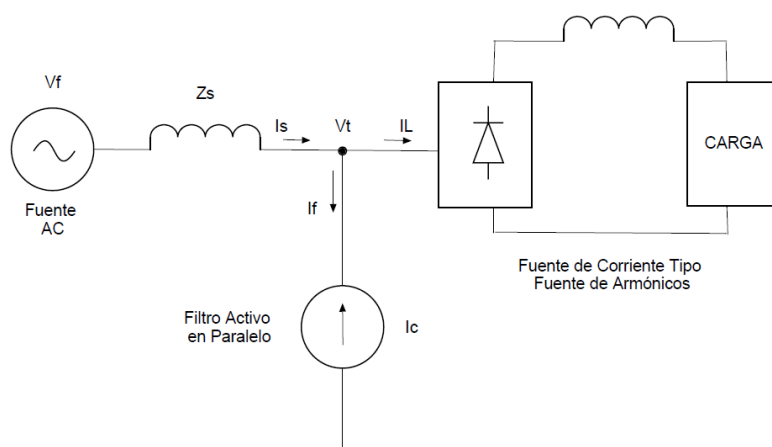


**Figura 19.** Conexión filtro pasivo.  
Fuente: Autor.

**Filtros activos:** el filtro activo es un componente electrónico que evalúa el espectro de corriente armónica e introduce al sistema un espectro de corriente de 180 grados, en desfase con el componente armónico situado en la carga. El producto de este proceso es la anulación total de la corriente armónica y se los puede enlazar en serie o paralelo con la carga a corregir [26].



### CONFIGURACIÓN DE FILTRO ACTIVO



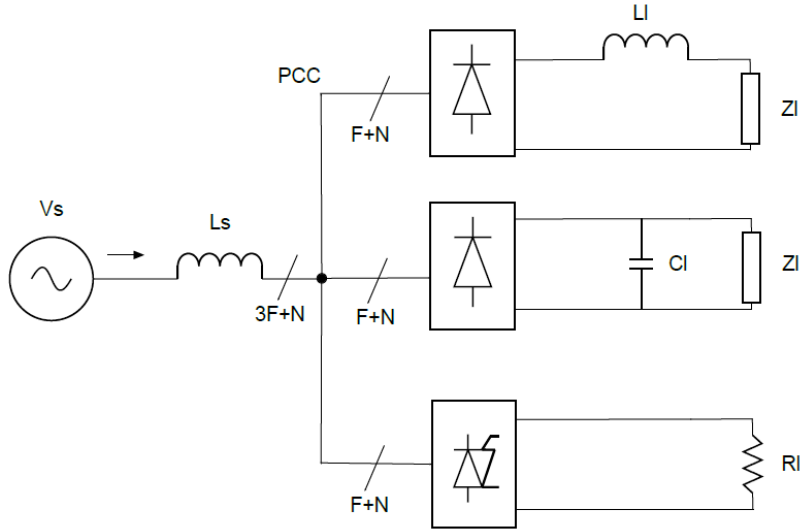
**Figura 20.** Conexión filtro activo.  
**Fuente:** Autor.

#### 2.5.1. Disminución de la corriente armónica producida por la carga

Al variar la composición armónica de una carga, se pueden obtener diferentes resultados de mejoramiento en el sistema al que este enlazado, una de las representaciones más comunes es la de tres cargas monofásicas distorsionadas que están conectadas entre una línea viva y el neutro, realizando esta acción se obtendrá una estructura armónica trifásica variada [27].

La característica más común en este tipo de configuración, es la de tener una prominente inductancia en el lado de continua, asimismo de un rectificador que contiene un condensador de gran potencia. Finalmente, el sistema posee un regulador de una lámpara incandescente establecido por un triac (dimmer), que se evaluará en gran parte como la carga resistiva no lineal en el sistema [27].

**ESTRUCTURA DE CARGAS EN UNA SITUACIÓN  
GENÉRICA**

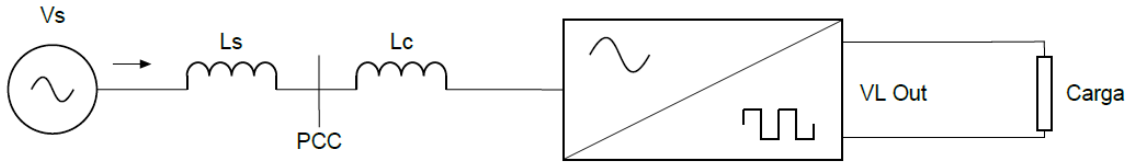


**Figura 21.** Estructura carga genérica.  
**Fuente:** Autor.

Las opciones que se disponen para corregir la corriente por estas cargas son las siguientes:

- Enlazar inductancias del tipo limitantes en el lado de alterna de los convertidores, con lo que se podrá tener una solución óptima, sin embargo, resultará en una eficiencia limitada y con el tiempo se necesitará de inductancias de mayor potencia que propiciarán desniveles de tensión en las principales líneas del sistema. En la figura 22 se puede notar el perfeccionamiento por medio de una inductancia limitadora. [28].

#### IMPLEMENTACIÓN DE UNA INDUCTANCIA LIMITADORA EN EL LADO DE ALTERNA

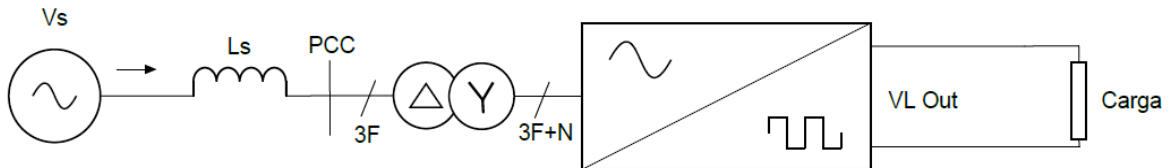


**Figura 22.** Implementación de inductancia limitadora.

**Fuente:** Autor.

- Brindar alimentación a la carga por medio de un transformador con una configuración en triángulo en el lado del primario, al realizar este procedimiento, se pretende evitar la circulación de la corriente homopolar en la parte primaria del transformador, de la misma manera, si el componente de corriente que se consume debido a la carga no lineal fuera totalmente equilibrado, la circulación de armónicos múltiplos de 3 por el lado de la fuente principal sería la solución definitiva [28].
- Otra de las adaptaciones más comunes, es la de captar el componente armónico homopolar en el primario del transformador, dicha conexión se la debe efectuar en triángulo y se fundamenta en suprimir los puentes de rectificación trifásicos por medio de un transformador con dos devanados secundarios, el uno con una conexión en estrella y el otro en conexión en triángulo [29].

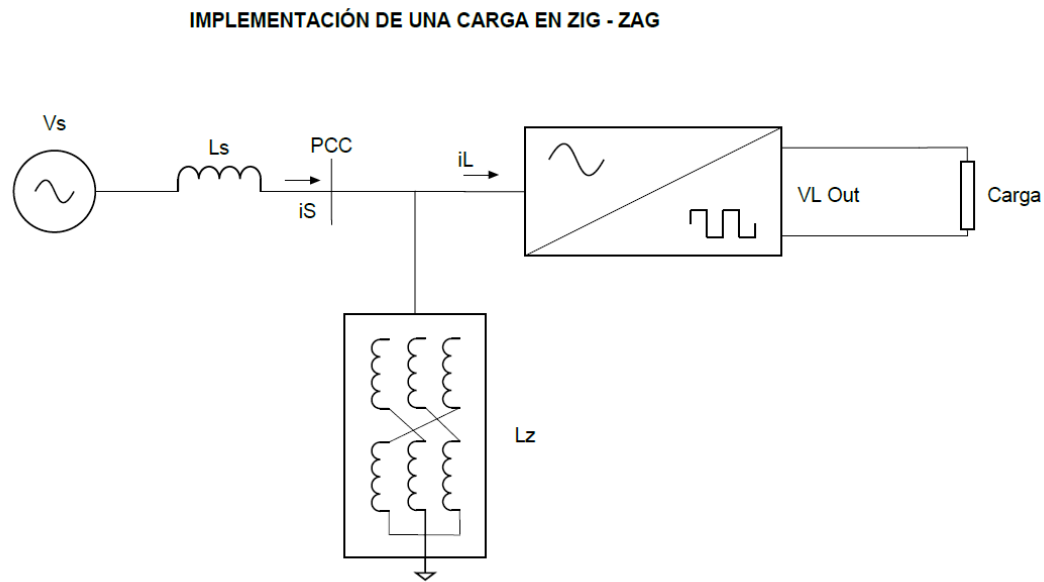
#### IMPLEMENTACIÓN DE UN TRANSFORMADOR (TRIÁNGULO - ESTRELLA)



**Figura 23.** Implementación - transformador (estrella – triángulo).

**Fuente:** Autor.

- La configuración de una reactancia limitadora en ondulación conectada paralelamente con una carga trifásica, es la más acogida en el sector industrial para reducir la corriente armónica. Al utilizar una impedancia de reducidos elementos homopolares, la reactancia que se encuentra en paralelo con la carga adopta grandes beneficios, ya que establece un recorrido de reducida impedancia hacia la corriente homopolar. Obviamente esta reactancia, eliminará el flujo de armónicos en el lado primario de la fuente [29].



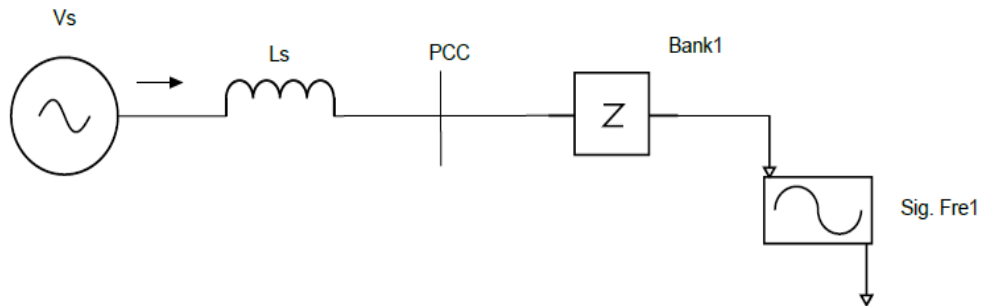
**Figura 24.** Implementación carga zig – zag.  
**Fuente:** Autor.

### 2.5.2. Rectificación de la respuesta frecuencial en el sistema de potencia

Cuando se incrementa o repotencia un enlace en un sistema de potencia, se consideran varios factores para reducir el componente armónico presente en los elementos de conexión. Los recursos más empleados para disminuir este problema ante una respuesta desfavorable en el sistema de potencia, son las siguientes [30].

- Incorporar inductancias en una configuración serie con los capacitores anexados a los bancos del tipo compensación de la potencia reactiva, de tal manera que la frecuencia del tipo resonante, no encaje con el componente armónico situado en el sistema principal de potencia [31].
- Reestructurar la amplitud del capacitor del banco compensatorio, por lo común, esta es la vía más fiable económicamente para el consumo industrial, del mismo modo de que presta grandes beneficios a elementos presentes en la distribución de la zona residencial [32].
- Reubicar las baterías de los capacitores, a fin de que la impedancia de cortocircuito, sea distinta al componente frecuencial que existe en ciertos puntos críticos en la activación de los elementos de compensación [32].
- Implementar filtros del tipo pasivo en paralelo, de tal forma que la reacción frecuencial del sistema actúe lo más rápido posible. Actualmente se encuentran distintos filtros pasivos en sistemas resonantes que complicarían el funcionamiento progresivo en un S.E.P. [33].
- Descartar baterías de capacitores de la compensación inicial, con esta acción no existirá una elevada tasa de pérdidas y con ello se buscará dar soluciones oportunas al componente resonante en el sistema principal de potencia [33].

## IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DE COMPENSACIÓN



**Figura 25.** Implementación banco de compensación.  
**Fuente:** Autor.

### 2.6. Regulación No. ARCERNNR - 002/20

En nuestro país al existir los tres ejes fundamentales que conforman el sistema eléctrico, generación, transmisión y distribución, deben ser valorados periódicamente por un ente regulador que cumpla con los más altos estándares de confiabilidad eléctrica; la institución que lleva a cabo esta labor es la ARCERNNR y está determinada por su última actualización (002/20). Su principal objetivo es cumplir con eficiencia la entrega del servicio eléctrico, de tal modo que se reducirá las interrupciones que se pueden dar por diferentes causas [34].

Esta regulación cumple íntegramente con ejes cruciales, a fin de mantener las propiedades del servicio eléctrico en los distintos sistemas que lo conforman, estos índices serán importantes para tener un panorama claro de los inconvenientes en cada una de las estructuras de distribución de energía [34].

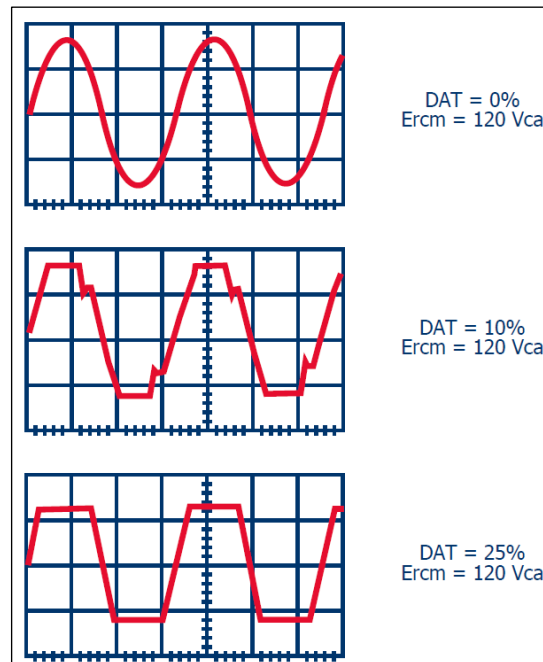
### 2.6.1. Calidad de producto

Este contenido se relaciona con la calidad del servicio que la señal de tensión es entregada por parte de la distribuidora de energía de cada sector, además de otros perfiles importantes, como la calidad de tensión, distorsiones instantáneas de tensión y afectaciones del perfil armónico, a continuación, se detalla cada una de ellas. [34].

**Nivel de voltaje:** la calidad de tensión en un lugar determinado del suministro de energía, se evaluará de acuerdo a la expresión establecida en el anexo 16. Es importante mencionar que cada una de las compañías adjudicadas del servicio de energía, acatara con el nivel de voltaje en un punto del registro, considerando que el 95 % de todas las medidas se encuentren dentro del tiempo de análisis y dentro de los límites admisibles establecidos por la norma mencionada anteriormente [34].

**Alteración instantánea de tensión (flicker):** este indicador conceptúa la exigencia de baja extensión del efecto flicker ( $P_{st}$ ), determina el nivel de exigencia de las distorsiones diarias de amplitud de tensión que son registradas por el instrumento de medida cada diez minutos. El límite máximo para este indicador de baja extensión ( $P_{st}$ ), no debe exceder el valor de la unidad con el cumplimiento del análisis por regulación de siete días ininterrumpidos, la definición de su ecuación se encuentra en el anexo 17 [34].

**Distorsión armónica de voltaje:** este indicador ayuda a verificar que tan distorsionada se encuentra la señal fundamental por causas del componente armónico, un claro ejemplo de esta afectación se aprecia en la figura 26. Al realizar el presente estudio, se extraerá los niveles de afectación en cada tramo, para posteriormente verificarlos a través de la normativa vigente, la ecuación característica en la que se aplica esta evaluación, se ubica en el anexo 18 [34].



**Figura 26.** Distorsión armónica de tensión.  
**Fuente:** [35]

### 2.6.2. Calidad responsabilidad del consumidor

Una vez que se comprueba que por parte de calidad de producto no hay dificultad, se procede a revisar lo que corresponde a la incidencia de la carga en la contaminación de la red con armónicos [34].

**Distorsión armónica de corriente:** es importante la evaluación en este indicador, debido a que con los resultados obtenidos se tendrá un panorama eficiente para mitigar este inconveniente y tomar acciones correctivas adecuadas en cada uno de los sistemas, su ecuación se aprecia en el anexo 19 [34].



### 3. MARCO METODOLÓGICO

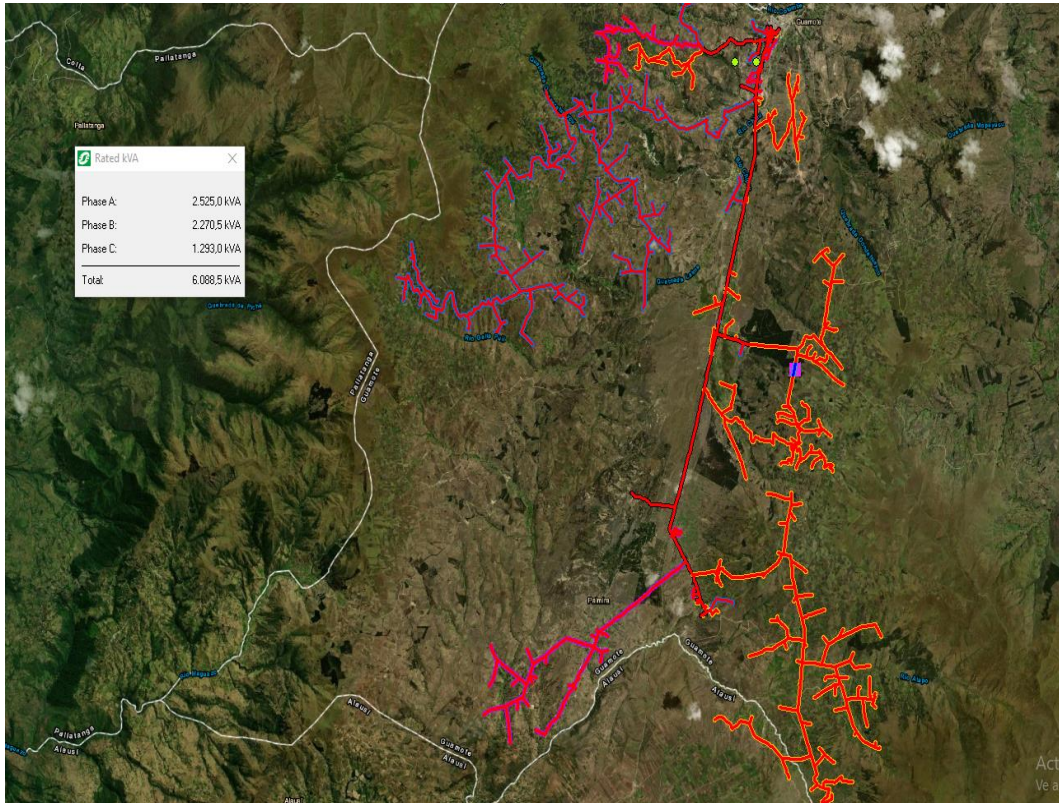
#### 3.1. Datos del alimentador Palmira 1500080T01

Este alimentador perteneciente a la E.E.R.S.A., se ubica en la provincia de Chimborazo a 75 kilómetros de la ciudad de Riobamba, abarca alrededor de 9.250 habitantes, en la que 4.472 son usuarios del sistema de distribución eléctrica, agregando a lo anterior, la longitud total de esta troncal es de 229.409 kilómetros, repartidos en circuitos trifásicos y monofásicos de media tensión. La salida del alimentador principal proviene de la subestación # 8 – Guamote, con un nivel de entrada de tensión en subtransmisión de 69 kV. y la derivación a dicha troncal es de 13.8 kV.

Se trata de una red con carga mayormente residencial rural, en dicho alimentador no existen grandes consumidores o cargas representativas, la demanda máxima es de 745 kW, el factor de potencia es muy cercano a 1 y en cuanto a dimensión del alimentador, el punto trifásico más alejado está a 7.5 kilómetros, así mismo el punto monofásico más alejado está a 29.3 kilómetros. La capacidad total instalada es de 6.088,5 kVA, repartida de la siguiente manera:

- Fase A: 2.525 kVA.
- Fase B: 2.270,5 kVA.
- Fase C: 1.293 kVA.

Una de las características relevantes, son los centros de transformación, en la que la mayoría de ellos son de una potencia de 10 KVA ubicados en postes de 12 metros, al momento existen un total de 508 transformadores de diferentes potencias, que se presentan en tres tipos de red suministrando energía al sector residencial, comercial e industrial; estas redes son abierta (conductores desnudos), preensamblado (conductores protegidos con chaqueta) y mixto (conductores desnudos y con chaqueta). Finalmente existen 2.503 luminarias de sodio de distintas potencias que trabajan en un lapso aproximado de 12 horas.



**Figura 27.** Capacidad instalada (kVA) - troncal Palmira.  
**Fuente:** [36]

### 3.1.1. Localización de la S/E # 8 – Guamote

La subestación # 8 – Guamote se ubica en la calle José María Plaza, en el cantón con el mismo nombre de la subestación en mención, sus coordenadas de accesibilidad son: longitud -1.934103 y latitud -78.713153.



**Figura 28.** Ubicación S/E #8 – Guamote.  
**Fuente:** <https://goo.gl/maps/NGXPyjHAKfxdtRKt8>.

### 3.1.2. Características generales S/E # 8 – Guamote

La subestación tiene un nivel de entrada de tensión de 69 kV en régimen de subtransmisión, de tal modo que se derivan por tres alimentadores secundarios, estas propiedades se justifican en la tabla 1. Los principales datos del alimentador de análisis en curso (Palmira - 1500080T01) se pueden encontrar en el anexo 20 y para más detalles de la infraestructura como del transformador de la S/E, ver los anexos 21 y 22.

**Tabla 1.** Características de alimentadores – S/E #8 – Guamote.

Alimentador	Tensión de entrada (kV)	Tensión de salida (kV)	Subtipo	Fase de Conexión
Alim-0108 (PALMIRA)	69	13.8	Interruptor	ABC
Alim-0208 (GUAMOTE)	69	13.8	Interruptor	ABC
Alim-0308 (COLUMBE)	69	13.8	Interruptor	ABC

**Fuente:** Autor.



**Figura 29.** Pórtico de entrada en subtransmisión (69 kV) S/E #8 – Guamote.  
**Fuente:** Autor.

El transformador de potencia ubicado en la subestación de marca Siemens, con características especificadas en la tabla 2, cuenta con una potencia en OA (inmerso en líquido aislado con enfriamiento inherente) de 5.00 MVA, en FA (ventilación forzada - ventiladores) de 6.25 MVA y FOA (inmerso en líquido aislado con enfriamiento por aceite presionado) de 6.25 MVA.

**Tabla 2.** Características del transformador de potencia – S/E #8 – Guamote.

<b>Marca</b>	<b>Tensión de entrada (kV)</b>	<b>Tensión de salida (kV)</b>	<b>OA</b>	<b>FA</b>	<b>FOA</b>	<b>Máxima</b>
Siemens	69	13.8	5.00	6.25	6.25	6.25

**Fuente:** Autor.





**Figura 30.** Transformador de potencia (5MVA) - S/E #8 – Guamate.  
**Fuente:** Autor.

La salida del alimentador en estudio, está identificada por la codificación A1-8 ubicada en un poste de hormigón de 12 metros y la estructura de dicho poste está conformada por:

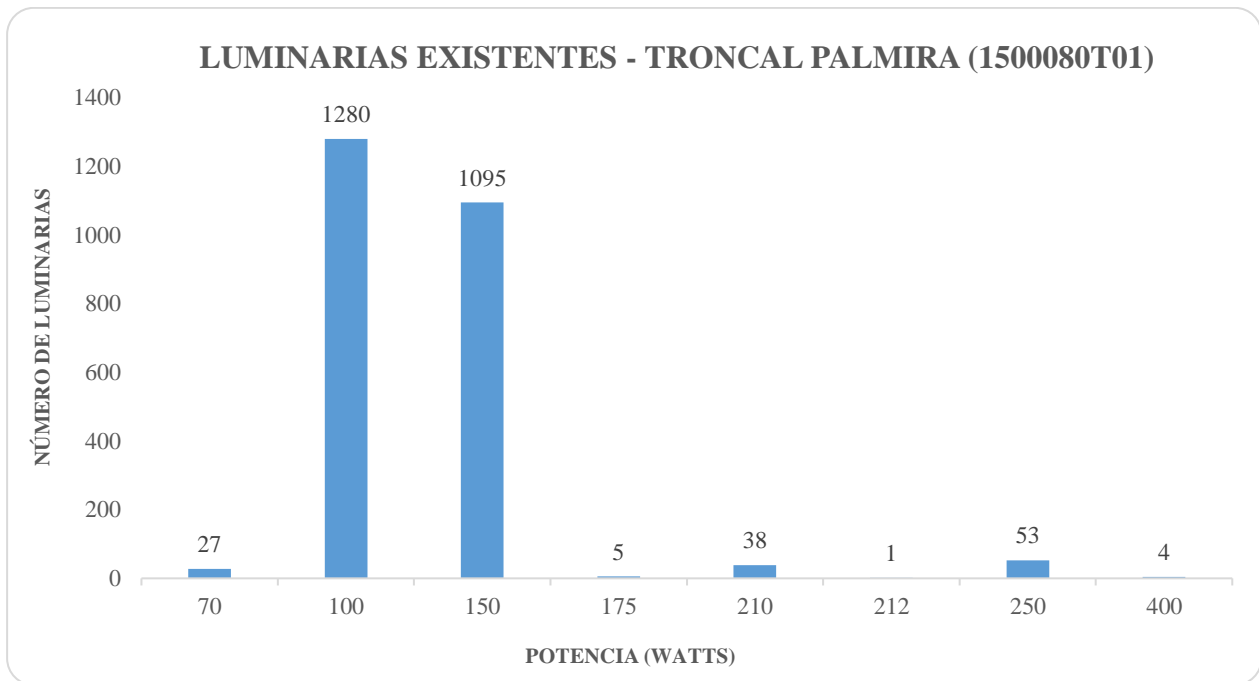
- 1ER (1 vía vertical retención).
- 3CRT (Estructura 13 kV. - 3 fases - centrada retención).



**Figura 31.** Salida desde la S/E hasta el alimentador Palmira (A1-8).  
**Fuente:** Autor.

### **3.2. Luminarias**

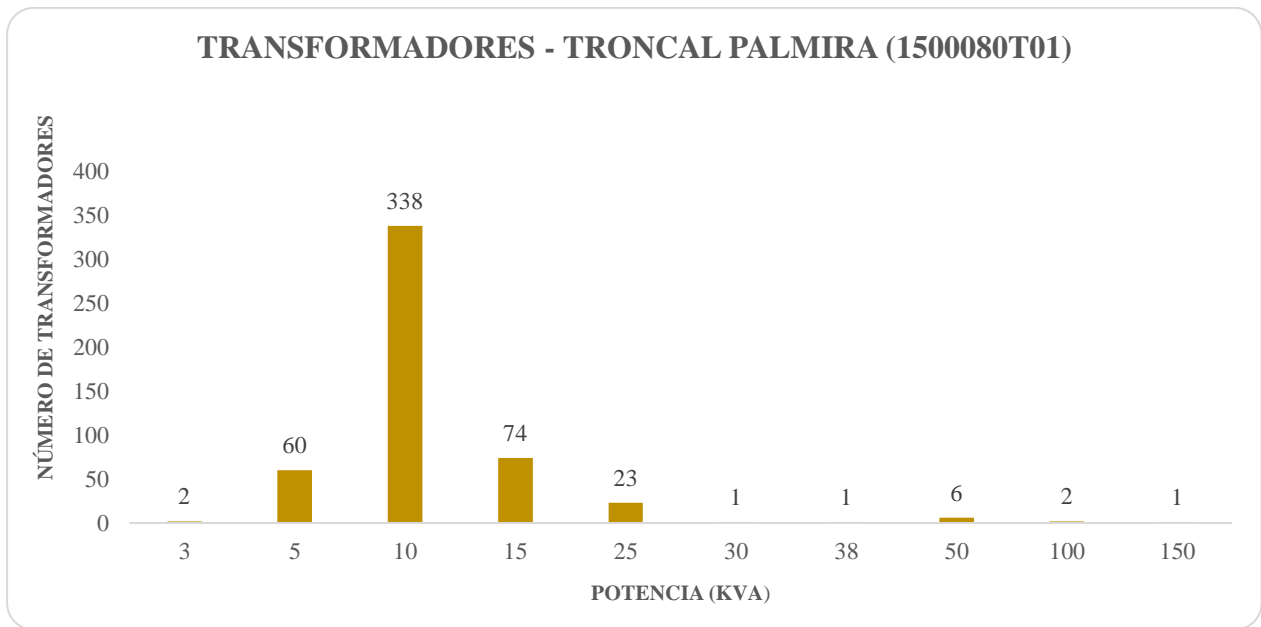
Actualmente en la troncal Palmira 1500080T01 existen 2.503 luminarias de sodio, repartidas en ocho diferentes potencias. Funcionan en un periodo aproximado de tiempo de doce horas.



**Figura 32.** Luminarias existentes - troncal Palmira.  
**Fuente:** Autor.

### 3.3. Transformadores

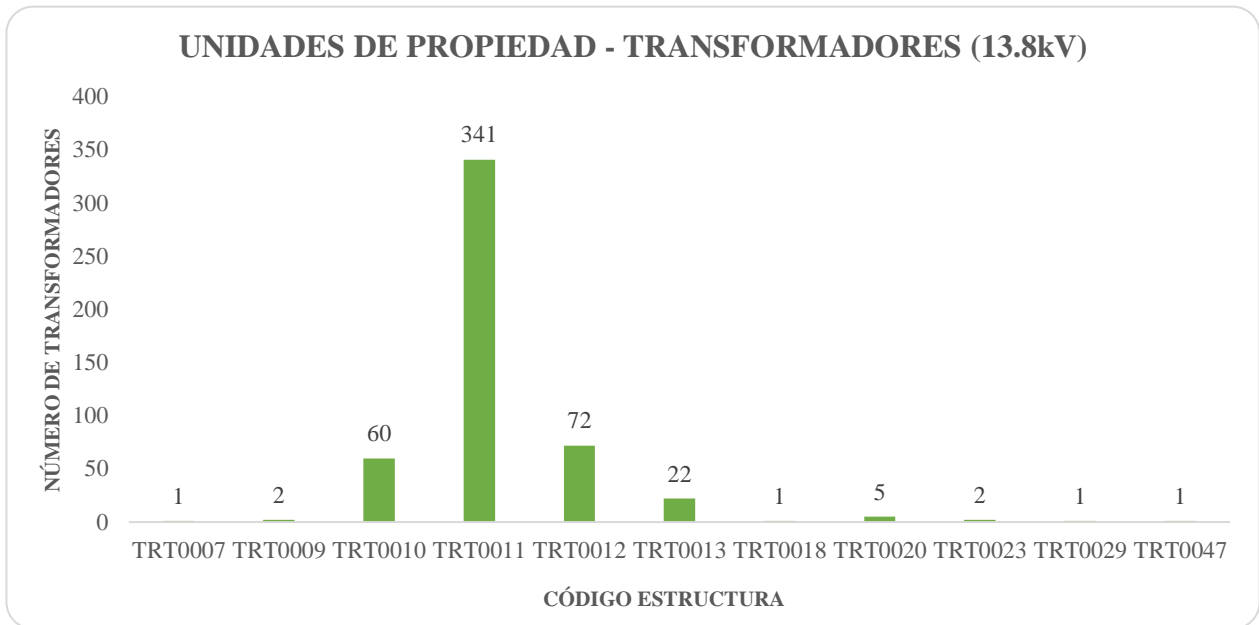
En el mencionado alimentador existen 508 transformadores de distintas potencias, que abastecen a un total de 4.742 usuarios en la parroquia de Palmira. Existen tres tipos de red que alimentan a los usuarios, abierta (conductores desnudos), preensamblado (conductores protegidos con chaqueta) y mixto (conductores desnudos y con chaqueta), la tensión de alimentación al usuario final es de 220/127 V. en trafos 3F. (tres fases) y 240/120 V. para trafos 1F. (una fase), se puede ver en el anexo 23 un detalle más específico.



**Figura 33.** Transformadores existentes - Troncal Palmira.  
**Fuente:** Autor.

Para las unidades de propiedad relacionados con las estructuras en transformadores, la de mayor cantidad actualmente es la TRT0011 (transformador 13 kV. - 1F. - autoprotegido de 10 kVA en poste), a continuación, se detalla el código de estructura perteneciente a los transformadores de la troncal y la cantidad perteneciente a cada uno de ellos.





**Figura 34.** Estructuras de transformadores - troncal Palmira.  
**Fuente:** Autor.

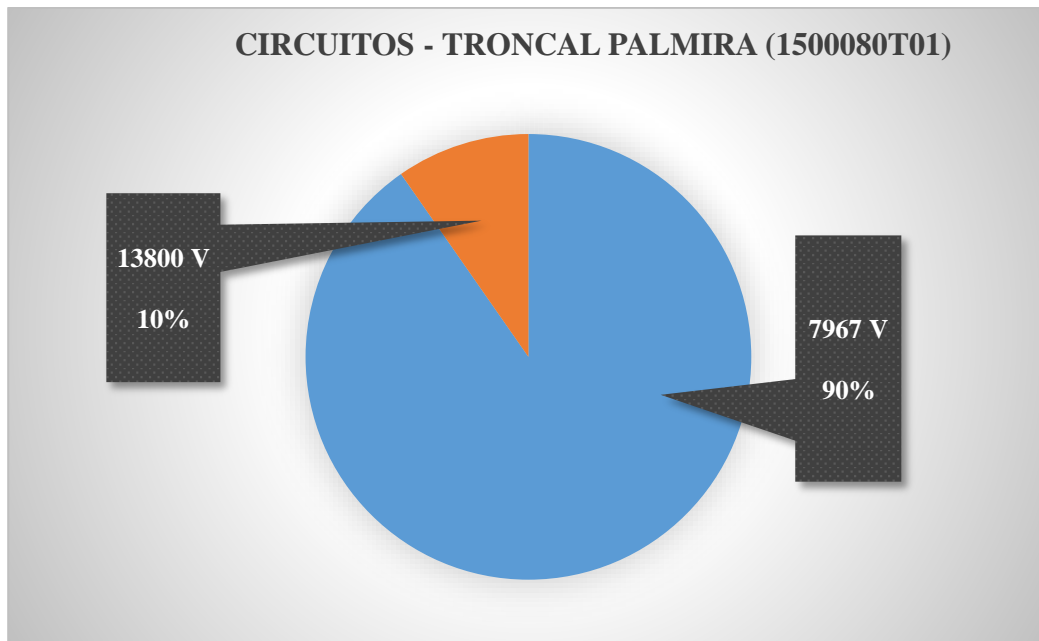
### 3.4. Tramos

En la troncal Palmira se pueden encontrar dos tipos de circuitos, como se especifica en la tabla 3, trifásicos y monofásicos, siendo este último el que predomina en el alimentador.

**Tabla 3.** Tipos de circuitos del alimentador Palmira.

Tensión (V.)	Número de Circuitos
13.800	397
7.967	3.701

**Fuente:** Autor.



**Figura 35.** Circuitos existentes en la troncal Palmira.  
**Fuente:** Autor.

Actualmente en la troncal Palmira, se dispone de una longitud total de 229 kilómetros de red, repartidos en ramal primario, secundario y derivaciones para transformadores, obviamente esta cifra irá en ascenso a medida que la población siga en aumento. Para un detalle más conciso de los conductores de fase empleados en la troncal, ver en el anexo 24 y de conductores en neutro, ver en el anexo 25.

**Tabla 4.** Longitud de tramos del alimentador Palmira.

<b>Ramal</b>	<b>Longitud sistema (metros)</b>
Primario (troncal)	150.496
Secundario (circuitos 1F. – 3F.)	40.857
Transformadores (derivaciones)	38.056

**Fuente:** Autor.

### **3.5. Equipo de análisis - KRON RM960PQ**

El equipo a emplearse para el estudio del componente armónico en la troncal mencionada anteriormente, es el KRON RM960PQ, se lo utiliza para análisis en sistemas de distribución de media tensión, de igual manera es determinado como un equipo portátil de clase A y se lo puede utilizar en la red viva, con lo que se evita interrumpir el suministro de energía. Las características más importantes del equipo en mención son las siguientes:

- Contiene una función de multimedición y registros de cantidad eléctrica.
- Incluye un sensor optimizado de voltaje y corriente.
- Visualización de gráficos y datos en tiempo real e historial de mediciones adquiridas.
- Exploración de las formas de onda y pruebas concisas de pulso, por medio de la comunicación ethernet en cualquier sistema operativo de Windows, empleando el software nexus compatible con hojas de datos de excel.
- Dispone de 1 GB de memoria para poder almacenar los datos.
- Tamaño de muestreo de 1.024 muestras por cada ciclo.
- El sensor se lo instala de manera fácil sin necesidad de desconectar la red eléctrica, además la precisión de voltaje es del 1% y del 2% para corriente.
- Capacidad de operación desde los 2.000 A. (amperios) y hasta los 35 kV. (kilovoltios en fase-fase).



**Figura 36.** Equipo Kron RM960PQ.  
**Fuente:** [37]

Esta herramienta de medida es de gran utilidad para el estudio de los distintos componentes eléctricos, al brindar eficiencia inmediata de los diferentes parámetros de falla que pueden aparecer en el suministro de energía en redes de media tensión, donde los requerimientos indispensables para abastecer energía confiable es realmente un servicio básico hoy en día, otra de las grandes ventajas es el monitoreo diario de los diferentes índices eléctricos en el sistema. El equipo Kron facilita el análisis detallado y total de los parámetros que estén provocando problemas eléctricos serios, con lo que se garantiza a la persona que lo manipula una medida instantánea y ordenada.

El equipo analizador integra múltiples funciones, registro funcional de índices eléctricos, comprobación de eficiencia de energía, cargador optimizado, eliminación de condiciones de fraude en cada análisis, visualización sag – swell, opcionalmente acopla el índice de detección de flicker, comprobación hasta el índice 255 del componente armónico en su pantalla led de doble brillo e interfaz de colores vivos. Finalmente, el analizador incluye: cables de alimentación, cables de comunicación, caja de poliuretano resistente a diversos factores climáticos que ayudan al transporte del equipo y empuñaduras, incluye el software de ejecución de datos hacia cualquier pc. Para más detalles específicos ver en el anexo 26 y 27.

## **4. ANÁLISIS**

### **4.1. Contrastación de datos del alimentador Palmira 1500080T01 de acuerdo a la regulación ARCERNR N.- 002/20**

El proyecto que se enfoca en el problema del componente armónico en la troncal Palmira, se basará en los siguientes indicadores, la peculiaridad del producto y particularidades en el servicio comercial, estos parámetros serán fundamentales para tener un panorama claro del inconveniente antes mencionado y describir una solución factible a futuro. Con la ayuda de un equipo de medición adecuado al nivel de tensión de este alimentador, se procederá a evaluar cada uno de los índices de calidad descritos.

### **4.2. Ubicación del equipo**

El paquete de análisis Kron RM960PQ, engloba todos los componentes adecuados para un estudio detallado de fallas del componente armónico en un sistema, como las pinzas de conexión de media tensión que son las apropiadas para el nivel de tensión que se distribuye por la troncal, los cables del tipo lagarto para la alimentación del equipo y el cable ethernet para la respectiva configuración de parámetros desde un ordenador, se puede apreciar estas características en las figuras 37 y 38.

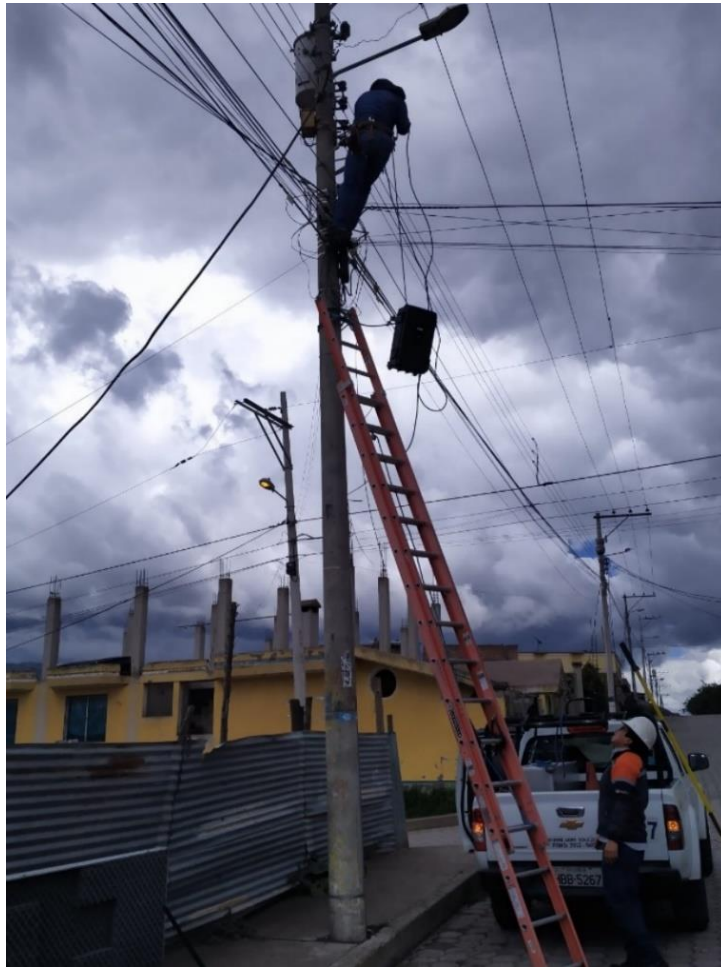
El personal de la E.E.R.S.A. cumpliendo con todos los estándares de seguridad y utilizando el E.P.P. adecuado, procedió a la respectiva instalación del equipo analizador en los puntos inicial, medio y final de la troncal Palmira, como se presenta en la figura 39, dichos puntos fueron previamente analizados, debido a que el equipo necesita ciertas condiciones específicas para su correcto funcionamiento.



**Figura 37.** Paquete de análisis - Kron RM960PQ.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 38.** Equipo principal.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 39.** Personal de E.E.R.S.A. instalando el equipo analizador.  
**Fuente:** Autor.

El equipo fue ubicado en postes de 12 metros que necesariamente cuentan con una fuente de alimentación de 220 V., además de un cable de aterrizaje a tierra, ya que por norma el equipo debe quedar instalado 7 días continuos para posteriormente descargar los datos y evaluar el componente armónico de afectación en cada tramo. La instalación del analizador en cada parte de la troncal se aprecia en las figuras 40, 41 y 42, así mismo, las coordenadas de emplazamiento se aprecian en la tabla 5.

**Tabla 5.** Coordenadas de ubicación del equipo analizador.

<b>Tramo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>
Inicio	-1.934788	-78.712943
Mitad	-2.015949	-78.729436
Final	-2.063670	-78.741315

**Fuente:** Autor.



**Figura 40.** Ubicación del equipo – inicio de la troncal.

**Fuente:** Autor.





**Figura 41.** Ubicación del equipo – mitad de la troncal.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 42.** Ubicación del equipo – final de la troncal.  
**Fuente:** Autor.

### 4.3. Resultados de nivel de voltaje

Al obtener los datos necesarios de este parámetro se procede a evaluarlo de acuerdo a la normativa vigente.

#### 4.3.1. Nivel de voltaje en el arranque del alimentador

Los resultados obtenidos por el analizador, ver anexo 28 y realizando los cálculos respectivos, se puede apreciar que el valor de tensión para el tramo de arranque desde la s/e se encuentran en los límites implantados por la norma para un nivel de media tensión, ver anexo 29.

**Tabla 6.** Resultados de variabilidades de tensión en el inicio de la troncal.

$\Delta V_k A$	$\Delta V_k B$	$\Delta V_k C$
95.66%	97.89%	98.71%

Fuente: Autor.

#### 4.3.2. Nivel de voltaje en la mitad del alimentador

Para el nivel de tensión obtenidos por el analizador, ver anexo 28 y desarrollando los cálculos correspondientes para el tramo medio del alimentador, se puede notar que el valor de tensión se encuentra en límites aceptables por la norma para un nivel de media tensión, ver anexo 29.

**Tabla 7.** Resultados de variabilidades de tensión en la mitad de la troncal.

$\Delta V_k A$	$\Delta V_k B$	$\Delta V_k C$
95.18%	97.24%	97.82%

Fuente: Autor.

### 4.3.3. Nivel de voltaje en el final del alimentador

Al adquirir los datos en el tramo final del alimentador, ver anexo 28 y llevando a cabo los cálculos respectivos, se puede apreciar que el valor de tensión se encuentra en los límites admisibles por la norma para un nivel de media tensión, ver anexo 29.

**Tabla 8.** Resultados de variabilidades de tensión en el final de la troncal.

$\Delta V_k A$	$\Delta V_k B$	$\Delta V_k C$
95.05%	97.02%	97.36%

Fuente: Autor.

### 4.4. Resultados de la alteración instantánea de tensión (flicker)

Al adquirir los datos por el equipo de medición y evaluar la alteración instantánea de tensión con el anexo 17, se obtuvo el siguiente resultado cumpliendo con la norma descrita.

**Tabla 9.** Resultados de la perturbación rápida de tensión.

Grado de Impacto	Total del intervalo de medida (10 minutos)
$P_{0,1}$	3.257
$P_1$	2.214
$P_3$	1.233
$P_{10}$	2.247
$P_{50}$	0.036

Fuente: Autor.

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 3.257) + (0.0525 * 2.214) + (0.0657 * 1.233) + (0.28 * 2.247) + (0.08 * 0.036)}$$

$$P_{st} = (0.9651) * 100 \%$$

$P_{st} = 96.51 \%$  (no supera la unidad – cumple con la normativa).

## 4.5. Resultados de la distorsión armónica de voltaje

Al obtener los datos necesarios de este parámetro se procede a evaluarlo de acuerdo a la normativa vigente.

### 4.5.1. Distorsión armónica de voltaje en el arranque del alimentador

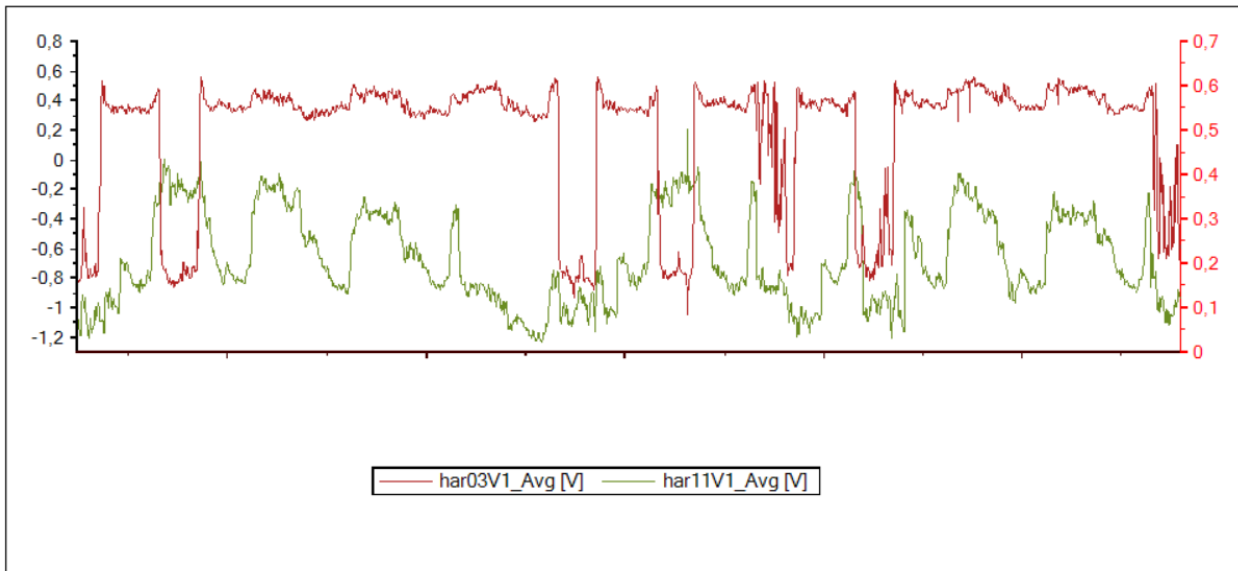
Al recopilar los datos del analizador en el tramo inicial del alimentador, ver anexo 32 y ejecutando los cálculos respectivos, se puede apreciar que el valor de distorsión armónica de tensión se encuentra en los límites admisibles por la norma para un nivel de media tensión, ver anexo 30.

**Tabla 10.** THDV – arranque del alimentador.

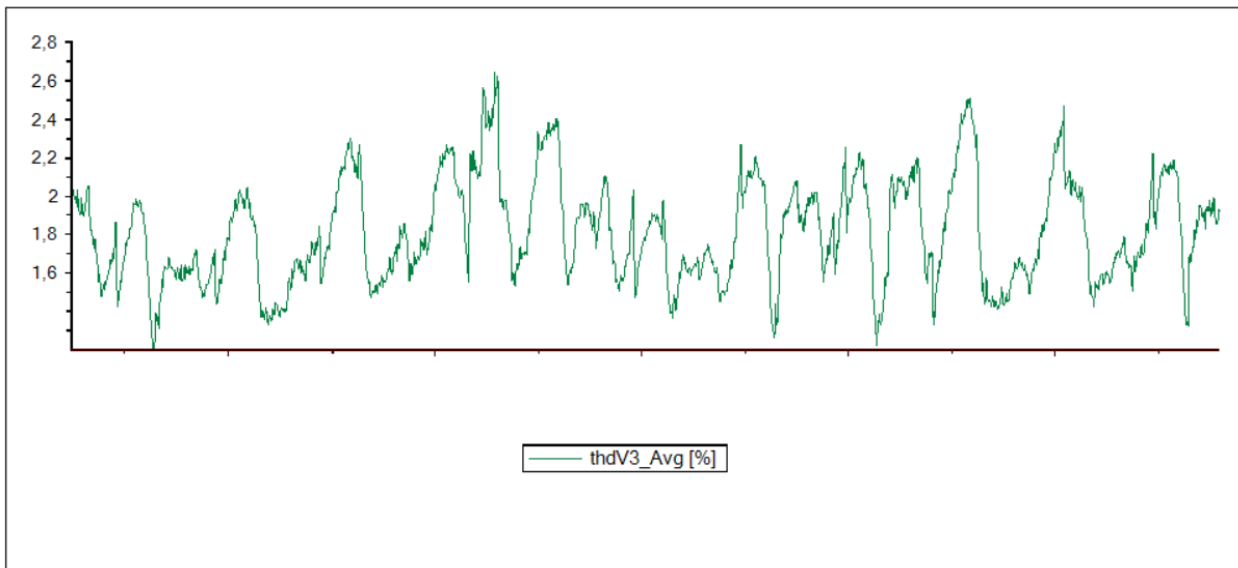
<b>Vh, k</b>	<b>DVh, k</b>	<b>THDV</b>
198	2.49 %	3.12%

**Fuente:** Autor.

Los resultados obtenidos por el analizador, nos muestran que en esta parte del alimentador no se presentan inconvenientes en la distorsión armónica de tensión, hay que aclarar que por medio de las figuras 43 y 44 extraídas por el equipo de análisis, el mayor impacto del componente armónico se sitúa en el orden # 3 y 11 de la fase C.



**Figura 43.** Armónico 03 y 11 de tensión en fase C.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 44.** THD de tensión en fase C.  
**Fuente:** Autor.

#### 4.5.2. Distorsión armónica de voltaje en la mitad del alimentador

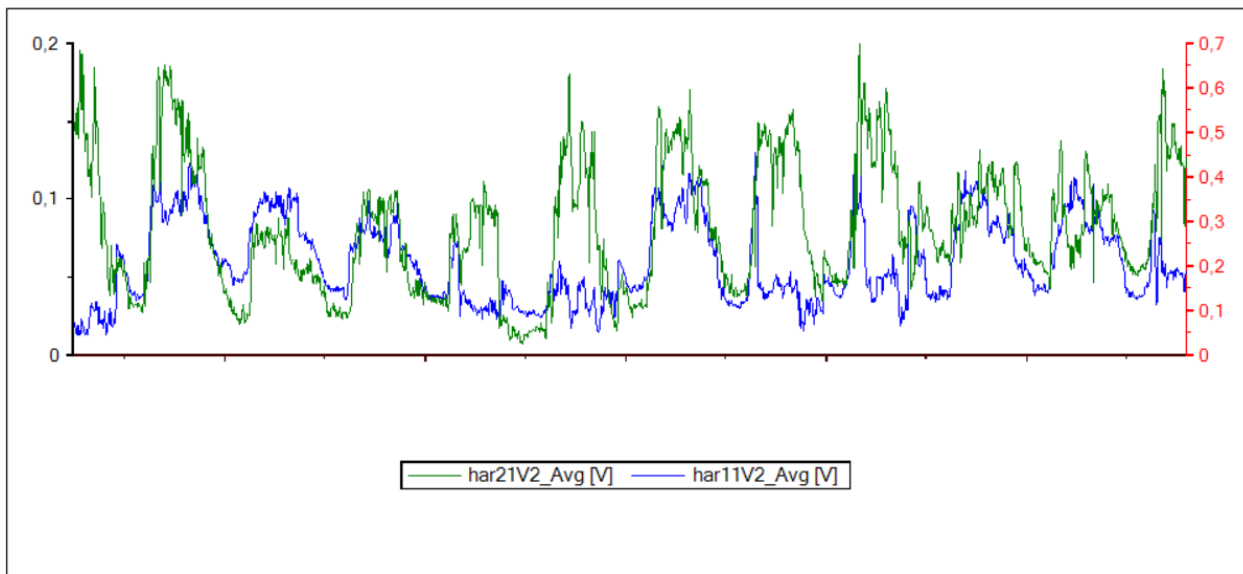
Al adquirir los datos en el tramo medio del alimentador, ver anexo 32 y llevando a cabo los cálculos respectivos, se puede apreciar que el valor de tensión se encuentra en los límites admisibles por la norma para un nivel de media tensión, ver anexo 30.

**Tabla 11.** THDV – mitad del alimentador.

Vh, k	DVh, k	THDV
217	2.73%	4.05%

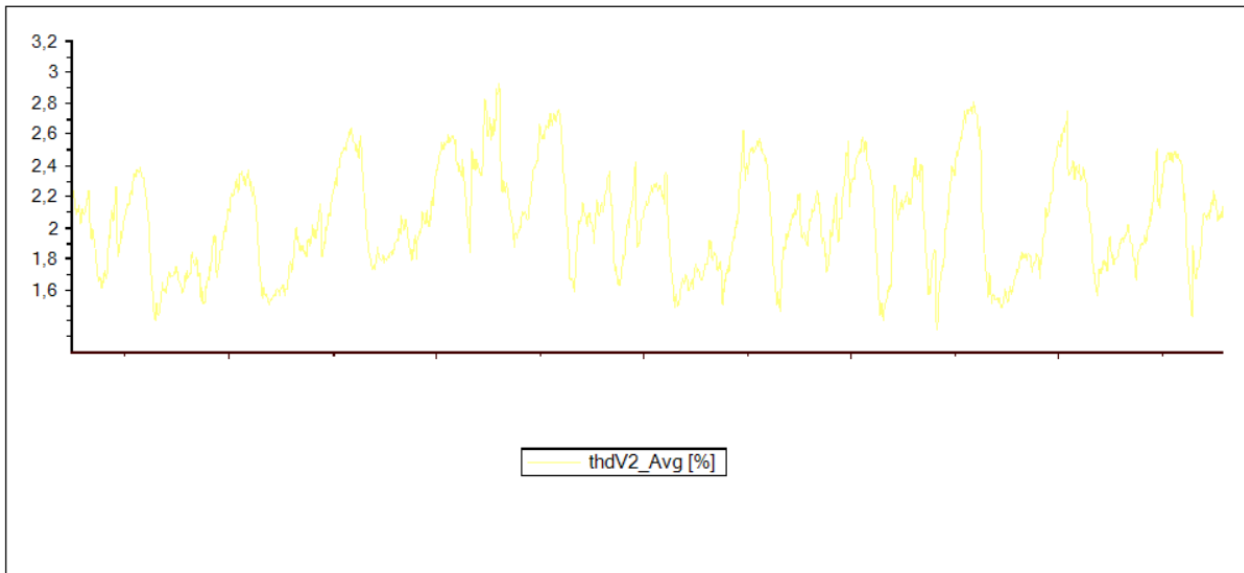
Fuente: Autor.

Los resultados obtenidos por el analizador, nos muestran que en esta parte del alimentador no se presentan inconvenientes en la distorsión armónica de tensión, se recalca que a través de las figuras 45 y 46, el mayor impacto del componente armónico se sitúa en el orden # 11 y 21 de la fase B.



**Figura 45.** Armónico 11 y 21 de tensión en fase B.

Fuente: Autor.



**Figura 46.** THD de tensión en fase B.  
**Fuente:** Autor.

#### 4.5.3. Distorsión armónica de voltaje en el final del alimentador

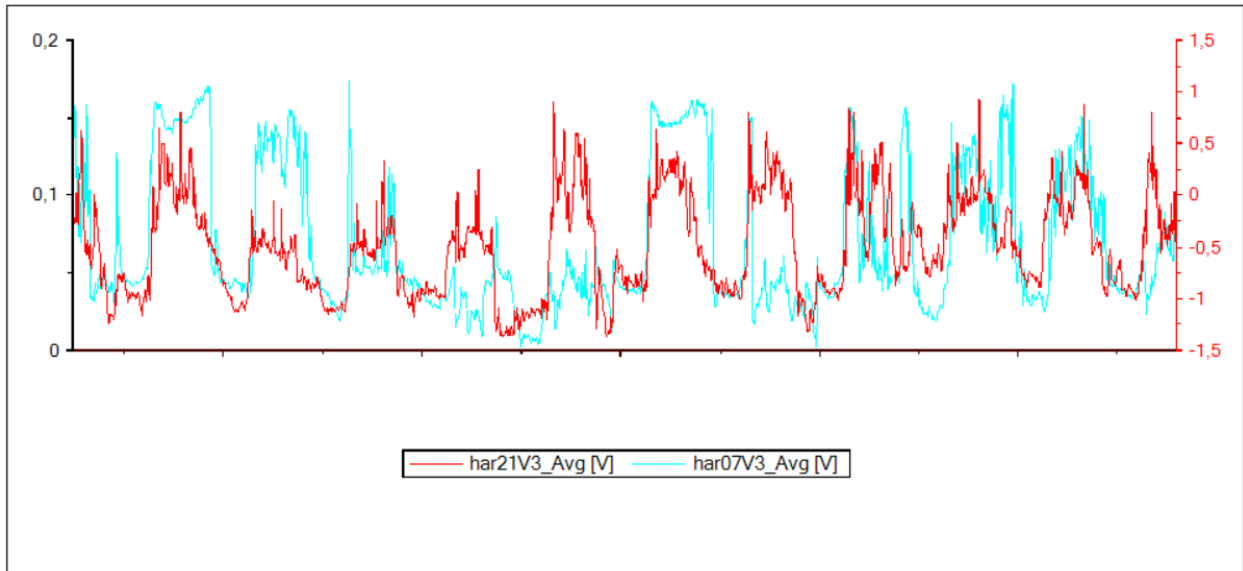
Al adquirir los datos en el tramo final del alimentador, ver anexo 32 y llevando a cabo los cálculos respectivos, se puede apreciar que el valor de tensión se encuentra en los límites admisibles por la norma para un nivel de media tensión, ver anexo 30.

**Tabla 12.** THDV – final del alimentador.

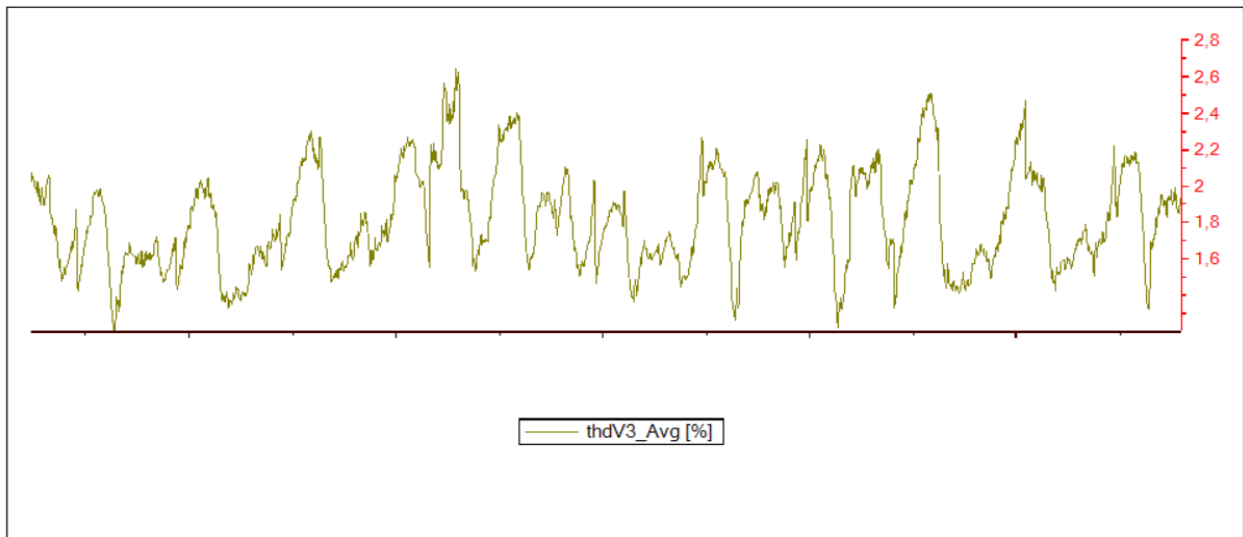
<b>Vh, k</b>	<b>DVh, k</b>	<b>THDV</b>
171	2.14%	3.87%

**Fuente:** Autor.

Los resultados obtenidos por el analizador, nos muestran que en esta parte del alimentador no se presentan inconvenientes en la distorsión armónica de tensión, hay que aclarar que por medio de las figuras 47 y 48, el mayor impacto del componente armónico se sitúa en el orden # 7 y 21 de la fase C.



**Figura 47.** Armónico 07 y 21 de tensión en fase C.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 48.** THD de tensión en fase C.  
**Fuente:** Autor.



## 4.6. Resultados de la alteración del componente armónico de corriente

Al extraer los datos necesarios de este parámetro se procede a evaluarlo de acuerdo a la normativa vigente antes mencionada.

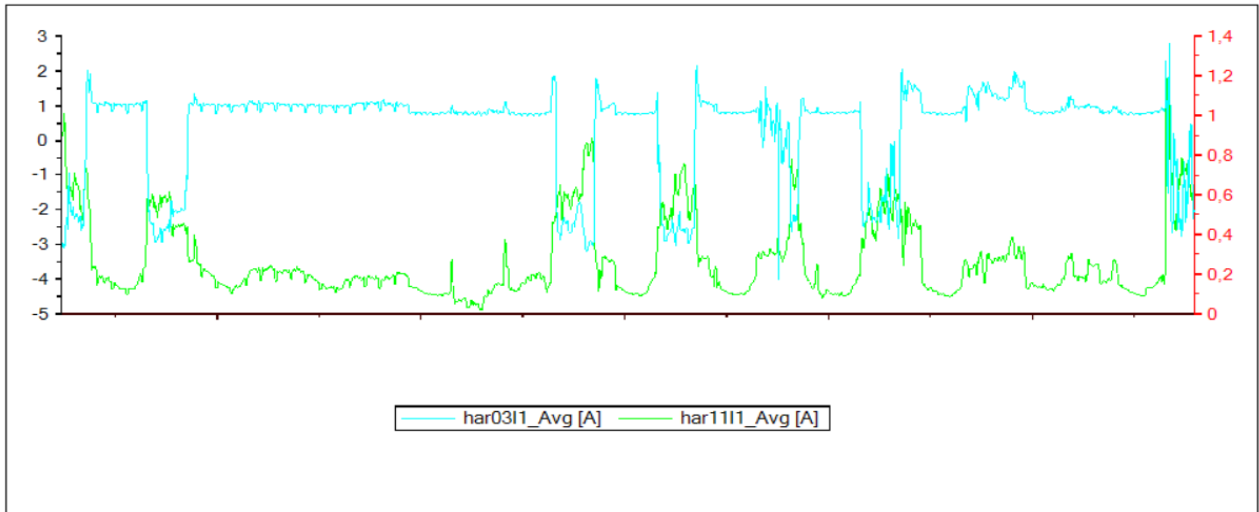
### 4.6.1. Distorsión armónica de corriente en el arranque del alimentador

Al extraer los valores del analizador en el inicio de la troncal, ver anexo 28, se pudo observar que la mayor afectación se ubica en el componente armónico de orden # 3 y 11. Se verifica dicho problema en las figuras 49 y 50 de una de las fases afectadas, en este caso es la fase C.

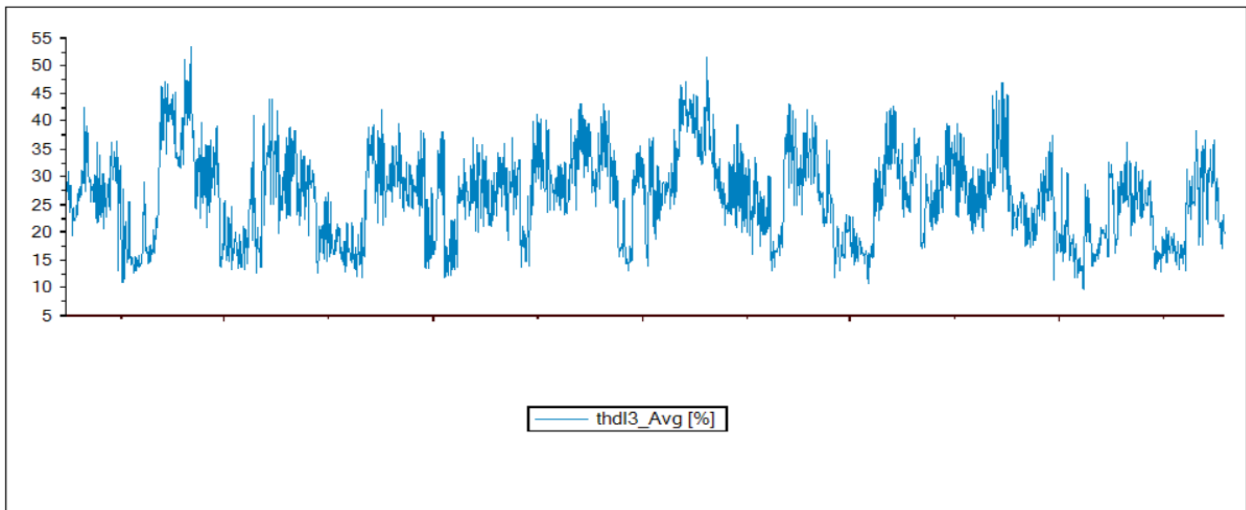
**Tabla 13.** Datos de TDD arranque del alimentador.

<b>Componente armónico</b>	<b>L1 (A.)</b>	<b>L2 (A.)</b>	<b>L3 (A.)</b>
THD	26.3	15.7	21.5
3 <sup>ero</sup>	7.4	7.1	7.9
5 <sup>to</sup>	2.6	2.3	3.1
7 <sup>mo</sup>	1.7	1.8	1.7
9 <sup>no</sup>	1.6	1.5	1.5
11 <sup>vo</sup>	5.3	5.9	6.1
13 <sup>vo</sup>	1.1	1.3	1.1
15 <sup>vo</sup>	1.2	1.5	1.7
17 <sup>vo</sup>	1.1	1.4	1.9
19 <sup>vo</sup>	1.7	1.3	1.5
21 <sup>vo</sup>	1.1	1.4	1.4

**Fuente:** Autor.



**Figura 49.** Armónico 03 y 11 de corriente en fase C.  
**Fuente:** Autor.



**Figura 50.** THD de corriente en fase C.  
**Fuente:** Autor.

#### 4.6.2. Distorsión armónica de corriente en la mitad del alimentador

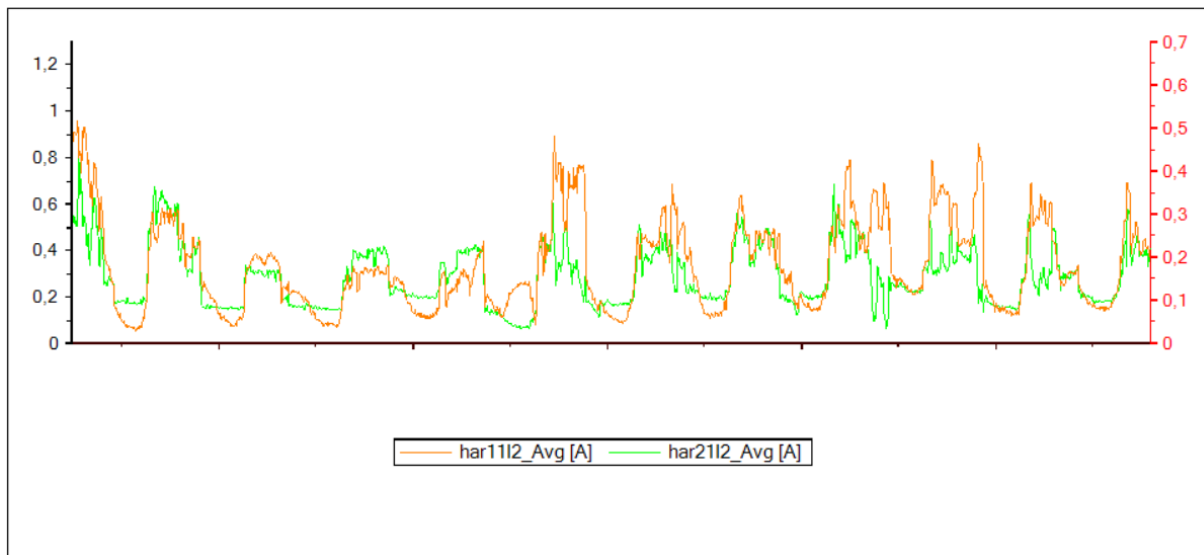
Con los datos del analizador en la mitad de la troncal, ver anexo 28, se puede apreciar que la mayor afectación se ubica en el componente armónico de orden # 11 y 21, de igual manera se verifica este

problema en las figuras 51 y 52 de una de las fases perjudicadas, para esta parte del alimentador corresponde a la fase B.

**Tabla 14.** Datos de TDD mitad del alimentador.

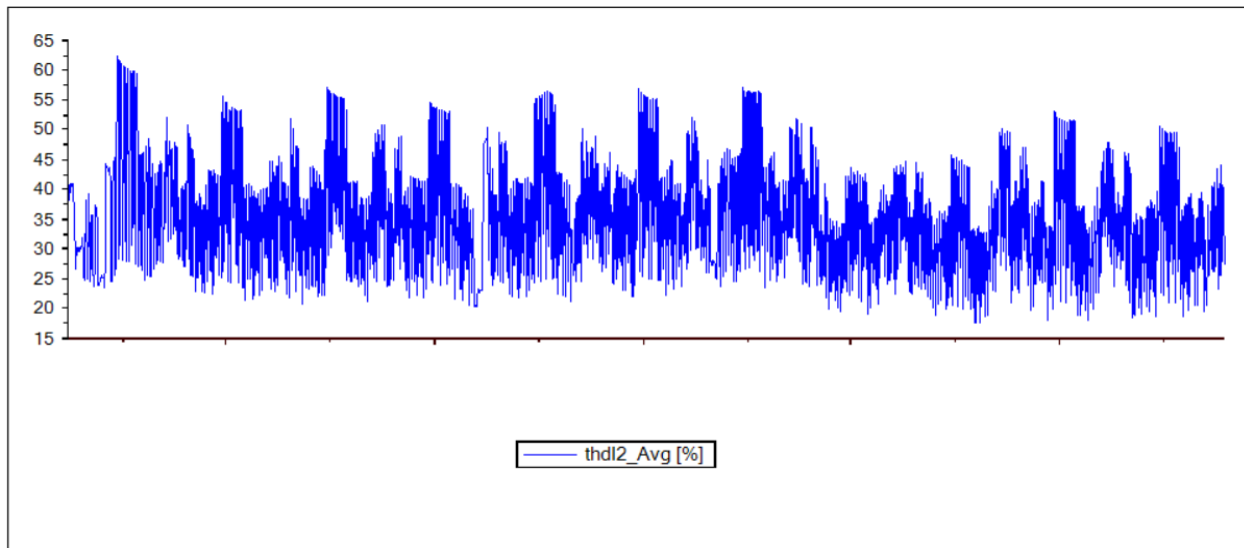
Componente armónico	L1 (A.)	L2 (A.)	L3 (A.)
THD	25.1	16.7	20.9
3 <sup>ero</sup>	1.2	1.4	2.2
5 <sup>to</sup>	1.7	2.3	3.1
7 <sup>mo</sup>	1.6	1.3	1.7
9 <sup>no</sup>	2.3	2.1	2.4
11 <sup>vo</sup>	7.9	8.6	7.5
13 <sup>vo</sup>	1.3	1.3	1.7
15 <sup>vo</sup>	2.3	2.4	2.8
17 <sup>vo</sup>	1.5	1.9	1.3
19 <sup>vo</sup>	1.5	1.9	1.9
21 <sup>vo</sup>	8.5	8.9	8.1

Fuente: Autor.



**Figura 51.** Armónico 11 y 21 de corriente en fase B.

Fuente: Autor.



**Figura 52.** THD de corriente en fase B.

**Fuente:** Autor.

#### 4.6.3. Distorsión armónica de corriente en el final del alimentador

Al obtener los datos del analizador en el final de la troncal, ver anexo 28, se pudo notar que el problema se ubica en el componente armónico de orden # 7 y 21, se observa el inconveniente en las figuras 53 y 54 de una de las fases afectadas, para este caso es la fase C.

**Tabla 15.** Datos de TDD final del alimentador.

Componente armónico	L1 (A.)	L2 (A.)	L3 (A.)
THD	24.3	17.5	20.8
3 <sup>ero</sup>	1.5	1.4	1.4
5 <sup>to</sup>	2.6	2.4	2.1
7 <sup>mo</sup>	6.3	7.9	8.5
9 <sup>no</sup>	1.3	1.4	1.3
11 <sup>vo</sup>	1.1	1.5	1.7
13 <sup>vo</sup>	1.3	1.7	1.8
15 <sup>vo</sup>	2.1	2.3	2.1
17 <sup>vo</sup>	1.4	1.6	1.5
19 <sup>vo</sup>	1.3	1.8	1.4
21 <sup>vo</sup>	8.4	8.1	8.7

Fuente: Autor.

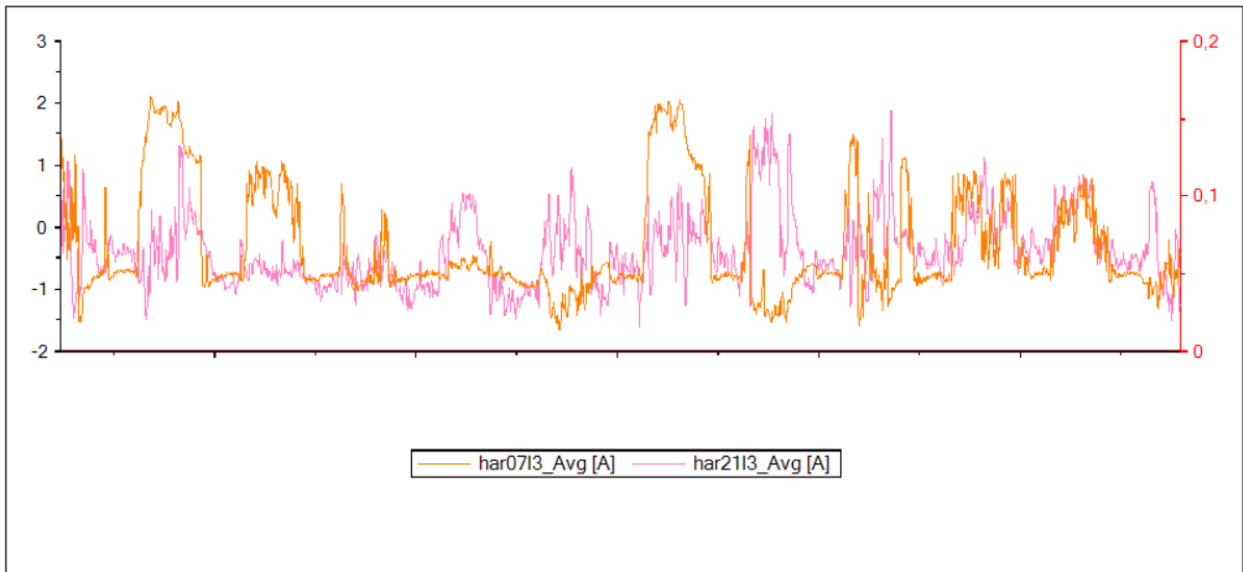


Figura 53. Armónico 07 y 21 de corriente en fase C.

Fuente: Autor.

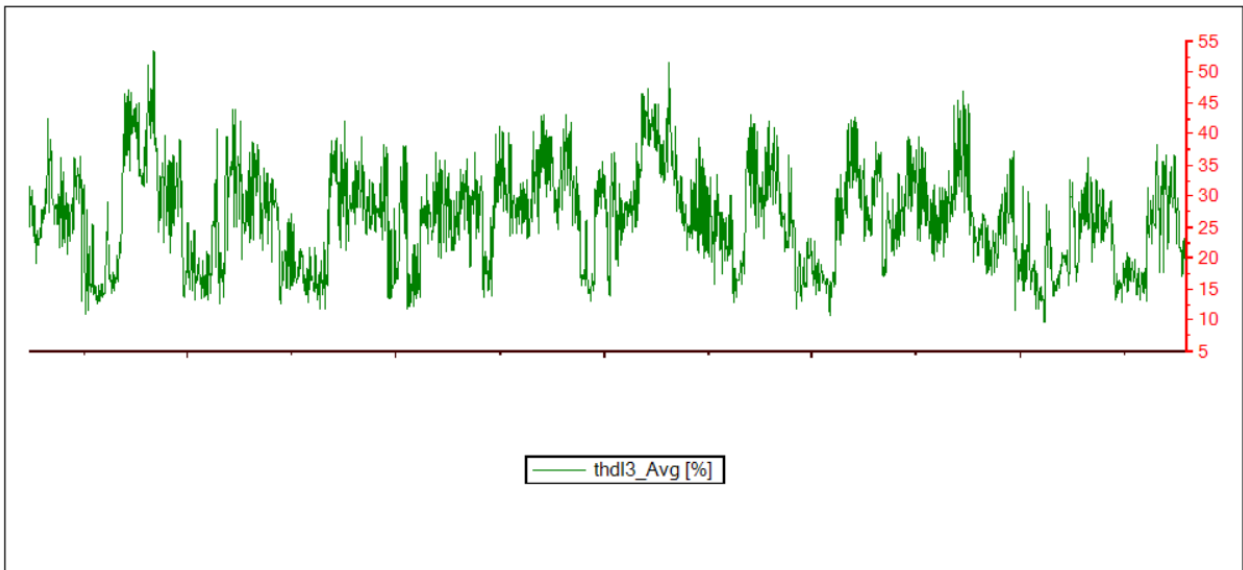


Figura 54. THD de corriente en fase C.

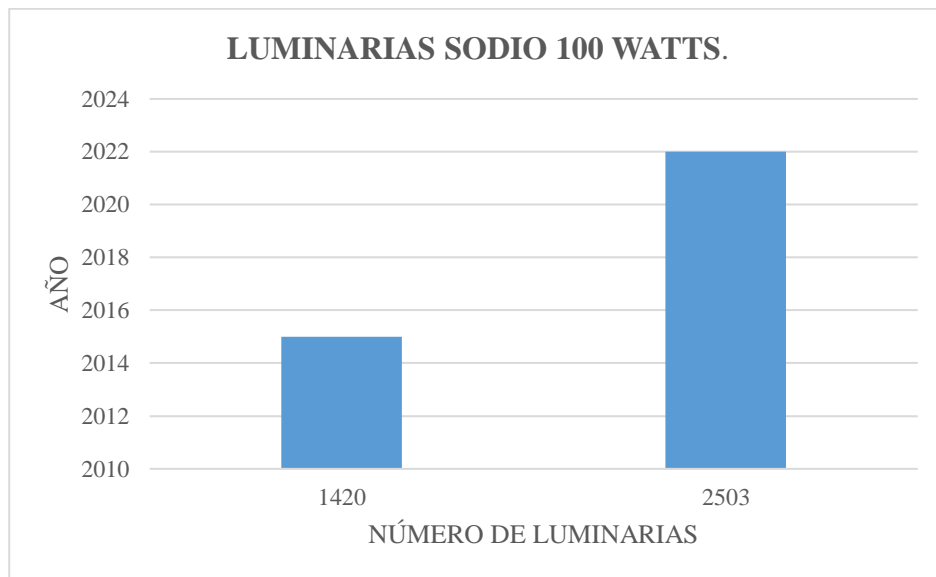
Fuente: Autor.

#### 4.7. Origen del componente armónico en la troncal Palmira

Al terminar de extraer los datos necesarios del analizador de media tensión Kron y realizar los cálculos respectivos para evaluar el componente armónico dentro de la norma vigente, la aparición de este problema en la troncal Palmira pudo surgir debido a diferentes motivos, a continuación, se menciona los más notables.

##### 4.7.1. Incremento de luminarias

Una de las principales causas es el elevado número de luminarias de sodio para el alumbrado público, ya que de 1.420 luminarias de 100 W. que existían en el año 2015, pasaron a 2.503 para el año 2022.

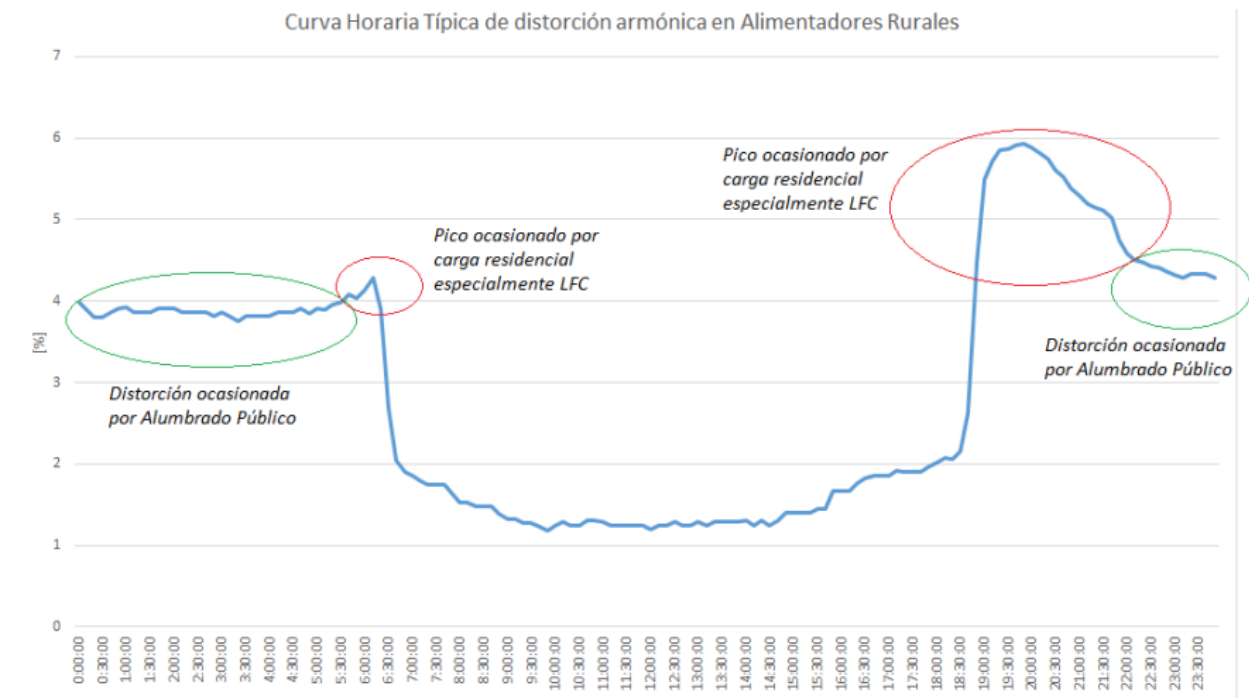


**Figura 55.** Incremento de luminarias de sodio - 100 watts.

**Fuente:** Autor.

Si bien la distorsión ocasionada por el tercer armónico cambia de magnitud, dependiendo del sitio de medición y el nivel de voltaje, la curva que describe el comportamiento durante un día completo es prácticamente la misma, lo que ha llevado a plantear algunas hipótesis:

- La distorsión armónica detectada en transformadores del área rural es ocasionada principalmente por el alumbrado público.
- La principal carga de las residencias rurales en el alimentador son las luminarias del tipo L.F.C., lo que incrementa la distorsión.
- La baja demanda que representan las cargas no compensa la distorsión ocasionada por alumbrado público y residencial.



**Figura 56.** Curva horaria típica de distorsión armónica en el alimentador rural.

**Fuente:** Autor.

En la figura 56, se aprecia el peculiar actuar del tercer armónico de tensión en alimentadores rurales del sistema de distribución de la E.E.R.S.A., la hora de encendido del alumbrado público coincide con el ascenso de la alteración armónica de tensión, de la misma manera en horas de demanda máxima, la distorsión armónica llega a su pico más elevado debido a que al alumbrado público se suma la carga residencial que en hogares rurales son principalmente luminarias L.F.C., se estima que la demanda por concepto de alumbrado público en este alimentador es de 240 kW, lo que representa aproximadamente el 32% en hora de demanda máxima, sin embargo, en horas de demanda mínima, este alimentador baja hasta 270 kW, es decir el alumbrado público representa el 89% en horas de demanda mínima.

Por otra parte, en el año 2010, el Gobierno por medio del Ministerio de Electricidad impulsó el reemplazo masivo de focos incandescentes por focos ahorradores L.F.C., sobre todo en hogares rurales y urbano marginales, con esto se logró disminuir la demanda principalmente en horas pico, aunque en esta campaña no se tomó en cuenta el impacto en la calidad de la energía, actualmente la gran mayoría de hogares ecuatorianos utilizan focos ahorradores para iluminación de las viviendas.

#### **4.7.2. THD<sub>v</sub> de transformadores**

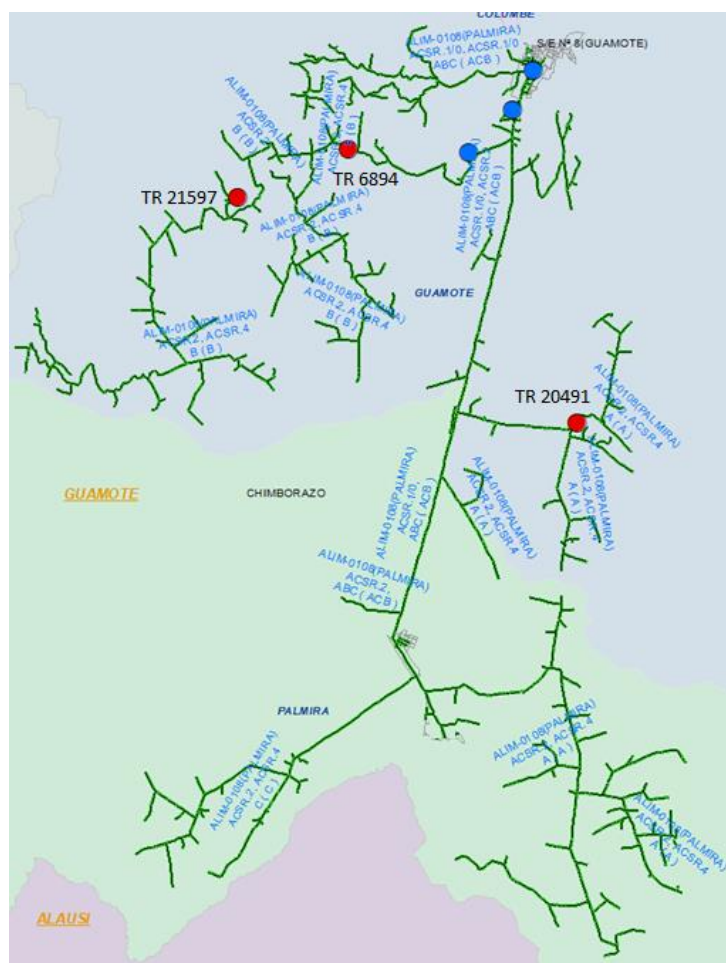
En el cronograma de actividades de la E.E.R.S.A. para el mes de marzo del 2023, se realizaron mediciones en transformadores y usuarios del alimentador 1500080T01, los datos indicaron que en la gran mayoría existe un incumplimiento de la regulación ARCERNNR 002/20, en lo que se refiere a límites en la distorsión armónica de voltaje en algunos transformadores, a continuación, se muestran algunos ejemplos.



**Tabla 16.** Registros fuera de límites del tercer armónico en transformadores.

Código del transformador	Fase A (%)	Fase B (%)
20491	9	8
6894	9	8
21597	11	10

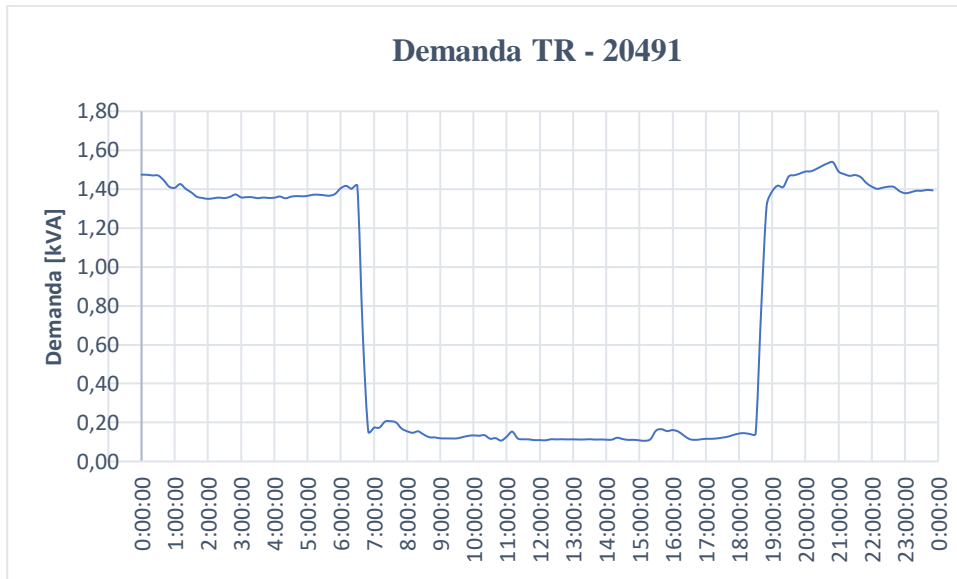
Fuente: Autor.



**Figura 57.** Sondeo de transformadores en la troncal 1500080T01.

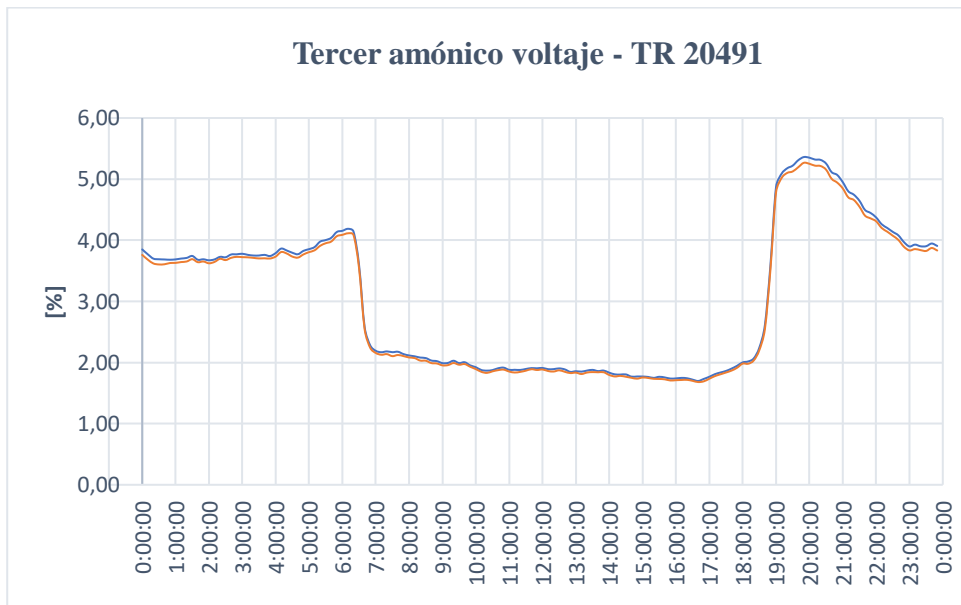
Fuente: Autor.

**Transformador 20491:** la demanda alcanza los 1.5kVA y la curva de carga muestra un comportamiento marcado por el alumbrado público.



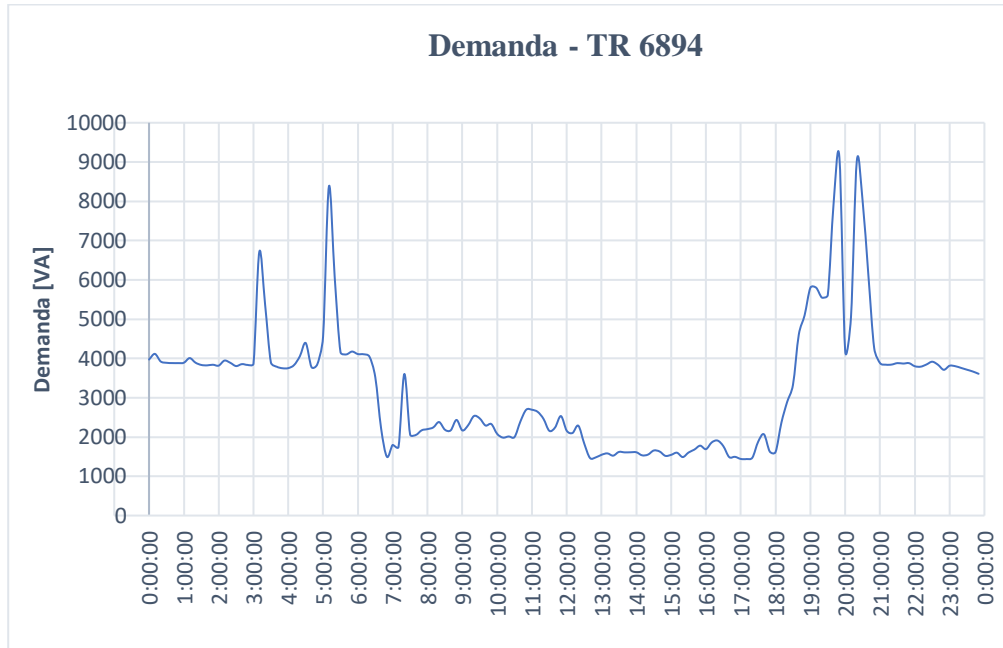
**Figura 58.** Demanda TR 20491.  
**Fuente:** Autor.

El tercer armónico de voltaje supera el 5% a la misma hora de demanda máxima, su comportamiento es similar a la curva de carga.



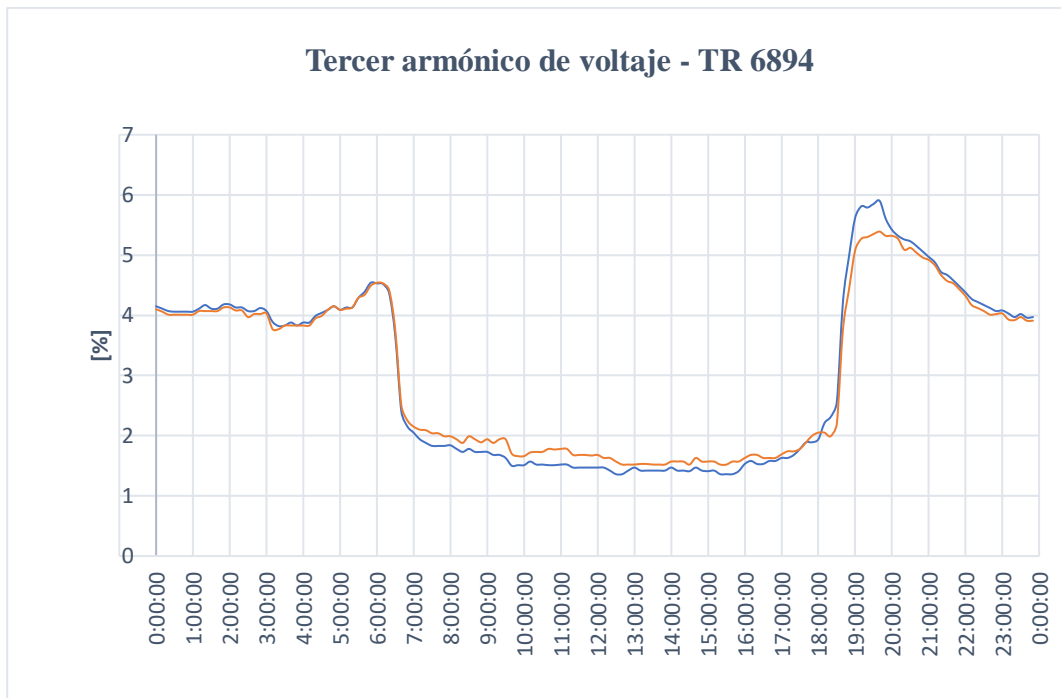
**Figura 59.** Tercer armónico voltaje TR 20491.  
**Fuente:** Autor.

**Transformador 6894:** posee picos de demanda que alcanzan los 9kVA, sin embargo, se puede distinguir un comportamiento en el que la demanda se eleva entre las 19:00 y las 7:00, en coincidencia con el encendido de alumbrado público y residencial.



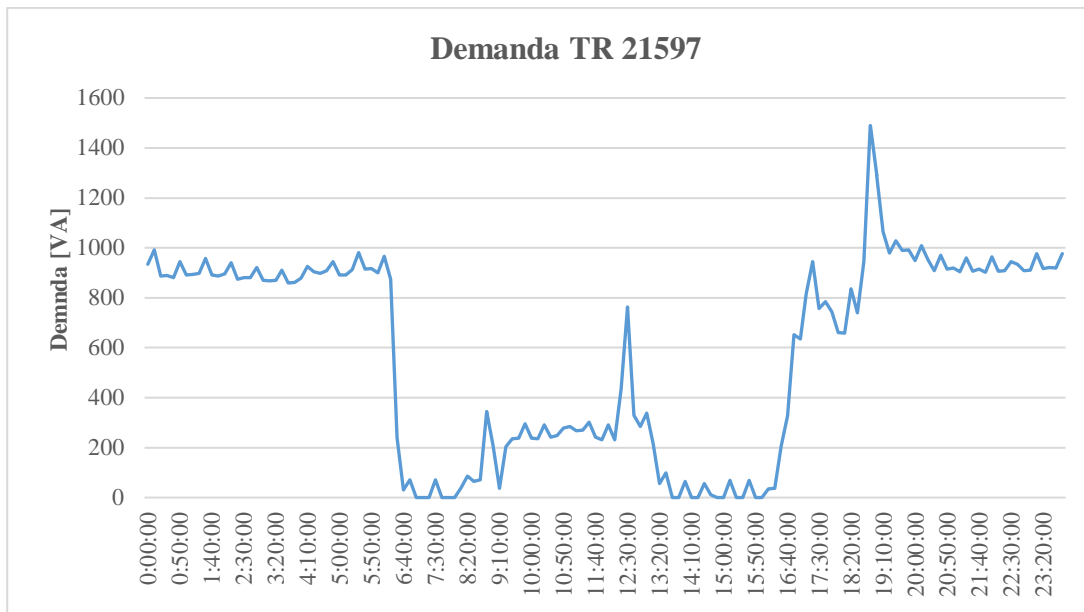
**Figura 60.** Demanda TR 6894.  
**Fuente:** Autor.

El tercer armónico de voltaje tiene un comportamiento muy parecido al del transformador 20491, con un valor elevado que se mantiene incluso en horas de la madrugada y en horas pico que supera el 5%.



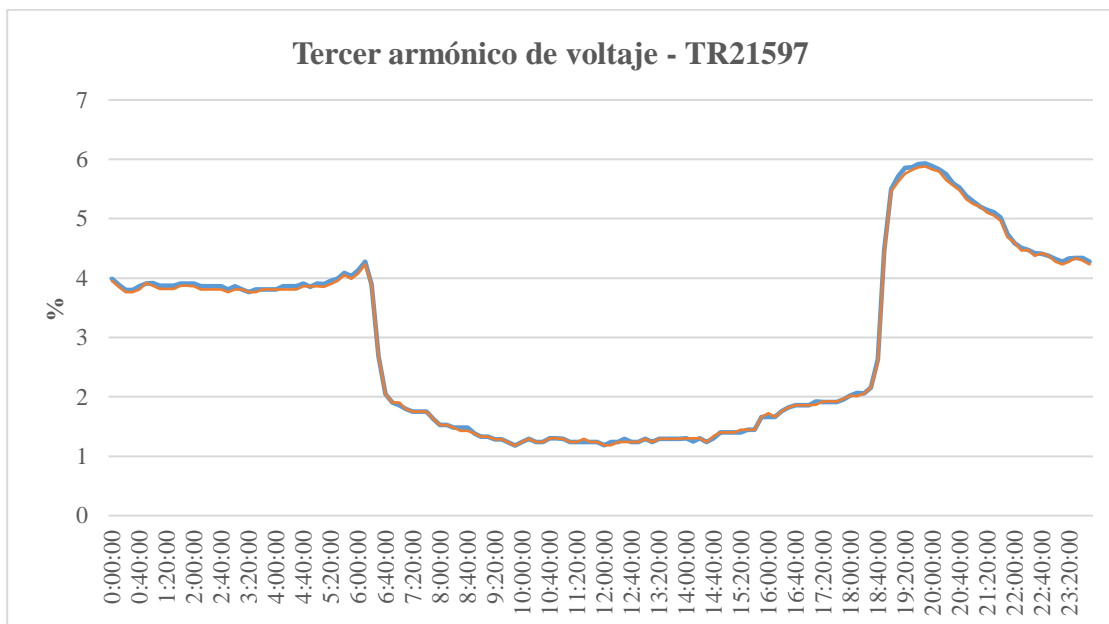
**Figura 61.** Tercer armónico de voltaje TR 6894.  
**Fuente:** Autor.

**Transformador 21597:** la demanda de este transformador se mantiene cerca de 1kVA, con picos momentáneos ocasionados por alguna carga puntual.



**Figura 62.** Demanda TR 21597.  
**Fuente:** Autor.

La distorsión armónica de voltaje ocasionada por el tercer armónico es muy similar a los otros transformadores, se puede observar que los valores se elevan coincidiendo con la hora de encendido del alumbrado, en este caso el valor máximo también supera el 5% .



**Figura 63.** Tercer armónico de voltaje TR21597.  
**Fuente:** Autor.

El comportamiento de los tres transformadores analizados, en lo que tiene que ver a distorsión armónica es muy similar a pesar de que se encuentran distantes uno del otro y conectados en diferentes fases.

Este comportamiento nos lleva a buscar la fuente de esta distorsión armónica, tomando en cuenta que los usuarios en su totalidad son residencias con una baja demanda, en donde los artefactos eléctricos básicamente están constituidos por: luminarias L.F.C., radios, televisores, licuadoras y en algunos casos refrigeradoras.

#### **4.8. Alternativa de mejora para reducir el componente armónico**

Mediante el análisis preliminar, las soluciones para mitigar la distorsión armónica, debe implementarse en diversos niveles:

- Implementación de sistemas SVC FACTS en redes de media tensión.
- Implementación de filtros activos en transformadores de distribución que superen los límites establecidos.
- Implementación de filtros pasivos en luminarias de alumbrado público.
- Reemplazo de equipos contaminantes, principalmente lámparas de alumbrado público y focos para iluminación residencial.
- Potenciación de redes y transformadores monofásicos a trifásicos.

Sin embargo, una de las mejores alternativas para mitigar el problema armónico en la troncal Palmira, es la instalación de filtros activos del tipo pasa banda, ya que, tras el análisis por parte del equipo de medición durante los siete días bajo normativa vigente, se pudo constatar inconvenientes de armónicos de mayor relevancia en el grado 3, 7, 11 y 21, debido a que no se encontraba dentro

del rango máximo de THD por norma. Para dimensionar correctamente el filtro, se debe encontrar la corriente del filtro mediante el procedimiento que se localiza en el anexo 33.

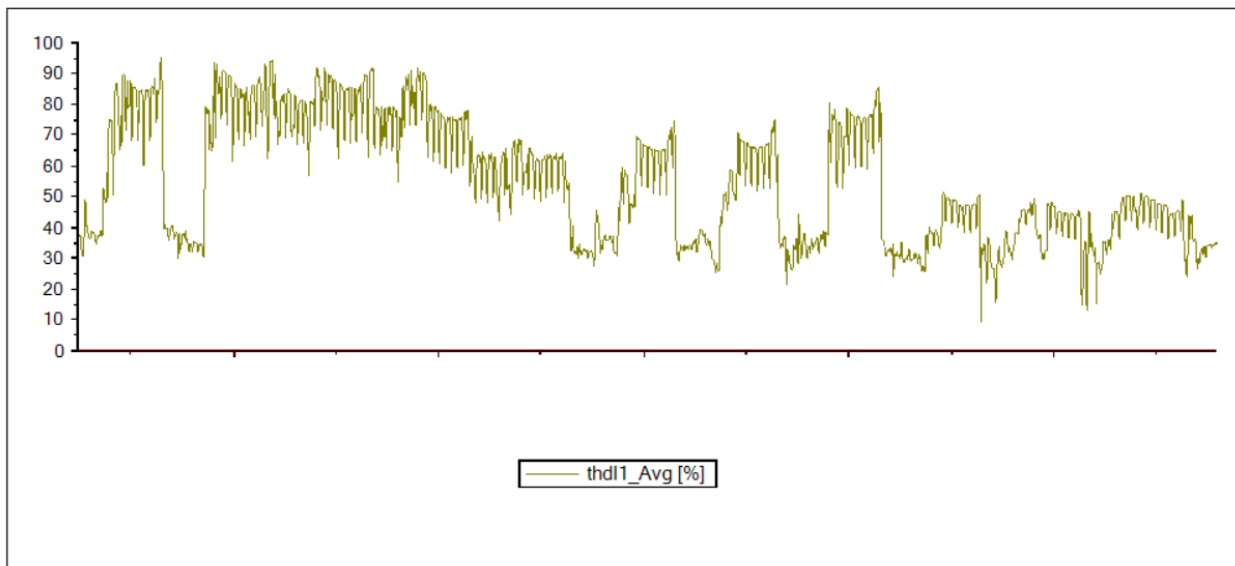
#### 4.8.1. Dimensionamiento del filtro en el arranque del alimentador

Con los datos obtenidos de la figura 64 y tabla 17 en la fase A, se procede a encontrar la corriente del componente a modificar. Hay que recalcar que los problemas se sitúan en la fase A, en las otras fases no existen inconvenientes.

**Tabla 17.** Datos de la corriente armónica fase A en el arranque del alimentador.

THDI (A.)	Corriente de evaluación (A.)
0.3125	625

Fuente: Autor.



**Figura 64.** THD del componente de corriente en fase A.

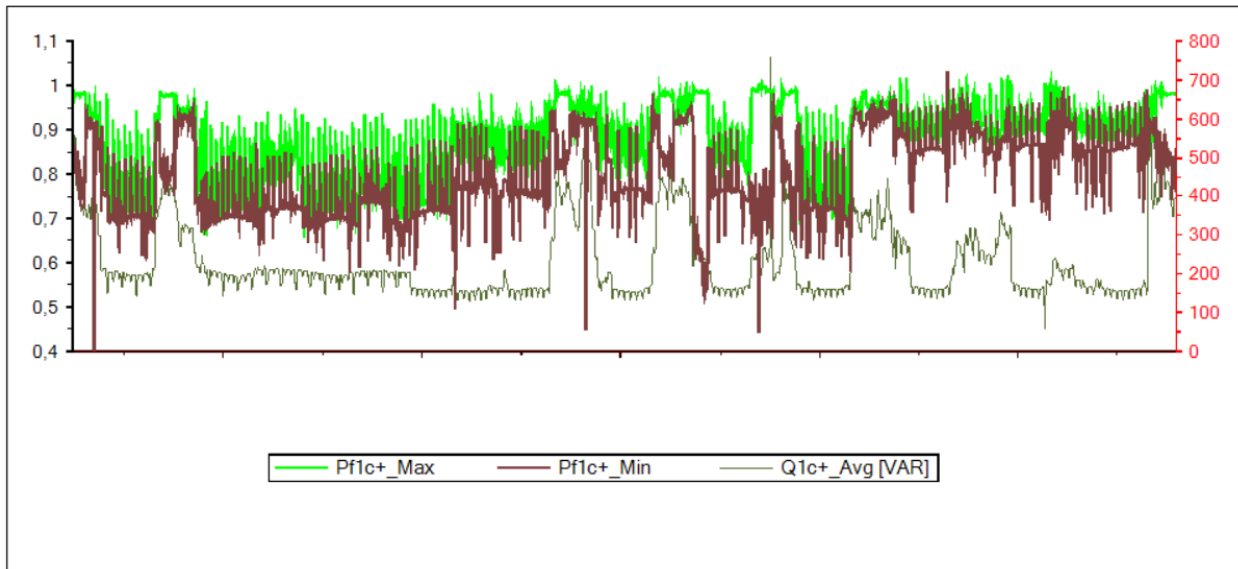
Fuente: Autor.

Posteriormente con los datos obtenidos de la figura 65 y de la tabla 18 en la fase A, se tendrá la corriente reactiva a mejorar.

**Tabla 18.** Datos de la corriente reactiva fase A en el arranque del alimentador.

Potencia reactiva (kVAR)	Tensión (V.)	Factor de potencia
800	7967	0.8

Fuente: Autor.



**Figura 65.** Factor de potencia máximo – mínimo y potencia reactiva en fase A.

Fuente: Autor.

**Tabla 19.** Resultados para el dimensionamiento del filtro en el arranque del alimentador.

Ih (A.)	Ir (A.)	I. filtro (A.)
186.42	7.19	186.56

Fuente: Autor.

Aplicando el procedimiento mostrado en el anexo 33 y con los resultados expuestos en la tabla 19, se necesita un filtro comercial activo tipo pasa banda de 200 A. para la corrección en dicho sector, posteriormente se apreciará el tipo de filtro recomendado a instalarse, como de sus respectivas especificaciones técnicas, ver anexo 34.



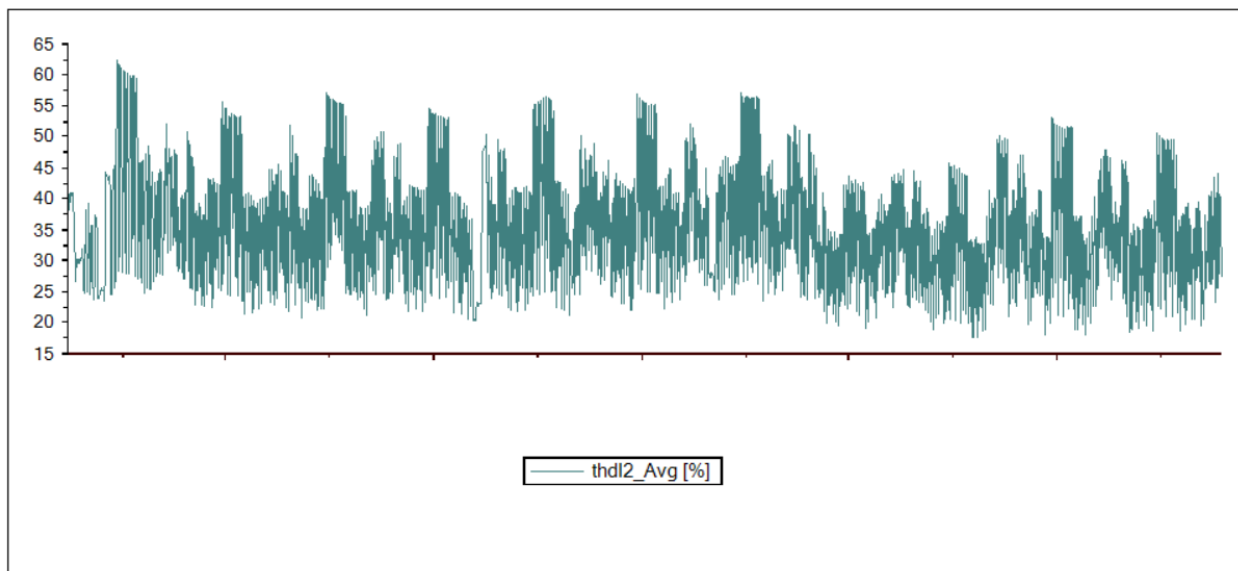
#### 4.8.2. Dimensionamiento del filtro en la mitad del alimentador

Con los valores adquiridos de la figura 66 y tabla 20 en la fase B, se procede a encontrar la corriente del componente a modificar. Hay que aclarar que los problemas se sitúan en la fase B, en las otras fases no existen inconvenientes.

**Tabla 20.** Datos de la corriente armónica fase B en la mitad del alimentador.

THDI (A.)	Corriente de evaluación (A.)
0.4114	635

Fuente: Autor.



**Figura 66.** THD del componente de corriente en fase B.

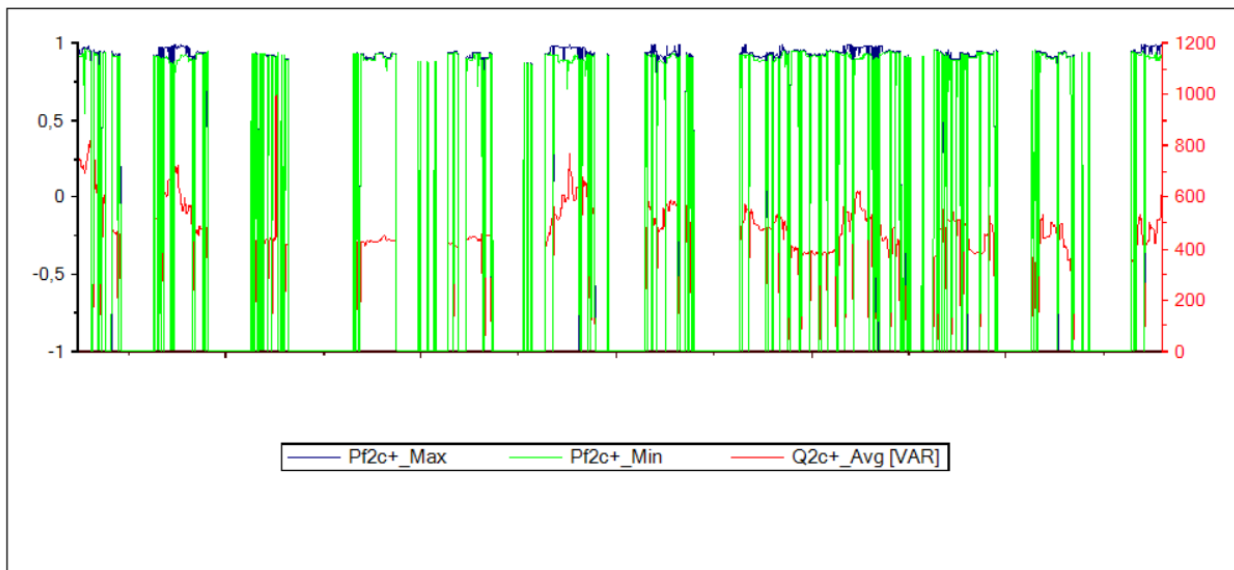
Fuente: Autor.

A continuación, con los datos obtenidos de la figura 67 y de la tabla 21 en la fase B, se tendrá la corriente reactiva a mejorar.

**Tabla 21.** Datos de la corriente reactiva fase B en la mitad del alimentador.

Potencia reactiva (kVAR)	Tensión (V.)	Factor de potencia
1200	7967	0.8

Fuente: Autor.



**Figura 67.** Factor de potencia máximo – mínimo y potencia reactiva en fase B.

Fuente: Autor.

**Tabla 22.** Resultados para el dimensionamiento del filtro en la mitad del alimentador.

Ih (A.)	Ir (A.)	I. filtro (A.)
241.59	10.79	241.83

Fuente: Autor.

Utilizando el procedimiento mostrado en el anexo 33 y con los resultados presentados en la tabla 22, se requiere un filtro comercial activo tipo pasa banda de 250 A. para la corrección en dicho sector, más adelante se apreciará el tipo de filtro recomendado a instalarse, como de sus respectivas especificaciones técnicas, ver anexo 34.

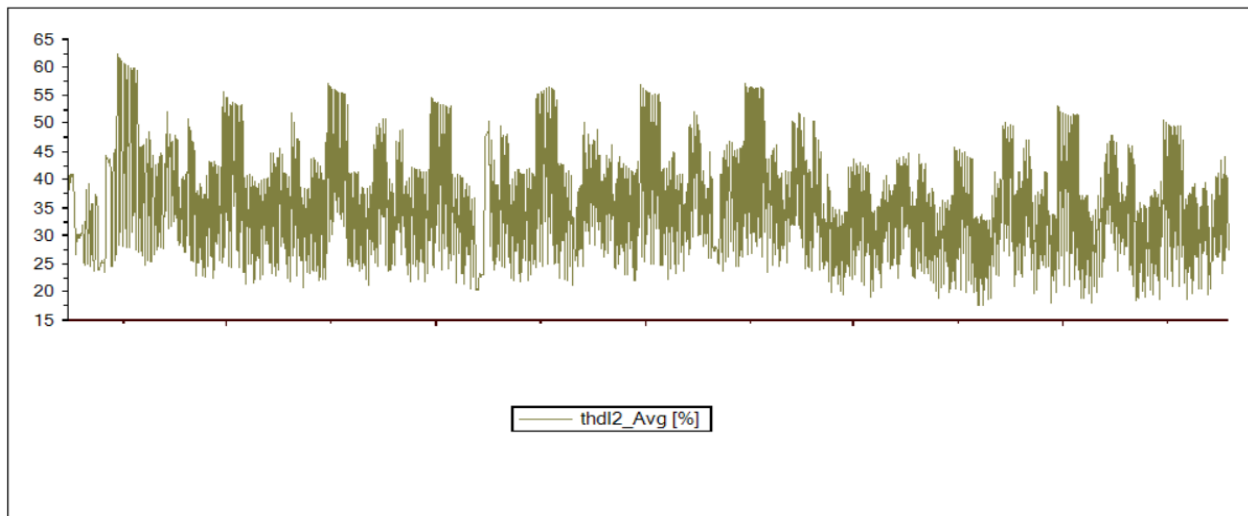
### 4.8.3. Dimensionamiento del filtro en el final del alimentador

Con los datos extraídos de la figura 68 y tabla 23 en la fase B, se procede a encontrar la corriente del componente a modificar. Hay que recalcar que los problemas se sitúan en la fase B, en las otras fases no existen inconvenientes.

**Tabla 23.** Datos de la corriente armónica fase B en el final del alimentador.

<b>THDI (A.)</b>	<b>Corriente de evaluación (A.)</b>
0.5019	710

Fuente: Autor.



**Figura 68.** THD del componente de corriente en fase B.

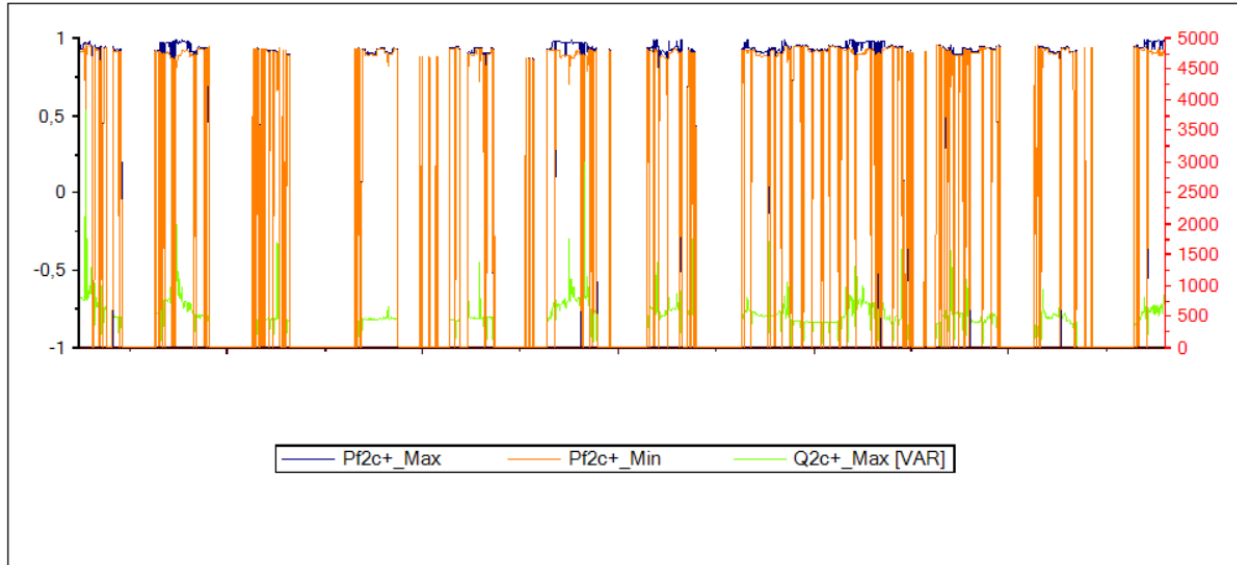
Fuente: Autor.

Posteriormente con los valores adquiridos de la figura 69 y de la tabla 24 en la fase B, se tendrá la corriente reactiva a mejorar.

**Tabla 24.** Datos de la corriente reactiva fase B en el final del alimentador.

Potencia reactiva (kVAR)	Tensión (V.)	Factor de potencia
4800	7967	0.8

Fuente: Autor.



**Figura 69.** Factor de potencia máximo – mínimo y potencia reactiva en fase B.

Fuente: Autor.

**Tabla 25.** Resultados para el dimensionamiento del filtro en el final del alimentador.

Ih (A.)	Ir (A.)	I. filtro (A.)
318.49	43.15	321.40

Fuente: Autor.

Aplicando el procedimiento mostrado en el anexo 33 y con los resultados presentados en la tabla 25, se requiere un filtro comercial activo tipo pasa banda de 325 A. para la corrección en dicho sector, más adelante se apreciará el tipo de filtro recomendado a instalarse, como de sus respectivas especificaciones técnicas, ver anexo 34.

#### 4.9. Filtro activo armónico de media tensión recomendado por la E.E.R.S.A.

Una de las soluciones viables para solventar los inconvenientes del componente armónico analizados en la troncal, es la instalación de un filtro activo de media tensión tipo pasa banda de la marca Hoteam HTQF-M, está construido para entregar compensación armónica activa que esta agrupado en un solo módulo, en consecuencia, generará menor gasto de capital en niveles de tensión media. Para observar el catálogo completo de especificaciones técnicas, ver anexo 34.

Este tipo de filtro activo emplea tecnología de conversión de fuente de voltaje V.S.C., en vez de ocupar elementos de forma pasiva como son los reactores y capacitores, el regulador dual-DSP con capacidad FPGA localiza de forma inmediata el factor de corriente armónica y el factor de corriente reactiva, de igual manera una de las grandes ventajas al emplear el filtro activo de esta serie descrita anteriormente, es la de entregar equilibrio armónico como de equilibrio dinámico de potencia reactiva en un correcto balance de carga a la par.



**Figura 70.** Filtro activo de media tensión – Hoteam HTQF-M.  
**Fuente:** [38]

#### 4.9.1. Sitio previsto para la instalación del filtro activo

La dirección de planificación de la zona rural de la E.E.R.S.A., estableció el lugar donde se instalaría el filtro activo modular adecuado para la mitigación del componente armónico en la troncal Palmira, se ubicará en la S/E #8 Guamote como se aprecia en la figura 71, en el cuarto de control #1 de la figura 72. La instalación de dicho filtro se planea adquirirlo en un lapso no mayor de dos años, debido a que la dirección de planificación está enfocada en estos momentos a proyectos de reforzamiento de redes urbanas, donde el incremento del sector industrial ha crecido sustancialmente. Este dispositivo ayudará considerablemente a la E.E.R.S.A. a evitar multas por el incumplimiento de indicadores en la regulación ARCERNR – 002/20 en dicha troncal.



**Figura 71.** Lugar donde se instalará el filtro activo.

**Fuente:** Autor.



**Figura 72.** Sitio designado para la futura instalación del filtro activo.

**Fuente:** Autor.

## 5. CONCLUSIONES

Al terminar el presente proyecto de titulación se logró cumplir con el objetivo esencial de este trabajo, el cual consistió en realizar un análisis del componente armónico en el alimentador Palmira 1500080T01 perteneciente a la E.E.R.S.A. Al evaluar los datos provistos por el equipo analizador y efectuar los cálculos bajo la regulación 002/20 de la ARCERNNR, se obtuvo un panorama más claro del posible origen de los armónicos en el mencionado alimentador y de esta manera proponer una alternativa de mejora para solucionar este inconveniente.

Una de las principales causas del componente armónico en el alimentador Palmira es el considerable aumento de luminarias de sodio de 100 W. en los últimos años, sin embargo, existen otros motivos de la aparición de este problema en la red, como la elevada implementación en los hogares rurales de luminarias L.F.C., que amplían considerablemente el problema armónico en determinadas horas.

El equipo de medición de media tensión - KRON RM960PQ, es una herramienta indispensable para realizar un correcto estudio del problema de armónicos en un sistema de distribución de media tensión, debido a que sus especificaciones técnicas entregan datos muy precisos y completos, a fin de realizar un estudio detallado de cada uno de los indicadores de calidad del sistema eléctrico, conjuntamente establecidos bajo la normativa vigente.

Al extraer los datos y analizar las gráficas por parte del equipo de análisis, se concluye que la mayor afectación se produce en el componente armónico de orden # 3 y 11 de la fase C en el arranque del alimentador, de orden # 11 y 21 de la fase B en la mitad del alimentador, y de orden # 7 y 21 de la fase C en el final del alimentador.

La implementación de filtros activos solventa en gran medida el rendimiento del alimentador y gana robustez en cada uno de los parámetros analizados. Actualmente en el mercado existen diversas marcas que se adapta al presupuesto económico en la empresa de distribución mencionada anteriormente para su futura instalación.



Del análisis realizado, se determina que los transformadores que se encuentran más alejados de la cabecera del alimentador tienen mayor probabilidad de presentar incumplimientos en el nivel del tercer armónico, debido al incremento de la impedancia a medida que se extienden las redes. La distorsión armónica de voltaje en redes rurales está marcada por la iluminación tanto del alumbrado público, como del alumbrado residencial con luminarias L.F.C.

Mediante las mediciones de armónicos realizadas en la troncal mencionada anteriormente, se determina que la contaminación armónica se filtra en todo el sistema, además debido a la baja demanda de potencia de esta red, no se ha detectado sobrecarga ocasionada por la distorsión armónica.

El presente estudio en la troncal Palmira, es una buena guía para la futura corrección del componente armónico en este alimentador, ya que al utilizar un filtro activo modular de las características requeridas, solventaría dicho inconveniente y de esta manera se evitaría sanciones a la E.E.R.S.A. por incumplimiento de los indicadores en la regulación descrita.

## 6. RECOMENDACIONES

Para instalar el equipo de medición KRON RM960PQ, se debe utilizar el correcto E.P.P., debido a que este dispositivo se lo instala en redes de media tensión, para el caso del alimentador Palmira se encuentra en 13.8 kV, con lo que las pinzas de sujeción a cada una de las fases deben ser ejecutadas por personal calificado y cumpliendo con todos los estándares de manipulación de equipos a este nivel de voltaje.

El G.P.S. es una herramienta adicional a considerar cuando se efectúa la inspección técnica para verificar el estado actual de una troncal, en vista de que es muy útil para registrar coordenadas de los componentes más notorios en una red de distribución, además que, al momento de evaluar los datos extraídos por el analizador, sea más fácil ubicarlos en el estudio individual.

La instalación del filtro activo de media tensión tipo pasa banda de la marca Hoteam HTQF-M, es una buena alternativa para solucionar el problema armónico en la troncal, debido a que este equipo cuenta con compensación armónica activa asociada en un solo módulo e ideal para el análisis anteriormente ejecutado del tipo de filtro de 200, 250 y 325 A. para cada tramo del alimentador. Esto contribuiría sustancialmente a la E.E.R.S.A., a evitar multas elevadas por el incumplimiento de parámetros en la regulación ARCERNNR – 002/20.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Ramírez Castaño and E. A. Cano Plata, *Calidad del servicio de energía eléctrica*, no. 1. 2014. doi: 10.13140/2.1.1678.3688.
- [2] M. Ángel and S. Cortés, “Calidad de Energía en Sistemas Industriales,” vol. 1, no. 2, pp. 5–16, 2009, doi: 14564j/d17426897.12.5.
- [3] Ministerio de Energía y Minas, “PLAN DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES,” 2019. Accessed: Apr. 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.rekursyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>
- [4] HSB, “Power Quality of Commercial Buildings - Advanced,” 2020. Accessed: Mar. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.munichre.com/hsb/en.html>
- [5] J. Cidrás y C. Carrillo, “El fenómeno del parpadeo,” 2019. Accessed: Jan. 15, 2023. [Online]. Available: [http://grupo\\_ene.webs.uvigo.es/wordpress/publicaciones/Apuntes\\_Flicker\\_prot.pdf](http://grupo_ene.webs.uvigo.es/wordpress/publicaciones/Apuntes_Flicker_prot.pdf)
- [6] J. Abreu, “Calidad de potencia eléctrica en redes de distribución,” *IEEE Power Quality*, pp. 72–126, 2005.
- [7] CORP. NEWLINE, “Supresores de Picos y Transientes - SPD’s,” 2019. Accessed: Apr. 18, 2023. [Online]. Available: <https://www.corpnewline.com/>
- [8] ABB, “Sistema de Alimentación Ininterrumpida UPS - ABB,” 2020, Accessed: Jan. 08, 2023. [Online]. Available: <https://new.abb.com/es/centros-de-datos/sistema-de-alimentacion-ininterrumpida>
- [9] Ignacio Gómez, “MANUAL DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELÉCTRICAS,” 2021. Accessed: Mar. 15, 2023. [Online]. Available: [chrome-extension://ehhttps://www.igihm.com/manuales/Manual\\_Instalacion\\_Mantenimiento\\_Plantas\\_Electricas\\_IGIHM\\_JAN\\_2021.pdf](chrome-extension://ehhttps://www.igihm.com/manuales/Manual_Instalacion_Mantenimiento_Plantas_Electricas_IGIHM_JAN_2021.pdf)
- [10] A. Levy and J. J. Carrasco, “Calidad y confiabilidad de los servicios eléctricos en América Latina,” *Calidad y confiabilidad de los servicios eléctricos en América Latina*, 2020, doi: 10.18235/0002366.
- [11] Cristina Jaguaco, *Sistemas de Gestión de Calidad de Energía bajo la Norma ISO 9001:2008*, vol. 1. 2013. doi: 6479812/j230597.36.6.
- [12] D. Committee, “IEEE Power and Energy Society General Meeting,” *IEEE Power and Energy Society General Meeting*, vol. 2018-Augus, 2018.

- [13] Jack Ballingston - IEEE Std. 519-2014, *IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*. 2014.
- [14] J. P. L.-I. 509-2014 Billy Drexler, "IEEE Standard 519-2014," 2014.
- [15] D.-P. L. P. Jiray, "The Effects of Changes to IEEE 519-1992 to 2014 Introduction What it means," no. November, 2014.
- [16] CIRCUTOR, "Artículo Técnico AFQevo Filtro Activo Multifunción Armónicos: Problemática actual y su solución," *Tecnología para la eficiencia energética*, pp. 2–4, 2011.
- [17] J. FEKE, *Harmonics and Power Systems*. 2018. doi: 10.2307/j. ctv346n94.10.
- [18] M. D. Cookson and P. M. R. Stirk, *Power Systems Harmonics*. 2003.
- [19] P. M. Grady and M. Grady, "Understanding Power System Harmonics - PSE," *Austin International*, no. April, 2012.
- [20] Y. Sawano, "A handbook of harmonic analysis," *Yoshihiro Cltda*, 2001.
- [21] Eaton, "Harmonics In Your Electrical System," *What they are, how they can be harmful, and what to do about them*, pp. 1–7, 2008.
- [22] Pinyol Ramon, "Harmonics: Causes, Effects and Minimization," *Salicru White Papers*, no. August, pp. 1–32, 2015.
- [23] R. Manosalvas, "Componente Armónico en la Calidad de Energía Eléctrica," vol. 2, p. 12, 2008.
- [24] A. Martínez, "Método de las Componentes Simétricas. Cátedra Electrotecnia 2," *Ingeniería Eléctrica - Área del ISBB*, p. 35, 2014.
- [25] F. Miraya, "Construcción de Filtros Activos para Mejoramiento de Redes Eléctricas," pp. 24–56, 2004, doi: 17.3487/j. ctv3365n78.10.
- [26] A. Rosales, "Amplificadores Operacionales y Filtros Activos en rango de armónicos 1." p. 292, 2002.
- [27] E. Téllez, "Distorsión Armónica en Sistemas de Potencia," *Revista Programa de ahorro de energía*, no. 222, p. 31, 2012, doi: 15.4527/j. ctv62195n82.17.
- [28] G. Jiménez, "Medidas Para Reducir Los Armónicos," *The power supply company, Ltd.*, pp. 1–2, 2013, doi: 18.7319/j. ctv7937n61.24.
- [29] Amorín, M. Luz, and Alcaine, "Solución armónica en Sistemas Distribuidos," pp. 6–10, 2004, doi: 20.5507/j. ctv4735n92.43.

- [30] M. Sanders, “ACS880 ultra-low harmonic and regenerative drives,” *ABB, Ltd.*, vol. 1, pp. 2–10, 2011, doi: 245397456j/451315.78.9.
- [31] A. Bendre, “Harmonics in Modern Electrical Power Systems,” vol. 1, no. 1, pp. 3–9, 2009, doi: 11.7439/251781j58994.
- [32] Eaton Company, “Power factor correction: a guide for the plant engineer,” *Power factor correction: a guide for the plant engineer*, vol. 1, no. 1, pp. 2–4, 2014, [Online]. Available: [www.eaton.com](http://www.eaton.com)
- [33] A. Zilnyk, “A brief introduction to Harmonics,” *Perspect Public Health*, vol. 131, no. 6, pp. 5–17, 2011, doi: 10.1177/1757913911425736.
- [34] ARCERNNR, “Regulación 002/20 - Calidad del servicio de distribución y comercialización.” p. 36, 2020. [Online]. Available: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- [35] Prolyt, “Distorsión armónica - Notas técnicas,” *Power Expertise*, 2021, Accessed: Jan. 25, 2023. [Online]. Available: <http://www.prolyt.com/mobi/servicios.html>
- [36] EERSA ITEC, “EERSA - ENERGÍA PARA CHIMBORAZO,” *EERSA-ICTCH2020*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [37] B. Jon. Silva. Adrián and E. Rm, “Kron Instrumentos Eléctricos Ltda. Kron. - São Paulo - Brasil,” *KRONOS-IEC567*, vol. 50, pp. 9–15, 2016.
- [38] H. R. Htqf, “Filtro - Hoteam (HTQF),” *Resources HOTEAM-ICC21*, vol. 2, pp. 1–5, 2019.
- [39] D. P. Leader, “ARMÓNICOS: CAUSAS, EFECTOS Y MINIMIZACIÓN.,” vol. 1, pp. 5–32, 2016, doi: 18.1256/41.256.
- [40] E. Ecuatoriano, “Estadística Anual y Atlas del Sector Ecuatoriano (Parte Eléctrica 2018),” *ARC - EC*, pp. 26–154, 2018.
- [41] ARCONEL, “Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano,” *ARC - ARCONEL - ESTD.*, p. 300, 2017, [Online]. Available: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/11/EstadísticaAnualyMultianual2017.pdf>
- [42] MEER, “Código de unidades de propiedad - MEER,” *Homologación de Unidades de Propiedad*, vol. 2, p. 50, 2016.
- [43] M. de E. y E. Renovable, “Sección 5: Conductores Homologación de las Unidades de Propiedad (Up) - MEER,” *Homologación de Unidades de Propiedad*, p. 10, 2016.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1.** Medición de armónicos de muy corto tiempo - estándar IEEE 519-2014.

### Cálculo de medición de armónicos de muy corto tiempo

$$F_{n,vs} = \sqrt{\frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} F_{n,i}^2}$$

Dónde:

$F_{n,vs}$ : Simboliza la tensión (V), estableciendo el rango de armónicos expuestos previamente e indicando que es “muy reducido”.

$i$ : Representa un medidor elemental.

$F$ : Expresa un valor neto RMS.

**Fuente:** [39]

### Cálculo de medición de armónicos de corto tiempo

$$F_{n,sh} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} F^2_{(n,vs),i}}$$

Dónde:

$F_{n,vs}$ : Simboliza la tensión (V), estableciendo el rango de armónicos expuestos previamente e indicando que es “reducido”.

$i$ : Representa un medidor elemental.

$F$ : Expresa un valor neto RMS.

Fuente: [39]

**Anexo 3.** Límites de distorsión de voltaje - estándar IEEE 519-2014.

<b>Voltaje de bus V en PCC</b>	<b>Armónico Individual (%)</b>	<b>Distorsión Total de Armónico THD (%)</b>
$V \leq 1.0 \text{ kV}$	5.00	8.00
$1 \text{ kV} < V \leq 69 \text{ kV}$	3.00	5.00
$69 \text{ kV} < V \leq 161 \text{ kV}$	1.50	2.50
$161 \text{ kV} < V$	1.00	1.50

Fuente: [39]

**Anexo 4.** Límites de alteración de corrientes en procedimientos de distribución nominal de 120 V. mediante 69 kV - estándar IEEE 519-2014.

<b>Isc/IL</b>	<b><math>3 \leq h &lt; 11</math></b>	<b><math>11 \leq h &lt; 17</math></b>	<b><math>17 \leq h &lt; 23</math></b>	<b><math>23 \leq h &lt; 35</math></b>	<b><math>35 \leq h &lt; 50</math></b>	<b>TDD</b>
< 20c	4.00	2.00	1.50	0.60	0.30	5.00
20 < 50	7.00	3.50	2.50	1.00	0.50	8.00
50 < 100	10.00	4.50	4.00	1.50	0.70	12.00
100 < 1000	12.00	5.50	5.00	2.00	1.00	15.00
> 1000	15.00	7.00	6.00	2.50	1.40	20.00

Fuente: [39]

**Anexo 5.** Límites de alteración de corrientes en procedimientos de distribución nominal mayores a 161 kV - estándar IEEE 519-2014.

<b>Isc/IL</b>	<b><math>3 \leq h &lt; 11</math></b>	<b><math>11 \leq h &lt; 17</math></b>	<b><math>17 \leq h &lt; 23</math></b>	<b><math>23 \leq h &lt; 35</math></b>	<b><math>35 \leq h &lt; 50</math></b>	<b>TDD</b>
< 25c	1.00	0.50	0.38	0.15	0.1	1.5
25 < 50	2.00	1.00	0.75	0.3	0.15	2.5
$\geq 50$	3.00	1.5	1.15	0.45	0.22	3.75

Fuente: [39]



### Evaluación del factor sinusoidal de periodicidad

$$f_h = (h) * (\text{frecuencia elemental})$$

Dónde:

$h$ : Número entero.

$f_h$ : Componente armónico.

Fuente: [39]

Evaluación de la presencia del 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> armónico en la señal elemental

$$i_3 = Im_3 * \sin (3wt)$$

$$i_5 = Im_5 * \sin (5wt)$$

Dónde:

$i_3 , i_5$ : Corrientes para el 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> armónico

$Im_3 , Im_5$ : Amplitud de corriente para el 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> armónico

$wt$ : Frecuencia Angular

Fuente: [39]

Cálculo del valor eficaz RMS

$$I_{rms} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} V_h^2}$$

Dónde:

$I_{rms}$ : Corriente eficaz (RMS).

$V_{rms}$ : Voltaje eficaz (RMS).

$I_h^2$ : Magnitud armónica individual (corriente).

$V_h^2$ : Magnitud armónica individual (voltaje).

Fuente: [39]

### Evaluación del cofactor de alteración

$$C_d = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_{rms}} * 100 \%$$

Dónde:

$C_d$ : Cofactor de distorsión.

$I_{rms}$ : Corriente funcional.

$I_h$ : Intensidad de armónica individual.

Fuente: [39]

**Anexo 10.** Cálculo de distorsión de demanda total - estándar IEEE 519-2014.

**Cálculo de distorsión de demanda total**

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_L} * 100 \%$$

Dónde:

$TDD$ : Distorsión de demanda total.

$I_h$ : Magnitud armónica particular.

$I_L$ : Despacho límite en carga, calculada como la media mensual de los 12 meses más recientes al análisis.

**Fuente:** [39]

**Anexo 11.** Evaluación de distorsión armónica total - estándar IEEE 519-2014.

**Evaluación de la distorsión armónica total**

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_h} * 100 \%$$

Dónde:

*THD*: Distorsión armónica total.

*I<sub>h</sub>*: Magnitud armónica individual.

**Fuente:** [39]

### Conceptualización matemática de armónicos por medio de series de Fourier

$$f(t) = A_0 + \sum_{h=1}^{\infty} [A_h * \cos(hw_o t) + B_h * \sin(hw_o t)]$$

$$f(t) = A_0 + \sum_{h=1}^{\infty} [C_h * \sin(hw_o t + \varphi_h)]$$

Dónde:

$f(t)$ : Representa la función periódica en frecuencia  $f_0$ , frecuencia angular  $w_0 = 2\pi f_0$  además el periodo es  $T = \frac{1}{f_0}$ .

$C_h * \sin(hw_o t + \varphi_h)$ : Indica el nivel de distorsión  $h^{th}$  en capacidad  $C_h$ , periodicidad  $hf_0$  y un componente angular  $\varphi_h$ .

$A_0$ : Amplitud de la señal (inicio).

$A_h * \cos(hw_o t)$ : Indica la señal elemental.

$B_h * \sin(hw_o t)$ : Indica la señal elemental.

Fuente: [39]

### Conceptualización matemática de armónicos por medio de series de Fourier

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) dx$$

$$A_h = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) * \cos(hw_0 t) dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) * \cos(hx) dx$$

$$B_h = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) * \sin(hw_0 t) dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) * \sin(hx) dx$$

$$C_h = \sqrt{A_h^2 + B_h^2}$$

$$\varphi_h = \tan^{-1} * \left( \frac{A_h}{B_h} \right)$$

Dónde:

$f(t)$ : Representa la función periódica en frecuencia.

$f_0$ : Frecuencia angular  $w_0 = 2\pi f_0$ .

$T$ : Período.

$B_h$ : Amplitud del armónico en análisis.

$A_h^2, B_h^2$ : Componentes totales de amplitud armónica.

$\varphi_h$ : Componente en fase respecto a la amplitud.

$hw_0 t$ : Nivel del armónico respecto a  $f(t)$ .

Fuente: [39]



Anexo 14. Evaluación del factor de potencia.

Evaluación del factor de potencia

$$P = V * I * \cos (\phi)$$

$$Q = V * I * \text{sen} (\phi)$$

$$S = V * I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$PF = (\cos \phi) = \frac{\text{Potencia Activa (W)}}{\text{Potencia Aparente (VA)}} = \frac{P}{S}$$

Dónde:

P: Potencia activa a determinar

Q: Potencia reactiva a determinar

S: Potencia aparente a determinar

PF: Factor de potencia

V: Componente de tensión

I: Componente de corriente

Fuente: [39]

**Anexo 15.** Evaluación del factor de potencia vinculado a la calidad de energía - estándar IEEE 519-2014.

### Evaluación del factor de potencia anexado a calidad de energía

$$PF_{tot} = F_d * F_{dist}$$

$$F_{dist} = \text{Componente de Distorsión} = \frac{\text{Corriente Principal}}{\text{Corriente RMS}}$$

Dónde:

$PF_{tot}$ : Componente de potencia total

$F_d$ : Componente en desplazamiento

$F_{dist}$ : Componente de distorsión

$RMS$ : Valor eficaz

**Fuente:** [39]

**Anexo 16.** Evaluación de nivel de voltaje - regulación ARCERNNR - 002/20.

**Evaluación del nivel de voltaje**

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_N}{V_N} \times 100 \%$$

Donde:

$\Delta V_k$ : Variabilidad de tensión del suministro con relación a la tensión nominal en un sitio  $k$ .

$V_k$ : Valor de tensión dotado que se ubica en el punto  $k$ , evaluado por la media de los datos registrados por lo menos cada tres segundos, en un lapso de diez minutos.

$V_N$ : Valor de tensión nominal ubicado en un sitio  $k$ .

**Fuente:** [39]

**Anexo 17.** Evaluación de la alteración instantánea de tensión (flicker) - regulación ARCERNNR - 002/20.

**Evaluación de la alteración instantánea de tensión (flicker)**

$$P_{st} = \sqrt{0,0314P_{0,1} + 0,0525P_1 + 0,0657P_3 + 0,28P_{10} + 0,08P_{50}}$$

Donde:

$P_{st}$ : Indicador de exigencia de la alteración instantánea de tensión en baja extensión.

$P_{0,1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$ : Grado de impacto del indicador de la alteración instantánea de tensión que se excede a lo largo de 0,1%; 1%; 3%; 10%; 50% del lapso total del espacio de medida.

**Fuente:** [39]

Evaluación de la distorsión armónica de voltaje

$$V_{h,k} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} (V_{h,i})^2}$$

$$DV_{h,k} = \left( \frac{V_{h,k}}{V_{h,1}} \right) \times 100 \%$$

$$THD_k = \left[ \frac{1}{V_{h,1}} \sqrt{\sum_{h=2}^{50} (V_{h,k})^2} \right] \times 100 \%$$

Donde:

- $V_{h,k}$ : Componente armónico de tensión  $h$  en el lapso  $k$  de un periodo de 10 minutos.
- $V_{h,i}$ : Dato eficiente (rms) del componente armónico de tensión  $h$  (establecido para  $h=2, 3, \dots, 50$ ), calculado en un lapso de 3 segundos ( $i=1, 2, \dots, 200$ ).
- $DV_{h,k}$ : Coeficiente de alteración individual de tensión del componente armónico  $h$  (establecido en  $h=2, 3, \dots, 50$ ) en el lapso  $k$  de un periodo de 10 minutos.
- $THD_k$ : Coeficiente de alteración del componente armónico total de tensión.
- $V_{h,1}$ : Dato eficiente (rms) del factor esencial de tensión en el instante de medida.

Fuente: [39]

Evaluación de la distorsión armónica de corriente

$$I_{h,k} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} (I_{h,i})^2}$$

$$DI_{h,k} = \left( \frac{I_{h,k}}{I_{h,1}} \right) \times 100 \%$$

$$TDD_k = \left[ \frac{1}{I_{h,1}} \sqrt{\sum_{h=2}^{50} (I_{h,k})^2} \right] \times 100 \%$$

Donde:

$I_{h,k}$ : Componente armónico de corriente  $h$  en el lapso  $k$  de un periodo de 10 minutos.

$I_{h,i}$ : Dato eficiente (rms) del componente armónico de corriente  $h$  (establecido para  $h=2, 3, \dots, 50$ ), calculado en un lapso de 3 segundos ( $i=1, 2, \dots, 200$ ).

$DI_{h,k}$ : Coeficiente de alteración individual de corriente del componente armónico  $h$  (establecido en  $h=2, 3, \dots, 50$ ) en el lapso  $k$  de un periodo de 10 minutos.

$TDD_k$ : Coeficiente de alteración de la demanda global (componente armónico de corriente).

$I_{h,1}$ : Dato eficiente (rms) del factor esencial de corriente a frecuencia de 60 Hz.

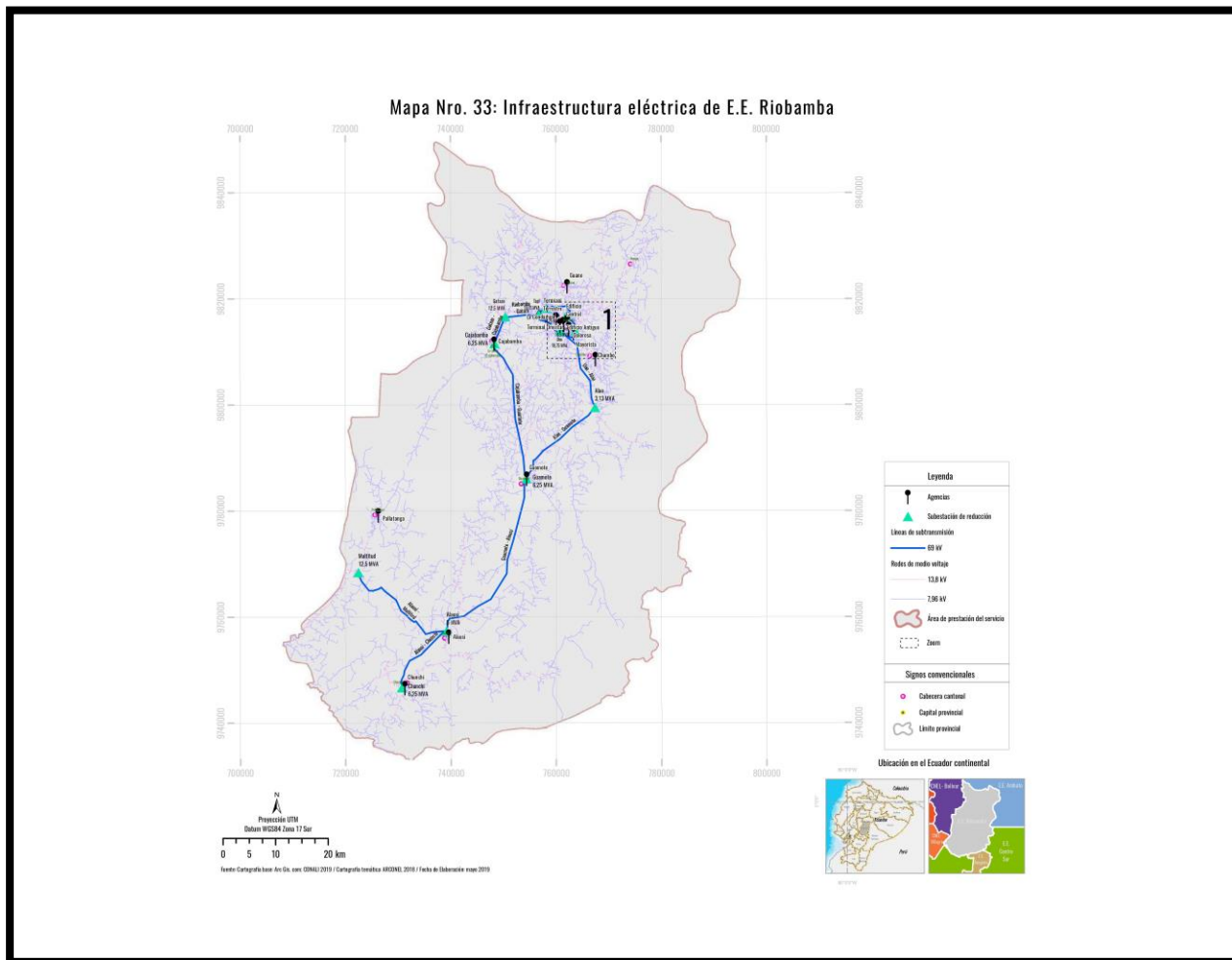
Fuente: [39]

**Anexo 20.** Características principales de salida del alimentador Palmira.

<b>Detalle Subestación</b>	<b>Descripción</b>
Alim1	ALIM-0108(PALMIRA)
Alim2	-
Código Empresa	EERSA
Provincia	CHIMBORAZO
Cantón	GUAMOTE
Parroquia	GUAMOTE, CABECERA CANTONAL
Subtipo	Interruptor
Código – Puesto	-
Fase – Conexión	ABC
Voltaje	13.8 kV
Posición Normal A	Cerrado
Posición Normal B	Cerrado
Posición Normal B	Cerrado
Posición Actual A	Cerrado
Posición Actual B	Cerrado
Posición Actual C	Cerrado
Código Estructura	3I1200_125T
Código ADMS	INT_T_3F_OID8705
Tipo - Uso	Cabecera Alimentador

**Fuente:** [36]

**Anexo 21. Infraestructura eléctrica subestación # 8 Guamote.**



**Fuente: [40]**



Anexo 22. Características de la subestación # 8 y transformador Guamote.

D. 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESTACIONES Y TRANSFORMADORES DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS (8/9)

Empresa	Subestación				Transformador							
	Nombre	Cantidad	Tipo	Nombre	Cantidad	Tipo	Voltaje (KV)		Capacidad (MVA)			
							Primario	Secundario	GA	FA	FDA	Máxima
E.E. Quito	S/E 24 Carolina	46	R	S/E No. 24	61	T	46,00	6,30	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 26 Alangasi		R	S/E No. 26		T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 27 San Rafael		R	S/E No. 27		T	46,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 28 Maquito		R	S/E No. 28		T	46,00	6,30	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 29 Cumbaya		R	S/E No. 29		T	46,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 31 Tababela		R	S/E No. 31		T	138,00	22,80	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 32 Diez Nueva		R	S/E No. 32		T	46,00	6,30	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 33 Aeropuerto		R	S/E No. 33		T	46,00	23,00	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 34 Machachi		R	S/E No. 34		T	46,00	23,00	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 36 Tumbaco		R	S/E No. 36		T	46,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
			R	S/E No. 36		T	46,00	23,00	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 37 Santa Rosa		R	S/E No. 37		T	46,00	23,00	15,00	20,00	20,00	20,00
			R	S/E No. 37		T	138,00	46,00	45,00	60,00	75,00	75,00
	S/E 39 Vicentina		R	S/E No. 39		T	138,00	46,00	60,00	80,00	100,00	100,00
			R	T1		T	138,00	46,00	37,00	46,00	-	46,00
			R	T2		T	138,00	46,00	60,00	80,00	100,00	100,00
	S/E 41 Selva Alegre		R	S/E No. 41		T	138,00	46,00	60,00	80,00	80,00	80,00
			R	S/E No. 41		T	138,00	46,00	60,00	80,00	100,00	100,00
	S/E 48 Mirador		R	S/E No. 48		T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 49 Los Bancos		R	S/E No. 49		T	46,00	13,80	8,00	10,00	10,00	10,00
	S/E 53 Perez Guerrero		R	S/E No. 53		T	46,00	6,30	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 54 Papa-lacia		R	S/E No. 54		T	46,00	23,00	6,60	7,60	7,60	7,60
	S/E 55 Sangolquí		R	S/E No. 55		T	46,00	23,00	15,00	20,00	20,00	20,00
	S/E 57 Pomasquí		R	S/E No. 57		T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
			R	S/E No. 57		T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 58 El Quinche 138		R	S/E No. 58		T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
	S/E 59 Eugenio Espejo		R	S/E No. 59		T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00
R		S/E No. 59	T	138,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00			
S/E 90 Los Chillos	E	S/E No. 90	T	2,30	23,00	5,01	6,99	-	6,99			
S/E 92 Central Luján	E	S/E No. 92	T	6,30	46,00	9,00	11,50	11,50	11,50			
S/E EQ37	R	S/E No. EQ37	T	46,00	23,00	20,00	27,00	33,00	33,00			
<b>Total E.E. Quito</b>									<b>1.190,11</b>	<b>1.581,84</b>	<b>1.739,85</b>	<b>1.784,84</b>
E.E. Riobamba	Alto	13	R	ATA	20	A	69,00	44,00	6,56	6,56	6,56	6,56
				TGA01		T	44,20	2,40	3,28	3,28	3,28	3,28
				TGA02		T	44,20	2,40	3,28	3,28	3,28	3,28
				TGA03		T	69,00	2,40	3,28	3,28	3,28	3,28
				TGA04		T	69,00	2,40	3,28	3,28	3,28	3,28
	TSE13	T	69,00	13,80	2,50	3,13	3,13	3,13				
	TSE09	T	69,00	13,80	5,00	5,00	5,00	5,00				
	TSE07	T	69,00	13,80	5,00	6,25	6,25	6,25				
	TSE10	T	69,00	13,80	5,00	-	-	5,00				
	TSE06	T	69,00	13,80	5,00	6,25	6,25	6,25				
	TSE14	T	69,00	13,80	10,00	12,50	12,50	12,50				
	TGN01	E	0,50	13,80	0,72	0,72	0,72	0,72				
	TGR01	E	6,00	13,80	3,33	3,33	3,33	3,33				
	TSE02	T	69,00	13,80	15,00	18,75	18,75	18,75				
	TSE03	T	69,00	13,80	15,00	18,50	18,50	18,50				
	T416	T	13,80	4,16	1,25	1,25	1,25	1,25				
	TGT01	T	13,80	4,16	3,13	3,12	3,12	3,13				
TSE01	T	69,00	13,80	15,00	18,75	18,75	18,75					
TSE6	T	69,00	13,80	1,00	-	-	1,00					
TSE04	T	69,00	13,80	15,00	18,75	18,75	18,75					
<b>Total E.E. Riobamba</b>									<b>121,61</b>	<b>135,98</b>	<b>135,98</b>	<b>141,99</b>
E.E. Sur	19	R	T1	22	T	69,00	13,80	5,00	6,25	6,25	6,25	
			T1		T	69,00	13,80	2,50	3,13	3,13	3,13	
			T1		T	69,00	13,80	5,00	6,25	6,25	6,25	
			T2		T	69,00	13,80	10,00	10,00	10,00	10,00	
			T1		T	69,00	13,80	2,50	2,50	2,50	2,50	
T1	T	69,00	13,80	0,80	0,80	0,80	0,80					

Fuente: [41]

**Anexo 23.** Especificaciones de transformadores de la troncal Palmira.

<b>Item</b>	<b>Código</b>	<b>ID. UP-UC</b>	<b>ID. UP-UCa</b>	<b>Descripción</b>
1	TRT0007	TRT-1C50	1C50T	Transformador 13.8 kV 1F conv. 50 kVA en poste
2	TRT 0009	TRT-1A3	1A3T	Transformador 13.8 kV 1F autoproteg. 3 kVA en poste
3	TRT 0010	TRT-1A5	1A5T	Transformador 13.8 kV 1F autoproteg. 5 kVA en poste
4	TRT 0011	TRT-1A10	1A10T	Transformador 13.8 kV 1F autoproteg. 10 kVA en poste
5	TRT 0012	TRT-1A15	1A15T	Transformador 13.8 kV 1F autoproteg. 15 kVA en poste
6	TRT 0013	TRT-1A25	1A25T	Transformador 13.8 kV 1F autoproteg. 25 kVA en poste
8	TRT 0020	TRT-3C50	3C50T	Transformador 13.8 kV 3F conv. 50 kVA en poste
9	TRT 0023	TRT-3C100	3C100T	Transformador 13.8 kV 3F conv. 100 kVA en poste

10	TRT 0029	TRT-1P37.5	1P37.5T	Transformador 13.8 kV 1F Pedestal o Padmounted 37.5 kVA
11	TRT 0047	TRT-3P150	3P150T	Transformador 13.8 kV 3F Pedestal o Padmounted 150 kVA

Fuente: [42]

**Anexo 24.** Conductores de fase del alimentador Palmira.

Item	Código	ID. UP-UC	ID. UP-UCa	Descripción
1	COO0031	CO0-0B2	ACSR.2	Conductor ACSR #2 AWG
2	COO0032	CO0-0B1/0	ACSR.1/0	Conductor ACSR #1/0 AWG
3	COO0033	CO0-0B2/0	ACSR.2/0	Conductor ACSR #2/0 AWG
4	COO0039	CO0-0A2	ASC.2	Conductor ASC #2 AWG
5	COO0040	CO0-0A1/0	ASC.1/0	Conductor ASC #1/0 AWG
6	COO0133	CO0-008	TW.Cu.8	Conductor TW Cu #8 AWG
7	COO0134	CO0-006	TW.Cu.6	Conductor TW Cu #6 AWG
8	COO0149	CO0-0Q8	THHN.Cu.8	Conductor THHN Cu #8 AWG

Fuente: [43]

**Anexo 25.** Conductores de neutro del alimentador Palmira.

<b>Item</b>	<b>Código</b>	<b>ID. UP-UC</b>	<b>ID. UP-UCa</b>	<b>Descripción</b>
1	COO0030	CO0-0B4	ACSR.4	Conductor ACSR #4 AWG
2	COO0031	CO0-0B2	ACSR.2	Conductor ACSR #2 AWG
3	COO0032	CO0-0B1/0	ACSR.1/0	Conductor ACSR #1/0 AWG
4	COO0038	CO0-0A4	ASC.4	Conductor ASC #4 AWG
5	COO0040	CO0-0A1/0	ASC.1/0	Conductor ASC #1/0 AWG

**Fuente:** [43]

Anexo 26. Ficha técnica - analizador Kron RM960PQ.

<b>RM960PQ</b>		<b>FICHA TÉCNICA</b>
<b>ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGIA CLASE MEDIO VOLTAJE</b>		
<b>MEDIDAS</b>	Instantáneas	V, I, Hz, W, Va, Var, FP (por fase y trifásico)
	Acumulativos	±Wh, ±VARh, ±Qh
	Máximos y Mínimos	V, I, Hz, W, Va, Var, FP
<b>CALIDAD ENERGÉTICA</b>	Parámetros	Flicker, PST, PLT, Surge, Sag, Swell, Armónicos y THD
	Muestras por Ciclo	1.024
	Armónicos y THD	Hasta El Orden 255
<b>CIRCUITO Y MEDIDA</b>	Tipos de Conexión	Trifásico (Estrella y Delta)
	Voltaje - Rango de Trabajo	20Vac hasta 720Vac
	Corriente - Rango de Trabajo	20 - 2000A recomendado
	Frecuencia- Rango de Trabajo	42,5-69,5Hz
	Sobrecarga de Corriente	100A hasta 10 segundos
	Aislamiento	2.500Vac
<b>ALIMENTACIÓN EXTERNA</b>	Voltaje - Rango de Trabajo	96-276Vac 50/60Hz
	Consumo Interno	Max 20VA
<b>PRECISIÓN</b>	V, I	2% , 2%- IEC/ANSI a valores nominales
	Frecuencia	0,001 Hz
	W; Va; Var	2%; 2%; 2%
	FP	2%
	Energía (Wh)	2% - IEC/ANSI
	THD	2,5%
	<b>COMUNICACIÓN</b>	Salida de datos / Protocolo
Velocidad de Transmisión		115.200bps
<b>MEMORIA</b>	Tipo de Memoria	Memoria no Volátil
	Capacidad	1Gb
<b>PESO y PROTECCIÓN</b>	Peso Aproximado	2,2Kg (25Kg Medidor con Sensores)
	Grado de Proteccion	IP-65( caja protección RM960PQ)
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	Temperatura de la Operación	-25 hasta 70°C
	Temperatura de Almacenamiento	-40 hasta 70°C
	Humedad	Máximo de 95% (sin-condensación)
<b>NORMALIZACIÓN</b>	Parámetros Eléctricos	IEC 61000-3-2 IEC 61000-3-3 IEC 61000-4-2 IEC 61000-4-3 IEC 61000-4-4 IEC 61000-4-5 IEC 61000-4-6 IEC 61000-4-7 IEC 61000-4-8 IEC 61000-4-11 IEC 61000-4-15 IEC 61000-4-29 IEC 61000-4-30 IEC 61068-2-1 IEC 61068-2-2 IEC 61068-2-30 IEC 61000-6-4 IEC 61236-6-4 IEC 61236-1 IEC 62052-11 IEC 62053-22 IEC 62053-23 CISPR 11, Clase A

\*Informaciones según la ficha técnica V1.06 - Nexus 1450

Fuente: [37]

Anexo 27. Especificaciones técnicas equipo Kron RM960PQ.

N°	CARACTERÍSTICA/DESCRIPCIÓN /PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OFERTADAS
1	CANTIDAD	Según las requeridas
2	MARCA	Kron
3	MODELO	RM960PQ
4	PAÍS DE ORIGEN	Brasil
5	AÑO DE FABRICACIÓN	Del año en curso
<b>PARÁMETROS OPERATIVOS</b>		
6	ALIMENTACIÓN EXTERNA	Externa (96-276 V)
7	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	60 Hz
8	MEMORIA	1GB
9	CONFIGURACIÓN A MEDIR	Trifásica: Estrella para medición en redes de (13.8–35) L-L [kV](3fases) Neutro no medido, Corriente del neutro es calculado.
		6300 [V] (3 fases)
		Delta: 3 fases
10	MÉTODO DE MEDICIÓN	Voltaje y corriente True RMS
11	CATEGORÍA DE AISLAMIENTO	CAT IV / 600 V
12	PERIODO DE ALMACENAMIENTO	15 días todos los parámetros
13	NIVEL DE PROTECCIÓN	IP 65
14	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	10° - 70°C
<b>PARÁMETROS A MEDIR</b>		
15	VALORES DE REGISTROS ENVOLTAJES Y CORRIENTES	RMS, MIN, MAX, promedio por intervalo
16	SIMULTANEIDAD DE REGISTROS	Todos los parámetros
17	EVENTOS (SAGS / SWELLS)	Si
18	POTENCIAS ACTIVAS kW	Por Fase+ Total
19	POTENCIAS REACTIVAS kVAR	Por Fase+ Total
20	POTENCIAS APARENTES kVA	Por Fase+ Total
21	DEMANDA kW	Por Fase+ Total
22	ENERGÍA ACTIVA kWh Y kVARh	Si
23	FACTOR DE POTENCIA	Si
24	V ARMÓNICAS	2...50 (en 3 canales)
25	I ARMÓNICAS	2...50 (en 3 canales_3 fases) Neutro no medido
26	ARMÓNICAS THD (V) THD (I) Y TDD (I)	Por Fase+ Total
27	FLICKER PST	Por Fase+ Total
28	FLICKER PLT	Por Fase+ Total
29	DESEQUILIBRIO EN V	Si
30	EVENTOS/INTERRUPCIONES CLASIFICADOS	Sag, swell, interruptions

31	CAPTURA DE FORMA DE ONDA Y REGISTRO DE FALLAS	Perfiles rms y captura de forma de onda.
32	FRECUENCIA	Si
33	MUESTREO	Muestreo estándar 1024 m/ciclo;
34	CAPTURA DE PERTURBACIONES FORMA DE ONDA Y REGISTRO DE EVENTOS	Captura de perturbaciones: sobre y caídas de voltaje. Registro y almacenamiento de forma de onda y eventos. Cumplimiento de la Norma IEC 61000-4-30 y EN 50160.
35	VISUALIZACIÓN DE TAREA ACTIVA	Con display, leds de verificación, app, software o pantalla de visualización (opcional)
36	LONGITUD DEL INTERVALO A MEDIR	Intervalos de 1s- 30s 1, 5, 10, 15, 30 minutos, seleccionable por el usuario, para todos los parámetros de registro
37	HISTOGRAMAS	De todos los parámetros
<b>NORMAS</b>		
38	NORMAS DEL MEDIDOR DE ENERGIA	IEC 61000-4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests.
		IEC 61000-4-30: Power quality measurement methods edition 3.
		IEC 61000-4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications
		IEC 61000-4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto
<b>PINZAS Y SEÑALES DE VOLTAJE</b>		
39	ENTRADAS DE VOLTAJE HASTA 35000 (VAC) (L-L)	V1, V2, V3, Entradas de voltaje hasta 35000 VAC L-L. Una sola pinza conjunta para señal de voltaje y corriente por fase
40	ENTRADAS DE CORRIENTE.	I1 I2 I3, de 0 a 1000 y hasta 2000 (A) manteniendo la precisión en todo el rango de medida. Una sola pinza conjunta para señal de voltaje y corriente por fase. EL CERTIFICADO DEL CONJUNTO DE MEDICION QUE SE ENTREGA CON EL EQUIPO VA INDICAR CUALES ES EL ERROR PARA VALORES DISTINTOS AL NOMINAL.

Fuente:[37]

## Anexo 28. Datos adquiridos por el analizador Kron RM960PQ.

FECHA	DATO	VKA	VKB	VKC	VN	ΔVKA	ΔVKB	ΔVKC
1/9/2022 0:00	1	8000,90	8026,40	8066,86	7967	0,43	0,75	1,25
1/9/2022 0:10	2	7992,50	8016,18	8063,33	7967	0,32	0,62	1,21
1/9/2022 0:20	3	7999,41	8028,89	8076,78	7967	0,41	0,78	1,38
1/9/2022 0:30	4	7998,82	8026,37	8079,18	7967	0,40	0,75	1,41
1/9/2022 0:40	5	7992,18	8016,77	8064,63	7967	0,32	0,62	1,23
1/9/2022 0:50	6	8007,24	8032,48	8069,60	7967	0,51	0,82	1,29
1/9/2022 1:00	7	8023,35	8049,11	8087,36	7967	0,71	1,03	1,51
1/9/2022 1:10	8	8026,45	8049,11	8094,37	7967	0,75	1,03	1,60
1/9/2022 1:20	9	8001,72	8030,96	8068,99	7967	0,44	0,80	1,28
1/9/2022 1:30	10	7997,51	8029,68	8069,45	7967	0,38	0,79	1,29
1/9/2022 1:40	11	8013,95	8036,71	8082,61	7967	0,59	0,87	1,45
1/9/2022 1:50	12	7985,05	8021,46	8066,58	7967	0,23	0,68	1,25
1/9/2022 2:00	13	7980,46	8008,38	8057,52	7967	0,17	0,52	1,14
1/9/2022 2:10	14	7985,25	8013,27	8067,22	7967	0,23	0,58	1,26
1/9/2022 2:20	15	8007,03	8020,18	8080,99	7967	0,50	0,67	1,43
1/9/2022 2:30	16	7988,07	8008,02	8062,93	7967	0,26	0,51	1,20
1/9/2022 2:40	17	7978,02	8004,78	8063,43	7967	0,14	0,47	1,21
1/9/2022 2:50	18	7983,64	8010,64	8061,54	7967	0,21	0,55	1,19
1/9/2022 3:00	19	7966,61	7982,75	8045,45	7967	0,00	0,20	0,98
1/9/2022 3:10	20	7914,30	7930,95	8018,18	7967	-0,66	-0,45	0,64
1/9/2022 3:20	21	7909,54	7922,12	8003,82	7967	-0,72	-0,56	0,46
1/9/2022 3:30	22	7907,05	7909,44	7993,95	7967	-0,75	-0,72	0,34
1/9/2022 3:40	23	7927,07	7935,56	8006,91	7967	-0,50	-0,39	0,50
1/9/2022 3:50	24	8007,43	8009,16	8079,54	7967	0,51	0,53	1,41
1/9/2022 4:00	25	7995,56	8010,10	8088,71	7967	0,36	0,54	1,53
1/9/2022 4:10	26	7972,17	7983,46	8072,63	7967	0,06	0,21	1,33
1/9/2022 4:20	27	7948,90	7956,20	8036,91	7967	-0,23	-0,14	0,88
1/9/2022 4:30	28	7941,98	7944,90	8030,64	7967	-0,31	-0,28	0,80
1/9/2022 4:40	29	7941,45	7957,19	8036,22	7967	-0,32	-0,12	0,87
1/9/2022 4:50	30	7994,71	8017,05	8087,43	7967	0,35	0,63	1,51
1/9/2022 5:00	31	7982,31	7998,16	8078,57	7967	0,19	0,39	1,40
1/9/2022 5:10	32	8016,02	8032,74	8102,01	7967	0,62	0,83	1,69
1/9/2022 5:20	33	8028,64	8053,00	8110,08	7967	0,77	1,08	1,80
1/9/2022 5:30	34	8004,75	8021,49	8079,46	7967	0,47	0,68	1,41
1/9/2022 5:40	35	8023,92	8059,12	8105,76	7967	0,71	1,16	1,74
1/9/2022 5:50	36	8016,17	8040,43	8102,87	7967	0,62	0,92	1,71
1/9/2022 6:00	37	8010,78	8030,56	8087,69	7967	0,55	0,80	1,51
1/9/2022 6:10	38	7980,56	8000,93	8068,09	7967	0,17	0,43	1,27
1/9/2022 6:20	39	7983,04	7996,61	8064,82	7967	0,20	0,37	1,23
1/9/2022 6:30	40	8017,69	8036,34	8094,67	7967	0,64	0,87	1,60
1/9/2022 6:40	41	8016,96	8036,60	8096,23	7967	0,63	0,87	1,62
1/9/2022 6:50	42	8001,21	8011,83	8079,84	7967	0,43	0,56	1,42
1/9/2022 7:00	43	7953,53	7961,88	8038,34	7967	-0,17	-0,06	0,90
1/9/2022 7:10	44	7956,45	7965,10	8044,80	7967	-0,13	-0,02	0,98
1/9/2022 7:20	45	7955,45	7948,49	8033,35	7967	-0,14	-0,23	0,83
1/9/2022 7:30	46	7974,55	7991,73	8064,07	7967	0,09	0,31	1,22
1/9/2022 7:40	47	8012,38	8016,98	8090,95	7967	0,57	0,63	1,56
1/9/2022 7:50	48	8012,65	8020,27	8089,27	7967	0,57	0,67	1,53
1/9/2022 8:00	49	8029,55	8029,16	8105,45	7967	0,79	0,78	1,74
1/9/2022 8:10	50	8053,73	8057,60	8131,72	7967	1,09	1,14	2,07
1/9/2022 8:20	51	8030,45	8037,09	8118,28	7967	0,80	0,88	1,90
1/9/2022 8:30	52	8036,81	8039,43	8122,14	7967	0,88	0,91	1,95
1/9/2022 8:40	53	8038,76	8054,45	8121,03	7967	0,90	1,10	1,93
1/9/2022 8:50	54	8035,38	8047,03	8112,44	7967	0,86	1,00	1,83
1/9/2022 9:00	55	8009,69	8014,13	8089,99	7967	0,54	0,59	1,54
1/9/2022 9:10	56	8002,49	8011,95	8093,35	7967	0,45	0,56	1,59
1/9/2022 9:20	57	7970,64	7969,61	8064,31	7967	0,05	0,03	1,22
1/9/2022 9:30	58	8017,22	8027,31	8106,05	7967	0,63	0,76	1,75
1/9/2022 9:40	59	8006,38	8004,66	8090,33	7967	0,49	0,47	1,55
1/9/2022 9:50	60	7986,95	7978,38	8064,86	7967	0,25	0,14	1,23
1/9/2022 10:00	61	8025,68	8011,76	8103,67	7967	0,74	0,56	1,72
1/9/2022 10:10	62	8018,07	8027,50	8104,17	7967	0,64	0,76	1,72
1/9/2022 10:20	63	8012,05	8017,09	8086,06	7967	0,57	0,63	1,49
1/9/2022 10:30	64	8025,80	8027,30	8109,10	7967	0,74	0,76	1,78
1/9/2022 10:40	65	8032,91	8030,48	8110,38	7967	0,83	0,80	1,80
1/9/2022 10:50	66	8046,38	8053,08	8128,48	7967	1,00	1,08	2,03
1/9/2022 11:00	67	8024,32	8031,93	8113,69	7967	0,72	0,81	1,84
1/9/2022 11:10	68	8005,73	8011,75	8093,62	7967	0,49	0,56	1,59
1/9/2022 11:20	69	8012,22	8019,17	8097,05	7967	0,57	0,65	1,63
1/9/2022 11:30	70	7976,50	7980,65	8065,80	7967	0,12	0,17	1,24



1/9/2022 11:40	71	7972,32	7994,65	8067,43	7967	0,07	0,35	1,26
1/9/2022 11:50	72	7866,28	7883,12	7966,14	7967	-1,26	-1,05	-0,01
1/9/2022 12:00	73	7788,88	7816,54	7902,93	7967	-2,24	-1,89	-0,80
1/9/2022 12:10	74	7853,05	7882,14	7958,33	7967	-1,43	-1,07	-0,11
1/9/2022 12:20	75	7848,29	7888,01	7952,26	7967	-1,49	-0,99	-0,19
1/9/2022 12:30	76	7742,01	7783,17	7859,85	7967	-2,82	-2,31	-1,34
1/9/2022 12:40	77	7770,60	7822,40	7882,85	7967	-2,47	-1,81	-1,06
1/9/2022 12:50	78	7781,22	7825,46	7899,17	7967	-2,33	-1,78	-0,85
1/9/2022 13:00	79	7897,47	7934,53	8002,86	7967	-0,87	-0,41	0,45
1/9/2022 13:10	80	7911,11	7946,81	8013,36	7967	-0,70	-0,25	0,58
1/9/2022 13:20	81	7912,67	7952,92	8009,83	7967	-0,68	-0,18	0,54
1/9/2022 13:30	82	7905,60	7939,40	8005,24	7967	-0,77	-0,35	0,48
1/9/2022 13:40	83	7877,14	7913,67	7984,68	7967	-1,13	-0,67	0,22
1/9/2022 13:50	84	7905,71	7946,19	8011,34	7967	-0,77	-0,26	0,56
1/9/2022 14:00	85	7906,34	7945,49	8010,94	7967	-0,76	-0,27	0,55
1/9/2022 14:10	86	7928,53	7964,57	8027,93	7967	-0,48	-0,03	0,76
1/9/2022 14:20	87	7929,32	7962,95	8031,13	7967	-0,47	-0,05	0,80
1/9/2022 14:30	88	7937,57	7967,76	8043,21	7967	-0,37	0,01	0,96
1/9/2022 14:40	89	7998,97	8026,20	8095,62	7967	0,40	0,74	1,61
1/9/2022 14:50	90	7969,71	7997,98	8066,52	7967	0,03	0,39	1,25
1/9/2022 15:00	91	7986,83	8025,33	8091,80	7967	0,25	0,73	1,57
1/9/2022 15:10	92	8005,96	8036,78	8097,69	7967	0,49	0,88	1,64
1/9/2022 15:20	93	7977,85	8010,08	8071,13	7967	0,14	0,54	1,31
1/9/2022 15:30	94	7969,19	8007,89	8051,32	7967	0,03	0,51	1,06
1/9/2022 15:40	95	7988,22	8013,55	8075,57	7967	0,27	0,58	1,36
1/9/2022 15:50	96	7980,93	8002,14	8056,92	7967	0,17	0,44	1,13
1/9/2022 16:00	97	7968,05	7989,63	8056,08	7967	0,01	0,28	1,12
1/9/2022 16:10	98	7986,46	8005,40	8061,27	7967	0,24	0,48	1,18
1/9/2022 16:20	99	7965,97	7993,32	8049,38	7967	-0,01	0,33	1,03
1/9/2022 16:30	100	7972,42	8003,50	8057,24	7967	0,07	0,46	1,13
1/9/2022 16:40	101	7978,51	8015,03	8066,17	7967	0,14	0,60	1,24
1/9/2022 16:50	102	7993,65	8015,32	8066,84	7967	0,33	0,61	1,25
1/9/2022 17:00	103	7996,50	8022,85	8072,23	7967	0,37	0,70	1,32
1/9/2022 17:10	104	7994,11	8023,64	8084,56	7967	0,34	0,71	1,48
1/9/2022 17:20	105	7992,29	8009,64	8083,60	7967	0,32	0,54	1,46
1/9/2022 17:30	106	7992,01	8013,31	8080,66	7967	0,31	0,58	1,43
1/9/2022 17:40	107	7987,13	8004,45	8076,24	7967	0,25	0,47	1,37
1/9/2022 17:50	108	7997,50	8011,85	8080,90	7967	0,38	0,56	1,43
1/9/2022 18:00	109	7997,93	8009,02	8078,56	7967	0,39	0,53	1,40
1/9/2022 18:10	110	8004,20	8023,47	8086,50	7967	0,47	0,71	1,50
1/9/2022 18:20	111	7992,20	8000,88	8074,75	7967	0,32	0,43	1,35
1/9/2022 18:30	112	7994,44	7997,99	8078,85	7967	0,34	0,39	1,40
1/9/2022 18:40	113	8001,89	8015,03	8080,91	7967	0,44	0,60	1,43
1/9/2022 18:50	114	7970,88	7982,75	8059,67	7967	0,05	0,20	1,16
1/9/2022 19:00	115	7960,25	7972,93	8044,04	7967	-0,08	0,07	0,97
1/9/2022 19:10	116	7943,03	7955,66	8039,90	7967	-0,30	-0,14	0,92
1/9/2022 19:20	117	7924,39	7932,40	8022,19	7967	-0,53	-0,43	0,69
1/9/2022 19:30	118	7924,43	7930,35	8017,78	7967	-0,53	-0,46	0,64
1/9/2022 19:40	119	7929,95	7935,44	8028,55	7967	-0,47	-0,40	0,77
1/9/2022 19:50	120	7971,44	7983,83	8065,17	7967	0,06	0,21	1,23
1/9/2022 20:00	121	7995,01	8002,45	8090,19	7967	0,35	0,44	1,55
1/9/2022 20:10	122	8005,02	8021,92	8093,46	7967	0,48	0,69	1,59
1/9/2022 20:20	123	8003,17	8018,25	8091,70	7967	0,45	0,64	1,57
1/9/2022 20:30	124	8005,99	8026,00	8090,64	7967	0,49	0,74	1,55
1/9/2022 20:40	125	7987,69	8010,72	8064,99	7967	0,26	0,55	1,23
1/9/2022 20:50	126	8019,82	8045,15	8115,41	7967	0,66	0,98	1,86
1/9/2022 21:00	127	8015,67	8032,43	8095,84	7967	0,61	0,82	1,62
1/9/2022 21:10	128	8005,21	8018,81	8086,34	7967	0,48	0,65	1,50
1/9/2022 21:20	129	7992,81	8011,10	8083,56	7967	0,32	0,55	1,46
1/9/2022 21:30	130	8004,14	8018,21	8081,23	7967	0,47	0,64	1,43
1/9/2022 21:40	131	8020,39	8032,71	8099,82	7967	0,67	0,82	1,67
1/9/2022 21:50	132	8013,65	8017,15	8097,02	7967	0,59	0,63	1,63
1/9/2022 22:00	133	8017,97	8040,04	8116,28	7967	0,64	0,92	1,87
1/9/2022 22:10	134	7995,14	8009,27	8096,00	7967	0,35	0,53	1,62
1/9/2022 22:20	135	7998,02	8015,37	8097,11	7967	0,39	0,61	1,63
1/9/2022 22:30	136	7988,53	7997,66	8083,78	7967	0,27	0,38	1,47
1/9/2022 22:40	137	7982,59	7984,07	8073,07	7967	0,20	0,21	1,33
1/9/2022 22:50	138	7976,25	7971,55	8064,32	7967	0,12	0,06	1,22
1/9/2022 23:00	139	7971,51	7986,36	8064,59	7967	0,06	0,24	1,22
1/9/2022 23:10	140	7956,66	7969,98	8056,43	7967	-0,13	0,04	1,12
1/9/2022 23:20	141	7964,28	7966,05	8060,37	7967	-0,03	-0,01	1,17

1/9/2022 23:30	142	7970,97	7974,06	8065,87	7967	0,05	0,09	1,24
1/9/2022 23:40	143	7969,66	7975,96	8068,64	7967	0,03	0,11	1,28
1/9/2022 23:50	144	7986,01	7989,86	8081,54	7967	0,24	0,29	1,44
2/9/2022 0:00	145	7991,08	8003,03	8094,91	7967	0,30	0,45	1,61
2/9/2022 0:10	146	8016,92	8023,07	8100,49	7967	0,63	0,70	1,68
2/9/2022 0:20	147	8015,58	8022,43	8114,89	7967	0,61	0,70	1,86
2/9/2022 0:30	148	8007,30	8011,43	8098,03	7967	0,51	0,56	1,64
2/9/2022 0:40	149	8006,25	8004,75	8094,44	7967	0,49	0,47	1,60
2/9/2022 0:50	150	8000,28	8000,10	8089,63	7967	0,42	0,42	1,54
2/9/2022 1:00	151	7990,42	7999,01	8092,63	7967	0,29	0,40	1,58
2/9/2022 1:10	152	7987,50	7992,87	8087,53	7967	0,26	0,32	1,51
2/9/2022 1:20	153	7978,10	7968,34	8066,18	7967	0,14	0,02	1,24
2/9/2022 1:30	154	7968,40	7963,39	8061,80	7967	0,02	-0,05	1,19
2/9/2022 1:40	155	7990,28	7982,70	8076,53	7967	0,29	0,20	1,37
2/9/2022 1:50	156	7979,27	7978,58	8081,59	7967	0,15	0,15	1,44
2/9/2022 2:00	157	8004,10	8014,13	8094,91	7967	0,47	0,59	1,61
2/9/2022 2:10	158	7965,39	7982,70	8071,82	7967	-0,02	0,20	1,32
2/9/2022 2:20	159	7974,85	7994,76	8086,02	7967	0,10	0,35	1,49
2/9/2022 2:30	160	7989,77	8008,92	8106,02	7967	0,29	0,53	1,74
2/9/2022 2:40	161	8014,45	8032,83	8120,10	7967	0,60	0,83	1,92
2/9/2022 2:50	162	7978,24	7991,53	8085,11	7967	0,14	0,31	1,48
2/9/2022 3:00	163	7948,32	7976,43	8074,06	7967	-0,23	0,12	1,34
2/9/2022 3:10	164	7941,12	7951,43	8056,01	7967	-0,32	-0,20	1,12
2/9/2022 3:20	165	7975,37	7976,90	8068,68	7967	0,11	0,12	1,28
2/9/2022 3:30	166	7928,47	7932,02	8031,99	7967	-0,48	-0,44	0,82
2/9/2022 3:40	167	7932,14	7935,91	8037,75	7967	-0,44	-0,39	0,89
2/9/2022 3:50	168	7948,58	7953,80	8056,60	7967	-0,23	-0,17	1,12
2/9/2022 4:00	169	7785,00	7808,10	7912,00	7967	-2,28	-1,99	-0,69
2/9/2022 4:10	170	7851,37	7892,58	7976,86	7967	-1,45	-0,93	0,12
2/9/2022 4:20	171	7839,26	7875,70	7962,65	7967	-1,60	-1,15	-0,05
2/9/2022 4:30	172	7837,71	7881,66	7965,40	7967	-1,62	-1,07	-0,02
2/9/2022 4:40	173	7851,11	7884,40	7973,09	7967	-1,45	-1,04	0,08
2/9/2022 4:50	174	7848,02	7893,12	7971,76	7967	-1,49	-0,93	0,06
2/9/2022 5:00	175	7882,20	7924,69	7997,12	7967	-1,06	-0,53	0,38
2/9/2022 5:10	176	7874,84	7921,12	7992,29	7967	-1,16	-0,58	0,32
2/9/2022 5:20	177	7877,32	7915,50	7997,25	7967	-1,13	-0,65	0,38
2/9/2022 5:30	178	7879,79	7917,75	8000,21	7967	-1,09	-0,62	0,42
2/9/2022 5:40	179	7906,33	7936,83	8020,19	7967	-0,76	-0,38	0,67
2/9/2022 5:50	180	7906,85	7942,66	8025,32	7967	-0,75	-0,31	0,73
2/9/2022 6:00	181	7914,93	7946,52	8028,06	7967	-0,65	-0,26	0,77
2/9/2022 6:10	182	7920,97	7947,08	8036,62	7967	-0,58	-0,25	0,87
2/9/2022 6:20	183	7898,61	7926,84	8013,92	7967	-0,86	-0,50	0,59
2/9/2022 6:30	184	7933,89	7955,81	8035,72	7967	-0,42	-0,14	0,86
2/9/2022 6:40	185	7943,67	7970,33	8057,65	7967	-0,29	0,04	1,14
2/9/2022 6:50	186	7947,74	7979,86	8061,82	7967	-0,24	0,16	1,19
2/9/2022 7:00	187	7969,05	7996,10	8076,73	7967	0,03	0,37	1,38
2/9/2022 7:10	188	7977,58	8005,07	8083,69	7967	0,13	0,48	1,46
2/9/2022 7:20	189	7970,37	8000,67	8073,13	7967	0,04	0,42	1,33
2/9/2022 7:30	190	7977,67	8012,56	8077,73	7967	0,13	0,57	1,39
2/9/2022 7:40	191	7990,74	8000,65	8084,82	7967	0,30	0,42	1,48
2/9/2022 7:50	192	7990,97	8007,48	8086,36	7967	0,30	0,51	1,50
2/9/2022 8:00	193	7994,34	8013,04	8085,76	7967	0,34	0,58	1,49
2/9/2022 8:10	194	7985,09	8004,97	8076,90	7967	0,23	0,48	1,38
2/9/2022 8:20	195	8013,34	8021,09	8098,89	7967	0,58	0,68	1,66
2/9/2022 8:30	196	8027,64	8038,92	8111,69	7967	0,76	0,90	1,82
2/9/2022 8:40	197	8020,51	8039,82	8109,50	7967	0,67	0,91	1,79
2/9/2022 8:50	198	8029,23	8048,44	8114,65	7967	0,78	1,02	1,85
2/9/2022 9:00	199	8023,61	8041,89	8106,92	7967	0,71	0,94	1,76
2/9/2022 9:10	200	8030,00	8048,10	8111,14	7967	0,79	1,02	1,81
2/9/2022 9:20	201	8019,64	8024,33	8109,89	7967	0,66	0,72	1,79
2/9/2022 9:30	202	8022,18	8040,99	8114,65	7967	0,69	0,93	1,85
2/9/2022 9:40	203	8025,41	8044,55	8116,28	7967	0,73	0,97	1,87
2/9/2022 9:50	204	8026,01	8043,79	8117,24	7967	0,74	0,96	1,89
2/9/2022 10:00	205	8022,64	8041,04	8115,57	7967	0,70	0,93	1,86
2/9/2022 10:10	206	8033,54	8050,39	8118,85	7967	0,84	1,05	1,91
2/9/2022 10:20	207	8025,82	8045,38	8115,80	7967	0,74	0,98	1,87
2/9/2022 10:30	208	8024,63	8040,93	8112,93	7967	0,72	0,93	1,83
2/9/2022 10:40	209	8000,05	8024,73	8091,14	7967	0,41	0,72	1,56
2/9/2022 10:50	210	8000,21	8019,11	8089,24	7967	0,42	0,65	1,53
2/9/2022 11:00	211	7991,42	8012,87	8081,19	7967	0,31	0,58	1,43
2/9/2022 11:10	212	7982,73	8010,06	8077,26	7967	0,20	0,54	1,38

2/9/2022 11:20	213	7971,56	7991,34	8066,09	7967	0,06	0,31	1,24
2/9/2022 11:30	214	7979,02	7989,97	8071,59	7967	0,15	0,29	1,31
2/9/2022 11:40	215	8023,85	8046,04	8113,11	7967	0,71	0,99	1,83
2/9/2022 11:50	216	8094,49	8113,10	8175,00	7967	1,60	1,83	2,61
2/9/2022 12:00	217	8092,52	8107,07	8172,96	7967	1,58	1,76	2,59
2/9/2022 12:10	218	8062,41	8086,09	8147,09	7967	1,20	1,49	2,26
2/9/2022 12:20	219	8055,23	8071,11	8136,23	7967	1,11	1,31	2,12
2/9/2022 12:30	220	8044,98	8055,48	8127,67	7967	0,98	1,11	2,02
2/9/2022 12:40	221	8008,56	8019,69	8100,79	7967	0,52	0,66	1,68
2/9/2022 12:50	222	8029,36	8048,60	8119,30	7967	0,78	1,02	1,91
2/9/2022 13:00	223	8016,58	8026,97	8105,76	7967	0,62	0,75	1,74
2/9/2022 13:10	224	8050,65	8059,88	8132,62	7967	1,05	1,17	2,08
2/9/2022 13:20	225	8021,67	8040,52	8106,62	7967	0,69	0,92	1,75
2/9/2022 13:30	226	8048,93	8061,20	8124,85	7967	1,03	1,18	1,98
2/9/2022 13:40	227	8018,81	8040,77	8115,33	7967	0,65	0,93	1,86
2/9/2022 13:50	228	8032,95	8060,83	8118,22	7967	0,83	1,18	1,90
2/9/2022 14:00	229	8047,52	8063,92	8120,70	7967	1,01	1,22	1,93
2/9/2022 14:10	230	8038,26	8063,35	8125,52	7967	0,89	1,21	1,99
2/9/2022 14:20	231	8038,28	8053,59	8117,04	7967	0,89	1,09	1,88
2/9/2022 14:30	232	8029,35	8042,68	8094,87	7967	0,78	0,95	1,61
2/9/2022 14:40	233	8030,28	8058,69	8109,32	7967	0,79	1,15	1,79
2/9/2022 14:50	234	8025,48	8040,47	8104,42	7967	0,73	0,92	1,72
2/9/2022 15:00	235	8034,66	8055,88	8112,39	7967	0,85	1,12	1,82
2/9/2022 15:10	236	8047,00	8060,88	8129,92	7967	1,00	1,18	2,04
2/9/2022 15:20	237	8047,72	8066,45	8132,48	7967	1,01	1,25	2,08
2/9/2022 15:30	238	8048,90	8068,52	8126,03	7967	1,03	1,27	2,00
2/9/2022 15:40	239	8033,30	8049,02	8123,58	7967	0,83	1,03	1,97
2/9/2022 15:50	240	8043,38	8051,33	8126,70	7967	0,96	1,06	2,00
2/9/2022 16:00	241	8047,51	8057,22	8136,10	7967	1,01	1,13	2,12
2/9/2022 16:10	242	8044,46	8058,62	8116,76	7967	0,97	1,15	1,88
2/9/2022 16:20	243	8053,86	8075,02	8140,05	7967	1,09	1,36	2,17
2/9/2022 16:30	244	8054,91	8078,36	8139,76	7967	1,10	1,40	2,17
2/9/2022 16:40	245	8059,59	8084,90	8141,23	7967	1,16	1,48	2,19
2/9/2022 16:50	246	8063,23	8083,24	8145,42	7967	1,21	1,46	2,24
2/9/2022 17:00	247	8062,27	8091,16	8140,59	7967	1,20	1,56	2,18
2/9/2022 17:10	248	8070,22	8103,60	8134,10	7967	1,30	1,71	2,10
2/9/2022 17:20	249	8048,86	8092,96	8124,28	7967	1,03	1,58	1,97
2/9/2022 17:30	250	8044,79	8085,09	8123,05	7967	0,98	1,48	1,96
2/9/2022 17:40	251	8049,38	8083,60	8118,65	7967	1,03	1,46	1,90
2/9/2022 17:50	252	8038,48	8078,48	8114,68	7967	0,90	1,40	1,85
2/9/2022 18:00	253	8033,49	8068,63	8108,71	7967	0,83	1,28	1,78
2/9/2022 18:10	254	8038,64	8076,00	8107,68	7967	0,90	1,37	1,77
2/9/2022 18:20	255	8038,17	8056,79	8119,13	7967	0,89	1,13	1,91
2/9/2022 18:30	256	8044,40	8066,46	8128,62	7967	0,97	1,25	2,03
2/9/2022 18:40	257	8021,46	8044,82	8112,87	7967	0,68	0,98	1,83
2/9/2022 18:50	258	8023,04	8060,71	8122,62	7967	0,70	1,18	1,95
2/9/2022 19:00	259	8031,78	8053,58	8114,99	7967	0,81	1,09	1,86
2/9/2022 19:10	260	8028,36	8053,76	8113,92	7967	0,77	1,09	1,84
2/9/2022 19:20	261	8015,21	8039,49	8107,06	7967	0,61	0,91	1,76
2/9/2022 19:30	262	8035,61	8063,40	8134,96	7967	0,86	1,21	2,11
2/9/2022 19:40	263	8015,65	8044,19	8113,69	7967	0,61	0,97	1,84
2/9/2022 19:50	264	7956,89	7980,09	8051,95	7967	-0,13	0,16	1,07
2/9/2022 20:00	265	7842,58	7892,83	7962,14	7967	-1,56	-0,93	-0,06
2/9/2022 20:10	266	7847,70	7894,43	7968,30	7967	-1,50	-0,91	0,02
2/9/2022 20:20	267	7841,42	7878,94	7956,36	7967	-1,58	-1,11	-0,13
2/9/2022 20:30	268	7844,15	7888,05	7967,04	7967	-1,54	-0,99	0,00
2/9/2022 20:40	269	7861,48	7904,39	7980,63	7967	-1,32	-0,79	0,17
2/9/2022 20:50	270	7874,17	7917,05	7992,14	7967	-1,17	-0,63	0,32
2/9/2022 21:00	271	7892,29	7950,45	8027,83	7967	-0,94	-0,21	0,76
2/9/2022 21:10	272	7891,32	7936,03	8005,43	7967	-0,95	-0,39	0,48
2/9/2022 21:20	273	7908,49	7946,49	8012,85	7967	-0,73	-0,26	0,58
2/9/2022 21:30	274	7923,94	7965,66	8033,44	7967	-0,54	-0,02	0,83
2/9/2022 21:40	275	7926,71	7965,41	8030,33	7967	-0,51	-0,02	0,79
2/9/2022 21:50	276	7880,81	7919,24	7998,54	7967	-1,08	-0,60	0,40
2/9/2022 22:00	277	7906,07	7943,77	8005,42	7967	-0,76	-0,29	0,48
2/9/2022 22:10	278	7933,11	7963,21	8026,54	7967	-0,43	-0,05	0,75
2/9/2022 22:20	279	7920,74	7950,82	8020,92	7967	-0,58	-0,20	0,68
2/9/2022 22:30	280	7933,70	7967,70	8032,72	7967	-0,42	0,01	0,82
2/9/2022 22:40	281	7953,30	7980,57	8044,62	7967	-0,17	0,17	0,97
2/9/2022 22:50	282	7937,49	7967,40	8030,78	7967	-0,37	0,00	0,80
2/9/2022 23:00	283	7954,24	7985,55	8052,57	7967	-0,16	0,23	1,07

2/9/2022 23:10	284	7954,41	7982,22	8050,60	7967	-0,16	0,19	1,05
2/9/2022 23:20	285	7976,81	8010,48	8062,00	7967	0,12	0,55	1,19
2/9/2022 23:30	286	7967,98	8006,01	8054,61	7967	0,01	0,49	1,10
2/9/2022 23:40	287	7992,19	8019,33	8075,81	7967	0,32	0,66	1,37
2/9/2022 23:50	288	8014,64	8048,47	8096,64	7967	0,60	1,02	1,63
3/9/2022 0:00	289	8028,21	8062,10	8108,95	7967	0,77	1,19	1,78
3/9/2022 0:10	290	8021,83	8055,96	8100,35	7967	0,69	1,12	1,67
3/9/2022 0:20	291	8011,59	8041,80	8100,81	7967	0,56	0,94	1,68
3/9/2022 0:30	292	7966,44	7994,27	8056,12	7967	-0,01	0,34	1,12
3/9/2022 0:40	293	7974,44	8003,83	8066,98	7967	0,09	0,46	1,25
3/9/2022 0:50	294	7959,60	7993,18	8055,87	7967	-0,09	0,33	1,12
3/9/2022 1:00	295	7983,71	8004,45	8065,53	7967	0,21	0,47	1,24
3/9/2022 1:10	296	7970,68	7995,94	8057,49	7967	0,05	0,36	1,14
3/9/2022 1:20	297	7977,46	8004,51	8065,44	7967	0,13	0,47	1,24
3/9/2022 1:30	298	7974,81	8006,40	8068,21	7967	0,10	0,49	1,27
3/9/2022 1:40	299	7975,53	8003,28	8063,95	7967	0,11	0,46	1,22
3/9/2022 1:50	300	7977,45	8009,83	8068,13	7967	0,13	0,54	1,27
3/9/2022 2:00	301	7987,38	8022,14	8071,41	7967	0,26	0,69	1,31
3/9/2022 2:10	302	7987,03	8014,48	8068,17	7967	0,25	0,60	1,27
3/9/2022 2:20	303	7981,40	8010,92	8064,61	7967	0,18	0,55	1,23
3/9/2022 2:30	304	7989,88	8012,96	8072,26	7967	0,29	0,58	1,32
3/9/2022 2:40	305	7985,57	8019,38	8078,23	7967	0,23	0,66	1,40
3/9/2022 2:50	306	7983,13	8009,46	8068,21	7967	0,20	0,53	1,27
3/9/2022 3:00	307	7984,94	8019,85	8053,90	7967	0,23	0,66	1,09
3/9/2022 3:10	308	7981,00	8025,87	8065,49	7967	0,18	0,74	1,24
3/9/2022 3:20	309	7989,43	8031,54	8067,90	7967	0,28	0,81	1,27
3/9/2022 3:30	310	7988,48	8035,08	8071,91	7967	0,27	0,85	1,32
3/9/2022 3:40	311	8019,15	8058,29	8091,05	7967	0,65	1,15	1,56
3/9/2022 3:50	312	8093,67	8118,96	8175,63	7967	1,59	1,91	2,62
3/9/2022 4:00	313	8113,73	8145,04	8188,22	7967	1,84	2,23	2,78
3/9/2022 4:10	314	8116,53	8151,13	8193,57	7967	1,88	2,31	2,84
3/9/2022 4:20	315	8091,87	8120,02	8168,23	7967	1,57	1,92	2,53
3/9/2022 4:30	316	8080,80	8114,03	8156,31	7967	1,43	1,85	2,38
3/9/2022 4:40	317	8080,70	8120,50	8150,96	7967	1,43	1,93	2,31
3/9/2022 4:50	318	8068,10	8110,28	8149,91	7967	1,27	1,80	2,30
3/9/2022 5:00	319	8054,72	8097,61	8131,63	7967	1,10	1,64	2,07
3/9/2022 5:10	320	8041,05	8078,98	8115,28	7967	0,93	1,41	1,86
3/9/2022 5:20	321	8038,94	8075,73	8110,15	7967	0,90	1,36	1,80
3/9/2022 5:30	322	8001,82	8045,86	8081,30	7967	0,44	0,99	1,43
3/9/2022 5:40	323	8005,60	8046,23	8088,65	7967	0,48	0,99	1,53
3/9/2022 5:50	324	7974,62	7995,26	8054,46	7967	0,10	0,35	1,10
3/9/2022 6:00	325	7991,80	8017,53	8066,18	7967	0,31	0,63	1,24
3/9/2022 6:10	326	7994,61	8014,09	8068,91	7967	0,35	0,59	1,28
3/9/2022 6:20	327	7993,23	8026,25	8070,33	7967	0,33	0,74	1,30
3/9/2022 6:30	328	7994,86	8029,00	8071,63	7967	0,35	0,78	1,31
3/9/2022 6:40	329	7979,91	8015,50	8068,06	7967	0,16	0,61	1,27
3/9/2022 6:50	330	7980,38	8008,90	8055,35	7967	0,17	0,53	1,11
3/9/2022 7:00	331	7980,89	8013,41	8065,85	7967	0,17	0,58	1,24
3/9/2022 7:10	332	7979,14	8005,43	8057,33	7967	0,15	0,48	1,13
3/9/2022 7:20	333	7966,47	7996,67	8053,03	7967	-0,01	0,37	1,08
3/9/2022 7:30	334	7968,91	7992,56	8047,87	7967	0,02	0,32	1,02
3/9/2022 7:40	335	7958,29	7986,35	8042,07	7967	-0,11	0,24	0,94
3/9/2022 7:50	336	7971,83	7994,35	8059,34	7967	0,06	0,34	1,16
3/9/2022 8:00	337	7969,10	7991,05	8056,95	7967	0,03	0,30	1,13
3/9/2022 8:10	338	7970,21	7992,15	8065,82	7967	0,04	0,32	1,24
3/9/2022 8:20	339	7971,80	7998,31	8059,37	7967	0,06	0,39	1,16
3/9/2022 8:30	340	7976,96	7985,83	8062,01	7967	0,13	0,24	1,19
3/9/2022 8:40	341	7993,77	8015,17	8082,27	7967	0,34	0,60	1,45
3/9/2022 8:50	342	7999,61	8019,01	8092,90	7967	0,41	0,65	1,58
3/9/2022 9:00	343	8010,98	8023,75	8101,43	7967	0,55	0,71	1,69
3/9/2022 9:10	344	7992,80	8014,45	8084,87	7967	0,32	0,60	1,48
3/9/2022 9:20	345	7996,13	8011,11	8088,31	7967	0,37	0,55	1,52
3/9/2022 9:30	346	7992,10	8015,57	8083,31	7967	0,32	0,61	1,46
3/9/2022 9:40	347	7996,17	8004,55	8084,38	7967	0,37	0,47	1,47
3/9/2022 9:50	348	7979,33	7983,33	8070,75	7967	0,15	0,21	1,30
3/9/2022 10:00	349	7973,42	7994,12	8058,95	7967	0,08	0,34	1,15
3/9/2022 10:10	350	7987,26	8002,63	8074,36	7967	0,25	0,45	1,35
3/9/2022 10:20	351	8002,69	8027,10	8083,15	7967	0,45	0,75	1,46
3/9/2022 10:30	352	8004,50	8030,33	8085,49	7967	0,47	0,79	1,49
3/9/2022 10:40	353	7998,18	8030,41	8081,31	7967	0,39	0,80	1,43
3/9/2022 10:50	354	7994,65	8025,22	8079,35	7967	0,35	0,73	1,41

3/9/2022 11:00	355	8005,32	8032,38	8077,84	7967	0,48	0,82	1,39
3/9/2022 11:10	356	7991,98	8035,94	8082,78	7967	0,31	0,87	1,45
3/9/2022 11:20	357	7986,83	8021,60	8078,54	7967	0,25	0,69	1,40
3/9/2022 11:30	358	7983,44	8018,20	8084,28	7967	0,21	0,64	1,47
3/9/2022 11:40	359	7921,30	7959,05	8016,53	7967	-0,57	-0,10	0,62
3/9/2022 11:50	360	7829,02	7862,96	7935,63	7967	-1,73	-1,31	-0,39
3/9/2022 12:00	361	7792,56	7839,56	7912,13	7967	-2,19	-1,60	-0,69
3/9/2022 12:10	362	7845,78	7880,63	7963,50	7967	-1,52	-1,08	-0,04
3/9/2022 12:20	363	7805,36	7850,34	7937,05	7967	-2,03	-1,46	-0,38
3/9/2022 12:30	364	7868,97	7912,22	7986,56	7967	-1,23	-0,69	0,25
3/9/2022 12:40	365	7860,30	7915,42	7980,40	7967	-1,34	-0,65	0,17
3/9/2022 12:50	366	7847,87	7894,38	7970,71	7967	-1,50	-0,91	0,05
3/9/2022 13:00	367	7896,41	7940,71	8007,28	7967	-0,89	-0,33	0,51
3/9/2022 13:10	368	7908,43	7945,55	8009,55	7967	-0,74	-0,27	0,53
3/9/2022 13:20	369	7898,96	7948,27	8014,65	7967	-0,85	-0,24	0,60
3/9/2022 13:30	370	7910,13	7959,73	8023,31	7967	-0,71	-0,09	0,71
3/9/2022 13:40	371	7884,35	7914,91	7997,36	7967	-1,04	-0,65	0,38
3/9/2022 13:50	372	7909,68	7939,94	8022,75	7967	-0,72	-0,34	0,70
3/9/2022 14:00	373	7945,06	7983,11	8052,01	7967	-0,28	0,20	1,07
3/9/2022 14:10	374	7953,18	7985,15	8058,73	7967	-0,17	0,23	1,15
3/9/2022 14:20	375	7932,34	7955,21	8038,59	7967	-0,44	-0,15	0,90
3/9/2022 14:30	376	7898,26	7927,34	8008,78	7967	-0,86	-0,50	0,52
3/9/2022 14:40	377	7920,47	7944,03	8024,42	7967	-0,58	-0,29	0,72
3/9/2022 14:50	378	7921,20	7956,15	8022,67	7967	-0,57	-0,14	0,70
3/9/2022 15:00	379	7916,63	7952,02	8010,42	7967	-0,63	-0,19	0,55
3/9/2022 15:10	380	7955,69	7998,90	8045,17	7967	-0,14	0,40	0,98
3/9/2022 15:20	381	7952,98	8004,51	8036,18	7967	-0,18	0,47	0,87
3/9/2022 15:30	382	7988,46	8026,87	8079,35	7967	0,27	0,75	1,41
3/9/2022 15:40	383	8004,51	8044,86	8091,27	7967	0,47	0,98	1,56
3/9/2022 15:50	384	8021,71	8059,52	8102,45	7967	0,69	1,16	1,70
3/9/2022 16:00	385	8041,26	8074,06	8110,91	7967	0,93	1,34	1,81
3/9/2022 16:10	386	8044,73	8076,82	8116,64	7967	0,98	1,38	1,88
3/9/2022 16:20	387	8041,49	8078,13	8121,64	7967	0,93	1,39	1,94
3/9/2022 16:30	388	8042,41	8078,08	8111,06	7967	0,95	1,39	1,81
3/9/2022 16:40	389	8067,81	8101,81	8146,51	7967	1,27	1,69	2,25
3/9/2022 16:50	390	8071,92	8101,52	8145,83	7967	1,32	1,69	2,24
3/9/2022 17:00	391	8041,98	8082,70	8118,43	7967	0,94	1,45	1,90
3/9/2022 17:10	392	8048,90	8085,52	8132,99	7967	1,03	1,49	2,08
3/9/2022 17:20	393	8021,83	8056,53	8098,46	7967	0,69	1,12	1,65
3/9/2022 17:30	394	8042,27	8081,82	8120,27	7967	0,94	1,44	1,92
3/9/2022 17:40	395	8029,09	8067,82	8109,36	7967	0,78	1,27	1,79
3/9/2022 17:50	396	8035,56	8072,79	8110,02	7967	0,86	1,33	1,80
3/9/2022 18:00	397	8035,74	8075,78	8122,46	7967	0,86	1,37	1,95
3/9/2022 18:10	398	8027,47	8067,89	8107,44	7967	0,76	1,27	1,76
3/9/2022 18:20	399	8015,25	8058,46	8093,13	7967	0,61	1,15	1,58
3/9/2022 18:30	400	8022,10	8058,05	8097,42	7967	0,69	1,14	1,64
3/9/2022 18:40	401	8006,42	8052,80	8095,00	7967	0,49	1,08	1,61
3/9/2022 18:50	402	8006,75	8043,64	8094,51	7967	0,50	0,96	1,60
3/9/2022 19:00	403	7985,53	8021,18	8077,77	7967	0,23	0,68	1,39
3/9/2022 19:10	404	7956,06	7998,98	8054,28	7967	-0,14	0,40	1,10
3/9/2022 19:20	405	7941,10	7979,42	8039,20	7967	-0,33	0,16	0,91
3/9/2022 19:30	406	7963,03	7993,25	8057,20	7967	-0,05	0,33	1,13
3/9/2022 19:40	407	7964,52	7997,34	8046,81	7967	-0,03	0,38	1,00
3/9/2022 19:50	408	8030,14	8051,02	8113,12	7967	0,79	1,05	1,83
3/9/2022 20:00	409	8048,59	8085,26	8131,59	7967	1,02	1,48	2,07
3/9/2022 20:10	410	8092,43	8118,24	8163,02	7967	1,57	1,90	2,46
3/9/2022 20:20	411	8058,97	8083,66	8137,03	7967	1,15	1,46	2,13
3/9/2022 20:30	412	8072,23	8096,60	8142,06	7967	1,32	1,63	2,20
3/9/2022 20:40	413	8071,87	8088,33	8130,04	7967	1,32	1,52	2,05
3/9/2022 20:50	414	8058,30	8082,31	8122,49	7967	1,15	1,45	1,95
3/9/2022 21:00	415	8040,80	8057,09	8111,59	7967	0,93	1,13	1,81
3/9/2022 21:10	416	8046,04	8063,56	8116,33	7967	0,99	1,21	1,87
3/9/2022 21:20	417	8045,85	8062,99	8116,36	7967	0,99	1,20	1,87
3/9/2022 21:30	418	8067,28	8078,16	8136,24	7967	1,26	1,40	2,12
3/9/2022 21:40	419	8069,65	8076,76	8124,09	7967	1,29	1,38	1,97
3/9/2022 21:50	420	8067,75	8076,62	8129,62	7967	1,26	1,38	2,04
3/9/2022 22:00	421	8045,63	8069,64	8129,58	7967	0,99	1,29	2,04
3/9/2022 22:10	422	8063,95	8075,78	8136,03	7967	1,22	1,37	2,12
3/9/2022 22:20	423	8076,79	8083,05	8134,85	7967	1,38	1,46	2,11
3/9/2022 22:30	424	8073,24	8081,97	8149,86	7967	1,33	1,44	2,30
3/9/2022 22:40	425	8058,38	8067,85	8126,08	7967	1,15	1,27	2,00

3/9/2022 22:50	426	8026,11	8044,97	8100,07	7967	0,74	0,98	1,67
3/9/2022 23:00	427	8151,32	8151,92	8219,41	7967	2,31	2,32	3,17
3/9/2022 23:10	428	8118,28	8137,10	8201,14	7967	1,90	2,14	2,94
3/9/2022 23:20	429	8126,39	8132,91	8196,03	7967	2,00	2,08	2,87
3/9/2022 23:30	430	8124,24	8133,73	8212,87	7967	1,97	2,09	3,09
3/9/2022 23:40	431	8142,42	8151,40	8222,08	7967	2,20	2,31	3,20
3/9/2022 23:50	432	8168,43	8183,83	8238,26	7967	2,53	2,72	3,40
4/9/2022 0:00	433	8159,86	8174,25	8232,38	7967	2,42	2,60	3,33
4/9/2022 0:10	434	8171,18	8197,65	8229,39	7967	2,56	2,90	3,29
4/9/2022 0:20	435	8149,42	8162,25	8228,09	7967	2,29	2,45	3,28
4/9/2022 0:30	436	8167,40	8187,76	8242,66	7967	2,52	2,77	3,46
4/9/2022 0:40	437	8173,76	8191,34	8252,04	7967	2,60	2,82	3,58
4/9/2022 0:50	438	8194,77	8191,84	8269,70	7967	2,86	2,82	3,80
4/9/2022 1:00	439	8158,69	8170,26	8237,22	7967	2,41	2,55	3,39
4/9/2022 1:10	440	8147,35	8153,97	8223,97	7967	2,26	2,35	3,23
4/9/2022 1:20	441	8146,86	8165,66	8217,12	7967	2,26	2,49	3,14
4/9/2022 1:30	442	8176,04	8186,19	8246,21	7967	2,62	2,75	3,50
4/9/2022 1:40	443	8177,66	8190,84	8249,96	7967	2,64	2,81	3,55
4/9/2022 1:50	444	8160,50	8171,57	8237,48	7967	2,43	2,57	3,40
4/9/2022 2:00	445	8186,28	8201,91	8262,85	7967	2,75	2,95	3,71
4/9/2022 2:10	446	8167,18	8175,91	8242,49	7967	2,51	2,62	3,46
4/9/2022 2:20	447	8159,21	8167,63	8236,50	7967	2,41	2,52	3,38
4/9/2022 2:30	448	8161,80	8158,68	8230,85	7967	2,45	2,41	3,31
4/9/2022 2:40	449	8173,58	8181,33	8237,41	7967	2,59	2,69	3,39
4/9/2022 2:50	450	8162,20	8174,47	8239,94	7967	2,45	2,60	3,43
4/9/2022 3:00	451	8108,17	8131,25	8188,32	7967	1,77	2,06	2,78
4/9/2022 3:10	452	8134,88	8155,89	8216,54	7967	2,11	2,37	3,13
4/9/2022 3:20	453	8100,89	8124,62	8172,75	7967	1,68	1,98	2,58
4/9/2022 3:30	454	8123,41	8144,48	8195,48	7967	1,96	2,23	2,87
4/9/2022 3:40	455	8070,23	8071,75	8144,35	7967	1,30	1,31	2,23
4/9/2022 3:50	456	7961,07	8000,50	8067,98	7967	-0,07	0,42	1,27
4/9/2022 4:00	457	7954,08	7988,72	8058,47	7967	-0,16	0,27	1,15
4/9/2022 4:10	458	7989,65	8041,07	8103,06	7967	0,28	0,93	1,71
4/9/2022 4:20	459	7986,70	8031,74	8095,11	7967	0,25	0,81	1,61
4/9/2022 4:30	460	7993,39	8044,89	8105,53	7967	0,33	0,98	1,74
4/9/2022 4:40	461	8002,29	8054,54	8113,50	7967	0,44	1,10	1,84
4/9/2022 4:50	462	8021,91	8070,41	8125,66	7967	0,69	1,30	1,99
4/9/2022 5:00	463	7995,87	8044,00	8114,83	7967	0,36	0,97	1,86
4/9/2022 5:10	464	7994,60	8046,94	8112,51	7967	0,35	1,00	1,83
4/9/2022 5:20	465	8013,38	8060,41	8127,17	7967	0,58	1,17	2,01
4/9/2022 5:30	466	8021,91	8082,61	8131,96	7967	0,69	1,45	2,07
4/9/2022 5:40	467	8032,80	8089,67	8134,57	7967	0,83	1,54	2,10
4/9/2022 5:50	468	8044,39	8083,30	8151,35	7967	0,97	1,46	2,31
4/9/2022 6:00	469	8061,44	8104,87	8161,86	7967	1,19	1,73	2,45
4/9/2022 6:10	470	8043,68	8092,65	8144,89	7967	0,96	1,58	2,23
4/9/2022 6:20	471	8061,96	8112,36	8166,98	7967	1,19	1,82	2,51
4/9/2022 6:30	472	8002,30	8061,94	8108,97	7967	0,44	1,19	1,78
4/9/2022 6:40	473	7926,67	7975,87	8041,50	7967	-0,51	0,11	0,94
4/9/2022 6:50	474	7937,94	7990,04	8041,28	7967	-0,36	0,29	0,93
4/9/2022 7:00	475	7970,81	8031,49	8071,60	7967	0,05	0,81	1,31
4/9/2022 7:10	476	7947,78	8003,75	8046,90	7967	-0,24	0,46	1,00
4/9/2022 7:20	477	7939,79	7989,57	8040,97	7967	-0,34	0,28	0,93
4/9/2022 7:30	478	7974,78	8014,78	8069,37	7967	0,10	0,60	1,28
4/9/2022 7:40	479	7961,70	7995,82	8058,41	7967	-0,07	0,36	1,15
4/9/2022 7:50	480	7956,48	7987,35	8055,15	7967	-0,13	0,26	1,11
4/9/2022 8:00	481	7926,19	7962,60	8027,26	7967	-0,51	-0,06	0,76
4/9/2022 8:10	482	7950,52	7984,20	8041,84	7967	-0,21	0,22	0,94
4/9/2022 8:20	483	7969,07	7999,46	8064,88	7967	0,03	0,41	1,23
4/9/2022 8:30	484	7956,04	7983,93	8052,75	7967	-0,14	0,21	1,08
4/9/2022 8:40	485	7966,39	7993,33	8063,10	7967	-0,01	0,33	1,21
4/9/2022 8:50	486	7975,08	8002,03	8068,81	7967	0,10	0,44	1,28
4/9/2022 9:00	487	7954,07	7985,27	8053,40	7967	-0,16	0,23	1,08
4/9/2022 9:10	488	7963,70	7987,31	8062,46	7967	-0,04	0,25	1,20
4/9/2022 9:20	489	7974,86	8011,94	8070,13	7967	0,10	0,56	1,29
4/9/2022 9:30	490	7981,94	8018,81	8076,64	7967	0,19	0,65	1,38
4/9/2022 9:40	491	7996,31	8022,11	8083,63	7967	0,37	0,69	1,46
4/9/2022 9:50	492	7964,54	7997,79	8062,72	7967	-0,03	0,39	1,20
4/9/2022 10:00	493	7967,68	7997,75	8060,05	7967	0,01	0,39	1,17
4/9/2022 10:10	494	7974,23	8013,00	8072,13	7967	0,09	0,58	1,32
4/9/2022 10:20	495	7971,17	8003,76	8065,17	7967	0,05	0,46	1,23
4/9/2022 10:30	496	7968,97	7998,02	8064,62	7967	0,02	0,39	1,23

4/9/2022 10:40	497	7968,84	7998,16	8065,76	7967	0,02	0,39	1,24
4/9/2022 10:50	498	7948,30	7979,38	8047,05	7967	-0,23	0,16	1,00
4/9/2022 11:00	499	7922,60	7948,68	8031,08	7967	-0,56	-0,23	0,80
4/9/2022 11:10	500	7895,19	7929,81	8000,85	7967	-0,90	-0,47	0,42
4/9/2022 11:20	501	7916,33	7961,03	8027,02	7967	-0,64	-0,07	0,75
4/9/2022 11:30	502	7923,62	7947,83	8017,22	7967	-0,54	-0,24	0,63
4/9/2022 11:40	503	7955,15	7981,86	8050,14	7967	-0,15	0,19	1,04
4/9/2022 11:50	504	8012,48	8048,38	8102,44	7967	0,57	1,02	1,70
4/9/2022 12:00	505	8034,95	8067,04	8122,53	7967	0,85	1,26	1,95
4/9/2022 12:10	506	8059,81	8093,01	8128,28	7967	1,16	1,58	2,02
4/9/2022 12:20	507	8032,67	8073,60	8107,58	7967	0,82	1,34	1,76
4/9/2022 12:30	508	8025,64	8054,36	8099,38	7967	0,74	1,10	1,66
4/9/2022 12:40	509	8019,33	8047,50	8105,48	7967	0,66	1,01	1,74
4/9/2022 12:50	510	7986,64	8017,46	8067,42	7967	0,25	0,63	1,26
4/9/2022 13:00	511	8015,18	8043,02	8091,85	7967	0,60	0,95	1,57
4/9/2022 13:10	512	8043,66	8066,31	8116,97	7967	0,96	1,25	1,88
4/9/2022 13:20	513	8044,69	8068,69	8116,51	7967	0,98	1,28	1,88
4/9/2022 13:30	514	8074,48	8091,94	8139,86	7967	1,35	1,57	2,17
4/9/2022 13:40	515	8063,53	8086,28	8137,73	7967	1,21	1,50	2,14
4/9/2022 13:50	516	8048,71	8073,19	8127,35	7967	1,03	1,33	2,01
4/9/2022 14:00	517	8066,47	8083,79	8144,09	7967	1,25	1,47	2,22
4/9/2022 14:10	518	8040,99	8054,24	8117,53	7967	0,93	1,10	1,89
4/9/2022 14:20	519	8022,30	8041,47	8104,67	7967	0,69	0,93	1,73
4/9/2022 14:30	520	8027,27	8044,17	8105,86	7967	0,76	0,97	1,74
4/9/2022 14:40	521	8027,91	8049,61	8112,32	7967	0,76	1,04	1,82
4/9/2022 14:50	522	8034,44	8051,66	8111,99	7967	0,85	1,06	1,82
4/9/2022 15:00	523	8010,39	8035,90	8090,83	7967	0,54	0,86	1,55
4/9/2022 15:10	524	8008,65	8021,37	8090,20	7967	0,52	0,68	1,55
4/9/2022 15:20	525	8027,91	8045,38	8111,69	7967	0,76	0,98	1,82
4/9/2022 15:30	526	8027,66	8049,67	8121,15	7967	0,76	1,04	1,93
4/9/2022 15:40	527	8075,21	8083,59	8162,08	7967	1,36	1,46	2,45
4/9/2022 15:50	528	8073,80	8080,13	8157,85	7967	1,34	1,42	2,40
4/9/2022 16:00	529	8072,61	8088,31	8149,47	7967	1,33	1,52	2,29
4/9/2022 16:10	530	8068,59	8080,78	8153,03	7967	1,28	1,43	2,33
4/9/2022 16:20	531	8077,35	8088,60	8159,03	7967	1,39	1,53	2,41
4/9/2022 16:30	532	8107,72	8120,94	8179,04	7967	1,77	1,93	2,66
4/9/2022 16:40	533	8101,60	8120,10	8175,63	7967	1,69	1,92	2,62
4/9/2022 16:50	534	8092,74	8102,69	8173,52	7967	1,58	1,70	2,59
4/9/2022 17:00	535	8067,33	8081,25	8152,60	7967	1,26	1,43	2,33
4/9/2022 17:10	536	8069,73	8076,82	8155,90	7967	1,29	1,38	2,37
4/9/2022 17:20	537	8056,32	8062,27	8139,47	7967	1,12	1,20	2,16
4/9/2022 17:30	538	8057,59	8058,84	8140,72	7967	1,14	1,15	2,18
4/9/2022 17:40	539	8064,02	8080,70	8152,72	7967	1,22	1,43	2,33
4/9/2022 17:50	540	8072,32	8076,57	8139,63	7967	1,32	1,38	2,17
4/9/2022 18:00	541	8063,54	8072,04	8132,59	7967	1,21	1,32	2,08
4/9/2022 18:10	542	8054,75	8055,07	8119,03	7967	1,10	1,11	1,91
4/9/2022 18:20	543	8048,71	8041,85	8112,31	7967	1,03	0,94	1,82
4/9/2022 18:30	544	8037,71	8049,13	8108,52	7967	0,89	1,03	1,78
4/9/2022 18:40	545	8033,47	8047,15	8103,02	7967	0,83	1,01	1,71
4/9/2022 18:50	546	7975,80	7995,24	8051,42	7967	0,11	0,35	1,06
4/9/2022 19:00	547	7998,55	8003,81	8067,48	7967	0,40	0,46	1,26
4/9/2022 19:10	548	7990,46	8015,58	8070,94	7967	0,29	0,61	1,30
4/9/2022 19:20	549	8008,37	8035,88	8084,52	7967	0,52	0,86	1,48
4/9/2022 19:30	550	8002,83	8022,81	8081,87	7967	0,45	0,70	1,44
4/9/2022 19:40	551	7971,38	7992,49	8058,43	7967	0,06	0,32	1,15
4/9/2022 19:50	552	7866,08	7890,21	7956,74	7967	-1,27	-0,96	-0,13
4/9/2022 20:00	553	7871,88	7913,27	7981,85	7967	-1,19	-0,67	0,19
4/9/2022 20:10	554	7873,57	7911,83	7978,24	7967	-1,17	-0,69	0,14
4/9/2022 20:20	555	7894,85	7934,59	7994,15	7967	-0,91	-0,41	0,34
4/9/2022 20:30	556	7893,47	7940,43	8002,59	7967	-0,92	-0,33	0,45
4/9/2022 20:40	557	7896,59	7932,62	7999,10	7967	-0,88	-0,43	0,40
4/9/2022 20:50	558	7849,31	7904,83	7961,17	7967	-1,48	-0,78	-0,07
4/9/2022 21:00	559	7878,38	7930,60	7980,92	7967	-1,11	-0,46	0,17
4/9/2022 21:10	560	7884,15	7931,57	7983,69	7967	-1,04	-0,44	0,21
4/9/2022 21:20	561	7901,26	7947,13	8000,86	7967	-0,83	-0,25	0,42
4/9/2022 21:30	562	7830,31	7876,23	7932,88	7967	-1,72	-1,14	-0,43
4/9/2022 21:40	563	7839,01	7889,50	7945,54	7967	-1,61	-0,97	-0,27
4/9/2022 21:50	564	7859,24	7898,58	7963,53	7967	-1,35	-0,86	-0,04
4/9/2022 22:00	565	7862,04	7903,20	7964,06	7967	-1,32	-0,80	-0,04
4/9/2022 22:10	566	7857,35	7900,71	7964,00	7967	-1,38	-0,83	-0,04
4/9/2022 22:20	567	7875,53	7919,02	7979,00	7967	-1,15	-0,60	0,15

4/9/2022 22:30	568	7836,89	7873,41	7943,95	7967	-1,63	-1,17	-0,29
4/9/2022 22:40	569	7878,01	7913,28	7970,51	7967	-1,12	-0,67	0,04
4/9/2022 22:50	570	7895,45	7935,39	7981,92	7967	-0,90	-0,40	0,19
4/9/2022 23:00	571	7895,69	7931,48	7990,44	7967	-0,90	-0,45	0,29
4/9/2022 23:10	572	7918,98	7952,99	8003,15	7967	-0,60	-0,18	0,45
4/9/2022 23:20	573	7859,17	7891,98	7953,19	7967	-1,35	-0,94	-0,17
4/9/2022 23:30	574	7939,83	7972,72	8025,86	7967	-0,34	0,07	0,74
4/9/2022 23:40	575	7930,54	7954,71	8017,40	7967	-0,46	-0,15	0,63
4/9/2022 23:50	576	7917,86	7939,52	8014,63	7967	-0,62	-0,34	0,60
5/9/2022 0:00	577	7875,61	7899,11	7966,11	7967	-1,15	-0,85	-0,01
5/9/2022 0:10	578	7936,45	7964,58	8028,69	7967	-0,38	-0,03	0,77
5/9/2022 0:20	579	7929,97	7954,23	8018,28	7967	-0,46	-0,16	0,64
5/9/2022 0:30	580	7951,56	7980,77	8034,73	7967	-0,19	0,17	0,85
5/9/2022 0:40	581	7941,93	7965,70	8031,93	7967	-0,31	-0,02	0,81
5/9/2022 0:50	582	7940,84	7967,14	8032,31	7967	-0,33	0,00	0,82
5/9/2022 1:00	583	7946,17	7965,03	8029,88	7967	-0,26	-0,02	0,79
5/9/2022 1:10	584	7954,43	7989,81	8042,75	7967	-0,16	0,29	0,95
5/9/2022 1:20	585	7946,44	7972,50	8033,57	7967	-0,26	0,07	0,84
5/9/2022 1:30	586	7957,99	7985,20	8039,53	7967	-0,11	0,23	0,91
5/9/2022 1:40	587	7951,31	7975,09	8042,48	7967	-0,20	0,10	0,95
5/9/2022 1:50	588	7940,71	7970,32	8036,32	7967	-0,33	0,04	0,87
5/9/2022 2:00	589	7942,06	7971,31	8034,13	7967	-0,31	0,05	0,84
5/9/2022 2:10	590	7942,52	7961,81	8033,53	7967	-0,31	-0,07	0,84
5/9/2022 2:20	591	7952,87	7968,00	8036,32	7967	-0,18	0,01	0,87
5/9/2022 2:30	592	7944,68	7967,26	8037,16	7967	-0,28	0,00	0,88
5/9/2022 2:40	593	7934,92	7962,97	8032,34	7967	-0,40	-0,05	0,82
5/9/2022 2:50	594	7903,28	7924,93	8004,57	7967	-0,80	-0,53	0,47
5/9/2022 3:00	595	7893,59	7913,16	7991,54	7967	-0,92	-0,68	0,31
5/9/2022 3:10	596	7873,38	7899,70	7979,34	7967	-1,18	-0,84	0,15
5/9/2022 3:20	597	7850,72	7868,45	7959,50	7967	-1,46	-1,24	-0,09
5/9/2022 3:30	598	7859,39	7887,59	7961,25	7967	-1,35	-1,00	-0,07
5/9/2022 3:40	599	7912,40	7936,71	8003,98	7967	-0,69	-0,38	0,46
5/9/2022 3:50	600	7985,73	8016,92	8071,66	7967	0,24	0,63	1,31
5/9/2022 4:00	601	8002,17	8031,72	8087,71	7967	0,44	0,81	1,52
5/9/2022 4:10	602	7984,98	8022,83	8062,22	7967	0,23	0,70	1,20
5/9/2022 4:20	603	7985,70	8033,99	8068,45	7967	0,23	0,84	1,27
5/9/2022 4:30	604	7974,01	8007,10	8054,25	7967	0,09	0,50	1,10
5/9/2022 4:40	605	8000,40	8020,46	8083,38	7967	0,42	0,67	1,46
5/9/2022 4:50	606	8002,68	8029,56	8075,19	7967	0,45	0,79	1,36
5/9/2022 5:00	607	7981,50	7999,37	8051,70	7967	0,18	0,41	1,06
5/9/2022 5:10	608	7985,98	8009,71	8063,32	7967	0,24	0,54	1,21
5/9/2022 5:20	609	7987,12	8009,22	8063,08	7967	0,25	0,53	1,21
5/9/2022 5:30	610	7944,39	7981,04	8022,75	7967	-0,28	0,18	0,70
5/9/2022 5:40	611	7972,52	7989,89	8046,98	7967	0,07	0,29	1,00
5/9/2022 5:50	612	7956,95	7985,79	8042,99	7967	-0,13	0,24	0,95
5/9/2022 6:00	613	7977,36	8002,03	8054,27	7967	0,13	0,44	1,10
5/9/2022 6:10	614	7988,78	8013,72	8075,93	7967	0,27	0,59	1,37
5/9/2022 6:20	615	7992,77	8016,86	8074,30	7967	0,32	0,63	1,35
5/9/2022 6:30	616	7982,21	7996,84	8058,18	7967	0,19	0,37	1,14
5/9/2022 6:40	617	7968,68	7983,01	8037,77	7967	0,02	0,20	0,89
5/9/2022 6:50	618	7960,66	7968,52	8038,32	7967	-0,08	0,02	0,90
5/9/2022 7:00	619	7966,66	7983,16	8048,89	7967	0,00	0,20	1,03
5/9/2022 7:10	620	7968,27	7978,20	8036,63	7967	0,02	0,14	0,87
5/9/2022 7:20	621	7962,44	7969,08	8040,83	7967	-0,06	0,03	0,93
5/9/2022 7:30	622	7968,60	7979,63	8046,58	7967	0,02	0,16	1,00
5/9/2022 7:40	623	7984,44	7995,35	8062,08	7967	0,22	0,36	1,19
5/9/2022 7:50	624	7957,86	7963,01	8045,31	7967	-0,11	-0,05	0,98
5/9/2022 8:00	625	8021,07	8019,87	8086,36	7967	0,68	0,66	1,50
5/9/2022 8:10	626	8009,16	8022,78	8097,37	7967	0,53	0,70	1,64
5/9/2022 8:20	627	8000,12	8009,43	8068,57	7967	0,42	0,53	1,27
5/9/2022 8:30	628	8011,47	8024,93	8093,92	7967	0,56	0,73	1,59
5/9/2022 8:40	629	8010,50	8021,58	8092,50	7967	0,55	0,69	1,58
5/9/2022 8:50	630	8010,49	8024,30	8091,74	7967	0,55	0,72	1,57
5/9/2022 9:00	631	8006,18	8022,37	8087,62	7967	0,49	0,70	1,51
5/9/2022 9:10	632	7995,81	8017,35	8084,06	7967	0,36	0,63	1,47
5/9/2022 9:20	633	7987,07	8007,48	8076,89	7967	0,25	0,51	1,38
5/9/2022 9:30	634	7988,93	8011,54	8069,15	7967	0,28	0,56	1,28
5/9/2022 9:40	635	8013,56	8014,78	8082,87	7967	0,58	0,60	1,45
5/9/2022 9:50	636	8000,45	8017,24	8082,54	7967	0,42	0,63	1,45
5/9/2022 10:00	637	7983,71	7989,81	8058,21	7967	0,21	0,29	1,14
5/9/2022 10:10	638	7998,18	8020,05	8077,20	7967	0,39	0,67	1,38



5/9/2022 10:20	639	8007,29	8033,81	8088,02	7967	0,51	0,84	1,52
5/9/2022 10:30	640	7992,91	8016,28	8073,07	7967	0,33	0,62	1,33
5/9/2022 10:40	641	7981,52	7996,06	8060,44	7967	0,18	0,36	1,17
5/9/2022 10:50	642	7997,83	8021,45	8074,19	7967	0,39	0,68	1,35
5/9/2022 11:00	643	7980,84	7996,80	8076,98	7967	0,17	0,37	1,38
5/9/2022 11:10	644	8018,64	8045,41	8103,36	7967	0,65	0,98	1,71
5/9/2022 11:20	645	8020,08	8042,94	8104,07	7967	0,67	0,95	1,72
5/9/2022 11:30	646	8016,53	8035,76	8098,60	7967	0,62	0,86	1,65
5/9/2022 11:40	647	8013,66	8052,91	8102,37	7967	0,59	1,08	1,70
5/9/2022 11:50	648	7886,66	7913,03	7988,88	7967	-1,01	-0,68	0,27
5/9/2022 12:00	649	7839,91	7881,91	7949,77	7967	-1,60	-1,07	-0,22
5/9/2022 12:10	650	7858,57	7897,32	7965,69	7967	-1,36	-0,87	-0,02
5/9/2022 12:20	651	7864,45	7906,63	7974,37	7967	-1,29	-0,76	0,09
5/9/2022 12:30	652	7889,63	7929,12	7991,54	7967	-0,97	-0,48	0,31
5/9/2022 12:40	653	7881,44	7924,66	7992,88	7967	-1,07	-0,53	0,32
5/9/2022 12:50	654	7906,04	7953,00	8022,48	7967	-0,77	-0,18	0,70
5/9/2022 13:00	655	7867,18	7919,49	7981,24	7967	-1,25	-0,60	0,18
5/9/2022 13:10	656	7885,17	7922,10	7991,37	7967	-1,03	-0,56	0,31
5/9/2022 13:20	657	7880,13	7927,73	7993,03	7967	-1,09	-0,49	0,33
5/9/2022 13:30	658	7901,69	7944,94	8003,55	7967	-0,82	-0,28	0,46
5/9/2022 13:40	659	7911,26	7952,85	8011,58	7967	-0,70	-0,18	0,56
5/9/2022 13:50	660	7936,20	7975,10	8037,09	7967	-0,39	0,10	0,88
5/9/2022 14:00	661	7944,32	7988,80	8048,46	7967	-0,28	0,27	1,02
5/9/2022 14:10	662	7951,36	7993,13	8044,95	7967	-0,20	0,33	0,98
5/9/2022 14:20	663	7943,02	7982,60	8044,43	7967	-0,30	0,20	0,97
5/9/2022 14:30	664	7957,38	7991,66	8047,12	7967	-0,12	0,31	1,01
5/9/2022 14:40	665	7966,50	7997,63	8058,78	7967	-0,01	0,38	1,15
5/9/2022 14:50	666	7965,59	7996,60	8050,96	7967	-0,02	0,37	1,05
5/9/2022 15:00	667	7959,93	8002,28	8052,07	7967	-0,09	0,44	1,07
5/9/2022 15:10	668	7976,41	8011,87	8071,54	7967	0,12	0,56	1,31
5/9/2022 15:20	669	7984,48	8018,66	8075,36	7967	0,22	0,65	1,36
5/9/2022 15:30	670	7990,11	8024,65	8081,77	7967	0,29	0,72	1,44
5/9/2022 15:40	671	8010,33	8046,33	8096,78	7967	0,54	1,00	1,63
5/9/2022 15:50	672	8012,70	8046,35	8090,81	7967	0,57	1,00	1,55
5/9/2022 16:00	673	8014,29	8049,28	8096,07	7967	0,59	1,03	1,62
5/9/2022 16:10	674	8037,64	8068,14	8115,74	7967	0,89	1,27	1,87
5/9/2022 16:20	675	8010,36	8032,80	8097,94	7967	0,54	0,83	1,64
5/9/2022 16:30	676	8037,10	8073,32	8115,24	7967	0,88	1,33	1,86
5/9/2022 16:40	677	8036,24	8065,58	8115,77	7967	0,87	1,24	1,87
5/9/2022 16:50	678	8029,68	8063,23	8114,78	7967	0,79	1,21	1,85
5/9/2022 17:00	679	8031,99	8068,04	8112,88	7967	0,82	1,27	1,83
5/9/2022 17:10	680	8041,53	8075,37	8118,89	7967	0,94	1,36	1,91
5/9/2022 17:20	681	8047,57	8080,82	8119,52	7967	1,01	1,43	1,91
5/9/2022 17:30	682	8041,64	8076,64	8119,50	7967	0,94	1,38	1,91
5/9/2022 17:40	683	8045,48	8081,00	8126,27	7967	0,99	1,43	2,00
5/9/2022 17:50	684	8029,71	8061,46	8103,06	7967	0,79	1,19	1,71
5/9/2022 18:00	685	8014,56	8054,32	8097,24	7967	0,60	1,10	1,63
5/9/2022 18:10	686	8010,17	8043,10	8085,77	7967	0,54	0,96	1,49
5/9/2022 18:20	687	8019,91	8055,17	8105,88	7967	0,66	1,11	1,74
5/9/2022 18:30	688	8031,88	8063,69	8108,38	7967	0,81	1,21	1,77
5/9/2022 18:40	689	8019,83	8053,28	8100,76	7967	0,66	1,08	1,68
5/9/2022 18:50	690	8013,17	8039,68	8092,60	7967	0,58	0,91	1,58
5/9/2022 19:00	691	7991,10	8024,99	8077,98	7967	0,30	0,73	1,39
5/9/2022 19:10	692	7999,84	8032,33	8081,48	7967	0,41	0,82	1,44
5/9/2022 19:20	693	7957,55	7978,68	8051,76	7967	-0,12	0,15	1,06
5/9/2022 19:30	694	7950,18	7975,83	8034,37	7967	-0,21	0,11	0,85
5/9/2022 19:40	695	8023,56	8055,92	8104,60	7967	0,71	1,12	1,73
5/9/2022 19:50	696	8029,29	8056,85	8111,87	7967	0,78	1,13	1,82
5/9/2022 20:00	697	8029,55	8059,35	8110,25	7967	0,79	1,16	1,80
5/9/2022 20:10	698	8019,69	8054,51	8096,61	7967	0,66	1,10	1,63
5/9/2022 20:20	699	8017,77	8043,61	8095,35	7967	0,64	0,96	1,61
5/9/2022 20:30	700	8011,67	8042,67	8074,81	7967	0,56	0,95	1,35
5/9/2022 20:40	701	8028,11	8051,85	8097,32	7967	0,77	1,07	1,64
5/9/2022 20:50	702	8025,39	8060,49	8108,22	7967	0,73	1,17	1,77
5/9/2022 21:00	703	8034,64	8060,10	8122,35	7967	0,85	1,17	1,95
5/9/2022 21:10	704	8017,20	8044,42	8092,65	7967	0,63	0,97	1,58
5/9/2022 21:20	705	8044,09	8079,35	8107,79	7967	0,97	1,41	1,77
5/9/2022 21:30	706	8033,18	8064,45	8095,53	7967	0,83	1,22	1,61
5/9/2022 21:40	707	8046,94	8077,88	8102,94	7967	1,00	1,39	1,71
5/9/2022 21:50	708	7975,59	8009,58	8037,77	7967	0,11	0,53	0,89
5/9/2022 22:00	709	7990,87	8011,14	8044,34	7967	0,30	0,55	0,97

5/9/2022 22:10	710	7987,98	8009,44	8049,80	7967	0,26	0,53	1,04
5/9/2022 22:20	711	8016,79	8037,31	8065,45	7967	0,62	0,88	1,24
5/9/2022 22:30	712	8021,72	8042,95	8070,36	7967	0,69	0,95	1,30
5/9/2022 22:40	713	7980,64	8022,09	8048,97	7967	0,17	0,69	1,03
5/9/2022 22:50	714	7991,28	8019,91	8045,92	7967	0,30	0,66	0,99
5/9/2022 23:00	715	8036,69	8058,18	8102,44	7967	0,87	1,14	1,70
5/9/2022 23:10	716	8035,56	8045,54	8098,47	7967	0,86	0,99	1,65
5/9/2022 23:20	717	8032,61	8043,66	8094,66	7967	0,82	0,96	1,60
5/9/2022 23:30	718	8045,98	8051,58	8105,19	7967	0,99	1,06	1,73
5/9/2022 23:40	719	8028,56	8041,40	8096,91	7967	0,77	0,93	1,63
5/9/2022 23:50	720	8057,64	8077,26	8124,10	7967	1,14	1,38	1,97
6/9/2022 0:00	721	8066,47	8078,83	8131,53	7967	1,25	1,40	2,07
6/9/2022 0:10	722	8051,82	8064,94	8127,35	7967	1,06	1,23	2,01
6/9/2022 0:20	723	8091,07	8108,76	8150,42	7967	1,56	1,78	2,30
6/9/2022 0:30	724	8074,19	8081,11	8132,46	7967	1,35	1,43	2,08
6/9/2022 0:40	725	8081,17	8094,79	8150,23	7967	1,43	1,60	2,30
6/9/2022 0:50	726	8074,41	8096,55	8136,61	7967	1,35	1,63	2,13
6/9/2022 1:00	727	8081,72	8099,46	8144,19	7967	1,44	1,66	2,22
6/9/2022 1:10	728	8069,49	8094,14	8142,43	7967	1,29	1,60	2,20
6/9/2022 1:20	729	8080,96	8105,06	8151,60	7967	1,43	1,73	2,32
6/9/2022 1:30	730	8068,42	8097,73	8135,09	7967	1,27	1,64	2,11
6/9/2022 1:40	731	8080,17	8100,33	8137,72	7967	1,42	1,67	2,14
6/9/2022 1:50	732	8084,39	8098,49	8144,84	7967	1,47	1,65	2,23
6/9/2022 2:00	733	8059,55	8066,08	8125,16	7967	1,16	1,24	1,99
6/9/2022 2:10	734	8053,58	8067,84	8117,11	7967	1,09	1,27	1,88
6/9/2022 2:20	735	8058,37	8082,10	8118,75	7967	1,15	1,44	1,90
6/9/2022 2:30	736	8047,40	8074,90	8113,99	7967	1,01	1,35	1,84
6/9/2022 2:40	737	8062,81	8084,62	8128,61	7967	1,20	1,48	2,03
6/9/2022 2:50	738	8068,60	8078,65	8133,70	7967	1,28	1,40	2,09
6/9/2022 3:00	739	8072,65	8090,74	8131,13	7967	1,33	1,55	2,06
6/9/2022 3:10	740	8059,46	8066,87	8136,05	7967	1,16	1,25	2,12
6/9/2022 3:20	741	8050,94	8079,11	8133,59	7967	1,05	1,41	2,09
6/9/2022 3:30	742	8058,89	8083,08	8141,43	7967	1,15	1,46	2,19
6/9/2022 3:40	743	8028,02	8042,88	8116,02	7967	0,77	0,95	1,87
6/9/2022 3:50	744	7908,99	7927,17	8008,66	7967	-0,73	-0,50	0,52
6/9/2022 4:00	745	7822,23	7856,64	7930,68	7967	-1,82	-1,39	-0,46
6/9/2022 4:10	746	7853,77	7897,24	7947,96	7967	-1,42	-0,88	-0,24
6/9/2022 4:20	747	7864,05	7911,84	7965,73	7967	-1,29	-0,69	-0,02
6/9/2022 4:30	748	7845,25	7892,66	7950,81	7967	-1,53	-0,93	-0,20
6/9/2022 4:40	749	7837,90	7878,88	7943,30	7967	-1,62	-1,11	-0,30
6/9/2022 4:50	750	7845,46	7890,87	7956,11	7967	-1,53	-0,96	-0,14
6/9/2022 5:00	751	7866,19	7905,29	7975,59	7967	-1,27	-0,77	0,11
6/9/2022 5:10	752	7877,92	7905,25	7976,59	7967	-1,12	-0,78	0,12
6/9/2022 5:20	753	7886,20	7926,71	7996,88	7967	-1,01	-0,51	0,38
6/9/2022 5:30	754	7925,45	7966,57	8024,18	7967	-0,52	-0,01	0,72
6/9/2022 5:40	755	7918,86	7953,29	8021,14	7967	-0,60	-0,17	0,68
6/9/2022 5:50	756	7939,53	7971,52	8050,55	7967	-0,34	0,06	1,05
6/9/2022 6:00	757	7890,23	7928,96	8001,61	7967	-0,96	-0,48	0,43
6/9/2022 6:10	758	7909,12	7943,46	8017,72	7967	-0,73	-0,30	0,64
6/9/2022 6:20	759	7920,07	7953,57	8022,03	7967	-0,59	-0,17	0,69
6/9/2022 6:30	760	7924,00	7961,09	8030,85	7967	-0,54	-0,07	0,80
6/9/2022 6:40	761	7948,29	7979,84	8055,81	7967	-0,23	0,16	1,11
6/9/2022 6:50	762	7946,75	7975,56	8049,08	7967	-0,25	0,11	1,03
6/9/2022 7:00	763	7974,38	8014,45	8068,63	7967	0,09	0,60	1,28
6/9/2022 7:10	764	7970,79	8009,96	8070,99	7967	0,05	0,54	1,31
6/9/2022 7:20	765	7972,65	8005,72	8070,69	7967	0,07	0,49	1,30
6/9/2022 7:30	766	7987,55	8012,27	8079,24	7967	0,26	0,57	1,41
6/9/2022 7:40	767	8000,95	8024,06	8094,19	7967	0,43	0,72	1,60
6/9/2022 7:50	768	8007,91	8030,75	8096,22	7967	0,51	0,80	1,62
6/9/2022 8:00	769	8006,98	8026,11	8096,36	7967	0,50	0,74	1,62
6/9/2022 8:10	770	8019,41	8041,07	8111,28	7967	0,66	0,93	1,81
6/9/2022 8:20	771	8008,94	8025,01	8089,46	7967	0,53	0,73	1,54
6/9/2022 8:30	772	8017,36	8038,82	8100,77	7967	0,63	0,90	1,68
6/9/2022 8:40	773	8025,22	8053,65	8109,70	7967	0,73	1,09	1,79
6/9/2022 8:50	774	7990,56	8006,82	8072,22	7967	0,30	0,50	1,32
6/9/2022 9:00	775	7988,27	8020,50	8079,30	7967	0,27	0,67	1,41
6/9/2022 9:10	776	7997,57	8017,54	8077,36	7967	0,38	0,63	1,39
6/9/2022 9:20	777	8003,65	8030,78	8081,35	7967	0,46	0,80	1,44
6/9/2022 9:30	778	8011,98	8037,55	8094,03	7967	0,56	0,89	1,59
6/9/2022 9:40	779	8009,17	8038,39	8098,21	7967	0,53	0,90	1,65
6/9/2022 9:50	780	8010,74	8035,29	8092,04	7967	0,55	0,86	1,57

6/9/2022 10:00	781	8010,65	8039,42	8093,98	7967	0,55	0,91	1,59
6/9/2022 10:10	782	8008,61	8037,38	8094,14	7967	0,52	0,88	1,60
6/9/2022 10:20	783	8007,22	8035,01	8093,67	7967	0,50	0,85	1,59
6/9/2022 10:30	784	8000,73	8029,47	8088,29	7967	0,42	0,78	1,52
6/9/2022 10:40	785	8011,85	8038,35	8092,16	7967	0,56	0,90	1,57
6/9/2022 10:50	786	7983,97	8010,54	8072,59	7967	0,21	0,55	1,33
6/9/2022 11:00	787	7972,89	7993,27	8064,23	7967	0,07	0,33	1,22
6/9/2022 11:10	788	7930,35	7947,01	8032,59	7967	-0,46	-0,25	0,82
6/9/2022 11:20	789	7912,18	7939,17	8026,09	7967	-0,69	-0,35	0,74
6/9/2022 11:30	790	7900,81	7931,30	8009,62	7967	-0,83	-0,45	0,53
6/9/2022 11:40	791	8001,28	8032,78	8084,74	7967	0,43	0,83	1,48
6/9/2022 11:50	792	8069,42	8104,56	8152,07	7967	1,29	1,73	2,32
6/9/2022 12:00	793	8060,01	8082,67	8140,22	7967	1,17	1,45	2,17
6/9/2022 12:10	794	8047,10	8069,82	8134,94	7967	1,01	1,29	2,11
6/9/2022 12:20	795	8026,02	8042,58	8108,59	7967	0,74	0,95	1,78
6/9/2022 12:30	796	8011,97	8035,48	8094,84	7967	0,56	0,86	1,60
6/9/2022 12:40	797	8028,18	8041,86	8116,39	7967	0,77	0,94	1,88
6/9/2022 12:50	798	8034,27	8057,22	8118,74	7967	0,84	1,13	1,90
6/9/2022 13:00	799	8040,12	8058,63	8120,78	7967	0,92	1,15	1,93
6/9/2022 13:10	800	8006,36	8021,96	8092,79	7967	0,49	0,69	1,58
6/9/2022 13:20	801	8069,17	8080,08	8142,64	7967	1,28	1,42	2,20
6/9/2022 13:30	802	8065,39	8085,12	8142,84	7967	1,24	1,48	2,21
6/9/2022 13:40	803	8092,08	8115,47	8175,47	7967	1,57	1,86	2,62
6/9/2022 13:50	804	8062,55	8064,71	8140,91	7967	1,20	1,23	2,18
6/9/2022 14:00	805	8062,46	8074,57	8146,41	7967	1,20	1,35	2,25
6/9/2022 14:10	806	8067,32	8092,71	8151,23	7967	1,26	1,58	2,31
6/9/2022 14:20	807	8039,91	8055,77	8131,13	7967	0,92	1,11	2,06
6/9/2022 14:30	808	8067,24	8078,00	8145,35	7967	1,26	1,39	2,24
6/9/2022 14:40	809	8039,09	8057,08	8120,88	7967	0,90	1,13	1,93
6/9/2022 14:50	810	8038,05	8056,53	8118,69	7967	0,89	1,12	1,90
6/9/2022 15:00	811	8046,26	8057,45	8132,57	7967	0,99	1,14	2,08
6/9/2022 15:10	812	8035,50	8046,18	8127,63	7967	0,86	0,99	2,02
6/9/2022 15:20	813	8046,14	8057,97	8130,22	7967	0,99	1,14	2,05
6/9/2022 15:30	814	8042,94	8055,00	8142,48	7967	0,95	1,10	2,20
6/9/2022 15:40	815	8054,73	8066,04	8140,83	7967	1,10	1,24	2,18
6/9/2022 15:50	816	8054,33	8059,75	8142,56	7967	1,10	1,16	2,20
6/9/2022 16:00	817	8080,34	8090,44	8164,83	7967	1,42	1,55	2,48
6/9/2022 16:10	818	8080,31	8090,72	8165,14	7967	1,42	1,55	2,49
6/9/2022 16:20	819	8062,68	8077,42	8152,57	7967	1,20	1,39	2,33
6/9/2022 16:30	820	8064,81	8076,91	8161,04	7967	1,23	1,38	2,44
6/9/2022 16:40	821	8072,65	8083,19	8157,64	7967	1,33	1,46	2,39
6/9/2022 16:50	822	8070,59	8074,52	8149,92	7967	1,30	1,35	2,30
6/9/2022 17:00	823	8070,18	8077,49	8152,05	7967	1,30	1,39	2,32
6/9/2022 17:10	824	8062,85	8078,27	8143,06	7967	1,20	1,40	2,21
6/9/2022 17:20	825	8054,62	8065,07	8140,83	7967	1,10	1,23	2,18
6/9/2022 17:30	826	8077,41	8090,44	8162,48	7967	1,39	1,55	2,45
6/9/2022 17:40	827	8055,76	8058,87	8132,10	7967	1,11	1,15	2,07
6/9/2022 17:50	828	8069,79	8074,84	8143,31	7967	1,29	1,35	2,21
6/9/2022 18:00	829	8073,67	8081,60	8142,00	7967	1,34	1,44	2,20
6/9/2022 18:10	830	8068,93	8081,34	8144,04	7967	1,28	1,44	2,22
6/9/2022 18:20	831	8082,15	8099,68	8166,58	7967	1,45	1,67	2,51
6/9/2022 18:30	832	8083,81	8096,80	8161,07	7967	1,47	1,63	2,44
6/9/2022 18:40	833	8074,56	8090,81	8158,54	7967	1,35	1,55	2,40
6/9/2022 18:50	834	8074,58	8086,77	8153,45	7967	1,35	1,50	2,34
6/9/2022 19:00	835	8064,20	8093,04	8146,33	7967	1,22	1,58	2,25
6/9/2022 19:10	836	8042,52	8061,35	8131,48	7967	0,95	1,18	2,06
6/9/2022 19:20	837	8035,90	8060,58	8137,43	7967	0,86	1,17	2,14
6/9/2022 19:30	838	8042,84	8066,68	8141,66	7967	0,95	1,25	2,19
6/9/2022 19:40	839	8032,64	8052,86	8124,03	7967	0,82	1,08	1,97
6/9/2022 19:50	840	7954,24	7979,71	8052,73	7967	-0,16	0,16	1,08
6/9/2022 20:00	841	7896,56	7930,69	7999,14	7967	-0,88	-0,46	0,40
6/9/2022 20:10	842	7880,81	7923,25	7999,66	7967	-1,08	-0,55	0,41
6/9/2022 20:20	843	7888,80	7936,77	7996,13	7967	-0,98	-0,38	0,37
6/9/2022 20:30	844	7867,75	7911,95	7989,39	7967	-1,25	-0,69	0,28
6/9/2022 20:40	845	7879,26	7915,20	7984,66	7967	-1,10	-0,65	0,22
6/9/2022 20:50	846	7871,69	7927,06	7994,91	7967	-1,20	-0,50	0,35
6/9/2022 21:00	847	7895,90	7948,11	8006,75	7967	-0,89	-0,24	0,50
6/9/2022 21:10	848	7919,47	7962,94	8019,47	7967	-0,60	-0,05	0,66
6/9/2022 21:20	849	7912,53	7958,71	8022,47	7967	-0,68	-0,10	0,70
6/9/2022 21:30	850	7910,13	7953,01	8024,66	7967	-0,71	-0,18	0,72
6/9/2022 21:40	851	7955,55	7999,99	8060,29	7967	-0,14	0,41	1,17

6/9/2022 21:50	852	7934,25	7982,45	8052,01	7967	-0,41	0,19	1,07
6/9/2022 22:00	853	7955,16	8002,02	8058,91	7967	-0,15	0,44	1,15
6/9/2022 22:10	854	7953,76	7991,27	8046,03	7967	-0,17	0,30	0,99
6/9/2022 22:20	855	7984,23	8029,14	8081,98	7967	0,22	0,78	1,44
6/9/2022 22:30	856	7950,42	7992,23	8053,95	7967	-0,21	0,32	1,09
6/9/2022 22:40	857	7958,33	7993,99	8049,35	7967	-0,11	0,34	1,03
6/9/2022 22:50	858	7977,17	8010,78	8058,76	7967	0,13	0,55	1,15
6/9/2022 23:00	859	7979,18	8020,78	8062,18	7967	0,15	0,68	1,19
6/9/2022 23:10	860	7983,27	8022,26	8069,83	7967	0,20	0,69	1,29
6/9/2022 23:20	861	7987,58	8026,89	8075,16	7967	0,26	0,75	1,36
6/9/2022 23:30	862	7996,43	8033,69	8085,65	7967	0,37	0,84	1,49
6/9/2022 23:40	863	8013,51	8044,73	8088,90	7967	0,58	0,98	1,53
6/9/2022 23:50	864	7958,47	7983,44	8043,10	7967	-0,11	0,21	0,96
7/9/2022 0:00	865	7973,13	8004,86	8063,44	7967	0,08	0,48	1,21
7/9/2022 0:10	866	7972,70	8009,41	8055,40	7967	0,07	0,53	1,11
7/9/2022 0:20	867	7974,77	8015,52	8062,72	7967	0,10	0,61	1,20
7/9/2022 0:30	868	7987,90	8020,01	8068,62	7967	0,26	0,67	1,28
7/9/2022 0:40	869	7991,94	8023,54	8073,43	7967	0,31	0,71	1,34
7/9/2022 0:50	870	8002,77	8038,28	8081,23	7967	0,45	0,89	1,43
7/9/2022 1:00	871	8006,42	8051,85	8091,75	7967	0,49	1,06	1,57
7/9/2022 1:10	872	7969,64	8007,61	8042,89	7967	0,03	0,51	0,95
7/9/2022 1:20	873	7972,71	8010,45	8047,12	7967	0,07	0,55	1,01
7/9/2022 1:30	874	7984,21	8019,43	8056,45	7967	0,22	0,66	1,12
7/9/2022 1:40	875	7962,48	8006,67	8038,79	7967	-0,06	0,50	0,90
7/9/2022 1:50	876	7962,31	8000,79	8034,43	7967	-0,06	0,42	0,85
7/9/2022 2:00	877	7965,15	7989,74	8028,56	7967	-0,02	0,29	0,77
7/9/2022 2:10	878	7964,38	8002,02	8037,63	7967	-0,03	0,44	0,89
7/9/2022 2:20	879	7959,88	7998,38	8037,38	7967	-0,09	0,39	0,88
7/9/2022 2:30	880	7959,85	8001,77	8039,86	7967	-0,09	0,44	0,91
7/9/2022 2:40	881	7951,55	7997,96	8032,27	7967	-0,19	0,39	0,82
7/9/2022 2:50	882	7963,97	8007,16	8039,50	7967	-0,04	0,50	0,91
7/9/2022 3:00	883	7961,33	8002,50	8039,09	7967	-0,07	0,45	0,90
7/9/2022 3:10	884	7944,88	7989,89	8026,87	7967	-0,28	0,29	0,75
7/9/2022 3:20	885	7951,45	7992,34	8033,35	7967	-0,20	0,32	0,83
7/9/2022 3:30	886	7946,03	7983,74	8022,90	7967	-0,26	0,21	0,70
7/9/2022 3:40	887	8003,08	8036,24	8071,64	7967	0,45	0,87	1,31
7/9/2022 3:50	888	8046,52	8079,02	8110,75	7967	1,00	1,41	1,80
7/9/2022 4:00	889	8048,56	8078,91	8122,74	7967	1,02	1,40	1,95
7/9/2022 4:10	890	8040,72	8072,16	8107,48	7967	0,93	1,32	1,76
7/9/2022 4:20	891	8033,97	8066,77	8102,72	7967	0,84	1,25	1,70
7/9/2022 4:30	892	8039,37	8073,97	8114,23	7967	0,91	1,34	1,85
7/9/2022 4:40	893	8014,68	8037,20	8085,06	7967	0,60	0,88	1,48
7/9/2022 4:50	894	7988,98	8017,80	8067,01	7967	0,28	0,64	1,26
7/9/2022 5:00	895	8028,16	8054,39	8098,71	7967	0,77	1,10	1,65
7/9/2022 5:10	896	8016,59	8039,66	8087,75	7967	0,62	0,91	1,52
7/9/2022 5:20	897	7998,13	8011,40	8061,23	7967	0,39	0,56	1,18
7/9/2022 5:30	898	7975,63	8001,27	8047,60	7967	0,11	0,43	1,01
7/9/2022 5:40	899	7989,71	8011,90	8062,21	7967	0,29	0,56	1,19
7/9/2022 5:50	900	7998,42	8011,39	8071,60	7967	0,39	0,56	1,31
7/9/2022 6:00	901	8006,97	8023,17	8072,34	7967	0,50	0,70	1,32
7/9/2022 6:10	902	7994,15	8014,00	8064,11	7967	0,34	0,59	1,22
7/9/2022 6:20	903	7985,39	8010,76	8074,81	7967	0,23	0,55	1,35
7/9/2022 6:30	904	8002,69	8024,74	8079,78	7967	0,45	0,72	1,42
7/9/2022 6:40	905	7968,09	7990,65	8043,57	7967	0,01	0,30	0,96
7/9/2022 6:50	906	7951,81	7978,19	8032,50	7967	-0,19	0,14	0,82
7/9/2022 7:00	907	7960,44	7985,31	8022,26	7967	-0,08	0,23	0,69
7/9/2022 7:10	908	7951,93	7979,82	8022,70	7967	-0,19	0,16	0,70
7/9/2022 7:20	909	7936,71	7961,93	8007,07	7967	-0,38	-0,06	0,50
7/9/2022 7:30	910	7937,05	7962,18	8007,53	7967	-0,38	-0,06	0,51
7/9/2022 7:40	911	7946,79	7980,67	8023,12	7967	-0,25	0,17	0,70
7/9/2022 7:50	912	7951,54	7984,43	8026,28	7967	-0,19	0,22	0,74
7/9/2022 8:00	913	7949,76	7975,18	8016,18	7967	-0,22	0,10	0,62
7/9/2022 8:10	914	7947,36	7977,39	8022,94	7967	-0,25	0,13	0,70
7/9/2022 8:20	915	7947,71	7990,22	8027,43	7967	-0,24	0,29	0,76
7/9/2022 8:30	916	7964,39	7991,28	8033,58	7967	-0,03	0,30	0,84
7/9/2022 8:40	917	7969,50	7997,09	8041,66	7967	0,03	0,38	0,94
7/9/2022 8:50	918	7970,03	7991,32	8040,14	7967	0,04	0,31	0,92
7/9/2022 9:00	919	7963,19	7986,28	8041,71	7967	-0,05	0,24	0,94
7/9/2022 9:10	920	7964,42	7983,56	8037,11	7967	-0,03	0,21	0,88
7/9/2022 9:20	921	7963,46	7983,58	8036,95	7967	-0,04	0,21	0,88
7/9/2022 9:30	922	7969,64	7991,48	8045,62	7967	0,03	0,31	0,99

7/9/2022 9:40	923	7990,77	8000,64	8062,69	7967	0,30	0,42	1,20
7/9/2022 9:50	924	7986,61	8001,86	8048,11	7967	0,25	0,44	1,02
7/9/2022 10:00	925	7982,42	8002,30	8057,39	7967	0,19	0,44	1,13
7/9/2022 10:10	926	7991,25	8008,49	8048,82	7967	0,30	0,52	1,03
7/9/2022 10:20	927	8005,34	8011,73	8065,08	7967	0,48	0,56	1,23
7/9/2022 10:30	928	7990,51	8012,28	8052,63	7967	0,30	0,57	1,07
7/9/2022 10:40	929	7994,89	8020,89	8062,58	7967	0,35	0,68	1,20
7/9/2022 10:50	930	7996,50	8008,19	8058,34	7967	0,37	0,52	1,15
7/9/2022 11:00	931	8000,49	8022,39	8067,36	7967	0,42	0,70	1,26
7/9/2022 11:10	932	7984,06	8010,00	8057,82	7967	0,21	0,54	1,14
7/9/2022 11:20	933	8000,68	8036,06	8065,13	7967	0,42	0,87	1,23
7/9/2022 11:30	934	8001,18	8029,89	8066,40	7967	0,43	0,79	1,25
7/9/2022 11:40	935	7972,76	7997,61	8044,01	7967	0,07	0,38	0,97
7/9/2022 11:50	936	7876,80	7909,98	7963,08	7967	-1,13	-0,72	-0,05
7/9/2022 12:00	937	7824,22	7871,58	7923,81	7967	-1,79	-1,20	-0,54
7/9/2022 12:10	938	7842,33	7895,83	7938,30	7967	-1,56	-0,89	-0,36
7/9/2022 12:20	939	7850,01	7905,87	7945,18	7967	-1,47	-0,77	-0,27
7/9/2022 12:30	940	7869,40	7912,93	7962,99	7967	-1,23	-0,68	-0,05
7/9/2022 12:40	941	7880,52	7933,62	7976,27	7967	-1,09	-0,42	0,12
7/9/2022 12:50	942	7870,00	7930,21	7969,28	7967	-1,22	-0,46	0,03
7/9/2022 13:00	943	7860,23	7918,91	7959,44	7967	-1,34	-0,60	-0,09
7/9/2022 13:10	944	7848,34	7903,97	7945,58	7967	-1,49	-0,79	-0,27
7/9/2022 13:20	945	7855,04	7903,88	7954,94	7967	-1,41	-0,79	-0,15
7/9/2022 13:30	946	7872,70	7933,93	7973,67	7967	-1,18	-0,42	0,08
7/9/2022 13:40	947	7900,68	7947,75	7980,67	7967	-0,83	-0,24	0,17
7/9/2022 13:50	948	7906,21	7960,30	7995,95	7967	-0,76	-0,08	0,36
7/9/2022 14:00	949	7880,95	7936,29	7970,98	7967	-1,08	-0,39	0,05
7/9/2022 14:10	950	7889,32	7937,13	7974,91	7967	-0,98	-0,37	0,10
7/9/2022 14:20	951	7908,42	7970,17	7998,05	7967	-0,74	0,04	0,39
7/9/2022 14:30	952	7920,30	7977,00	8006,58	7967	-0,59	0,13	0,50
7/9/2022 14:40	953	7909,30	7965,31	7995,72	7967	-0,72	-0,02	0,36
7/9/2022 14:50	954	7903,85	7961,13	7998,90	7967	-0,79	-0,07	0,40
7/9/2022 15:00	955	7899,41	7956,89	7989,38	7967	-0,85	-0,13	0,28
7/9/2022 15:10	956	7911,61	7970,64	7995,86	7967	-0,70	0,05	0,36
7/9/2022 15:20	957	7900,41	7948,13	7985,17	7967	-0,84	-0,24	0,23
7/9/2022 15:30	958	7927,91	7973,69	8008,97	7967	-0,49	0,08	0,53
7/9/2022 15:40	959	7936,20	7974,06	8007,50	7967	-0,39	0,09	0,51
7/9/2022 15:50	960	7953,10	7986,02	8023,46	7967	-0,17	0,24	0,71
7/9/2022 16:00	961	7958,88	7996,49	8026,11	7967	-0,10	0,37	0,74
7/9/2022 16:10	962	7950,86	7989,34	8019,97	7967	-0,20	0,28	0,66
7/9/2022 16:20	963	7908,75	7958,47	7983,94	7967	-0,73	-0,11	0,21
7/9/2022 16:30	964	7908,94	7956,13	7981,79	7967	-0,73	-0,14	0,19
7/9/2022 16:40	965	7906,21	7946,41	7973,61	7967	-0,76	-0,26	0,08
7/9/2022 16:50	966	7919,36	7958,27	7990,54	7967	-0,60	-0,11	0,30
7/9/2022 17:00	967	7928,88	7978,26	8005,21	7967	-0,48	0,14	0,48
7/9/2022 17:10	968	7929,12	7978,77	8000,20	7967	-0,48	0,15	0,42
7/9/2022 17:20	969	7942,90	7987,88	8012,21	7967	-0,30	0,26	0,57
7/9/2022 17:30	970	7933,50	7981,16	8007,16	7967	-0,42	0,18	0,50
7/9/2022 17:40	971	7941,27	7983,73	8012,13	7967	-0,32	0,21	0,57
7/9/2022 17:50	972	7951,28	7992,73	8020,62	7967	-0,20	0,32	0,67
7/9/2022 18:00	973	7943,08	7992,39	8016,07	7967	-0,30	0,32	0,62
7/9/2022 18:10	974	7925,68	7966,24	7995,83	7967	-0,52	-0,01	0,36
7/9/2022 18:20	975	7922,78	7963,71	7987,01	7967	-0,56	-0,04	0,25
7/9/2022 18:30	976	7920,03	7967,79	7991,21	7967	-0,59	0,01	0,30
7/9/2022 18:40	977	7898,39	7945,92	7983,36	7967	-0,86	-0,26	0,21
7/9/2022 18:50	978	7900,60	7951,76	7980,39	7967	-0,83	-0,19	0,17
7/9/2022 19:00	979	7918,80	7956,63	7985,82	7967	-0,60	-0,13	0,24
7/9/2022 19:10	980	7909,60	7950,70	7976,48	7967	-0,72	-0,20	0,12
7/9/2022 19:20	981	7901,30	7946,54	7966,60	7967	-0,82	-0,26	0,00
7/9/2022 19:30	982	7911,28	7954,65	7978,07	7967	-0,70	-0,16	0,14
7/9/2022 19:40	983	7991,42	8036,75	8060,99	7967	0,31	0,88	1,18
7/9/2022 19:50	984	8031,02	8064,54	8102,87	7967	0,80	1,22	1,71
7/9/2022 20:00	985	8030,45	8062,75	8099,99	7967	0,80	1,20	1,67
7/9/2022 20:10	986	8024,05	8075,21	8101,21	7967	0,72	1,36	1,68
7/9/2022 20:20	987	8015,75	8054,54	8084,87	7967	0,61	1,10	1,48
7/9/2022 20:30	988	8023,72	8054,56	8087,42	7967	0,71	1,10	1,51
7/9/2022 20:40	989	8008,64	8042,34	8076,98	7967	0,52	0,95	1,38
7/9/2022 20:50	990	7984,03	8011,28	8057,90	7967	0,21	0,56	1,14
7/9/2022 21:00	991	7983,33	8027,79	8059,04	7967	0,20	0,76	1,16
7/9/2022 21:10	992	7961,67	7999,32	8025,79	7967	-0,07	0,41	0,74
7/9/2022 21:20	993	7953,64	7985,99	8025,54	7967	-0,17	0,24	0,73

7/9/2022 21:30	994	7938,68	7973,37	8017,17	7967	-0,36	0,08	0,63
7/9/2022 21:40	995	7931,64	7970,00	8012,34	7967	-0,44	0,04	0,57
7/9/2022 21:50	996	7928,87	7958,08	8003,83	7967	-0,48	-0,11	0,46
7/9/2022 22:00	997	7909,70	7944,56	7991,14	7967	-0,72	-0,28	0,30
7/9/2022 22:10	998	7919,94	7960,06	8004,45	7967	-0,59	-0,09	0,47
7/9/2022 22:20	999	7925,41	7957,18	8002,72	7967	-0,52	-0,12	0,45
7/9/2022 22:30	1000	7928,98	7961,67	8003,48	7967	-0,48	-0,07	0,46
7/9/2022 22:40	1001	7908,69	7949,43	7984,14	7967	-0,73	-0,22	0,22
7/9/2022 22:50	1002	7948,15	7981,49	8027,17	7967	-0,24	0,18	0,76
7/9/2022 23:00	1003	7938,49	7976,68	8010,55	7967	-0,36	0,12	0,55
7/9/2022 23:10	1004	7967,10	7987,18	8031,82	7967	0,00	0,25	0,81
7/9/2022 23:20	1005	7951,60	7975,65	8024,07	7967	-0,19	0,11	0,72
7/9/2022 23:30	1006	7938,89	7968,63	8016,15	7967	-0,35	0,02	0,62
7/9/2022 23:40	1007	7939,68	7969,60	8023,33	7967	-0,34	0,03	0,71
7/9/2022 23:50	1008	7966,49	7987,83	8035,41	7967	-0,01	0,26	0,86
8/9/2022 0:00	1009	7966,48	7981,32	8031,20	7967	-0,01	0,18	0,81
8/9/2022 0:10	1010	7964,86	7987,80	8045,09	7967	-0,03	0,26	0,98
8/9/2022 0:20	1011	7964,32	7990,28	8032,54	7967	-0,03	0,29	0,82
8/9/2022 0:30	1012	7967,46	7992,53	8043,79	7967	0,01	0,32	0,96
8/9/2022 0:40	1013	7971,17	7992,35	8043,49	7967	0,05	0,32	0,96
8/9/2022 0:50	1014	7969,06	7992,03	8037,52	7967	0,03	0,31	0,89
8/9/2022 1:00	1015	7969,59	7994,40	8052,02	7967	0,03	0,34	1,07
8/9/2022 1:10	1016	7967,93	7991,35	8047,53	7967	0,01	0,31	1,01
8/9/2022 1:20	1017	7976,36	8003,74	8048,59	7967	0,12	0,46	1,02
8/9/2022 1:30	1018	7965,70	7993,96	8044,26	7967	-0,02	0,34	0,97
8/9/2022 1:40	1019	7980,11	8007,29	8059,97	7967	0,16	0,51	1,17
8/9/2022 1:50	1020	7967,65	7994,50	8041,32	7967	0,01	0,35	0,93
8/9/2022 2:00	1021	7973,16	8003,26	8052,42	7967	0,08	0,46	1,07
8/9/2022 2:10	1022	7954,77	7987,57	8030,38	7967	-0,15	0,26	0,80
8/9/2022 2:20	1023	7957,93	7987,75	8029,98	7967	-0,11	0,26	0,79
8/9/2022 2:30	1024	7951,10	7989,78	8025,06	7967	-0,20	0,29	0,73
8/9/2022 2:40	1025	7944,21	7975,16	8028,45	7967	-0,29	0,10	0,77
8/9/2022 2:50	1026	7966,79	7990,80	8037,28	7967	0,00	0,30	0,88
8/9/2022 3:00	1027	7956,04	8002,05	8025,28	7967	-0,14	0,44	0,73
8/9/2022 3:10	1028	7955,87	7991,84	8025,28	7967	-0,14	0,31	0,73
8/9/2022 3:20	1029	7951,05	7987,02	8027,49	7967	-0,20	0,25	0,76
8/9/2022 3:30	1030	7950,25	7991,68	8029,27	7967	-0,21	0,31	0,78
8/9/2022 3:40	1031	7903,19	7942,87	7987,70	7967	-0,80	-0,30	0,26
8/9/2022 3:50	1032	7806,01	7859,36	7910,25	7967	-2,02	-1,35	-0,71
8/9/2022 4:00	1033	7795,56	7850,13	7896,90	7967	-2,15	-1,47	-0,88
8/9/2022 4:10	1034	7775,44	7831,69	7876,13	7967	-2,40	-1,70	-1,14
8/9/2022 4:20	1035	7762,48	7822,35	7867,34	7967	-2,57	-1,82	-1,25
8/9/2022 4:30	1036	7762,15	7822,41	7873,03	7967	-2,57	-1,81	-1,18
8/9/2022 4:40	1037	7770,48	7827,50	7876,12	7967	-2,47	-1,75	-1,14
8/9/2022 4:50	1038	7780,59	7845,42	7885,14	7967	-2,34	-1,53	-1,03
8/9/2022 5:00	1039	7788,37	7850,28	7899,13	7967	-2,24	-1,47	-0,85
8/9/2022 5:10	1040	7800,86	7857,04	7898,67	7967	-2,09	-1,38	-0,86
8/9/2022 5:20	1041	7804,60	7869,87	7904,05	7967	-2,04	-1,22	-0,79
8/9/2022 5:30	1042	7822,22	7885,65	7924,62	7967	-1,82	-1,02	-0,53
8/9/2022 5:40	1043	7840,08	7900,49	7939,39	7967	-1,59	-0,83	-0,35
8/9/2022 5:50	1044	7853,11	7910,00	7945,39	7967	-1,43	-0,72	-0,27
8/9/2022 6:00	1045	7875,37	7935,98	7970,78	7967	-1,15	-0,39	0,05
8/9/2022 6:10	1046	7871,04	7932,00	7963,01	7967	-1,20	-0,44	-0,05
8/9/2022 6:20	1047	7902,41	7960,72	7995,80	7967	-0,81	-0,08	0,36
8/9/2022 6:30	1048	7905,75	7958,50	7989,66	7967	-0,77	-0,11	0,28
8/9/2022 6:40	1049	7922,65	7977,75	8008,45	7967	-0,56	0,13	0,52
8/9/2022 6:50	1050	7903,77	7965,20	7997,15	7967	-0,79	-0,02	0,38
8/9/2022 7:00	1051	7915,30	7967,03	8003,79	7967	-0,65	0,00	0,46
8/9/2022 7:10	1052	7931,32	7975,72	8011,94	7967	-0,45	0,11	0,56
8/9/2022 7:20	1053	7943,83	8000,63	8029,43	7967	-0,29	0,42	0,78
8/9/2022 7:30	1054	7964,75	8010,49	8049,27	7967	-0,03	0,55	1,03
8/9/2022 7:40	1055	7959,23	7999,59	8026,75	7967	-0,10	0,41	0,75
8/9/2022 7:50	1056	7920,50	7964,98	7985,37	7967	-0,58	-0,03	0,23
8/9/2022 8:00	1057	7917,29	7959,37	7984,82	7967	-0,62	-0,10	0,22
8/9/2022 8:10	1058	7906,59	7956,16	7979,28	7967	-0,76	-0,14	0,15
8/9/2022 8:20	1059	7938,59	7975,94	7997,02	7967	-0,36	0,11	0,38
8/9/2022 8:30	1060	7928,88	7980,88	8005,69	7967	-0,48	0,17	0,49
8/9/2022 8:40	1061	7941,88	7980,43	8009,92	7967	-0,32	0,17	0,54
8/9/2022 8:50	1062	7936,86	7985,32	8010,32	7967	-0,38	0,23	0,54
8/9/2022 9:00	1063	7944,62	7987,68	8011,93	7967	-0,28	0,26	0,56
8/9/2022 9:10	1064	7946,18	7992,83	8016,38	7967	-0,26	0,32	0,62

8/9/2022 9:20	1065	7943,56	7990,05	8016,54	7967	-0,29	0,29	0,62
8/9/2022 9:30	1066	7954,26	7994,33	8020,62	7967	-0,16	0,34	0,67
8/9/2022 9:40	1067	7942,79	7989,83	8014,67	7967	-0,30	0,29	0,60
8/9/2022 9:50	1068	7941,42	7983,05	8006,69	7967	-0,32	0,20	0,50
8/9/2022 10:00	1069	7949,98	7991,28	8021,54	7967	-0,21	0,30	0,68
8/9/2022 10:10	1070	7946,31	7994,55	8020,82	7967	-0,26	0,35	0,68
8/9/2022 10:20	1071	7946,31	7992,49	8024,82	7967	-0,26	0,32	0,73
8/9/2022 10:30	1072	7941,20	7986,14	8019,77	7967	-0,32	0,24	0,66
8/9/2022 10:40	1073	7927,93	7968,96	8010,23	7967	-0,49	0,02	0,54
8/9/2022 10:50	1074	7917,11	7950,26	7991,61	7967	-0,63	-0,21	0,31
8/9/2022 11:00	1075	7909,46	7944,45	7992,58	7967	-0,72	-0,28	0,32
8/9/2022 11:10	1076	7892,53	7925,97	7979,71	7967	-0,93	-0,52	0,16
8/9/2022 11:20	1077	7856,61	7891,36	7947,15	7967	-1,39	-0,95	-0,25
8/9/2022 11:30	1078	7868,77	7854,16	7946,18	7967	-1,23	-1,42	-0,26

Fuente: Autor.

**Anexo 29.** Límites para el índice de nivel de tensión - regulación ARCERNNR - 002/20.

<b>Nivel de Tensión</b>	<b>Rango tolerable</b>
Alta Tensión (Grupo 1 y 2)	$\pm 5.0 \%$
Media Tensión	$\pm 6.0 \%$
Baja Tensión	$\pm 8.0 \%$

Fuente: [34]

**Anexo 30.** Límites máximos de armónicos de tensión (% de tensión nominal) - regulación ARCERNNR - 002/20.

<b>Nivel de tensión</b>	<b>Factor de distorsión armónica individual (%)</b>	<b>THD (%)</b>
Baja Tensión	5.0	8.0
Media Tensión	3.0	5.0
Alta tensión (Grupo 1)	1.5	2.5
Alta tensión (Grupo 2)	1.0	1.5

Fuente: [34]

**Anexo 31.** Clasificación de los alimentadores - regulación ARCERNNR - 002/20.

<b>Tipo de alimentador</b>	<b>Valor (<math>kVA/km</math>)</b>
Baja densidad	$TA < 50$
Alta densidad	$TA \geq 50$

Fuente: [34]



**Anexo 32.** Datos extraídos de THD del analizador.

Volts THD A	Volts THD B	Volts THD C
2,01	2,16	2,23
2,28	2,15	2,24
2,54	2,07	2,4
2,63	2,17	2,56
2,76	2,31	2,68
2,89	2,3	2,74
2,83	2,39	2,88
2,74	2,54	2,92
2,84	2,51	2,94
2,87	2,38	2,94
2,82	2,51	2,93
2,74	2,5	2,91
2,8	2,54	2,81
2,67	2,44	2,87
2,57	2,48	2,76
2,63	2,42	2,65
2,46	2,29	2,62
2,6	2,25	2,58
2,43	2,23	2,58
2,47	2,16	2,51
2,3	2,05	2,46
2,27	2,04	2,41
2,28	1,92	2,45
2,17	1,91	2,34
2,17	1,85	2,32
1,93	1,76	2,26
1,98	1,69	2,05
2,02	1,9	2,09
1,94	1,74	2,1
2,01	1,82	2,04
1,94	1,73	2,04
1,91	1,75	2
1,87	1,73	1,96
1,93	1,67	1,99
1,89	1,69	2,04
1,92	1,72	1,98
1,87	1,68	1,99
1,82	1,74	2
1,76	1,73	1,98
1,75	1,72	1,95
1,77	1,65	1,96
1,67	1,6	2
1,79	1,66	1,89
1,75	1,53	1,98
1,78	1,6	2,01
1,69	1,59	2
1,73	1,53	1,96
1,71	1,57	1,89
1,74	1,56	1,91
1,74	1,54	1,93
1,7	1,58	1,89
1,78	1,55	1,91
1,74	1,52	1,98
1,74	1,64	1,86
1,74	1,51	1,98
1,67	1,64	1,95
1,75	1,59	1,95
1,76	1,6	1,97
1,63	1,64	1,96

1,69	1,6	1,99
1,71	1,57	1,95
1,64	1,52	1,91
1,65	1,56	1,83
1,73	1,53	1,89
1,65	1,55	2,03
1,72	1,61	2,02
1,86	1,59	1,95
1,89	1,6	2,05
2,02	1,63	2,09
2,08	1,71	2,15
2,13	1,91	2,09
1,85	1,84	2,13
1,64	1,85	1,98
1,58	1,82	1,86
1,58	1,69	1,82
1,54	1,6	1,85
1,52	1,62	1,82
1,54	1,56	1,84
1,51	1,61	1,87
1,51	1,61	1,79
1,47	1,57	1,82
1,55	1,63	1,78
1,56	1,51	1,89
1,47	1,66	1,93
1,6	1,68	1,83
1,66	1,59	1,92
1,72	1,64	1,98
1,66	1,69	2,03
1,74	1,71	2,03
1,83	1,7	2
1,74	1,75	2,07
1,84	1,87	1,99
1,89	1,76	2,08
1,81	1,87	2,14
1,78	1,86	2
1,84	1,68	2
1,92	1,71	2,02
1,91	1,73	2,11
1,84	1,86	2,11
1,85	1,83	2,05
1,86	1,76	2,08
1,86	1,82	2,06
1,85	1,75	2,07
1,81	1,75	2,05
1,83	1,72	2,03
1,88	1,73	2,04
1,9	1,75	2,11
1,83	1,85	2,04
1,82	1,83	2,01
1,92	1,77	2,02
1,95	1,8	2,13
1,98	1,83	2,14
1,97	1,91	2,18
2,05	1,92	2,19
2,04	1,89	2,23
1,97	1,97	2,24
2,12	1,94	2,15
1,97	1,89	2,32
1,99	2,02	2,18

2,01	1,89	2,18
2,06	1,89	2,22
1,95	1,98	2,23
2,1	1,98	2,18
2,19	1,87	2,27
2,1	1,99	2,36
2,03	2,09	2,24
2,06	1,96	2,17
2,13	1,95	2,24
2,07	1,97	2,3
2,09	2,03	2,22
2,05	1,96	2,24
2,04	1,97	2,2
2,07	1,95	2,16
2,03	1,93	2,2
2,11	1,97	2,17
2,13	1,93	2,24
2,18	1,99	2,28
5,77	2,01	2,35
5,76	1,57	1,78
5,65	1,71	1,98
5,57	1,77	1,92
5,34	1,78	1,98
5,27	1,76	1,95
5,09	1,78	2
4,94	1,76	1,97
4,98	1,71	1,97
4,97	1,7	1,93
4,9	1,7	1,95
4,86	1,76	2,02
4,77	1,79	2,06
4,55	1,75	1,97
4,57	1,74	1,99
4,54	1,78	2,04
4,48	1,84	2,06
4,44	1,82	2,04
4,41	1,8	2,03
4,33	1,81	2,06
4,28	1,86	2,02
4,22	1,78	1,97
4,22	1,85	2,05
4,17	1,85	2,08
4,11	1,8	2,03
4,13	1,78	1,98
4,01	1,74	1,96
4,04	1,7	1,95
3,99	1,78	1,99
4,06	1,83	2,07
4,05	1,85	2,07
4,04	1,74	1,96
4,03	1,69	1,93
4	1,78	2,04
4,13	1,68	1,94
4,09	1,66	1,96
4,03	1,75	2,1
3,98	1,72	1,99
3,99	1,72	1,97
3,93	1,68	1,96
4,02	1,6	1,92
3,98	1,63	1,93

3,89	1,76	2,04
3,85	1,76	2,03
3,76	1,9	2,41
3,88	2,03	2,68
3,84	2,08	2,78
3,77	2,26	2,95
3,84	2,26	2,92
4	2,3	2,92
3,86	2,28	3
3,87	2,34	3,08
3,93	2,3	3,02
3,9	2,37	3,04
3,93	2,34	3,09
4,02	2,28	3,02
4,12	2,26	2,93
4,2	2,27	2,85
4,41	2,16	2,87
4,35	2,21	2,88
4,5	2,03	2,69
4,41	2,04	2,62
3,05	2,06	2,61
2,69	2	2,62
2,8	2,05	2,59
2,71	1,94	2,49
2,65	1,99	2,55
2,52	1,9	2,43
2,86	1,88	2,42
2,75	1,91	2,43
2,67	1,87	2,45
2,59	1,91	2,44
2,67	1,81	2,3
2,53	1,79	2,3
2,55	1,72	2,27
2,65	1,72	2,32
2,76	1,73	2,26
2,71	1,65	2,19
2,68	1,7	2,23
2,76	1,61	2,16
2,81	1,67	2,21
2,85	1,61	2,17
2,66	1,67	2,22
2,66	1,61	2,21
2,6	1,61	2,22
2,6	1,6	2,18
2,58	1,53	2,14
2,68	1,59	2,17
2,56	1,6	2,23
2,58	1,59	2,2
2,42	1,56	2,19
2,44	1,6	2,19
2,49	1,51	2,16
2,56	1,57	2,23
2,54	1,58	2,21
2,68	1,63	2,22
2,66	1,58	2,13
2,64	1,58	2,19
2,64	1,54	2,2
2,72	1,57	2,25
2,82	1,57	2,2
2,85	1,56	2,13

2,79	1,62	2,28
2,85	1,56	2,2
2,88	1,54	2,09
2,87	1,56	2,19
2,77	1,52	2,09
3,02	1,61	2,19
3,01	1,54	2,19
2,78	1,65	2,22
2,87	1,64	2,25
2,82	1,66	2,23
2,89	1,59	2,21
2,79	1,63	2,29
2,8	1,59	2,17
2,76	1,51	1,9
2,7	1,45	1,73
2,84	1,5	1,82
2,82	1,42	1,8
2,77	1,39	1,77
2,85	1,4	1,77
2,84	1,33	1,67
2,87	1,33	1,67
2,89	1,55	1,97
2,8	1,6	2,01
2,88	1,62	1,97
2,79	1,62	1,97
2,75	1,58	1,92
2,71	1,62	1,94
2,71	1,54	1,9
2,72	1,43	1,77
2,8	1,67	2
2,92	1,62	1,94
2,75	1,68	1,99
3,76	1,57	1,86
4,77	1,56	1,87
5,13	1,54	1,86
5,28	1,73	1,99
5,26	1,66	1,97
5,31	1,69	1,91
5,47	1,6	1,89
5,45	2,45	2,45
5,32	3,32	2,32
5,45	3,52	2,75
5,37	3,55	3,37
5,43	4,25	3,43
5,49	4,23	3,49
5,28	4,25	3,28
5,09	4,75	4,09
4,86	4,83	4,8
4,86	4,8	4,79
4,78	4,66	4,66
4,68	4,55	4,52
4,64	4,14	4,32
4,46	4,23	4,26
4,42	4,73	4,36
4,38	4,23	4,63
4,32	4,74	4,1
4,24	4,19	4,39
4,23	5,23	5,69
4,2	4,2	5,23
4,12	4,12	5,26

Fuente: Autor.

### Anexo 33. Dimensionamiento de un filtro activo.

#### DIMENSIONAMIENTO DE UN FILTRO ACTIVO

Para dimensionar el filtro, se debe encontrar la corriente del filtro mediante la siguiente expresión:

$$I_{\text{filtro}} = \sqrt{I_r^2 + I_h^2}$$

Donde:

$I_r$ : Corriente reactiva

$I_h$ : Corriente del componente armónico

- La corriente armónica interpretada por  $I_h$  es evaluada por:

$$I_h = \frac{I}{\sqrt{\frac{1}{THDI^2} + 1}}$$

Donde:

$I$ : Corriente de evaluación.

$THDI$ : Alteración armónica total de corriente.

- La corriente reactiva a mejorar expresada por  $I_r$ , es analizada por:

$$I_r = \frac{Q}{V * (\text{sen}\varphi)}$$

Donde:

$I_r$ : Corriente reactiva a mejorar

$Q$ : Potencia reactiva

Fuente: [38]

<b>ESPECIFICACIONES FILTRO ARMÓNICO ACTIVO DE MEDIA TENSIÓN (HOTEAM HTQF M)</b>	
<b>Parámetros generales:</b>	
Voltaje nominal	3kV - 35kV
Tolerancia de voltaje	120%
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Capacidad de un solo juego	Hasta 20 Mvar
Capacidad de filtrado de armónicos	Toda la capacidad se puede utilizar para el filtrado de armónicos
Fuente de alimentación de control	380VAC, 3PH; 220VDC (110VDC opcional)
<b>Actuación:</b>	
Capacidad de compensación de armónicos	Cumplir con la limitación IEEE519
Espectro armónico	2do a 50th armónicos
Compensación de armónicos selectiva	Los armónicos 2 al 50 se pueden seleccionar todos individualmente, y el grado de filtrado de cada orden se puede configurar individualmente
Tiempo de respuesta	5ms
Factor de potencia objetivo	≥0.95
Pérdida de potencia	≤1%
Modo de trabajo	Armónico primero, solo armónico, factor de potencia constante, var constante, voltaje constante, control de condensador fijo (opcional)
Patente anti-resonancia	CN101924368A
<b>Diseño del módulo de potencia:</b>	
Topología del circuito primario	Convertidor modular multinivel (MMC)
Topología del módulo de potencia	Inversor de puente H con IGBT
Diseño modular de energía	Sí, todos los módulos son iguales e intercambiables
<b>Diseño del sistema de control:</b>	
Procesador	FPGA+DSP+ARM
Comunicación interna	Fibra óptica
E / S de entrada	Analógico: 8 canales, 4 - 20 mA

	Analógico: 8 canales, 4 - 20 mA
E / S de salida	Analógico: ampliable Analógico: ampliable
HMI	Pantalla táctil TFT de color verdadero de 10 pulgadas
Idioma	Inglés, español, italiano, polaco
Interface de comunicación	RS-485, Ethernet
Protocolo de comunicación	MODBUS, IEC104, IEC61850
Protecciones	Sobre corriente, falla de la unidad IGBT, sobretensión de entrada, subtensiones de entrada, falla del controlador, falla del módulo de alimentación, sobretensión del módulo de alimentación, sobre corriente del módulo de alimentación, sobrecalentamiento del módulo de alimentación, falla de comunicación del módulo de alimentación, etc.
<b>Recinto:</b>	
Clase de protección de caja	IP30 para instalación en interiores IP30 para instalación en interiores
Color	RAL7035 gris claro
Entrada de cable	Fondo
Tipo de enfriamiento	Refrigeración por aire forzado
<b>Entorno ambiental:</b>	
Temperatura de operación	-10-40 °C
Temperatura de almacenamiento	-40-85 °C
Humedad	Máximo 90% sin condensación
Altitud	2000 m (se permite una mayor altitud de operación con reducción)
Intensidad sísmica	8
Susceptibilidad EMC	IEC61000-4-2 nivel 4 IEC61000-4-2 nivel 4 IEC61000-4-2 nivel 4 IEC61000-4-2 nivel 4

Fuente: [38]



## 9. GLOSARIO

- **Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR):** Institución que recopila información estadística del sector eléctrico ecuatoriano, a través del sistema de datos del sector eléctrico (SISDAT), con el objetivo de entregar a las empresas, instituciones y público en general de dicho sector, información que permite cuantificar el desarrollo del sector eléctrico y reflejar sus estándares de calidad.
- **Corriente Alterna (C.A.):** Tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos.
- **Empresa Eléctrica de Riobamba (E.E.R.S.A.):** Empresa de distribución eléctrica de la provincia de Chimborazo, suministra energía eléctrica a la zona centro de Ecuador.
- **Equipo de Protección Personal (E.P.P.):** Son equipos, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades.
- **Factor de potencia (F.P.):** En un circuito de corriente alterna, se conoce como la razón entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S).
- **Field Programmable Gate Array (FPGA):** Se trata de un complejo circuito integrado digital programable, compuesto principalmente por bloques lógicos configurables (CLB) además de puertos de entrada/salida (IOB), cuya interconexión y funcionalidad puede ser programada mediante un lenguaje de descripción especializado.
- **Flexible AC Transmission Systems (FACTS):** Es un sistema compuesto por equipos estáticos, utilizados para la transmisión de energía eléctrica en corriente alterna.
- **Global Positioning System (GPS):** El sistema de posicionamiento global, es un sistema que permite a un dispositivo receptor localizar su propia posición sobre la Tierra, con una

precisión de hasta centímetros (si se utiliza un GPS diferencial), aunque lo común son unos pocos metros.

- **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):** El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la normalización y el desarrollo en áreas técnicas.
- **International Electrotechnical Commission (IEC):** La Comisión Electrotécnica Internacional, es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.
- **Lámpara fluorescente compacta (L.F.C.):** Es un tipo de lámpara que aprovecha la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes, para hacer lámparas de menor tamaño que puedan sustituir a las lámparas incandescentes con pocos cambios en la armadura de instalación y con menor consumo.
- **Point of Common Coupling (P.C.C.):** El punto de acoplamiento común, corresponde al lugar en que se interconectan el convertidor (carga no lineal) con los otros consumidores.
- **Pulse Width Modulation (P.W.M.):** La modulación por ancho de pulso, es una técnica que se usa para transmitir señales analógicas cuya señal portadora será digital. En esta técnica se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.
- **Regulador dual (DSP):** Es un regulador inteligente para controlar estrechamente el estado de la batería en dispositivos de control industrial. Lleva incorporado un microprocesador de altas prestaciones y un display LCD de 16x2 caracteres de alto contraste, que proporciona información en todo momento del estado de la instalación.

- **RMS:** (Root Mean Square) - Valor eficaz al valor cuadrático medio de una magnitud eléctrica.
- **Sistema Eléctrico de Potencia (S.E.P.):** Red de componentes eléctricos instalados para suministrar, transferir y usar energía eléctrica.
- **Static Var Compensator (SVC):** El compensador estático de reactivos, es un equipamiento eléctrico usado para brindar una compensación de energía reactiva de rápida acción, en redes de transmisión de alto voltaje.
- **Switch Mode Power Supply (S.M.P.S.):** Las fuentes de alimentación conmutadas, son dispositivos electrónicos que transforman energía eléctrica mediante transistores en conmutación.
- **Total Demand Distortion (T.D.D.):** La distorsión de demanda total, evalúa las intensidades armónicas que se producen entre el usuario y la fuente de alimentación, los valores de armónicos están basados en un punto de acoplamiento común (P.C.C.)
- **Total Harmonic Distortion (T.H.D.):** La tasa de distorsión armónica, es un parámetro que indica cuánta distorsión en tensión o corriente es causada por armónicos en la señal.
- **Voltage Source Converter (VSC):** Un convertidor de fuente de voltaje, se fundamenta en que la tensión de continua de un lado se convierta en alterna a la frecuencia fundamental del sistema en la otra, con magnitud y fase controlada.