



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA

OPCION TERMINAL

SISTEMAS ELECTRICOS DE PORTENCIA

PRESENTA

ING. MIGUEL ANGEL TEMOLTZIN CABALLERO

FECHA PRESENTACIÓN:

06/07/21

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN CALIDAD DE LA
ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS CIRCUITOS INDUSTRIALES
ATZ-5230, ATZ-5240 Y ATZ-5260 DE LA SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA ATLIHUETZIA**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERIA ELECTRICO**

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. GENARO CAMPOS CASTILLO

CODIRECTOR DE TESIS:

DR. MARTIN SALAZAR VILLANUEVA

ASESOR EXTERNO POR CFE

M. RODOLFO SUAREZ CRUZ

Agradecimientos

Esta tesis está dedicada a:

A mis papás Miguel Angel y Leticia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía, responsabilidad, liderazgo, perseverancia y amor por el estudio y por querer salir adelante, gracias a ustedes he llegado hasta aquí, ha sido un orgullo y un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos Carlos y Brenda por estar siempre presentes y acompañándome y por apoyo moral en todo momento.

A mi pareja Mariela por encontrarse siempre presente y acompañándome con apoyo moral y mucha paciencia para realizar esta etapa de mi vida

A mi jefe el M. Rodolfo Suarez Cruz, por motivarme a seguirme preparando ya que la clave del éxito es el conocimiento, y por darme la oportunidad de trabajar y estudiar sin descuidar mis ocupaciones en la empresa, por ser mi tutor de tesis y un gran ejemplo a seguir como mi jefe y como persona.



Al Maestro Campos y al Dr. Bautista porque desde la licenciatura siempre nos han alentado a ser los mejores, seguir siempre preparándonos y a dejar huella en todo lugar donde nos presentemos, siempre hacer cambios para bien.

A mi amigo Fernando Soriano que con su apoyo y conocimiento me alentó y apoyo para terminar esta presente tesis.

A todos mis amigos que nunca han dudado que todo esto pudiera ser posible.

Resumen

En este proyecto de tesis se realiza el análisis del comportamiento de tres circuitos industriales de la subestación eléctrica Atlahuetzia, ubicados en la Zona de Distribución Tlaxcala de la CFE, debido a que presentan cierta desviación en sus índices de calidad de la energía, así como en sus pérdidas de energía. Se puede argumentar que un sistema eléctrico de potencia tiene como finalidad producir energía eléctrica en los centros de generación (cualquier fuente de generación de energía ya sea renovable o no renovable), y transportarla hasta los centros de consumo (Industrias, ciudades, poblaciones y todo lo que ocupe energía eléctrica para realizar un proceso). Para poder llevar a cabo estas acciones, es necesario disponer de una capacidad de generación suficiente para entregarla con eficiencia, calidad y de una manera segura a un consumidor final. El logro de este objetivo requiere de complicados estudios y diseños, como son; la aplicación de normas nacionales e internacionales muy concretos, así como de una rigurosa planeación en una amplia variedad de conocimientos de Ingeniería Eléctrica para integrar tecnología de punta, además de un buen procedimiento de construcción e innovación en la infraestructura y la operación adecuada del sistema eléctrico con un mantenimiento riguroso y efectivo, que pueda garantizar el suministro del servicio de energía con un estándar de gran calidad. En el caso del proceso de distribución se deja claro que no ha recibido el mismo análisis y tratamiento en el pasado que el de la generación de energía, esto ha tomado más fuerza en los últimos 10 años, por lo cual se comprende aún más la importancia de cuidar y regular el sistema de distribución eléctrica en el Sistema Eléctrico Nacional, puesto que también es necesario darle la atención oportuna a lo largo del proceso, desde la planeación hasta la operación del mismo ya que es aquí donde la calidad del servicio se deteriora, presentándose el mayor nivel de pérdidas técnicas y es donde el sistema se hace vulnerable y queda expuesto a otras pérdidas no técnicas.



En la actualidad, las empresas dedicadas a la venta de energía eléctrica deben ser altamente competitivas, tanto en el área técnica como administrativa. A diferencia de años anteriores, el mercado energético exige que las empresas brinden un servicio de calidad-realmente confiable, con mínimas pérdidas y costos para tener una rentabilidad que les permita tener un crecimiento de una forma sostenible y planificada.

En este proyecto se realiza el estudio en un Sistema de Distribución de tres circuitos de Media Tensión (M.T.) con un voltaje de 34.5 kV de la Zona de Distribución Tlaxcala, estos circuitos son considerados industriales debido a que el mayor porcentaje de carga se encuentra regido por industrias, las cuales exigen valores óptimos de calidad de la energía para tener estabilidad en sus procesos y así garantizar su buen funcionamiento. Para el análisis de calidad se genera una base de datos con el fin de realizar un estudio de la calidad de la energía utilizando como base el comportamiento de tres circuitos industriales de la subestación eléctrica Atlihuetzia, en los meses de noviembre y diciembre 2018, enero, febrero y marzo abril, del 2019 para presentar una mejora en dichos circuitos y garantizar los estándares de calidad que se demandan, así mismo se realizará un balance de energía de enero a marzo del 2019 para analizar el comportamiento en cuestión a pérdidas técnicas y no técnicas y compararlos.



Abstract

This thesis project analyzes the behavior of three industrial circuits of the Atlahuetzia electrical substation, located at Tlaxcala Distribution area from “Comision Federal de Electricidad” (CFE), due to some deviation in their energy quality indexes and, as well as in their energy losses. It can be argued that an electrical power system aims to produce electrical energy in generation centers (any source of energy generation whether renewable or non-renewable), and transport it to consumption centers (industries, cities, towns and everything that takes electricity to perform a process). To be able to carry out these actions, it is necessary to have enough generation capacity to deliver it efficiently, quality and safely to a final consumer. The achievement of this goal requires complicated studies and designs, as they are; The application of very specific national and international standards, as well as rigorous planning in a wide variety of electrical engineering expertise to integrate state-of-the-art technology. In addition to a good construction procedure and innovation in the infrastructure and proper operation of the electrical system with rigorous and effective maintenance, which it can ensure the provision of energy service to a high quality standard. In the case of the distribution process it is clear that it has not received the same analysis and treatment in the past as the power generation. This has attracted the attention taken more strength in the last 10 years, so it is understood even more the importance of caring and regulating the electricity distribution system in the national electricity system, since it is also necessary to give timely attention throughout the process, from the planning up to the operation . Therefore here the quality of service is deteriorated, presenting the highest level of technical losses and is exhibited where the system becomes vulnerable and exposed to other non-technical losses.

Currently, companies dedicated to the sale of electricity must be highly competitive, both in the technical and administrative areas. Unlike previous years, the energy market requires companies to provide a truly reliable quality service, with minimal



losses and costs to have a profitability that allows them to have a sustainable and planned growth.

In this project the study is carried out in a distribution system of three medium voltage circuits (M.T.) with a voltage of 34.5 kV of the Tlaxcala Distribution Area, these circuits are considered industrial due to the fact that highest percentage of load is governed by industries, which require optimal values of energy quality to have stability in their processes and thus ensure their proper operation. For the quality analysis a database is generated in order to conduct a study of the quality of energy using as a basis the behavior of three industrial circuits of the Atlihuetzia electrical substation, in the months of November and December 2018, January, February and march April, 2019 to present an improvement in these circuits and ensure the quality standards that are required, In addition, an energy balance will be made from January to March 2019 to analyze the behavior in question to technical and non-technical losses and compare them.





Acrónimos

M. T.	Media Tensión
CFE	Comisión Federal de Electricidad
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
PQ	Power Quality.
IEM	Intervención Equipo de Medición
DO	Derivaciones Ocultas
SDSC	Servicios Directos sin Contrato
ATZ	Atlihuetzia
S.E	Subestación Eléctrica
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
ANC	Nombre referente de la S.E. Santa ana
B. T.	Baja Tensión
P.U.	Medida: Por Unidad para cálculos eléctricos.
RMS	Resultados promedio
DOF	Diario Oficial de la Federación
RNT	Redes Nacionales de Transmisión
RGD	Redes Nacionales de Distribución
E. P.	Energía Pérdida
E. R.	Energía Recibida
E. C.	Energía Consumida
E. E.	Energía Entregada
IEM	Intervención en equipos de medición.



DO Derivaciones Ocultas

SIMOCE Sistema de Monitoreo de Calidad de la Energía

Índice

Agradecimientos.....	2
Resumen	4
Abstract	6
Acrónimos	9
Índice.....	11
Índice de figuras	15
Índice de tablas.	18
Capítulo 1 Protocolo de investigación.....	20
1.2 Alcances y limitaciones del trabajo	28
1.3 Aportaciones a la tesis	28
1.4 Estructura de la tesis.....	29
Capítulo 2 Marco de referencia de calidad de la energía.....	31
2.1 Significado de calidad de la energía	31
2.2 ¿Qué es un estudio de Calidad de la energía?	32
2.3 Parámetros permisibles de la calidad de la energía.....	33
2.4 Recomendaciones técnico-operativas para solución y control para el proceso de distribución.	35
2.5 Requisitos de calidad de la energía que deben cumplir los clientes	37
Capítulo 3 Balance de energía.....	39
3.1 Balance de energía.	39
3.2 Balance de energía en un sistema de distribución.....	39



3.3	Conexiones directas sin contratos, líneas sobrecargadas y redes mal configuradas	41
3.4	Factor de utilización de los transformadores	43
3.5	¿Qué son los servicios de M.T. (Media Tensión)?	44
3.6	¿Qué son los servicios de B.T. (Baja Tensión)?	44
3.7	Método para realizar y garantizar el balance de energía	44
3.7.1	Método propuesto para generar la base de datos de los servicios de media tensión de los circuitos	49
Capítulo 4	Balance de energía de los tres circuitos industriales ATZ-5230, ATZ-5240 y ATZ-5260 de la Subestación eléctrica Atlihuetzia.	60
4.1	Balance de energía ATZ-5230.	60
4.1.1	Resultados del Balance de energía ATZ-5230.	71
4.1.2	Análisis del comportamiento de la energía de los servicios que se encuentran en el circuito ATZ-5230.	72
4.2	Balance de energía ATZ-5240.	74
4.2.1	Resultados del Balance de energía ATZ-5240.	84
4.2.2	Análisis del comportamiento de la energía de los servicios que se encuentran en el circuito ATZ-5240.	86
4.3	Balance de energía ATZ-5260.	88
4.3.1	Resultados del Balance de energía ATZ-5260.	97
4.3.2	Análisis del comportamiento de la energía de los servicios que se encuentran en el circuito ATZ-5260.	99
Capítulo 5	Comportamiento en Calidad de la energía de los tres circuitos industriales ATZ-5230, ATZ-5240 y ATZ-5260 de la Subestación eléctrica Atlihuetzia.	112



5.1	Comportamiento en Calidad de la energía del circuito ATZ-5230 “Santa Ana”	115
5.1.1	Comportamiento del voltaje del circuito ATZ-5230	116
5.1.2	Comportamiento de la demanda de energía activa del circuito ATZ-5230.	124
5.1.3	Comportamiento de la frecuencia del circuito ATZ-5230.....	125
5.1.4	Comportamiento de la distorsión armónica de tensión del circuito ATZ-5230.	128
5.2	Comportamiento del voltaje del circuito ATZ-5240.....	129
5.2.1	Comportamiento de la demanda de energía activa del circuito ATZ-5240.	138
5.2.2	Comportamiento de la frecuencia del circuito ATZ-5240.....	139
5.2.3	Comportamiento del factor de potencia del circuito ATZ-5240.....	140
5.2.4	Comportamiento del desbalance de tensión y desbalance de corriente del circuito ATZ-5240.....	141
5.3	Comportamiento del voltaje del circuito ATZ-5260.....	143
5.3.1	Comportamiento de la demanda de energía activa del circuito ATZ-5260.	151
5.3.2	Comportamiento de la frecuencia del circuito ATZ-5260.....	153
5.3.3	Comportamiento del factor de potencia del circuito ATZ-5260.....	153
5.3.4	Comportamiento del desbalance de tensión y desbalance de corriente del circuito ATZ-5260.....	154
Conclusión:.....		158





Índice de figuras

	Pagina
Figura 1.1 Ubicación de la Subestación Eléctrica ATZ.....	20
Figura 1.2 trayectoria del circuito ATZ-05230.....	21
Figura 1.3. Diagrama Unifilar del circuito ATZ-5230.....	21
Figura 1.4 Trayectoria del Circuito ATZ -05240.....	22
Figura 1.5 Diagrama Unifilar del circuito ATZ-5240.....	23
Figura 1.6. Trayectoria del Circuito ATZ -05260.....	24
Figura 1.7. Diagrama Unifilar del circuito ATZ-5260.....	24
Figura 3.1 Representación gráfica de proceso de pérdidas.....	37
Figura 3.2 Pequeña demostración de un porteo.....	45
Figura 3.3 Ejemplo de condiciones diferentes de circuito, equipos de seccionamiento y diferentes características a considerar de la ruta de algún circuito.....	47
Figura 3.4: Formato que se ocupa para realizar el recorrido en campo e identificar los servicios y sus posibles anomalías.....	48
Figura 3.5 Ejemplo visual de donde encontrar el número de identificación del medidor para registrar en el formato de campo mencionado en la figura 3.4.....	48
Figura 3.6 Ejemplo de programa para registrar las coordenadas de los servicios que se anotaran en el formato de campo de la figura 3.4.....	49
Figura 3.7 Descripción de las observaciones anotar en el formato de campo de la figura 3.4	49
Figura 3.8: Ejemplo de posible observación 1 tipo de medición con TC.....	50
Figura 3.9: Ejemplo de posible observación 2 de un TC sin sello, con alguna anomalía en la caja de control.....	50
Figura 3.10: Ejemplo de posible observación 3, placa de datos que especifica si el servicio pertenece a generación	



distribuida y las características de este.....	51
Figura 3.11 Ejemplo de posible observación 4, imagen de un TR de pedestal denotando que tiene su candado correcto el servicio.....	51
Figura 3.12 Ejemplo de posible observación 5, Transformador tipo poste con la medición en el bus de baja tensión.	52
Figura 3.13 Ejemplo de posible observación, Candado ajeno a CFE en nicho de medición.....	52
Figura 3.14 Ejemplo de posible observación 7, Base de medidor sin sello o sin candado y forzado en la posición del candado.....	53
Figura 3.15 Ejemplo final de cómo debe llenarse el formato de campo de la figura 3.4.....	53
Figura 3.17: Ejemplo de foto 2. Foto panorámica de un nicho de medición.....	54
Figura 3.18: Ejemplo de foto 3, foto panorámica del tipo de subestación del servicio, ya sea subestación particular tipo poste o tipo pedestal, o servicio medido con TC's en M.T.....	55
Figura 3.19: Ejemplo de foto 4, foto panorámica del servicio completo.....	55
Figura 4.1 Ruta del circuito con los servicios tarifa 68 y 78 marcados en rojo...	60
Figura 4.2 Analizando Cliente 223890101401.....	70
Figura 4.3 Servicio candidato factible para revisión circuito ATZ-5230	70
Figura 4.4 Ubicación de los servicios M.T. Circuito ATZ-5240.....	73
Figura 4.5 Analizando Cliente 224140801394.....	83
Figura 4.6 Analizando Cliente 224140801394.....	84
Figura 4.7 Analizando Cliente 231030202904.....	85
Figura 4.8 Ubicación de los servicios M.T. Circuito ATZ-5260.....	87
Figura 4.9 Analizando Cliente 224001001812.....	96
Figura 4.10 Analizando Cliente 224080510786.....	97
Figura 4.11 Analizando Cliente 224130701219.....	98
Figura 4.12 Analizando Cliente 224890101084.....	99
Figura 5.1 Muestreo de voltajes Oct – Dic 2018 ATZ-5230.....	104



Figura 5.2 Muestreo de voltajes ene – mar 2019 ATZ-5230.....	105
Figura 5.3 Muestreo de voltaje oct 2018 ATZ-5230.....	106
Figura 5.4 Muestreo de voltaje nov 2018 ATZ-5230.....	107
Figura 5.5 Muestreo de voltaje dic 2018 ATZ-5230.....	108
Figura 5.6 Muestreo de voltaje ene 2019 ATZ-5230.....	109
Figura 5.7 Muestreo de voltaje feb 2019 ATZ-5230	110
Figura 5.8 Muestreo de voltaje mar 2019 ATZ-5230.....	111
Figura 5.9 Muestreo de demanda de energía activa oct 2018 – mar 2019 ATZ-5230.....	112
Figura 5.10 Muestreo de frecuencia oct 2018 – mar 2019 ATZ-5230.....	113
Figura 5.11 Muestreo de F.P. oct 2018 – mar 2019 ATZ-5230.....	114
Figura 5.12 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 – mar 2019 ATZ-5230.....	115
Figura 5.13 Muestreo de desbalance de tensión oct 2018 – mar 2019 ATZ-5230	116
Figura 5.14 Muestreo de THD de tensión oct 2018 – mar 2019 ATZ-5230.....	117
Figura 5.15 Muestreo de voltajes Oct – Dic 2018 ATZ-5240.....	118
Figura 5.16 Muestreo de voltajes ene – mar 2019 ATZ-5240.....	119
Figura 5.17 Muestreo de voltaje oct 2018 ATZ-5240.....	120
Figura 5.18 Muestreo de voltaje nov 2018 ATZ-5240.....	121
Figura 5.19 Muestreo de voltaje dic 2018 ATZ-5240.....	122
Figura 5.20 Muestreo de voltaje ene 2019 ATZ-5240.....	123
Figura 5.21 Muestreo de voltaje feb 2019 ATZ-5240.....	124
Figura 5.22 Muestreo de demanda de energía activa oct 2018 – mar 2019 ATZ-5240.....	125
Figura 5.23 Muestreo de frecuencia oct 2018 – mar 2019 ATZ-5240.....	126
Figura 5.24 Muestreo de F.P. oct 2018 – mar 2019 ATZ-5240.....	127
Figura 5.25 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 – mar 2019 ATZ-5240.....	129
Figura 5.26 Muestreo de desbalance de tensión oct 2018 – mar 2019	

ATZ-5240.....	130
Figura 5.27 Muestreo de THD de tensión oct 2018 – mar 2019 ATZ-5240.....	131
Figura 5.28 Muestreo de voltajes Oct – Dic 2018 ATZ-5260.....	132
Figura 5.29 Muestreo de voltajes ene – mar 2019 ATZ-5260.....	132
Figura 5.30 Muestreo de voltaje oct 2018 ATZ-5260	133
Figura 5.31 Muestreo de voltaje nov 2018 ATZ-5260.....	135
Figura 5.32 Muestreo de voltaje dic 2018 ATZ-5260.....	136
Figura 5.33 Muestreo de voltaje ene 2019 ATZ-5260.....	137
Figura 5.34 Muestreo de voltaje feb 2019 ATZ-5260.....	138
Figura 5.35 Muestreo de voltaje mar 2019 ATZ-5260.....	139
Figura 5.36 Muestreo de demanda de energía activa oct 2018 – mar 2019 ATZ-5260.....	140
Figura 5.37 Muestreo de frecuencia oct 2018 – mar 2019 ATZ-5260.....	141
Figura 5.38 Muestreo de F.P. oct 2018 – mar 2019 ATZ-5260.....	142
Figura 5.39 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 – mar 2019 ATZ-5260.....	143
Figura 5.40 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 – mar 2019 ATZ-5260.....	
Figura 5.41 Muestreo de THD de tensión oct 2018 – mar 2019 ATZ-5260.....	144

Índice de tablas.

Tabla 1.- Valores típicos en nodos de media tensión.....	30
Tabla 2.- Valores típicos en nodos de alta tensión de 69 kV hasta 134 kV.....	31
Tabla 3.- Valores típicos en nodos de alta tensión de 164 kV hasta 400 kV.....	32
Tabla 4 Servicios más representativos del circuito ATZ –5230.....	35
Tabla 5 Comparación de los servicios de la Base del sistema HEBAEE ATZ –5230.....	61
Tabla 6 Demanda máxima 7681 KW Circuito AZT-5230.....	62
Tabla 7.- Servicios y diferentes tarifas de los usuarios Circuito ATZ-5230.....	63
Tabla 8.- Permisionarios del Circuito ATZ-5230.....	64



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Tabla 9.- Servicios de porteo tarifa 78 Circuito mes de febrero ATZ-5230.....	65
Tabla 10 Balance de Energía del circuito ATZ – 5230.....	68
Tabla 11.- Servicios más representativos del circuito ATZ – 5240.....	73
Tabla 12 Servicios y diferentes tarifas de los usuarios Circuito ATZ-5240.....	74
Tabla 13 Demanda máxima 9095 kW Circuito AZT-5240.....	75
Tabla 14.- Servicios mes de enero Circuito ATZ – 5240.....	76
Tabla 15.- Permisionarios del Circuito ATZ-5240.....	78
Tabla 16.- Servicios mes de marzo Circuito ATZ – 5240.....	79
Tabla 17.- Permisionarios del Circuito ATZ-5240 mes de marzo.....	80
Tabla 18 Balance de Energía del circuito ATZ – 5240.....	81
Tabla 19.- Servicios más representativos del circuito ATZ – 5260.....	86
Tabla 20 Servicios y diferentes tarifas de los usuarios Circuito ATZ-5260.....	88
Tabla 21 Demanda máxima 8359 kW Circuito AZT-5260.....	89
Tabla 22.- Servicios mes de enero Circuito ATZ -5260	90
Tabla 23.- Servicios mes de febrero Circuito ATZ -5260.....	92
Tabla 24.- Servicios mes de marzo Circuito ATZ -5260.....	93
Tabla 25 Balance de Energía del circuito ATZ – 5260.....	94
Tabla 26 Características de equipos de medición circuito ATZ – 5230.....	101
Tabla 27 Características de equipos de medición circuito ATZ – 5240.....	102
Tabla 28 Características de equipos de medición circuito ATZ – 5260	103

Capítulo 1 Protocolo de investigación

En México se cuenta con un sistema eléctrico nacional único, liderado por la CFE (Comisión Federal de Electricidad) una empresa productiva del estado y sus filiales que se encargan de la Generación, Transmisión y Distribución de la energía eléctrica. Se puede observar claramente en la actualidad que las empresas que se dedican a la venta de energía eléctrica tienen que ser altamente competitivas, eficientes, y tener la capacidad de suministrar energía eléctrica con altos estándares de calidad, todo debido a la reforma energética y la apertura de los nuevos mercados energéticos, la libre comercialización de energía, así como su generación.

Planteamiento del problema

La CFE ha venido trabajando en la reducción de las pérdidas de energía, así como en la mejora de sus estándares de calidad de la energía, las cuales pueden ser originadas por varias razones: conexiones directas sin contrato, líneas sobrecargadas, redes mal configuradas, transformadores de distribución con bajo factor de utilización, etc., que en conjunto producen una gran cantidad de pérdidas anuales.

En los últimos años la percepción del cliente, que se evidencia por el resultado de diversas encuestas practicadas, muestra que los atributos que se califican con mayor importancia son los que están relacionados primordialmente con las variaciones de tensión y con requerimientos que obedecen a problemas operativos en sus esquemas de control y protección; pasando a otra escala de importancia aquellos que están referidos a la continuidad del suministro [1]. Por lo que el mercado energético exige que las empresas en este caso la CFE (empresa única distribuidora de energía) brinde un servicio de calidad y realmente confiable, con

mínimos costos y pérdidas para tener una rentabilidad que permita tener un crecimiento de una forma sostenible y planificada.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el comportamiento del sistema de distribución de tres circuitos industriales; ATZ-05230, ATZ-05240 Y ATZ-05260 de la Subestación Eléctrica Atlihuetzia (ATZ) para encontrar áreas de oportunidad, ubicar pérdidas técnicas y no técnicas de los circuitos eléctricos, así como la calidad del servicio energético.

Objetivos particulares

Determinar la optimización de la energía eléctrica en tres circuitos industriales de 34.5 kV de la S.E. Atlihuetzia.

Especificar el porcentaje de pérdidas técnicas y no técnicas a partir del balance energético del proceso de distribución con cargas y demandas considerables, Registrando una base de datos de los servicios existentes para el análisis de pérdidas técnicas y no técnicas de los tres circuitos de la S.E. Atlihuetzia, para sistematizar el análisis que dé seguimiento a estrategias para dar solución al abatimiento.

Evaluar los índices de calidad de la energía de los tres circuitos industriales, localizar las áreas de oportunidad para proponer mejoras de calidad en los circuitos, así como la propuesta de reubicar los servicios de baja tensión que afectan la calidad de la energía a circuitos de 13.2 kV.

Determinar las cargas industriales que afecten los índices de calidad y dar una propuesta de mejora, así como determinar los servicios que pudieran consumir energía sin ser medida y mejorar el balance de energía de dichos circuitos.

Justificación.

En la última década se han introducido en gran escala equipos electrónicos en los sistemas eléctricos y debido a que estos equipos son susceptibles a pequeñas fluctuaciones en los parámetros de tensión, corriente y frecuencia, es de suma importancia el estudio de la calidad de energía, por lo que se ha convertido en un factor indispensable para garantizar el buen funcionamiento de equipos y mantener una alta confiabilidad en los sistemas de potencia [2]. Por lo tanto es conveniente mejorar los parámetros eléctricos con el fin de proporcionar a los clientes, un suministro de energía eléctrica de calidad, donde los atributos del servicio garanticen parámetros con valores propuestos citados en el procedimiento ROM-4525 y en el Código de Red para determinar y avaluar los compromisos de calidad del suministro correspondientes a: la continuidad, las variaciones en la tensión y la frecuencia del SEN (Sistema Eléctrico Nacional), así como la distorsión armónica en la onda fundamental.[3]

Estado del arte.

La subestación Atlihuetzia, es una de las 16 subestaciones pertenecientes a la Zona de Distribución Tlaxcala y consiste de un Transformador de Potencia denominado ATZ-52010 según sus características, de acuerdo al Código de Red y al Manual Regulatorio de Coordinación Operativa, de marca OSAKA TRANSFORMER fabricado en 1970, con relación de transformación 115/34.5 kV y una capacidad instalada de 30 MVA, ubicada en la población de Atlihuetzia municipio de Yahauquemecan , como muestra la figura 1.1 y se compone de 5 circuitos de distribución de los cuales tres son referencia para este tema de tesis a desarrollar.

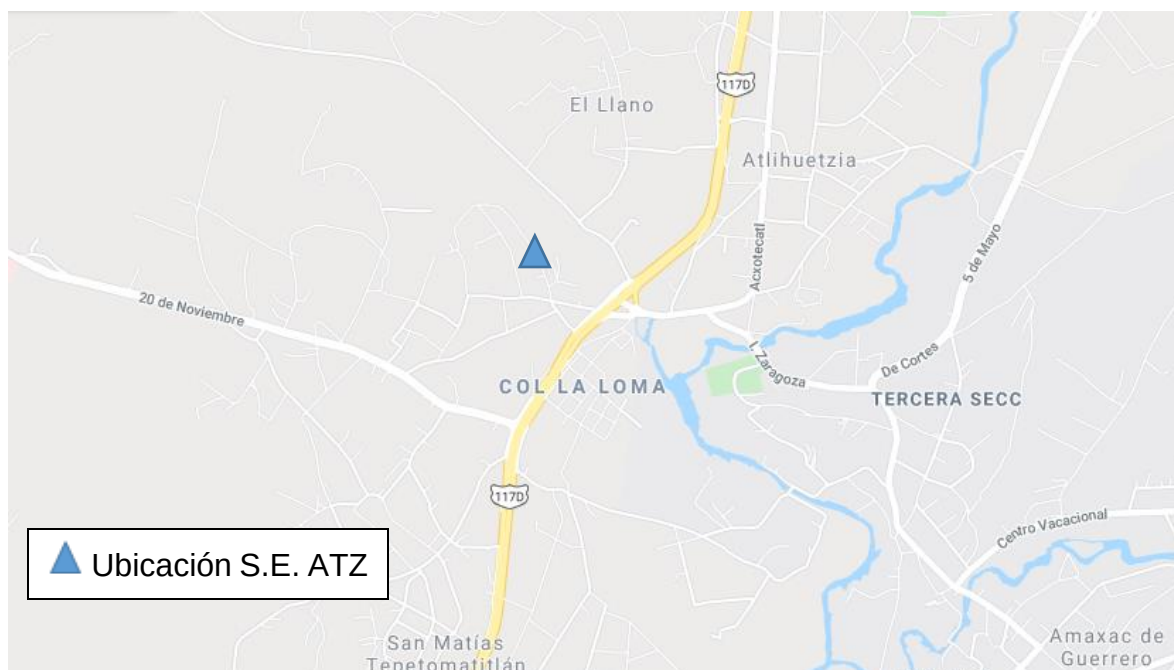


Figura 1.1 Ubicación de la Subestación Eléctrica ATZ

Circuito ATZ-05230

El circuito ATZ-05230 llamado “SANTA-ANA”, es un circuito predominante principalmente por conductor ACSR 266, con una longitud de 43.14 km, con una demanda media de 1276 kW y aproximadamente 1135 clientes, siendo respaldo de otro circuito de la Subestación ANC y de un Circuito de la Zona de Distribución San Martín, suministra energía a las poblaciones de Belén, San Pablo Apetatitlán, Tlatempan, Ixtulco, Atempan, Acxotla del Río, San Juan Totolac, Zaragoza, y Techachalco, teniendo cargas industriales predominantes a lo largo del circuito, como se puede notar en la figura 1.2 que muestra su trayectoria:

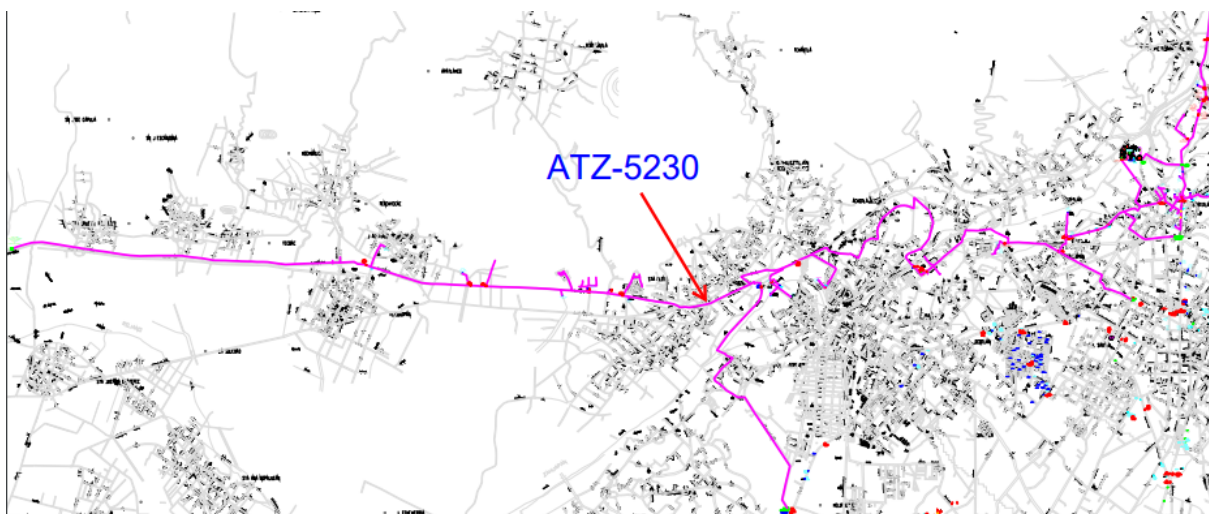


Figura 1.2 trayectoria del circuito ATZ-05230

Su diagrama unifilar se observa en el diagrama de la figura 1.3

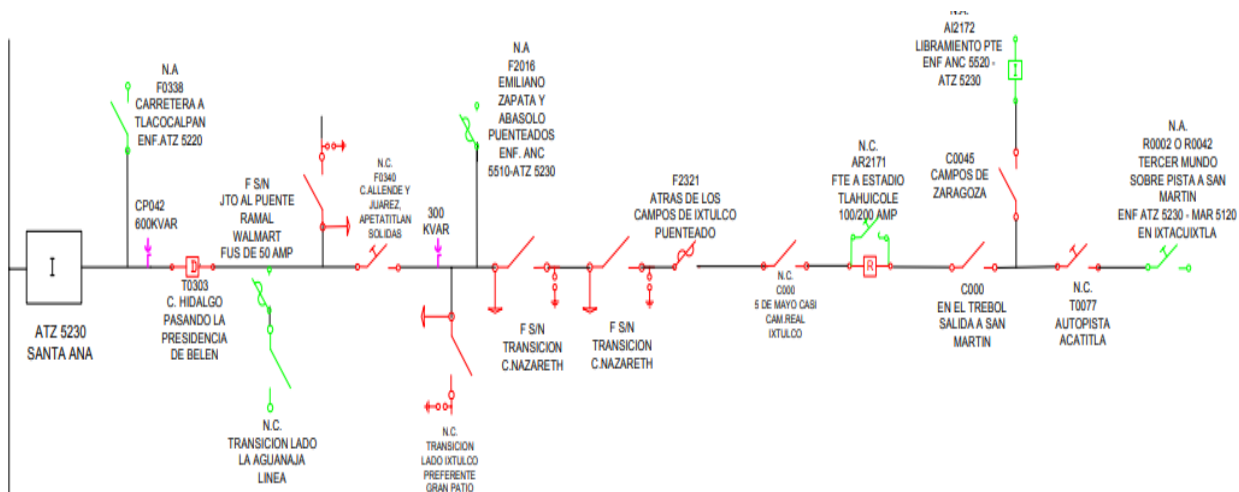


Figura 1.3. Diagrama Unifilar del circuito ATZ-5230

En este diagrama se puede apreciar la red troncal del circuito ATZ-5230 junto con sus automatismos, ramales y seccionamientos que componen el circuito.

Circuito ATZ-05240

El circuito ATZ-05240 llamado “APIZACO”, es un circuito predominante principalmente por conductor ACSR 266, con una longitud de 37.86 km, con una demanda media de 6540 kW y aproximadamente 1817 clientes, siendo respaldo del circuito ATZ-5260 y con otro circuito de la subestación Xicohtencatl, suministra energía a las poblaciones de Atencingo, Yahuquemecan, Xaltocan, Loma Verde, Apizaco, Cerrito de Guadalupe, San Miguel Atenco y una parte de Tetla. Con cargas industriales predominantes a lo largo del circuito, como se puede notar en la figura 1.4 que muestra su trayectoria.

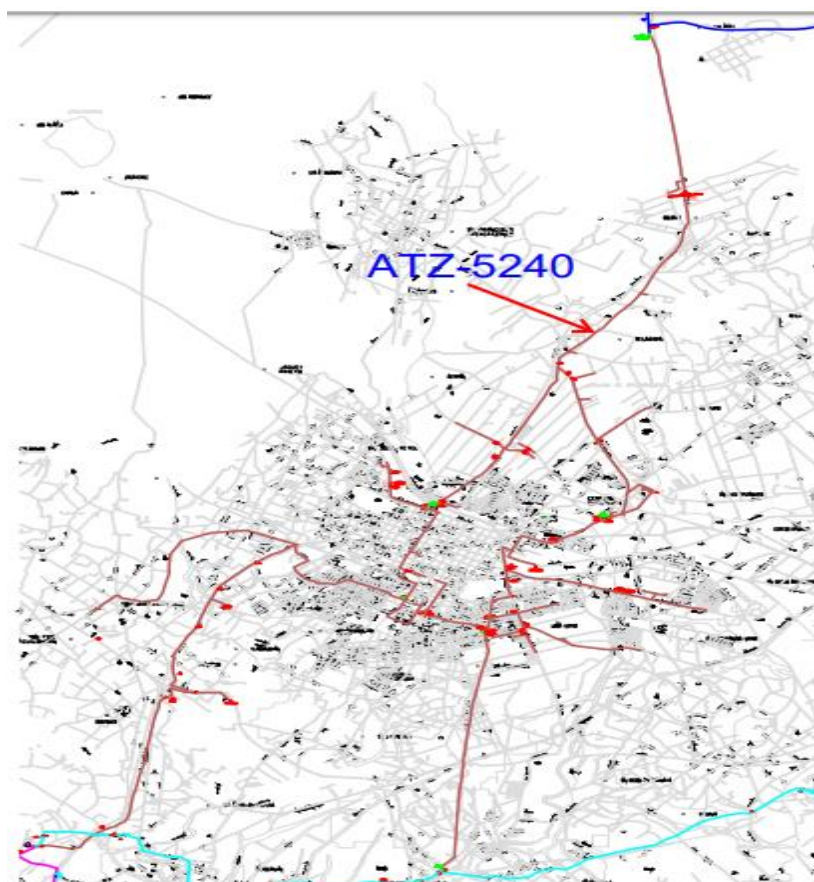


Figura 1.4 Trayectoria del Circuito ATZ -05240

En el diagrama unifilar se puede apreciar la red troncal del circuito ATZ-5240 junto con sus automatismos, ramales y seccionamientos que componen el circuito.

El circuito ATZ-05260 se muestra en la figura 1.6 y es llamado “TECNOLÓGICO”, es un circuito predominante principalmente por conductor ACSR 266, con una longitud de 40.5 km y cuenta aproximadamente con 1683 clientes, con una demanda media de 6070 kW, siendo respaldo del circuito ATZ-5240 y de un circuito de la subestación Cuauhtémoc (CTM), con un circuito de la subestación Santa Ana (ANC) suministra energía a las poblaciones de Atlahuetzia, Atotonilco, Amaxac de Guerrero, San Marcos Contla, Tzautla, Tzompantepec, Quetzalcoapan, Tochac.

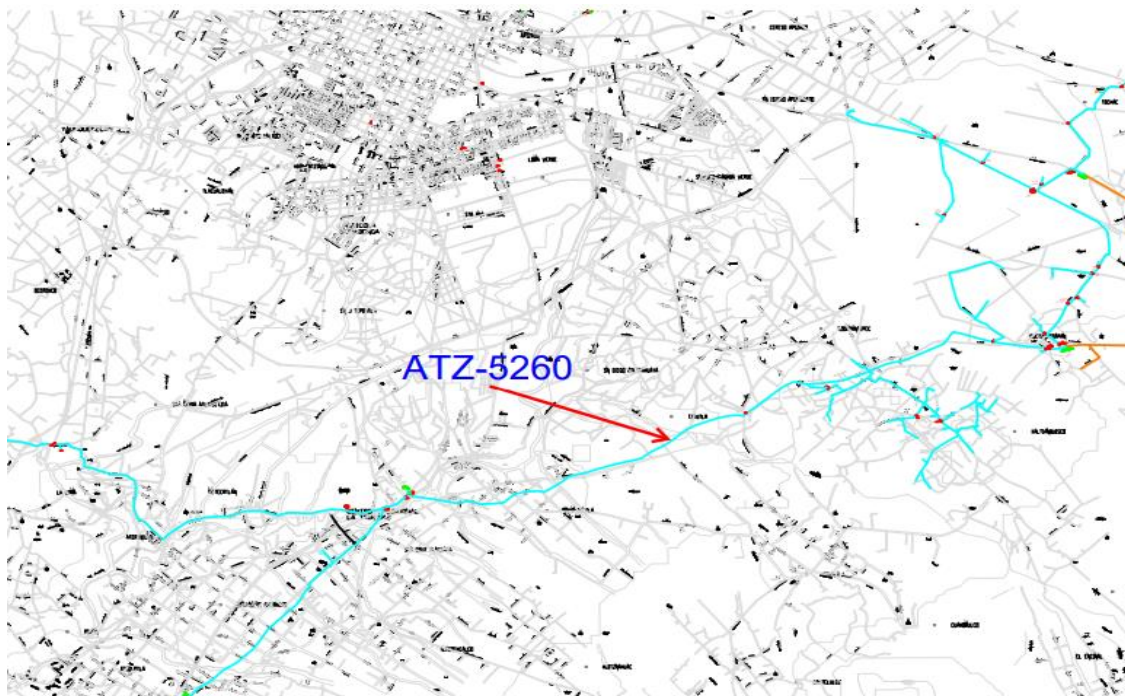


Figura 1.6. Trayectoria del Circuito ATZ-05260

Y el diagrama unifilar del circuito ATZ-5260 se muestra en la figura 1.7.

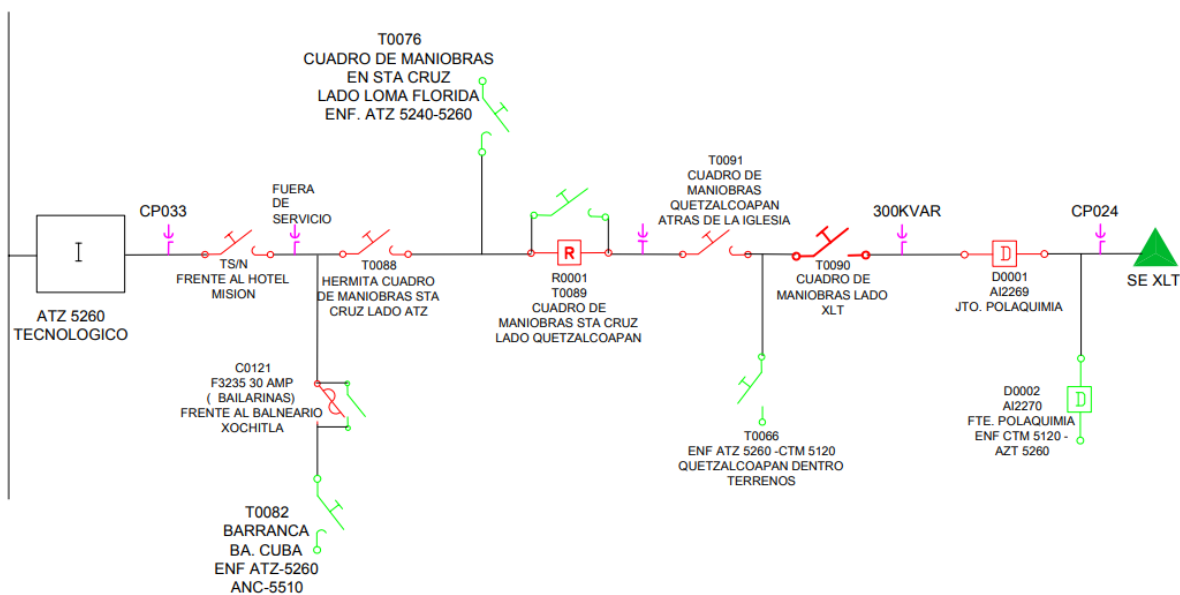


Figura 1.7. Diagrama Unifilar del circuito ATZ-5260

El circuito mostrado en la figura 1.7, se utiliza como fuente de alimentación primaria de una subestación rural llamada “Xalostoc”.

1.2 Alcances y limitaciones del trabajo

Los alcances que se presentan en este proyecto de tesis, es detectar todo aquel servicio que pudiera estar utilizando la energía eléctrica sin medición alguna por medio del balance de energía, de la misma manera identificar los servicios que pudieran estar generando desviaciones en la calidad de la energía de los tres circuitos y proponer soluciones viables para resolverlos en los diferentes departamentos de especialidades.

Limitaciones: Las limitaciones de este trabajo a realizar son que las bases de datos de datos son de gran cantidad de información para lo que se requiere un procesador más potente para poder generar más estadística a plazos mayores

1.3 Aportaciones a la tesis

Se presentará una mejora en los índices de calidad de la energía de los tres circuitos, así como una mejora al índice de pérdidas técnicas y no técnicas, proponiendo que aquellos servicios que tengan mayores desviaciones en sus demandas y consumos de energía, se les realice un estudio de calidad de la energía, para poder proponer áreas de oportunidad para mejorar los índices de calidad, así como una propuesta de eliminar los servicios de B.T. a clientes que posean dichos circuitos con el fin de hacer más exclusivos y confiables para clientes considerados industriales.

1.4 Estructura de la tesis

Capítulo 1 Protocolo de investigación

Se propone el planteamiento del problema del cual se deriva esta investigación, los objetivos tanto general y particulares, justificación del problema, el alcance que se tendrá y las aportaciones que se realizarán para generar una mejora en la empresa.

Capítulo 2 Marco de referencia

Calidad de la energía

En este capítulo se presenta el significado de calidad de la energía y la importancia y beneficios de realizar un estudio de calidad de la energía, que parámetros se incluyen en el concepto de calidad de la energía, los parámetros que se trabajan en el concepto de calidad de la energía, los problemas que encontraremos y que influyen en la calidad de la energía, la importancia de este tema en la actualidad, las perspectivas a futuro y cuales podrían ser las implicaciones que conllevan las deficiencias en la calidad del suministro eléctrico.

Capítulo 3 Balance de Energía

En este capítulo se tratan los métodos que se tienen para realizar un balance de energía con el fin de detectar las pérdidas técnicas y no técnicas pertenecientes a un circuito de distribución, se explicarán los conceptos que intervienen en el balance de energía de un sistema de distribución, ¿Qué es un Servicio en B.T., qué es un servicio en media tensión, cómo se interpreta una línea sobrecargada, una red mal configurada, factor de utilización, así como puntos de intercambio de energía entre zonas?.

Capítulo 4 Balance de energía de los tres circuitos industriales ATZ-5230, ATZ-5240 y ATZ-5260 de la Subestación eléctrica Atlihuetzia.

En este capítulo se verá la importancia de realizar un balance de energía de los tres circuitos mencionados (en los meses de enero, febrero y marzo) con el fin de detectar las pérdidas técnicas y no técnicas que sufren los tres circuitos, se realiza una base de datos de los servicios industriales que se encuentren instalados en los circuitos mencionados y así poder realizar el balance de energía, para detectar los posibles servicios que puedan estar representando las pérdidas no técnicas más relevantes de los mismos

Capítulo 5 Comportamiento en Calidad de la energía de los tres circuitos industriales ATZ-5230, ATZ-5240 y ATZ-5260 de la Subestación eléctrica Atlihuetzia.

En este capítulo, se analizarán los estudios de calidad de la energía para proponer mejoras a las áreas de oportunidad que se tengan en este ámbito, se utilizará la base de datos generada de los servicios industriales del balance de energía, de esta manera se podrá detectar si alguno de estos servicios pudiera estar afectando o generando alguna desviación en cuanto a la calidad de la energía.

Capítulo 2 Marco de referencia de calidad de la energía.

2.1 Significado de calidad de la energía

El suministro de la energía eléctrica es uno de los principales servicios en las sociedades modernas para el soporte de la vida cotidiana, los consumidores de la electricidad poco a poco han tomado conciencia de la necesidad de contar con un servicio de alto nivel en términos de calidad en la tensión proporcionada por las compañías suministradoras, en este caso CFE (única compañía distribuidora del país.), conocida como PQ (Power Quality) o calidad de la energía, la calidad del servicio de suministro de energía eléctrica soporta y sustenta la vitalidad comercial, industrial y social de los países [4].

Hoy en día podemos encontrar muchas publicaciones y discusiones en los foros técnicos, que hablan de establecer soluciones rentables a los problemas más relevantes que perturban los sistemas de potencia como son; la estabilidad del voltaje y la frecuencia que representan un requisito para muchas aplicaciones en la industria. Adicionalmente, las interrupciones prolongadas de energía ya no son la única preocupación que tienen los procesos industriales altamente automatizados, sino que también están requiriendo que no se presenten interrupciones momentáneas durante estos procesos. Con la complejidad de una industria, estos requisitos están cambiando continuamente y están volviéndose más exigentes [5]. La industria ve a la energía eléctrica como uno de sus insumos vitales e importantes para su proceso productivo. Como tal, este insumo debe de estar sujeto a requerimientos de control de calidad, confiabilidad en el suministro, etc. A estos requerimientos los estaremos llamando “CALIDAD DE LA ENERGÍA” [6].

2.2 ¿Qué es un estudio de Calidad de la energía?

El término de calidad de la energía se emplea para describir la variación de la tensión, la frecuencia y la corriente de un sistema eléctrico. Se puede encontrar que existen perturbaciones en la calidad del suministro de la energía, las cuales pueden ser:

- Variaciones de Tensión: Secuencia de cambios de voltaje o cambio de curso del voltaje.
- SAG: Reducción de voltaje RMS en un rango de 0.1 a 0.9 p.u. (Por unidad) con una duración > de 10 ms y menor que 1 seg
- SWELL: Incremento de voltaje RMS en un rango de 1.1 a 1.8 p.u. con una duración > de 10 ms y menor que 1 seg.
- Interrupciones o Disturbios: Disturbios de estado estacionario (periódicos, periodos largos de tiempo), Disturbios transitorios (pocos milisegundos con tendencia a cero)
- Distorsión de la forma de Onda: Oscilación sinusoidal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.
- Flikers: Impresión subjetiva de la fluctuación en luminancia de lámparas de filamento o lámparas fluorescentes.
- Transitorio: Riso repentino de una señal.

Para detectar donde surgen los problemas antes mencionados se realizan los estudios de calidad para garantizar la seguridad y otros aspectos críticos de los sistemas de distribución eléctrica que pueden ser minimizados, si se encuentra el problema que afecta al sistema eléctrico, esto se puede lograr gracias a los estudios de calidad.

- Estudio de Armónicas
- Estudio de sistemas de tierra
- Corrección de factor de potencia
- Estudio de cortó circuito
- Coordinación de protecciones
- Estudio de comportamiento de cargas de acuerdo con históricos.

2.3 Parámetros permisibles de la calidad de la energía.

Valores típicos en nodos de M.T.

En media tensión se consideran todos los servicios que se encuentren en una tensión desde 13.2 kV hasta 34.5 kV, a continuación, se muestra en la figura 2.1 una tabla de los parámetros de calidad de la energía con valores permisibles

CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica.

Fenómeno por evento	Tipo	Magnitud (pu)	Duración	Cliente (cantidad)	Periodo de Evaluación
Interrupción	Momentáneas	< 0,1	1 ciclo – 3 s	13	Anual
	Temporal	< 0,1	3 s – 1 min	25	Anual
	Sostenida	0	> 1 min	9	Anual
Sag	Instantaneo	0,1 – 0,9	1 - 30 ciclos	74	Anual
	Momentáneo	0,1 – 0,9	30 ciclos – 3 s	33	Anual
	Temporal	0,1 – 0,9	3 s – 1 min	14	Anual
Swell	Instantaneo	1,1 – 1,8	1 - 30 ciclos	52	Anual
	Momentáneo	1,1 – 1,4	30 ciclos – 3 s	11	Anual
	Temporal	1,1 – 1,2	3 s – 1 min	12	Anual

Contribución de Eventos por Porceso			
G	T	C	D
0	3	NA	10
4	5	1	15
2	2	1	4
0	4	NA	70
0	3	NA	30
3	1	NA	10
0	2	NA	50
0	1	NA	10
5	1	NA	6

Fenómenos de tensión en estado estable	Tipo	Ventana de medición	Límite	Cliente (porcentaje de cumplimiento)	Periodo de Evaluación
Variación de larga duración	Sobre tensión	10 min	+ 5 % Vnom	95 %	Semanal
	Bajo tensión	10 min	- 7 % Vnom	95 %	Semanal
Desbalance	Tensión	10 min	2 %	95 %	Semanal
Distorsión armónica total	Tensión	10 min	6,5 % (1)	95 %	Semanal
Variación de frecuencia	Alta	10 min	+ 0,5 % (2)	99,5 %	Semanal
	Baja	10 min	- 0,5 % (2)	99,50 %	Semanal
Flicker	Tensión	2 horas	> 25 Hz (1)	100 %	Semanal

Límites por Proceso			
G	T	C	D
NA	NA	+5% Vnom	+5 % Vnom
NA	NA	-5% Vnom	-7% Vnom
NA	2 %	NA	2 %
NA	NA	NA	6,5 %
NA	NA	+0,5%	NA
NA	NA	-0,5%	NA
NA	NA	NA	>25 Hz (4)

Tabla 1.- Valores típicos en nodos de media tensión

Valores típicos en nodos de alta tensión de 69 hasta 138 kV

Para los servicios que se encuentren en una tensión de 69 hasta 138 kV, continuación en la figura 2.2 se menciona una tabla de los parámetros de calidad de la energía con valores permisibles, según la guía:

CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica

Fenómeno por evento	Tipo	Magnitud (pu)	Duración	Cliente (cantidad)	Periodo de Evaluación	Contribución de Eventos por Porceso			
						G	T	C	D
Interrupción	Momentáneas	< 0,1	1 ciclo – 3 s	5	Anual	0	1	NA	4
	Temporal	< 0,1	3 s – 1 min	7	Anual	2	1	1	3
	Sostenida	0	> 1 min	5	Anual	2	1	1	1
Sag	Instantaneo	0,1 – 0,9	1 - 30 ciclos	52	Anual	0	12	NA	40
	Momentáneo	0,1 – 0,9	30 ciclos – 3 s	9	Anual	0	2	NA	7
	Temporal	0,1 – 0,9	3 s – 1 min	8	Anual	2	2	NA	4
Swell	Instantaneo	1,1 – 1,8	1 - 30 ciclos	35	Anual	0	10	NA	25
	Momentáneo	1,1 – 1,4	30 ciclos – 3 s	7	Anual	0	2	NA	5
	Temporal	1,1 – 1,2	3 s – 1 min	6	Anual	2	1	NA	3

Fenómenos de tensión en estado estable	Tipo	Ventana de medición	Límite	Cliente (porcentaje de cumplimiento)	Periodo de Evaluación	Límites por Proceso			
						G	T	C	D
Variación de larga duración	Sobre tensión	10 min	+ 5 % Vnom	95 %	Semanal	NA	NA	+5% Vnom	+5 % Vnom
	Bajo tensión	10 min	- 5 % Vnom	95 %	Semanal	NA	NA	-5% Vnom	-5% Vnom
Desbalance	Tensión	10 min	2 %	95 %	Semanal	NA	2 %	NA	2 %
Distorsión armónica total	Tensión	10 min	3 % (1)	95 %	Semanal	NA	3 %	NA	3 %
Variación de frecuencia	Alta	10 min	+ 0,5 % (2)	99,5 %	Semanal(2)	NA	NA	+0,5%	NA
	Baja	10 min	- 0,5 % (2)	99,50 %	Semanal(2)	NA	NA	-0,5%	NA
Flicker	Tensión	2 horas	> 25 Hz (1)	100 %	Semanal	NA	NA	NA	>25 Hz (4)

Tabla 2.- Valores típicos en nodos de alta tensión de 69 kV hasta 134 kV

Valores típicos en nodos de alta tensión de 161 hasta 400 kV

Para los servicios que se encuentren en una tensión de 161 hasta 400 kV, en la figura 2.3, se menciona una tabla de los parámetros de calidad de la energía con valores permisibles, según la guía:

CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica

Fenómeno por evento	Tipo	Magnitud (pu)	Duración	Cliente (cantidad)	Periodo de Evaluación
Interrupción	Momentáneas	< 0,1	1 ciclo – 3 s	3	Anual
	Temporal	< 0,1	3 s – 1 min	5	Anual
	Sostenida	0	> 1 min	3	Anual
Sag	Instantáneo	0,1 – 0,9	1 - 30 ciclos	32	Anual
	Momentáneo	0,1 – 0,9	30 ciclos – 3 s	7	Anual
	Temporal	0,1 – 0,9	3 s – 1 min	3	Anual
Swell	Instantáneo	1,1 – 1,8	1 - 30 ciclos	15	Anual
	Momentáneo	1,1 – 1,4	30 ciclos – 3 s	4	Anual
	Temporal	1,1 – 1,2	3 s – 1 min	3	Anual

Contribución de Eventos por Proceso			
G	T	C	D
0	3	NA	0
2	2	1	0
1	1	1	0
0	30	NA	2
0	7	NA	0
2	1	NA	0
0	10	NA	5
0	4	NA	0
2	1	NA	0

Fenómenos de tensión en estado estable	Tipo	Ventana de medición	Límite	Cliente (porcentaje de cumplimiento)	Periodo de Evaluación
Variación de larga duración	Sobre tensión	10 min	+ 5 % Vnom	95 %	Semanal
	Bajo tensión	10 min	- 5 % Vnom	95 %	Semanal
Desbalance	Tensión	10 min	2 %	95 %	Semanal
Distorsión armónica total	Tensión	10 min	3 % (1)	95 %	Semanal
Variación de frecuencia	Alta	10 min	+ 0,5 % (2)	99,5 %	Semanal (2)
	Baja	10 min	- 0,5 % (2)	99,50 %	Semanal (2)
Flicker	Tensión	2 horas	> 25 Hz (1)	100 %	Semanal

Límites por Proceso			
G	T	C	D
NA	NA	+5% Vnom	+5 % Vnom
NA	NA	-5% Vnom	-5% Vnom
NA	2 %	NA	2 %
NA	3 %	NA	NA
NA	NA	+0,5%	NA
NA	NA	-0,5%	NA
NA	NA	NA	>25 Hz (4)

Tabla 3.- Valores típicos en nodos de alta tensión de 164 kV hasta 400 kV

Se puede observar que estos son los valores permisibles para los fenómenos que afectan la calidad de la energía, interrupciones, SAG's, SWELL's, la variación de larga duración, el desbalance, la distorsión armónica, la variación de la frecuencia, y los flicker, en los diferentes niveles de tensión como se muestra en cada figura.

2.4 Recomendaciones técnico-operativas para solución y control para el proceso de distribución.

Se presentan algunos consejos para erradicar todas las variaciones que se puedan presentar en las líneas de distribución, así como en los servicios de los clientes, dependiendo del nivel de voltaje que utilicen



Para 69 kVA

- Modernización de equipos en cuanto a tensiones nominales (ejemplo los transformadores de potencia)
- Seguimiento de la disponibilidad y optima operación.

Para 34.5 hasta 13.2 kV

- Monitoreo y evaluación de los parámetros de calidad de la energía

Para Clientes

- Identificación de clientes potencialmente generadores de armónicos, Sags entre otros.
- Trabajo en conjunto con los clientes para la atención de la compensación reactiva con las mejores prácticas y economía
- Compensación lo más cercano a las cargas (líneas de producción)

De acuerdo con la guía de CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica.

2.5 Requisitos de calidad de la energía que deben cumplir los clientes

Para garantizar una buena calidad de la energía el cliente debe presentar los siguientes estudios de sus servicios, de acuerdo con el Código de Red vigente publicado el 2016 en el DOF (Diario Oficial de la federación).

- Cortocircuito
- Compensación de reactivos o de flujos de potencia
- Variaciones de tensión
- Flujos armónicos
- Medición de calidad en el punto de acoplamiento común.

El objetivo de presentar estos análisis es de verificar que la calidad de la energía en el punto de acoplamiento común no se deteriore en la entrada de la carga del cliente. Esto con el fin de que los reactivos que necesita se suministren dentro de su planta para alcanzar un factor de potencia igual o superior al 0.95, así como asegurar los niveles armónicos de corriente se encuentren dentro de lo que marca la especificación CFE L00045, y que las variaciones de tensión que pudieran provocar sus cargas no perjudiquen a otros clientes cercanos.

Los estudios deben presentarse de la siguiente manera:

- Con espectros armónicos de las cargas
- Con valores armónicos reales en el punto de acoplamiento común (fuente)
- Con diferentes factores de carga
- Con y sin bancos de capacitores
- Con y sin filtros.



Y siempre tomando en cuenta los aspectos para la calidad de la energía:

- Satisfacción al cliente
- Evitar obras civiles innecesarias
- Evitar daños en equipos
- Eficiente operación de equipos.

De acuerdo con la guía de CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica.

Capítulo 3 Balance de energía.

En este capítulo se denotará la importancia de un balance de energía, elemento muy importante para registrar las pérdidas técnicas y no técnicas de un sistema eléctrico enfocándose principalmente en los sistemas de distribución.

3.1 Balance de energía.

Un balance de energía se entiende como el resultado de conocer la energía recibida contra la energía entregada.

El balance de energía se elabora con los registros de las recepciones y entregas de energía eléctrica (kWh) para un sistema en específico (ver diagrama unifilar típico del proceso de la RNT y las RGD), tomando en cuenta los puntos de recepción y de entrega convenidos, siendo las pérdidas de energía del sistema las que resultan de restar a la energía recibida, la energía entregada y energía consumida [10].

3.2 Balance de energía en un sistema de distribución.

El Balance de Energía del Proceso de CFE Distribución tiene como finalidad cuantificar la Energía Pérdida (EP), con base en la Energía Recibida (ER), la Energía Consumida (EC) y la Energía Entregada (EE), se representa como muestra la figura 3.1.

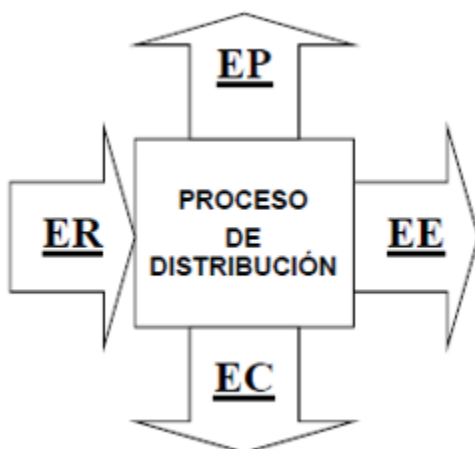


Figura 3.1 Representación grafica de proceso de pérdidas

Representación matemática:

$$EP = ER - EE - EC$$

Donde:

ER: Energía recibida.
 EC: Energía consumida.
 EE: Energía entregada
 EP: Energía perdida

Donde cada concepto contiene los componentes que se relacionan, utilizando los que apliquen, en forma particular, para los balances de energía de cada Zona, Gerencia Divisional e integrado Nacional de las Redes Generales de Distribución [10].

Energía pérdida.

Es la suma de la energía disipada por conducción y transformación (pérdidas técnicas), más la energía que por diversos factores no se contabiliza o se contabiliza erróneamente (pérdidas no técnicas) por el área de responsabilidad, proceso o entidad que entrega energía. [7]

Energía recibida.

Es la energía que acepta una instalación eléctrica proveniente de otra área de responsabilidad, proceso o entidad.

Energía consumida.

Es la energía eléctrica utilizada en las instalaciones de los procesos y/o entidades, para alimentar sus equipos principales, auxiliares y servicios. Puede ser Autoabastecida o Recibida.

Energía entregada.

Es la cantidad de energía que se proporciona a otra área de responsabilidad, proceso o entidad

3.3 Conexiones directas sin contratos, líneas sobrecargadas y redes mal configuradas

Conexiones directas sin contrato.

En este apartado, se ubicarán únicamente lo referente al desfalco y al fraude de energía:

- Desfalco. - Es cuando el usuario está consumiendo energía eléctrica sin contar con su respectivo contrato.

- Fraude. - Es cuando el usuario utiliza elementos ajenos al medidor que impidan su libre funcionamiento [7].

Conexiones directas sin contrato deben desglosarse en las siguientes categorías:

Intervención Equipo de Medición (IEM): En este tipo de ilícitos podemos encontrar que el equipo de medición a sido alterado o modificado con el fin de censar menos energía de la que consume.

Derivaciones Ocultas (DO): En este tipo de ilícitos podemos encontrar derivaciones que se encuentran ocultas en la acometida del servicio.

Servicios Directos sin Contrato (SDSC): Aquellos servicios que se encuentran conectados a la red sin algún medio de medición de consumo y sin algún contrato.

Estas pérdidas pueden estar en Media y Baja Tensión

REDES MAL CONFIGURADAS.

Estas redes pueden entenderse como aquellas que tengan automatismos inoperantes u obsoletos, tengan una mala coordinación de protecciones, mismas que en caso de eliminar una falla o respaldar alguna carga no pudieran realizar estas acciones.

LÍNEAS SOBRECARGADAS

Se entienden como aquellas líneas que transmiten más potencia de la cual se encuentran diseñadas, y esto puede estar causando problemas en los sistemas de distribución.

3.4 Factor de utilización de los transformadores

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema (capacidad instalada) en un intervalo de tiempo t , es decir:

$$F_U = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Capacidad instalada}} = \frac{D_M}{PI}$$

Es conveniente hacer notar que mientras el factor de demanda da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de carga en el intervalo considerado, (es decir, indica la utilización máxima del equipo o instalación) [8].

Se tiene un gran problema con algunas cargas industriales, las cuales implican que tienen un transformador sobredimensionado en la potencia a poder suministrar, teniendo un bajo factor de utilización, entiéndase esto con el siguiente ejemplo:

Se puede tener un Transformador de Distribución instalado de 500 kVA del cual se tiene una demanda contratada de 90 kVA, este es un problema común entre los servicios ya que ese bajo factor de utilización provoca pérdidas en el entrehierro del transformador.

3.5 ¿Qué son los servicios de M.T. (Media Tensión)?

Son aquellos servicios que vienen alimentados en una tensión que va desde 13.2 kV hasta 34.5 kV y por lo regular son servicios para uso industrial o para grandes plazas y consorcios. Son servicios Trifásicos y tienen una demanda considerable a diferencia de los servicios en Baja Tensión.

3.6 ¿Qué son los servicios de B.T. (Baja Tensión)?

Son todos aquellos servicios que vienen alimentados en una tensión menor a 1000V, por lo regular son servicios residenciales, entiéndase como los servicios que alimentan los hogares, comercios, iglesias, escuelas.

3.7 Método para realizar y garantizar el balance de energía

Para poder empezar a realizar nuestro balance de energía en los tres circuitos de la subestación Atlihuetzia es fundamental asegurar que todos los circuitos cuenten con medición de la energía entregada y recibida y que dicha información se esté actualizando adecuadamente en el sistema SIMOCE, ya que esta información es fundamental para poder realizar los cálculos de balance energía y determinar acertadamente las pérdidas no técnicas de energía.[11]

Así mismo se requiere tener actualizada la información de la energía porteada. Esta información es fundamental para poder realizar los cálculos de balance energía y determinar acertadamente las pérdidas no técnicas de energía. [11]

Para poder conformar el balance de cada circuito es fundamental tener los siguientes datos bases del circuito, para poder darse una idea de la topología, los cuales se mostrarán a continuación:

- Los kilómetros de longitud: Esto se refiere a la longitud que presenta el circuito a lo largo de su trayectoria, en este caso se ocupara la base de datos de SIAD (Sistema Integral de Administración de Distribución), Que es un software que se trabaja en el área de distribución donde se van registrando los datos relevantes de los circuitos ya sea por zona, por área o por división, en este caso ocuparemos la base de datos de la Zona de Distribución Tlaxcala, de la Subestación Atlhuetzia, en especial los tres circuitos definidos con anterioridad.
- Kilómetros de Longitud de la media tensión del Circuito: Esto se refiere a la longitud de línea de media tensión que posee el circuito que se va a analizar teniendo en cuenta que el calibre predominante es ACSR 266, este dato es extraído del sistema SIGEDW, software que se utiliza en CFE para digitalizar toda la red de Distribución.
- Kilómetros de longitud de línea de baja tensión del circuito: Esto se refiere a la longitud de línea de baja tensión que posee el circuito que se va a analizar teniendo en cuenta que los calibres predominantes son ACSR 3/0 y ACSR 1/0, mismos datos extraídos del sistema SIGEDW.
- Energía Entregada mensualmente por alimentado o interruptor: Esto se refiere a la energía entregada mensualmente al circuito de media tensión a partir del alimentador o interruptor de la subestación de la subestación, teniendo como unidad de medida kWh (kilowatts/hora).
- Intercambio de energía entre zonas: Es aquella energía entregada o suministrada a otra zona de distribución o en su caso la energía recibida de alguna otra zona de distribución, entendiéndose que pertenecemos a la zona

de distribución Tlaxcala y para el estudio a realizar no se presenta algún intercambio de energía con alguna otra zona, teniendo como unidad de medida kWh (kilowatts/hora).

- Transferencia de energía entre circuitos: Es aquella energía entregada, suministrada o recibida entre mismos circuitos pertenecientes a la zona de distribución donde se pretenda realizar el balance de energía.
- Pérdidas técnicas: Son aquellas pérdidas que constituyen una parte de la energía que no es aprovechada y que el sistema requiere para su operación, es decir, es la energía que se pierde en los diferentes equipos, redes y elementos que forman parte del sistema de distribución y que sirven para conducir y transformar la electricidad y pueda ser determinado por métodos mesurables y analíticos con sus herramientas que dispone la empresa suministradora, en este caso se utilizara el programa SynerGEE para correr flujos de potencia en baja tensión y determinar las pérdidas que nos aquejan en la red por cada servicio
- Energía disponible: La energía disponible es aquella que resulta de la diferencia de la energía registrada en el interruptor o en su caso llamada la energía entregada restándole la energía entregada a otras zonas (Intercambio de energía entre zonas), la energía transferida entre circuitos y la pérdida técnica que sufre por sus propiedades el circuito, el resultado de toda la diferencia de esta energía, nos representa la energía disponible, que sería la energía la cual nosotros tendremos que facturar en los servicios.
- Servicios: Se le denomina servicios a los clientes contratados a los que se les brinda el suministro eléctrico por CFE, teniendo las siguientes modalidades de clientes con las cuales trabajaremos.



- A. *Clientes tarifa 01: son clientes considerados casa habitación (uso doméstico)*
 - B. *Clientes tarifa 02: Tarifa de uso general hasta 25 kW de demanda*
 - C. *Clientes tarifa 03: tarifa hasta 100 kW de demanda siempre y cuando la transformación sea por parte de CFE*
 - D. *Clientes tarifa 06: Son para uso de bombeo de agua potable o aguas residuales*
 - E. *Clientes tarifa 5A: Alumbrado público a cargo del municipio*
 - F. *Clientes tarifa 68: OM (ordinaria en M.T). con una demanda de 25 a 100 kW con transformación propia del cliente*
 - G. *Clientes tarifa 78: HM Horaria en Media Tensión para servicios de demandas superiores a los 100 kW de demanda con demandas intermedias base y punta*
 - H. *Clientes tarifa 9C: Tarifa agrícolas de cargos únicos*
 - I. *Clientes tarifa 9M: Tarifa de riego en media Tensión*
- Facturación: La facturación es la energía consumida por cada servicio que se va a cobrar.
 - Porteo: Es el servicio que presta la empresa distribuidora y transmisora a las empresas generadoras, para que la energía eléctrica circule por las instalaciones y llegue al cliente final.

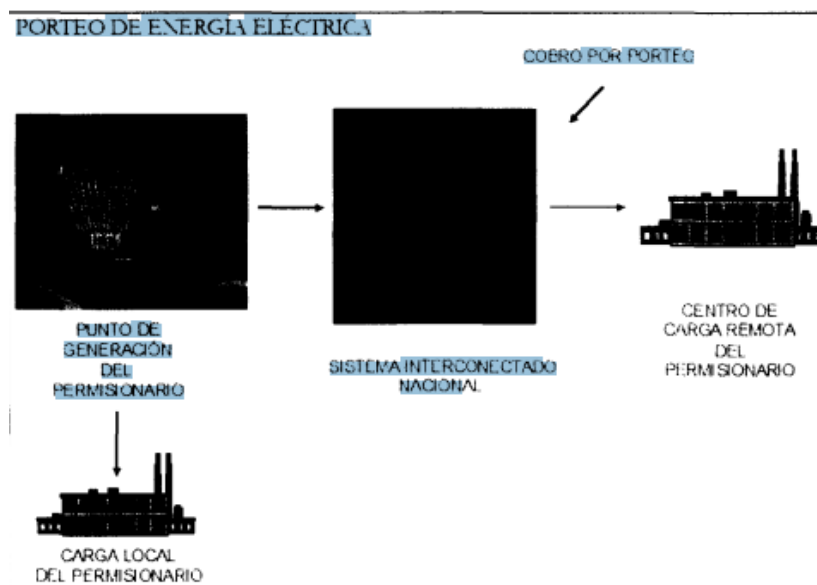


Figura 10. Porteo de energía eléctrico.

Figura 3.2 Pequeña demostración de un porteo

- Pérdida No técnica: Son todas aquellas pérdidas que se tienen por conexiones directas sin contrato o uso de energía sin alguna medición por parte de la empresa suministradora, así como los errores en la facturación.
- % de pérdidas no técnicas: es el porcentaje de energía que se pierde con relación a la energía recibida en el alimentador.
- Permisionario: Todo aquel cliente que compra la energía eléctrica con un generador diferente a CFE y que únicamente paga el excedente de energía que el tercero no pueda suministrar a CFE.

3.7.1 Método propuesto para generar la base de datos de los servicios de media tensión de los circuitos

Para generar la base de datos se propone generar un procedimiento para recorrer por completo los circuitos de media tensión.

- El aseguramiento de los servicios en M.T. que se encuentran a lo largo de un circuito de distribución nos ayudara para realizar los estudios de Balance de Energía, los cuales nos indicaran con mayor certeza y exactitud los puntos donde se pueda estar perdiendo la energía.
- Para realizar esta actividad a continuación se enlistan los pasos a seguir para poder generar la base de datos con la que se realizaran los estudios.

Herramientas para poder realizar la actividad.

- Un vehículo
- Un teléfono que tome fotografías y cualquier aplicación para sacar coordenadas geográficas (No necesita internet para poder generar las coordenadas).
- Formato para recorrido y aseguramiento de servicios de M.T.

Paso No.1: Identificar el circuito de M.T. asignado con el fin de conocer la trayectoria que recorrerás para tener una noción de la ruta donde estarás.

Paso No.2: Después de haber identificado la Ruta que seguirás, deberás poner atención en donde finalizan los circuitos con el fin de reconocer aquellos que termine con algún dispositivo de enfrentamiento, con algún otro circuito para no tomar servicios los cuales puedan pertenecer a otro que no estés recorriendo.

Ejemplo:

Es importante identificar los puntos donde se vuelve otro circuito para no combinar los servicios de un circuito con otro

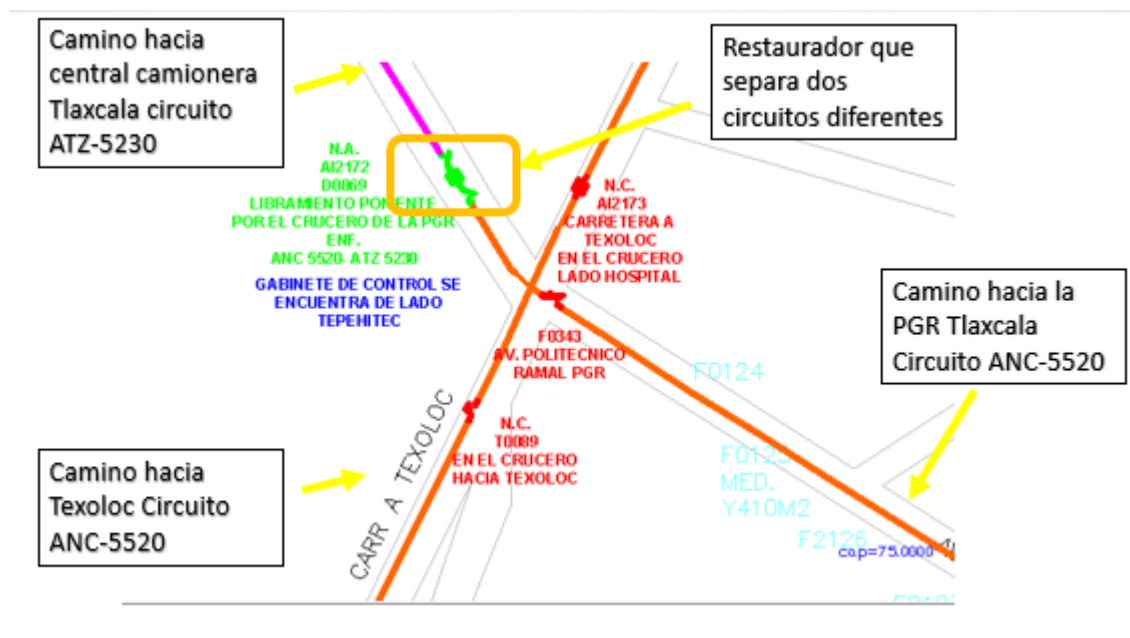


Figura 3.3 Ejemplo de condiciones diferentes de circuito, equipos de seccionamiento y diferentes características a considerar de la ruta de algún circuito

Paso No.3: Después de identificar la ruta que seguirás para recorrer un circuito de M.T., se presenta el siguiente formato donde tendrás que requisitarlo a lo largo de tu recorrido.

Circuito :		
Medidor	Coordenadas	Observaciones (tipo de subestacion, alguna anomalia , tipo de medicion TC o B.T.)
a)	b)	c)

Figura 3.4 Formato que se ocupa para realizar el recorrido en campo e identificar los servicios y sus posibles anomalías

En el espacio a) deberás agregar el código del medidor con el que se identifica

Medidor
a)

Lo puedes encontrar en la caratula del medidor:
656L6G

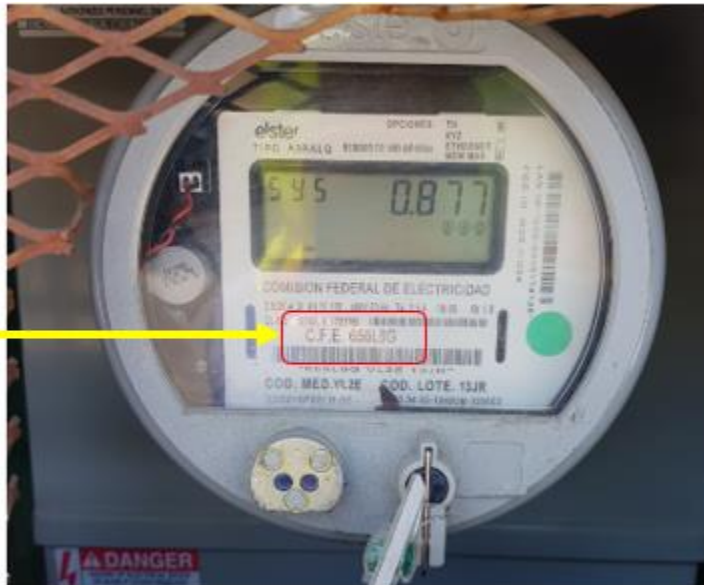


Figura 3.5 Ejemplo visual de donde encontrar el número de identificación del medidor para registrar en el formato de campo mencionado en la figura 3.4

En el espacio b) deberás agregar las coordenadas del punto donde se encuentre el medidor

Coordenadas
b)

Las coordenadas las podrás encontrar en cualquier aplicación de teléfono Celular
19.323127,-98,274062

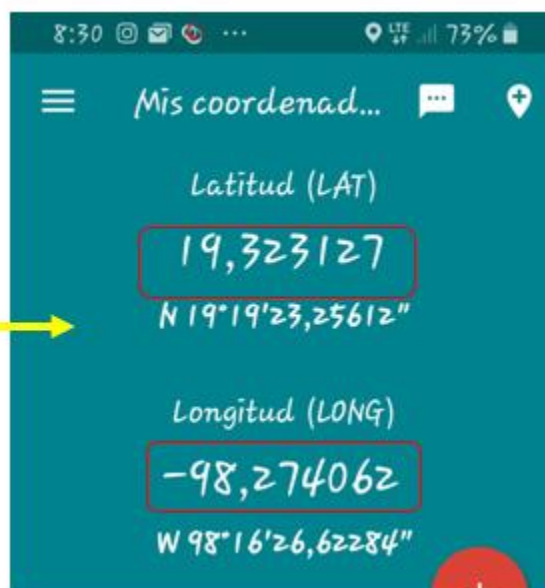


Figura 3.6 Ejemplo de programa para registrar las coordenadas de los servicios que se anotaran en el formato de campo de la figura 3.4

En el espacio C) deberás agregar las observaciones de las anomalías observadas

Observaciones (tipo de subestacion, alguna anomalia , tipo de medicion TC o B.T.)
c)

Figura 3.7 Descripción de las observaciones anotar en el formato de campo de la figura 3.4

En este espacio se debe llenar de acuerdo con el servicio identificado. Poner si es medición con Equipo compacto o se mide después de la subestación particular, así

mismo especificar si se encuentra con alguna anomalía como es sin algún sello, o sin los candados de seguridad a continuación se presentan los ejemplos:

Tipos de observaciones

Posible observación 1:



Este servicio se encuentra con medición por medio de un equipo compacto o TC el cual se deberá indicar como :

Medición con TC.

Figura 3.8: Ejemplo de posible observación 1 tipo de medición con TC.

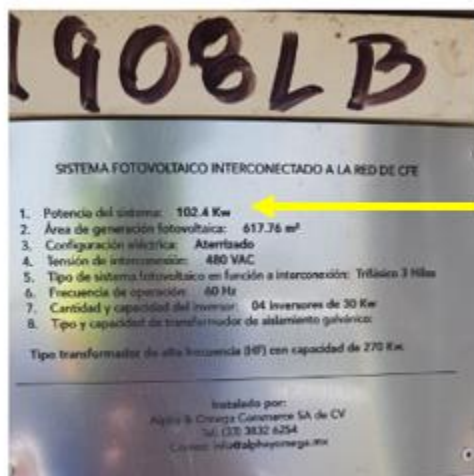
Posible observación 2:



Especificar si en la caja donde van las conexiones de control en los TC pueda tener alguna anomalía, tales como perforaciones, cables por afuera de la caja o que se encuentre sin sello : TC sin sello, o con anomalías en la caja de control y especificar la anomalía.

Figura 3.9: Ejemplo de posible observación 2 de un TC sin sello, con alguna anomalía en la caja de control.

Posible observación 3:



En servicios con placas con especificaciones especiales como los de generación distribuida es necesario poner en las observaciones lo mas detallado posible el dato de la placa, principalmente la energía que genera: **Genera 102.4kW**

Figura 3.10: Ejemplo de posible observación 3, placa de datos que especifica si el servicio pertenece a generación distribuida y las características de este.

Posible observación 4:



En los servicios medidos después de M.T. y con subestación de pedestal Especificar la capacidad de la subestación, así mismo identificar que la subestación cuente con su candado(si no especificar en las observaciones que no tiene) Ejemplo: **Servicio medido después de S.E. con una capacidad de 150kVA**

Figura 3.11 Ejemplo de posible observación 4, imagen de un TR de pedestal denotando que tiene su candado correcto el servicio.

Posible observación 5:



En los servicios medidos después de M.T. y con Transformador aereo Especificar la capacidad del TR y que es de poste, Ejemplo: Servicio medido después de S.E. con una capacidad de 150kVA

Así mismo revisar si cuenta con su sello de seguridad si no mencionarlo en las observaciones.

Figura 3.12 Ejemplo de posible observación 5, Transformador tipo poste con la medición en el bus de baja tensión.

Posible observación 6:



En el nicho de medición observar si no tiene el candado utilizado por CFE de barrilito y no con candados particulares: Candado ajeno a CFE en Nicho de Medición

Figura 3.13 Ejemplo de posible observación, Candado ajeno a CFE en nicho de medición.

Possible observación 7:



Dentro en la base del medidor debe tener su sello de seguridad así como su candado, en caso de no tenerlo especificarlo : Base de Medidor sin sello o sin candados, o base de medidor forzada

Figura 3.14 Ejemplo de posible observación 7, Base de medidor sin sello o sin candado y forzado en la posición del candado.

Ejemplo final de llenado de formato

No.	Medidor	Coordenadas	Observación
1	847L6C	A un costado del Cobat	Alado del Cobat
2	209L2D	19.306126, -98.201587	Medido con TC
3	123KES	19.314166, -98.213815	TR poste 112 kVA, el nicho no tiene candado
4	892AF4	19.312009, -98.216829	TR 75 kVA pozo no tiene sello

Figura 3.15 Ejemplo final de cómo debe llenarse el formato de campo de la figura 3.4

Paso No. 4: Tomar 4 fotos por servicio y nombrarlas por número y letra consecutiva de acuerdo con formato, Ejemplo:

1ra foto:

1a.- foto de la caratula del medidor



Figura 3.16: Ejemplo de la primera foto a tomar de la caratula del medidor para tener pronta referencia ante alguna duda.

2da foto:

1b.-Foto del nicho de Medición, si tiene candado con la puerta cerrada, si no con la puerta abierta



Figura 3.17: Ejemplo de foto 2. Foto panorámica de un nicho de medición

3ra foto

1c.-Foto de los TC, o de la subestación particular de acuerdo a como se tenga la medición de energía



Figura 3.18: Ejemplo de foto 3, foto panorámica del tipo de subestación del servicio, ya sea subestación particular tipo poste o tipo pedestal, o servicio medido con TC's en M.T.

4ta foto

1D.-Foto panorámica donde se utiliza el servicio



Figura 3.19: Ejemplo de foto 4, foto panorámica del servicio completo.



Al realizar este procedimiento descrito, podremos generar la base de datos recorriendo el circuito por toda su trayectoria de media tensión, reconociendo y conociendo los servicios o cargas que tenemos instalados sobre el mismo, poniendo principal atención en aquellos que presenten alguna anomalía como las que se describe en el procedimiento propuesto y con eso al realizar el balance de energía podremos dar cuenta con mayor facilidad cuales podrían ser los servicios que nos pudieras estar presentando alguna anomalía con la medición del uso de su energía

Capítulo 4 Balance de energía de los tres circuitos industriales ATZ-5230, ATZ-5240 y ATZ-5260 de la Subestación eléctrica Atlihuetzia.

Para comenzar a realizar los balances de energía de los tres circuitos propuestos de la subestación Atlihuetzia comenzaremos generando la base de datos con el procedimiento propuesto para conocer detalladamente los servicios o cargas instaladas que tenemos en cada uno de los circuitos se recorrerán en campo a detalle, posterior realizaremos el balance de energía comparando la energía que recibe el alimentador contra la energía facturada restando también los factores de pérdidas técnicas así como todos los otros factores que se mencionaron para poder obtener un valor de energía que pudiera estarse perdiendo y por consecuente proponer los servicios que pudieran estar generando las desviaciones.

4.1 Balance de energía ATZ-5230.

Después de haber realizado el trabajo en campo del recorrido del circuito se pudo generar la siguiente base de datos, tomando en cuenta que los servicios más representativos que consumen carga o facturan gran cantidad de energía son los servicios están conectados en media tensión y representan más del 85 % de la energía facturada contra la energía recibida en el alimentador, y la característica primordial de estos servicios es que algunos son permisionarios.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Medidor	TARIFA	Observación
194HAE	68	
53H08X	68	
51448X	68	
409PCY	78	permisionario
867HBP	78	
D787Xh	78	
429FWA	78	
194VK0	78	
621EEK	78	permisionario
619EEK	78	
939L8C	68	
55H82W	68	
D253XR	78	permisionario
656L0G	78	
658L9G	78	
Y391M3	2	
659L0G	78	
7X3T57	2	
826F9V	68	
D255XR	78	permisionario
652L8G	78	permisionario
659L9G	78	
655I9g	78	
280AC0	68	
115VK3	68	
58H37W	68	



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

2X1V77		
280AC0	68	
J866EX	68	
794JRW	6	
J268EL	68	
F8V909	68	
664L1G	78	
R206CN	78	
213VK8	78	
R848BP	68	
R207CN	78	
G747KG	2	
861F2V	68	
276C1G	78	permisionario
913HBP	78	
744KC4	68	
977HBX	78	
0L47L8	6	
6L64K5	68	
M540LB	2	
116VK9	9c	
150AE0	9c	
945HBP	78	
9L25G7	9c	
D253XR	78	
745KC7	78	
M540LB	68	

045L8D	68	
D64L31	5	

Tabla 4 Servicios más representativos del circuito ATZ - 5230

A continuación, se presenta un pequeño mapa donde podemos ver la trayectoria del circuito con los servicios en media tensión enmarcados en puntos rojos

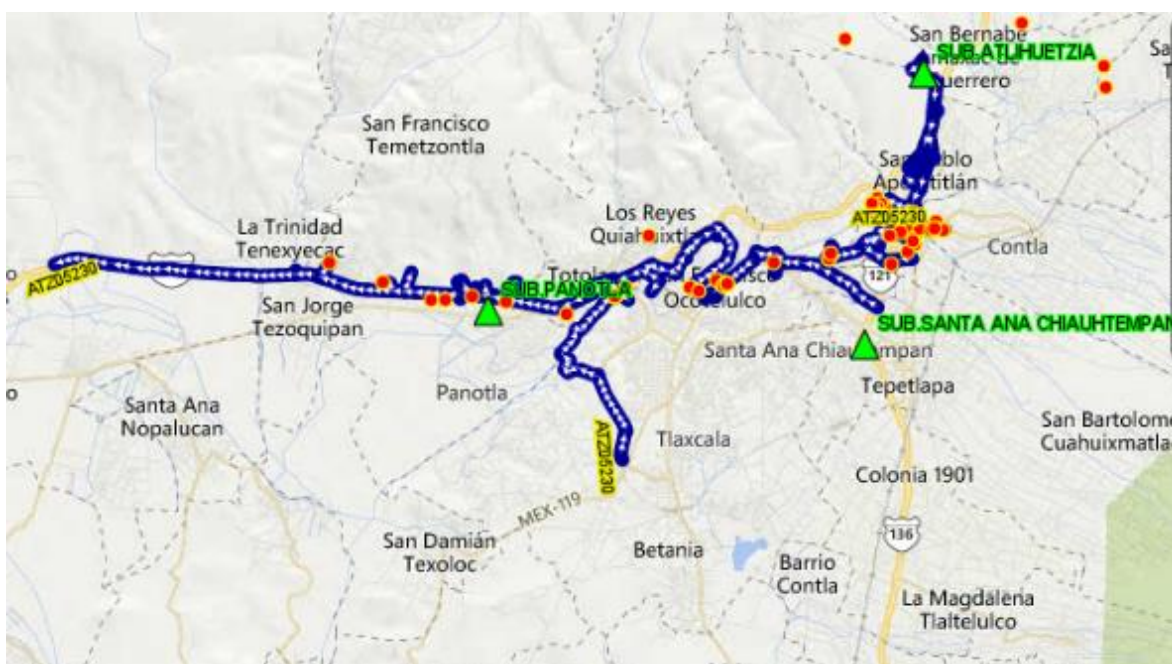


Figura 4.1 Ruta del circuito con los servicios tarifa 68 y 78 marcados en rojo.

Así también se presenta una tabla con la comparación de los servicios y la energía que representan, obtenida y verificada con la base de datos del sistema HEBAEE

Tarifas	servicio	Consumo promedio mensual kWh
1	977	80,048
2	145	28,654
3	2	3,015
6	11	58,146
5A	1	134
68	27	132,410
78	29	2,334,083
9C	3	513
9M	1	0

Tabla 5 Comparación de los servicios de la Base del sistema HEBAEE ATZ - 5230

Podemos atender y observar en la tabla anterior de la energía facturada en febrero, como ejemplo:

La energía disponible total es 3,238,423 kWh, los servicios en baja tensión tarifa 1, 2, 3 , los servicios de bombeo de agua (6), alumbrado (5A), 9C y 9M representan un total de 1,141 servicios de 1,196 servicios equivalente a 94% de los usuarios del circuito y en energía consumen 169,997 kWh que del total de energía disponible representan el 5.24%, lo que nos indica que en el restante de los servicios de la tarifa 68 y la tarifa 78 que son 56 servicios y consumen 2,466,493 kWh representan un total del 94.76% por lo que podría entenderse que los servicios más importantes y significativos son los que se encuentran en esas tarifas, a lo cual dejaremos de lado los servicios que no se encuentren en estas mismas.

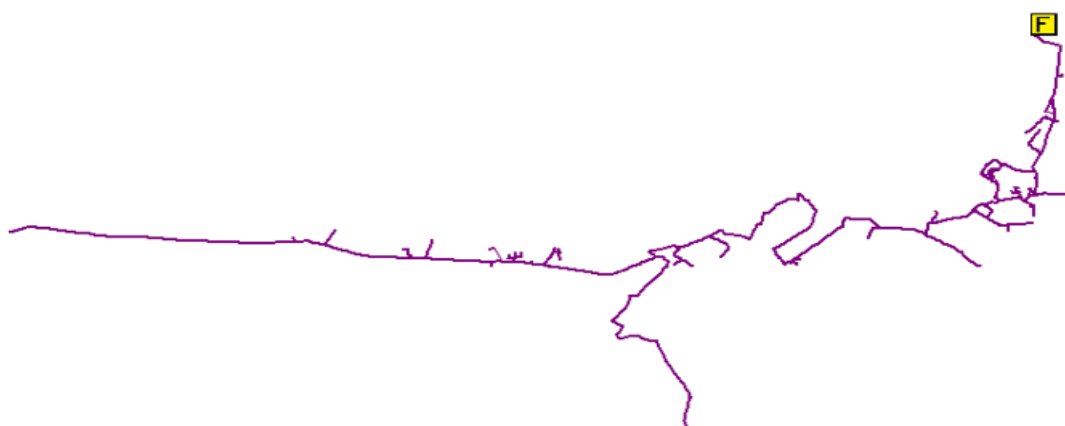
Para comenzar a realizar el balance de energía del circuito ATZ-5230 comenzaremos realizando los cálculos con la información extraída del SIMOCE y de la base de datos del Sistema HEBAEE.

Mes de enero

Se tiene los siguientes datos:

- Energía entregada en el alimentador: 3,261,142.5 kWh
- Pérdidas Técnicas: El circuito cuenta 43.5 km de longitud total, considerando 43.15 km de red de Media Tensión y una red de Baja Tensión de 5.15 km, realizando una corrida de flujos en SynerGEE en media tensión se obtienen los siguientes resultados

Perdidas técnicas Circuito ATZ 5230



Source Id	Demand				Amps		Volts		Loss	
	kW	kvar	kVA	pf	Avg	%	Avg	% lmb	kW	%
Feeders for ATZ52010										
ATZ05230 SANTA ANA	7681	2456	8064	95	135	---	100.00	0.00	73	0.95

Tabla 6 Demanda máxima 7681 KW Circuito AZT-5230

Demanda Máxima: 7681 kW

Consumo anualizado: 42898680.94 kWh

Pérdida de potencia: 73

Factor de carga: 0.64

Factor de Pérdidas: 0.44

Pérdida de Energía Anualizada: 282104.15 kWh

Teniendo una pérdida técnica aproximada por mes de 23,508 kWh.

Realizando la diferencia de estos dos conceptos llegamos a una energía disponible de 3,237,634.5 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de enero de acuerdo con las tarifas.

- Servicios: De acuerdo con la base de datos con la que se cuenta y la verificación de los servicios de Media Tensión tarifa 68 y 78 que se realizó conforme al procedimiento antes mencionado propuesto, se llega a los datos siguientes:

Tarifa	Servicios
01	977
02	145
03	2
06	11
5A	1
68	27
78	29
9C	3
9M	1
Total	1,196

Tabla 7.- Servicios y diferentes tarifas de los usuarios Circuito ATZ-5230

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

1,893,665 kWh energía para facturar

- : Los servicios que se encuentran como porteos son los siguientes:

Servicios que portean energía		
Servicios	Tarifa	
276C1G	78	permisionario
D255XR	78	permisionario
652L8G	78	permisionario
D253XR	78	permisionario
621EEK	78	permisionario
409PCY	78	permisionario

Tabla 8.- Permisionarios del Circuito ATZ-5230

Estos porteos generan un total de energía facturada de 1,240,539 kWh del total de energía reportado.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteadada dando un resultado en el mes de enero **de 103,430 kWh de diferencia en pérdida del 3.2%** de la energía total disponible, pudiéndose tratar de la energía que se pierde en los servicios de Baja Tensión o algún servicio en Media Tensión que pudiera estar utilizando la energía eléctrica sin medición alguna.

Para el mes de febrero:

- Energía entregada en el alimentador: 3,261,932 kWh
- Pérdidas Técnicas calculadas por mes de: 23,508 kWh

Realizando la diferencia de la energía entregada por el alimentador y las pérdidas técnicas del sistema se tiene una energía disponible de facturación de 3,238,424 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de febrero de acuerdo con las tarifas.

Considerando que no hubo cambio sustancial en los servicios y que en especial en las tarifas que tenemos más a detalle y demuestran mayor cambio de energía son la 68 y 78 se presentan a continuación la energía facturada por tarifa:

1,812,884 kWh de energía facturada

Conservando los mismos servicios de porteo:

Servicios que portean energía		
Servicios	Tarifa	
276C1G	78	permisionario
D255XR	78	permisionario
652L8G	78	permisionario
D253XR	78	permisionario
621EEK	78	permisionario
409PCY	78	permisionario

Tabla 9.- Servicios de porteo tarifa 78 mes febrero Circuito ATZ-5230

Que generan un total de energía facturada de 1,306,304 del total de la energía facturada.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteada dando un resultado en el mes de febrero **de 119,235 kWh de diferencia en pérdida del 3.68%** de la energía total disponible, pudiéndose tratar de la diferencia de la energía que no se factura por cuestión del cobro de la tarifa bimestral.

Para el mes de Marzo:

- Energía entregada en el alimentador: 3,437,689 kWh
- Pérdidas Técnicas calculadas por mes de: 23,508 kWh

Realizando la diferencia de la energía entregada por el alimentador y las pérdidas técnicas del sistema se tiene una energía disponible de facturación de 3,414,180 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de marzo de acuerdo con las tarifas.

Considerando que no hubo cambio sustancial en los servicios y que en especial en las tarifas que tenemos más a detalle y demuestran mayor cambio de energía son la 68 y 78 se presentan a continuación la energía facturada por tarifa:

1,965,010 kWh de energía facturada

Conservando los mismos servicios de porteo:



Servicios que portean energía		
Servicios	Tarifa	
276C1G	78	permisionario
D255XR	78	permisionario
652L8G	78	permisionario
D253XR	78	permisionario
621EEK	78	permisionario
409PCY	78	permisionario

Tabla 10.- Servicios de porteo tarifa 78 mes marzo Circuito ATZ-5230

Que generan un total de energía facturada de 1,416,500 del total de la energía facturada.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más energía portada dando un resultado en el mes de marzo **de 32,671 kWh de diferencia en pérdida del 0.96%** de la energía total disponible, pudiendo presentarse el fenómeno de las tarifas bimestrales.

4.1.1 Resultados del Balance de energía ATZ-5230.

Después de haber realizado el balance de energía del circuito ATZ-5230 se muestran los siguientes resultados.

Circuito						
Mes	Energía entregada por el interruptor (KWh)	Pérdidas técnicas (kWh)	Energía disponible para facturar (kWh)	Energía facturada (kWh)	Diferencia de energía (kWh)	Porcentaje de energía pérdida
Enero	3,261,142.5	23,508	3,237,634.5	3,134,204	103,430	3.2%
Febrero	3,261,932	23,508	3,238,424	3,119,188	119,235	4%
Marzo	3,437,689	23,508	3,414,180	3,381,510	32,671	1%

Tabla 10 Balance de Energía del circuito ATZ - 5230

De acuerdo con el comportamiento de la tabla anterior podemos hacer notar lo siguiente:

- En el mes de enero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 3.2% que equivale a 103,430 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar y de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.
- En el mes de febrero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 4% que equivale a 119,235 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar y de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.
- En el mes de marzo podemos observar que tenemos una pérdida del 1% de la energía que equivale a 32,671 kWh los cuales ya se encuentran en un valor permisivo de pérdidas y de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo

Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las pérdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.

Con lo resumido anteriormente podemos concluir que este circuito presenta una pérdida sustancial la cual observamos que al mes de marzo es del 1 % y esto se traduce en un comportamiento dentro de la tolerancia avalada de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015, por consiguiente, procederemos a estudiar los servicios importantes con el fin de encontrar alguna anomalía que pueda validar la posible pérdida de energía del circuito, así mismo sería muy recomendable mover todos los servicios de Baja Tensión que se encuentren a lo largo del circuito a una tensión de 13.2 kV de los circuitos existentes que pasan por estos servicios, para dar total seguridad de tener servicios en Media Tensión y tener un mejor control en las pérdidas de los circuitos de 34.5 kV

4.1.2 Análisis del comportamiento de la energía de los servicios que se encuentran en el circuito ATZ-5230.

De las tarifas que más nos impactan en el consumo de energía que son la 68 y 78 contamos con un total de 56 servicios los cuales después de realizar un análisis en sus demandas, así como en su factor de potencia y su consumo de energía se detectaron los siguientes servicios que pudieran presentar alguna anomalía y pudieran encontrarse consumiendo energía sin algún medio de telemetría en su consumo.

El primer servicio que se encontró con alguna posible desviación en su consumo es el siguiente:

Servicio con RPU: 223890101401 la cual su giro es una Empresa para el Control de la Contaminación del Agua

RPU: 223890101401	Medidor: 045L8D	Status Medidor: 1 - ACTIVO
Estatus Cliente: 01 - ACTIVO	Cod de Medidor: KL28	Hilos: 3
Tarifa: 68	Lote: 13KE (A3 ELSTER)	C. Contratada: 27
Tar. Autog.:	Multiplicador: 1	C. Instalada: 45

Analizando el cliente: 223890101401

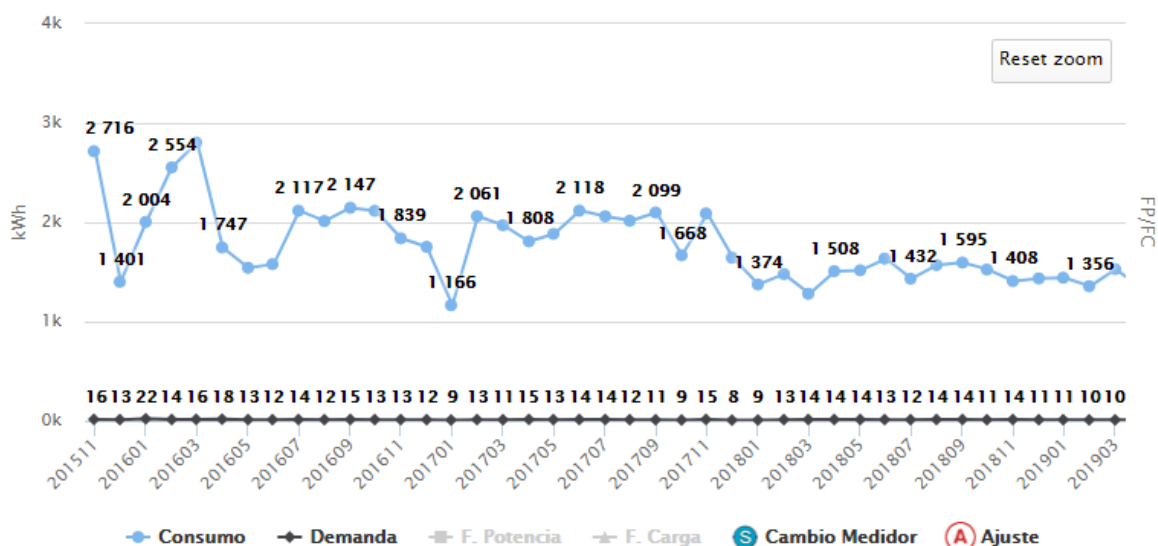


Figura 4.2 Analizando Cliente 223890101401

Aquí podemos encontrar un comportamiento anormal en el consumo de este servicio ya que venía consumiendo arriba de 1700 kWh a su fecha de facturación, pero a partir de noviembre del 2017 su consumo bajo, manteniendo la demanda constante, se puede interpretar que hay algo anormal, revisando en la base de datos que tiene el departamento de medición encontramos que la última prueba o revisión que se le hizo al servicio fue el 25 de abril del 2016, como se muestra a continuación,

PRUEBAS REALIZADAS				
Regresar		SERVICIO: 223890101401		CAPTURAR NUEVA PRUEBA
AÑO	TIPO	PRUEBA NO.	FOLIO SICOSS	EVIDENCIAS
2016	F04	1	V020127046	F0420161
2016	C08	2	V0201373951	C0820162
2011	B09	1	19019472	B0920111
2011	F09	2	null	F0920112
2009	B02	1	378089	B0220091

Figura 4.3 Servicio candidato factible para revisión circuito ATZ-5230

Después de haber analizado los servicios que instalados en el circuito se presenta el único servicio propuesto para una revisión.

4.2 Balance de energía ATZ-5240.

Después de haber realizado el trabajo en campo del recorrido del circuito se pudo generar la siguiente base de datos, tomando en cuenta que los servicios más representativos que consumen carga o facturan gran cantidad de energía son los servicios están conectados en media tensión y representan más del 85 % de la energía facturada contra la energía recibida en el alimentador, y la característica primordial de estos servicios es que algunos son permisionarios instalados en el circuito ATZ-5240.

Medidor	TARIFA	Observación
5X8U70	68	
5M808F	68	
984L9C	68	
9FA524	78	
038HBR	78	



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

254L9D	78	
R329CN	78	
662L5G	78	
810HBT	78	
998HBX	78	
58E1N6	2	
R169CN	68	
435FWA	78	
02H37T	68	
5M716F	68	
R251CN	78	
804HBT	78	permisionario
7994BP	78	
658L8G	78	
3FA813	78	
115VK4	68	
833HBT	9c	
187VK3	68	
11476X	68	
5EY336	68	
896AF6	68	
0N030B	68	
8P8603		
4P3M31	9c	
920HBP	78	
G176XD	78	
G182XD	78	permisionario

W585NU	78	
W584NU	78	
6N623E	9c	
797MBP	78	
908HBP	78	
R283CN	78	
188VK1	68	
928LOC	68	
R362BR	68	
800MBP	78	
P710EH	78	permisionario
125HBY	78	
008HBY	78	
544MGP	6	permisionario
0A7N05	68	
5L98D3	9C	
86EOK8	9C	
0TX175	78	

Tabla 11.- Servicios más representativos del circuito ATZ - 5240

A continuación, se presenta un pequeño mapa donde podemos ver la trayectoria del circuito con los servicios en media tensión enmarcados en puntos rojos

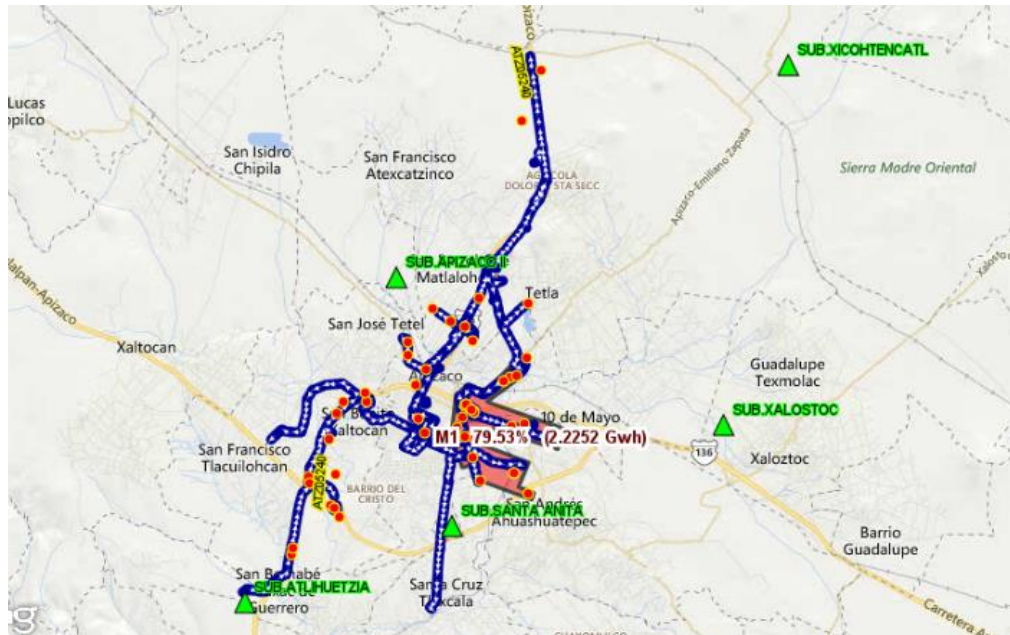


Figura 4.4 Ubicación de los servicios M.T. Circuito ATZ-5240

Así también se presenta una tabla con la comparación de los servicios y la energía que representan, obtenida y verificada con la base de datos del sistema HEBAEE

Tarifas	Servicio	Consumo promedio mensual kWh
1	1494	102,610
2	307	64,453
6	2	95,915
68	20	188,124
78	28	1,251,806
9C	7	4049

Tabla 12 Servicios y diferentes tarifas de los usuarios Circuito ATZ-5240

Para comenzar a realizar el balance de energía del circuito ATZ-5230 comenzaremos realizando los cálculos con la información extraída del SIMOCE y de la base de datos del Sistema HEBAEE.

Mes de enero

Se tiene los siguientes datos:

- Energía entregada en el alimentador: 4,756,454 kWh
- Pérdidas Técnicas: El circuito cuenta 58.5 km de longitud total, considerando 58.5 km de red de Media Tensión y una red de Baja Tensión de 5.52 km, realizando una corrida de flujos en SynerGEE en media tensión se obtienen los siguientes resultados

Perdidas técnicas Circuito ATZ 5240



Feeder Summary										
Source Id	Demand				Amps		Volts		Loss	
	kW	kvar	kVA	pf	Avg	%	Avg	% lmb	kW	%
Feeders for ATZ52010										
ATZ05240 APIZACO	9095	1296	9187	99	155	---	100.00	0.00	171	1.88

6	2
68	20
78	28
9C	7

Tabla 15.- Servicios mes de enero Circuito ATZ - 5240

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

4,528,634 kWh energía para facturar

- Porteos: Los servicios que se encuentran como porteos son los siguientes:
-

SERVICIOS QUE PORTEAN ENERGÍA		
SERVICIO	TARIFA	
804HBT	78	permisionario
G182XD	78	permisionario
P710EH	78	permisionario

Tabla 15.- Permisionarios del Circuito ATZ-5240 61

Estos porteos generan un total de energía facturada de 817,117 kWh del total de energía reportado.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteada dando un resultado en el mes de enero **de 164,756 kWh de diferencia de energía pérdida que representa el 3.51 %** de la energía total disponible.

Para el mes de febrero:

- Energía entregada en el alimentador: 4,213,282 kWh
- Pérdidas Técnicas calculadas por mes de: 63,063.44 kWh

Realizando la diferencia de la energía entregada por el alimentador y las pérdidas técnicas del sistema se tiene una energía disponible de facturación de 4,150,218 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de febrero de acuerdo con las tarifas.

Considerando que no hubo cambio sustancial en los servicios y que en especial en las tarifas que tenemos más a detalle y demuestran mayor cambio de energía son la 68 y 78 se presentan a continuación la energía facturada por tarifa

Tarifa	Servicio
1	1494
2	307
6	2
68	20
78	28
9C	7

Tabla 14.- Servicios mes de Febrero Circuito ATZ - 5240

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

4,044,682 kWh energía para facturar

- Porteos: Los servicios que se encuentran como porteos son los siguientes:

SERVICIOS QUE PORTEAN ENERGÍA		
SERVICIO	TARIFA	
804HBT	78	permisionario
G182XD	78	permisionario
P710EH	78	Permisionario

Tabla 15.- Permisionarios mes de febrero del Circuito ATZ-5240

Estos porteos generan un total de energía facturada de 734,023 kWh del total de energía reportado.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteadada dando un resultado en el mes de febrero **de 105,537 kWh de diferencia de energía pérdida que representa el 2.54 %** de la energía total disponible.

Para el mes de Marzo:

- Energía entregada en el alimentador: 4,952,683 kWh
- Pérdidas Técnicas calculadas por mes de: 63,063.44 kWh

Realizando la diferencia de la energía entregada por el alimentador y las pérdidas técnicas del sistema se tiene una energía disponible de facturación de 4,889,620 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de marzo de acuerdo con las tarifas.

Considerando que no hubo cambio sustancial en los servicios y que en especial en las tarifas que tenemos más a detalle y demuestran mayor cambio de energía son la 68 y 78 se presentan a continuación la energía facturada por tarifa

Tarifa	Servicio
1	1494
2	307
6	2
68	20
78	28
9C	7

Tabla 16.- Servicios mes de marzo Circuito ATZ - 5240

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

4,044,682 kWh energía para facturar

- Porteos: Los servicios que se encuentran como porteos son los siguientes:

SERVICIOS QUE PORTEAN ENERGÍA		
SERVICIO	TARIFA	
804HBT	78	permisionario

G182XD	78	permisionario
P710EH	78	permisionario

Tabla 17.- Permisionarios del Circuito ATZ-5240 mes de marzo

Estos porteos generan un total de energía facturada de 873,709 kWh del total de energía reportado.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteada dando un resultado en el mes de febrero **de 195,358 kWh de diferencia de energía pérdida que representa el 4 %** de la energía total disponible.

4.2.1 Resultados del Balance de energía ATZ-5240.

Después de haber realizado el balance de energía del circuito ATZ-5240 se muestran los siguientes resultados.

Circuito						
Mes	Energía entregada por el interruptor (KWh)	Pérdidas técnicas (kWh)	Energía disponible para facturar (kWh)	Energía facturada (kWh)	Diferencia de energía (kWh)	Por ciento de energía pérdida
Enero	4,756,454	63,063	4,693,390	4,528,634	164,756	3.51%
Febrero	4,213,282	63,063	4,150,218	4,047,682	105,537	2.54 %
Marzo	4,952,683	63,063	4,889,620	4,694,262	195,358	4%

Tabla 18 Balance de Energía del circuito ATZ - 5240

De acuerdo con el comportamiento de la tabla anterior podemos hacer notar lo siguiente:



- En el mes de enero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 3.51 % que equivale a 164,756 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar y de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.
- En el mes de febrero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 2.54 % que equivale a 105,537 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar y de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia
- En el mes de marzo podemos observar que tenemos una pérdida del 4 % de la energía que equivale a 195,358 kWh los cuales ya se encuentran en un valor permisivo de pérdidas de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.

Con lo resumido anteriormente podemos concluir que este circuito presenta una pérdida sustancial la cual observamos que al mes de marzo es del 4 % y esto se traduce en un comportamiento dentro de la tolerancia de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015, por consiguiente, procederemos a estudiar los servicios importantes con el fin de encontrar alguna anomalía que pueda validar la posible pérdida de energía del circuito, así mismo sería muy recomendable mover todos los servicios de Baja Tensión que se encuentran a lo largo del circuito a una tensión de 13.2 kV de los circuitos existentes que pasan por estos servicios, para dar total seguridad de tener servicios en Media Tensión y tener un mejor control de las perdidas de los circuitos de 34.5 kV

4.2.2 Análisis del comportamiento de la energía de los servicios que se encuentran en el circuito ATZ-5240.

De las tarifas que más nos impactan en el consumo de energía que son la 68 y 78 contamos con un total de 48 servicios los cuales después de realizar un análisis en sus demandas, así como en su factor de potencia y su consumo de energía se detectaron los siguientes servicios que pudieran presentar alguna anomalía y pudieran encontrarse consumiendo energía sin algún medio de telemetría en su consumo.

- El primer servicio que se encontró con alguna posible observación en su consumo es el siguiente:

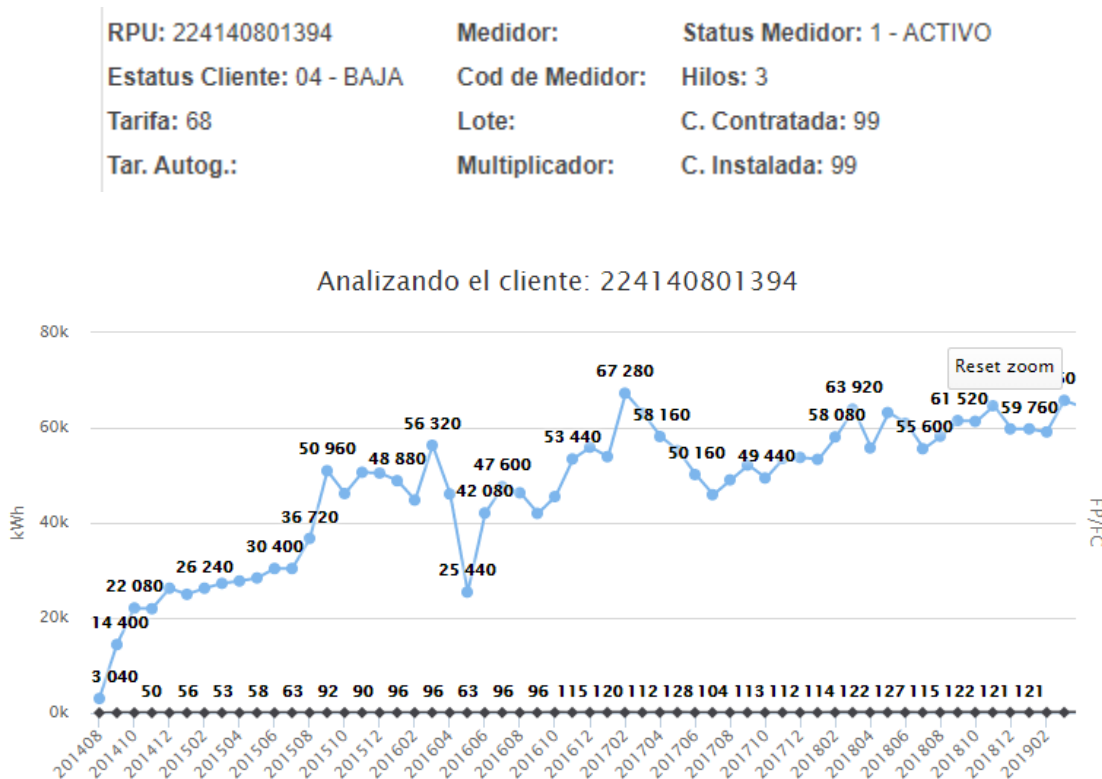


Figura 4.5 Analizando Cliente 224140801394

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Aquí podemos observar que tiene una demanda contratada de 99 kW así como una carga instalada declarada de la misma capacidad, por lo que viene consumiendo en su demanda arriba de los 120 kW, por lo que se notificara al departamento de planeación para realizarle el justo cobro por utilizar más kW de los que tiene contratados.

- El siguiente servicio también presenta algunas variaciones en su consumo con una tendencia a la baja, y teniendo consumos 0.

RPU: 224971100180	Medidor: 833HBT	Status Medidor: 1 - ACTIVO
Estatus Cliente: 01 - ACTIVO	Cod de Medidor: VL28	Hilos: 3
Tarifa: 9C	Lote: 15MK (LANDIS E650)	C. Contratada: 346
Tar. Autog.:	Multiplicador: 80	C. Instalada: 346

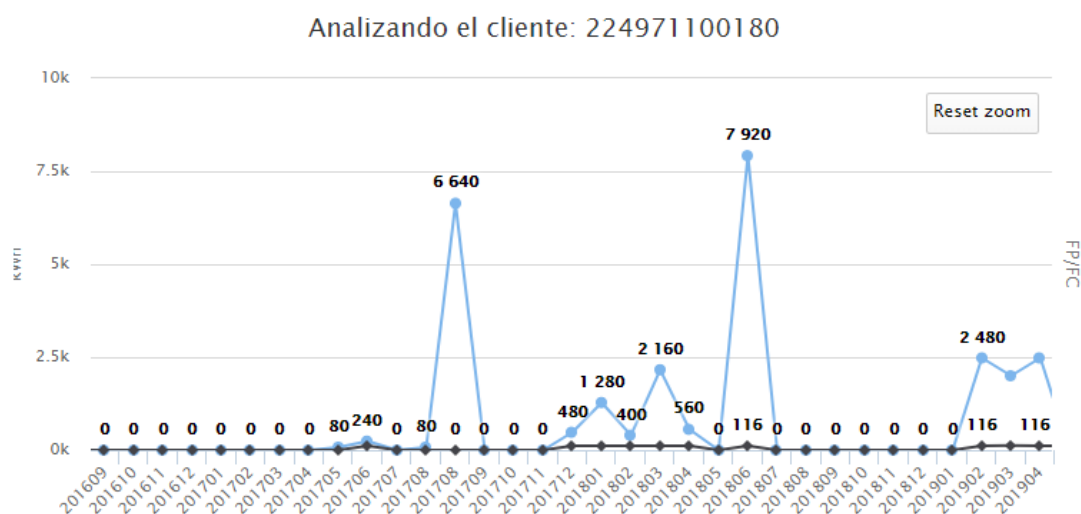


Figura 4.6 Analizando Cliente 224140801394

El siguiente servicio presenta una disminución en su consumo, también es susceptible a su revisión.



Figura 4.7 Analizando Cliente 231030202904

4.3 Balance de energía ATZ-5260.

Después de haber realizado el trabajo en campo del recorrido del circuito se pudo generar la siguiente base de datos, tomando en cuenta que los servicios más representativos que consumen carga o facturan gran cantidad de energía son los servicios están conectados en media tensión y representan más del 85 % de la energía facturada contra la energía recibida en el alimentador, la característica primordial de estos servicios es que algunos son permisionarios instalados en el



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

circuito ATZ-5260, así como funciona como fuente de alimentación para la subestación Xalostoc (XLT), subestación que posee un transformador de potencia con relación de transformación 34.5/13.2 kV, llamada subestación rural o de media a media.

RPU	Tarifa	Observación
231120402121		
231991201809	78	
224890101076	78	
224890101050	68	
224890101084	68	
224890102463	9c	
224930300689	6	
224890102455	9c	
224001001812	68	
224130701219	6	
224890101670	9c	
224890101688	6	
224170607631	68	
224890102650	78	
224190105054	78	
224170206334	6	
224010103652	9m	
224890102501	9c	
224890102676	78	
224110403491	68	
224080510786	68	

224890101696	9C	
224890102447	9C	
224890102536	9C	
224890102544	9C	
224031100661	68	

Tabla 19.- Servicios más representativos del circuito ATZ - 5260

A continuación, se presenta un pequeño mapa donde podemos ver la trayectoria del circuito con los servicios en media tensión enmarcados en puntos rojos

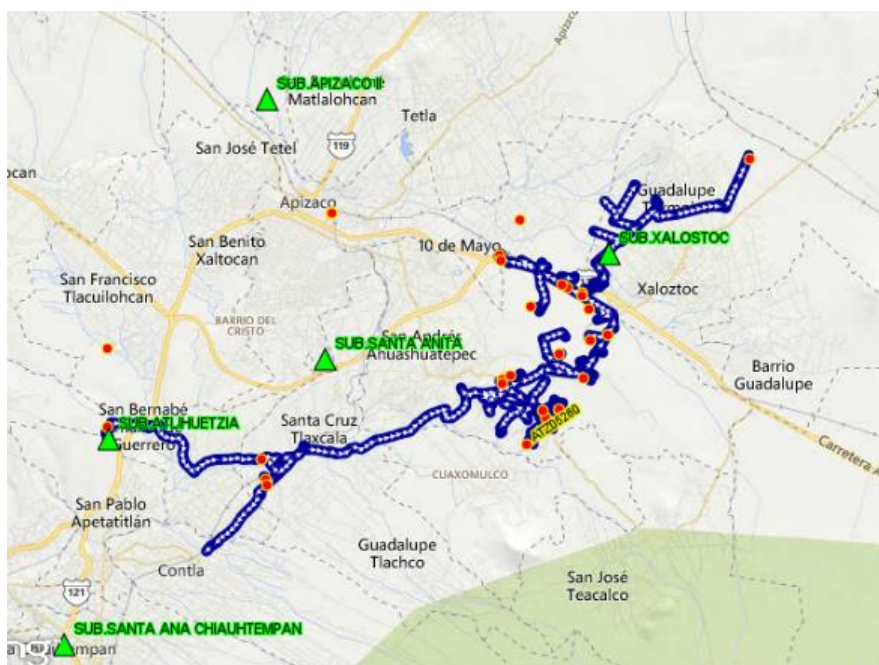


Figura 4.8 Ubicación de los servicios M.T. Circuito ATZ-5260

Así también se presenta una tabla con la comparación de los servicios y la energía que representan, obtenida y verificada con la base de datos del sistema HEBAEE

Tarifas	Servicio	Consumo promedio mensual kWh
1	1135	70,148
2	142	22,059
6	4	27,970
68	9	38,950
78	6	771,111
9C	9	4,003

Tabla 20 Servicios y diferentes tarifas de los usuarios Circuito ATZ-5260

Aquí se puede observar nuevamente como en el circuito anterior que la tarifa en la que más consumimos es en la tarifa 68 y 78 considerando el mayor uso de energía en base a los clientes que la consumen.

Para comenzar a realizar el balance de energía del circuito ATZ-5260 comenzaremos realizando los cálculos con la información extraída del SIMOCE y de la base de datos del Sistema HEBAEE.

Mes de enero

Se tiene los siguientes datos:

- Energía entregada en el alimentador: 4,054,683 kWh
- Pérdidas Técnicas: El circuito cuenta 55.62 km de longitud total, considerando 55.62 km de red de Media Tensión y una red de Baja

Tensión de 20.45 km, realizando una corrida de flujos en SynerGEE en media tensión se obtienen los siguientes resultados.

Perdidas técnicas Circuito ATZ 5260



Source Id	Demand				Amps		Feeder Summary			Loss	
	kW	kvar	kVA	pf	Avg	%	Volts Avg	% Imb		kW	%
Feeders for ATZ52010											
ATZ05260 TECNOLÓGICO	8359	1191	8443	99	141	---	100.00	0.00		200	2.39

Tabla 21 Demanda máxima 8359 kW Circuito AZT-5260

Demanda Máxima: 8359 kW

Consumo anualizado: 40784877.44 kWh

Pérdida de potencia: 200

Factor de carga: 0.56

Factor de Pérdidas: 0.35

Pérdida de Energía Anualizada: 608366.76 kW

Teniendo una pérdida técnica aproximada por mes de 50,697 kWh.

Realizando la diferencia de estos dos conceptos llegamos a una energía disponible de 4,003,986.00 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de enero de acuerdo con las tarifas.

Como se mencionó al principio del balance de este circuito se tiene la peculiaridad de trabajar como una fuente para la subestación rural Xalostoc (XLT) aportando en el mes de enero una energía de 2,914,428 kWh, misma que se toma en cuenta en el balance de energía, quedando un total de energía disponible de 1,089,557 kWh

- Servicios: De acuerdo con la base de datos con la que se cuenta y la verificación de los servicios de Media Tensión tarifa 68 y 78 que se realizó conforme al procedimiento antes mencionado propuesto, se llega a los datos siguientes:

Tarifas	Servicio
1	1135
2	142
6	4
68	9
78	6
9C	9

Tabla 22.- Servicios mes de enero Circuito ATZ -5260

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

883,477 kWh energía para facturar

- Porteos: Este circuito hasta la fecha no presenta ningún servicio que portee la energía.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteadada dando un resultado en el mes de enero **de 206,081 kWh de diferencia de energía pérdida que representa el 18.91 %** de la energía total disponible.

Mes de febrero

Se tiene los siguientes datos:

- Energía entregada en el alimentador: 3,753,753 kWh
- Pérdidas Técnicas calculadas por mes de: 50,697 kWh

Realizando la diferencia de estos dos conceptos llegamos a una energía disponible de 3,703,056 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de febrero de acuerdo con las tarifas.

Como se mencionó al principio del balance de este circuito se tiene la peculiaridad de trabajar como una fuente para la subestación rural Xalostoc (XLT) aportando en el mes de febrero una energía de 2,616,499 kWh, misma que se toma en cuenta en el balance de energía, quedando un total de energía disponible de 1,086,557 kWh

- Servicios: De acuerdo con la base de datos con la que se cuenta y la verificación de los servicios de Media Tensión tarifa 68 y 78 que se realizó

conforme al procedimiento antes mencionado propuesto, se llega a los datos siguientes:

Tarifas	Servicio
1	1135
2	142
6	4
68	9
78	6
9C	9

Tabla 23.- Servicios mes de febrero Circuito ATZ -5260

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

903,174 kWh energía para facturar

- Porteos: Este circuito hasta la fecha no presenta ningún servicio que portee la energía.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteadada dando un resultado en el mes de enero **de 183,383 kWh de diferencia de energía pérdida que representa el 16.86 %** de la energía total disponible.

Mes de marzo

Se tiene los siguientes datos:

- Energía entregada en el alimentador: 4,186,869 kWh
- Pérdidas Técnicas calculadas por mes de: 50,697 kWh

Realizando la diferencia de estos dos conceptos llegamos a una energía disponible de 4,136,172 kWh que es la energía que se debe facturar a final del mes de marzo de acuerdo con las tarifas.

Como se mencionó al principio del balance de este circuito se tiene la peculiaridad de trabajar como una fuente para la subestación rural Xalostoc (XLT) aportando en el mes de marzo una energía de 2,952,566 kWh, misma que se toma en cuenta en el balance de energía, quedando un total de energía disponible de 1,183,606 kWh

- Servicios: De acuerdo con la base de datos con la que se cuenta y la verificación de los servicios de Media Tensión tarifa 68 y 78 que se realizó conforme al procedimiento antes mencionado propuesto, se llega a los datos siguientes:

Tarifas	Servicio
1	1135
2	142
6	4
68	9
78	6
9C	9

Tabla 24.- Servicios mes de marzo Circuito ATZ -5260

- Energía Facturada (kWh): la después de analizar el consumo de energía de los servicios mencionados en el punto anterior se registra una facturación total de:

996,567 kWh energía para facturar

- Porteos: Este circuito hasta la fecha no presenta ningún servicio que portee la energía.

De la energía disponible que se tiene se resta el total de energía facturada más la energía porteadada dando un resultado en el mes de enero **de 187,039 kWh de diferencia de energía pérdida que representa el 15.80 %** de la energía total disponible.

4.3.1 Resultados del Balance de energía ATZ-5260.

Después de haber realizado el balance de energía del circuito ATZ-5260 se muestran los siguientes resultados.

Circuito						
Mes	Energía entregada por el interruptor (KWh)	Pérdidas técnicas (kWh)	Energía disponible para facturar (kWh)	Energía facturada (kWh)	Diferencia de energía (kWh)	Por ciento de energía pérdida
Enero	4,054,683	50,697	1,089,557	883,477	206,081	18.91%
Febrero	3,753,753	50,697	1,086,557	903,174	183,383	16.86 %
Marzo	4,186,869	50,697	1,165,605	996,567	187,039	15.80 %

Tabla 25 Balance de Energía del circuito ATZ - 5260

De acuerdo con el comportamiento de la tabla anterior podemos hacer notar lo siguiente:

- En el mes de enero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 18.91 % que equivale a 206,081 kWh los cuales representan una pérdida la cual sería conveniente revisar los servicios que se tienen para identificar alguno con alguna posible desviación.
- En el mes de febrero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 16.86 % que equivale a 183,383 kWh los cuales representan una pérdida la cual sería conveniente revisar los servicios que se tienen para identificar alguno con alguna posible desviación.
- En el mes de marzo podemos observar que tenemos una pérdida del 15.80 % de la energía que equivale a 187,039 kWh los cuales representan una pérdida la cual sería conveniente revisar los servicios que se tienen para identificar alguno con alguna posible desviación.

Con lo resumido anteriormente podemos concluir que este circuito presenta una pérdida sustancial por lo que observamos que al mes de marzo es del 15.80 % y esto se traduce en un comportamiento atípico, no tolerable de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 que nos estipula que una pérdida tolerable mas no aceptable se puede encontrar por debajo del 5% del valor total de la energía entregada

4.3.2 Análisis del comportamiento de la energía de los servicios que se encuentran en el circuito ATZ-5260, así como la creación de una propuesta para reducir ese valor de perdida.

Como primer punto tomaremos el último mes como referencia el mes de marzo, para realizar el estudio de pérdidas de la energía con el fin de encontrar una posible propuesta para poder disminuir las perdidas no técnicas a lo largo del circuito.

Como primer punto pondremos los datos con los que se concluyeron el último mes. Para tener la información necesaria.

- La energía entregada por el alimentador en el mes de marzo es de: 4,186,869 kWh
- las perdidas técnicas anuales calculadas equivalentes al mes de marzo sonde 50,697 kWh
- Como se comentó en los temas anteriores el circuito que es objeto de estudio tiene la peculiaridad de fungir como la fuente de alimentación de la subestación de Media Tensión a Media Tensión Xalostoc considerada para este caso de estudio como una carga más encontrada a lo largo del circuito, la cual cuenta cada uno con su medidor de energía, extrayendo los perfiles de energía de cada alimentador obteniendo los siguientes resultados:

Circuito XLT	Energía Consumida marzo (kWh)
4012	1,044,020.86
4022	1,465,011.60
4032	443,534.11
Total	2,952,566.57

Para lo cual, realizando la resta de la energía técnica perdida, así como la energía que se suministra a la subestación Xalostoc dándonos un total de: 1,165,605.48 kWh.

Para el análisis de la facturación podemos encontrar que el consumo facturado del circuito de acuerdo

R.P.U.	Tarifa	kWh consumidos en mes de marzo 2019
224890101696.00	9C	240.00
224890102447.00	9C	16.00
224890102455.00	9C	2229.00
224890102463.00	9C	6720.00
224890101670.00	9C	3134.00
224190105054.00	78	616.00
224890101076.00	78	58850.00
224890102650.00	78	580825.00
224890102676.00	78	203700.00
224180202671.00	78	21120.00
224080510786.00	68	10441.00
224890101084.00	68	2448.00
224890101050.00	68	880.00
224031100661.00	68	174.00
224001001812.00	68	282.00
224170607631.00	68	3150.00
224170206334.00	6	9658.00
224930300689.00	6	4466.00
224890101688.00	6	7425.00
224130701219.00	6	9033.00
Total:		925407.00

Después de revisar el consumo de las tarifas 9C, 78, 68 y 6 encontramos un valor de 925,407 kWh.

De acuerdo con el sistema HEBAE podemos encontrar que el total de la energía consumida, registrada y facturada en sistema perteneciente al circuito es de 996,567 kWh, lo que podemos deducir que los servicios de baja tensión representan un consumo de 71,160 kWh.

De lo comentado en párrafos anteriores y derivado de la tabla realizada para verificar el consumo de los servicios de media tensión instalados a lo largo del circuito, podemos observar que hay 4 servicios que consumen la mayor parte de la energía facturada los cuales se enlistan a continuación:

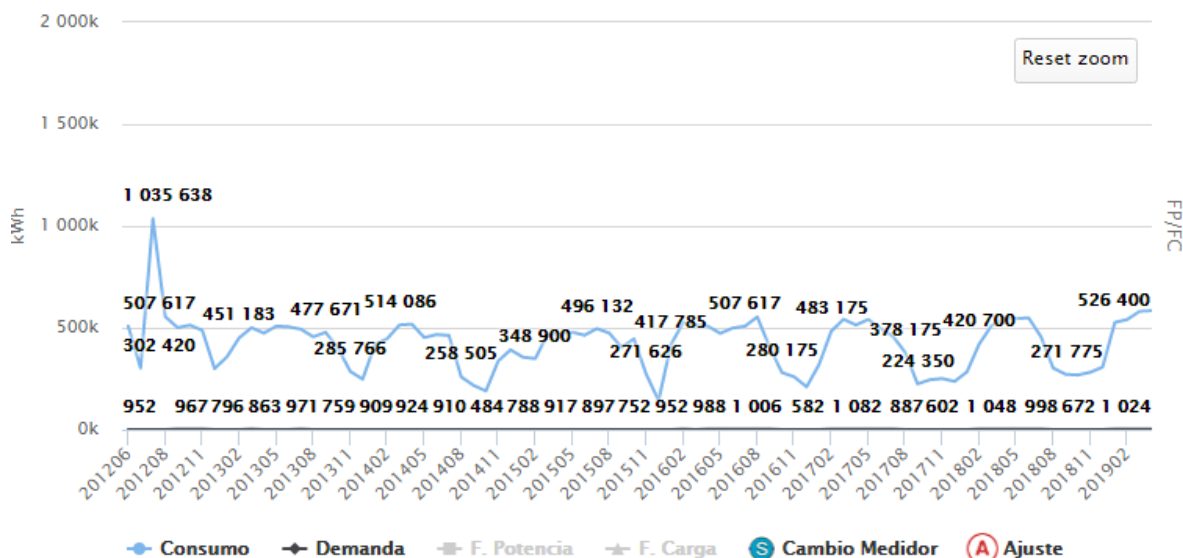
R.P.U.	Tarifa	kWh consumidos en mes de marzo 2019
224890102650	78	580825.00
224890102676	78	203700.00
224180202671	78	21120.00
224890101076	78	58850.00
	Total	864495.00

Que equivalen al 86.74% de la energía, lo que nos permite revisar minuciosamente los servicios para poder buscar alguna desviación en el consumo de la energía que consumen.

Para el primer servicio:

RPU: 224890102650, empresa que se dedica al ramo de la Química, con una carga instalada de 1243 kW y una demanda contratada de 1182 kW, con medición con TP's y TC's con una tarifa horaria 78.

Analizando el cliente: 224890102650



Se muestra un comportamiento algo atípico en el consumo de la demanda,

Tiene pruebas a sus equipos de medición realizadas en

En 2019 por Valentín S. S. con un resultado positivo. Y sin anomalía.

En 2018 por Valentín S. S. con un resultado positivo y sin anomalía

En 2017 por Valentín S. S. con un resultado positivo y sin anomalía

En 2016 por Valentín S. S. con un resultado positivo y sin anomalía.

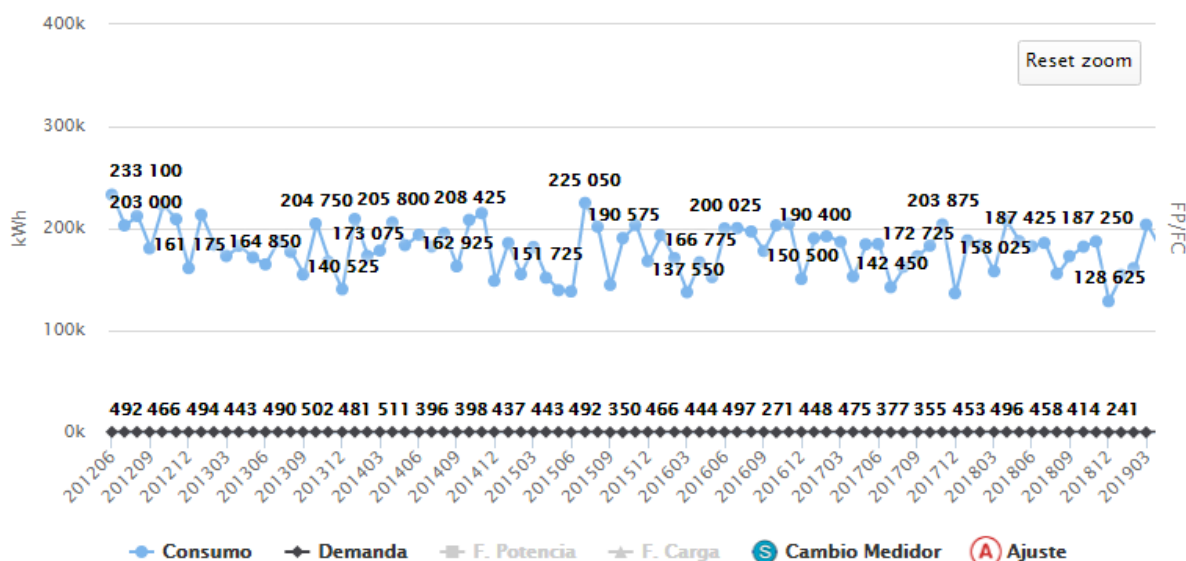
Después de revisar las pruebas hechas al servicio se puede apreciar que esta dentro de los rangos aceptables de las pruebas

Como recomendación sería ideal que se realizara la prueba a los equipos de medición con algún calibrador diferente para descartar algún error por rutina o alguna otra posible anomalía por algún mal resultado.

El siguiente servicio

RPU 224890102676, igualmente una empresa fabricante de pigmentos metalicos, con una carga instalada de 930 kW y una demanda contratada de 845 kW, con medición con TP's y TC's con una tarifa horaria 78.

Analizando el cliente: 224890102676



Tiene pruebas a sus equipos de medición realizadas en

En 2019. con un resultado positivo. Y sin anomalía.

En 2018 con un resultado positivo y sin anomalía

En 2017 con un resultado positivo y sin anomalía

En 2016 con un resultado positivo y sin anomalía.

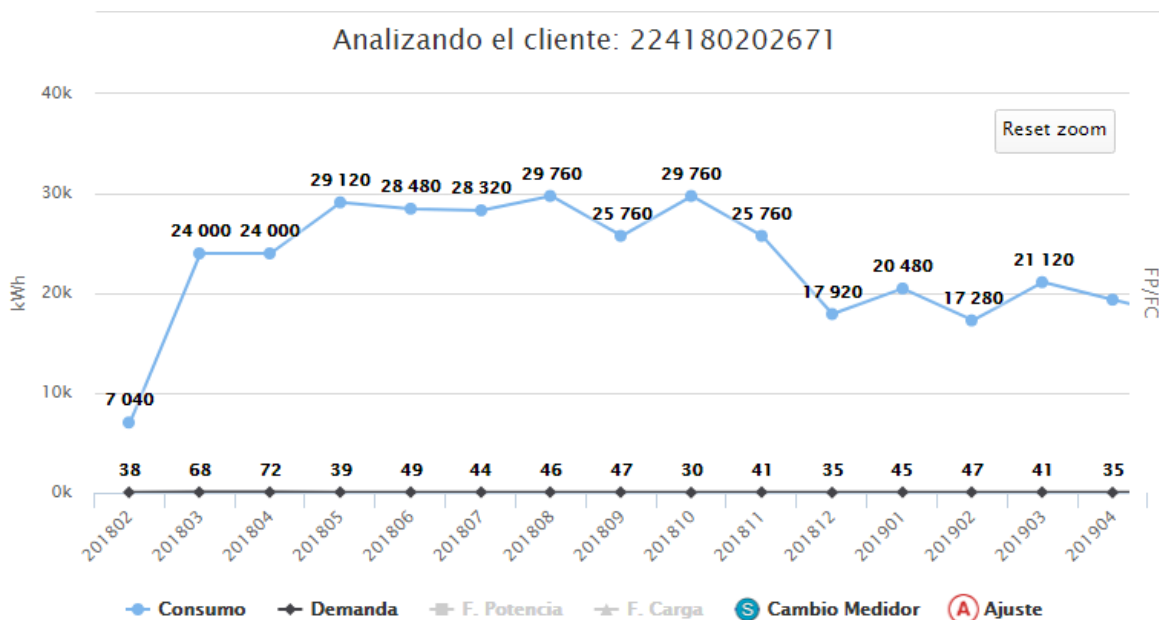
Después de revisar las pruebas hechas al servicio se puede apreciar que está dentro de los rangos aceptables en las pruebas.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Como recomendación sería ideal que se realizara la prueba a los equipos de medición con algún calibrador diferente para descartar algún error por rutina o alguna otra posible anomalía por algún mal resultado.

El siguiente servicio

RPU: 224180202671, empresa manufacturera, igualmente una empresa fabricante de pigmentos metálicos, con una carga instalada de 930 kW y una demanda contratada de 845 kW, con medición con TP's y TC's con una tarifa horaria 78.



Tiene pruebas a sus equipos de medición realizadas en

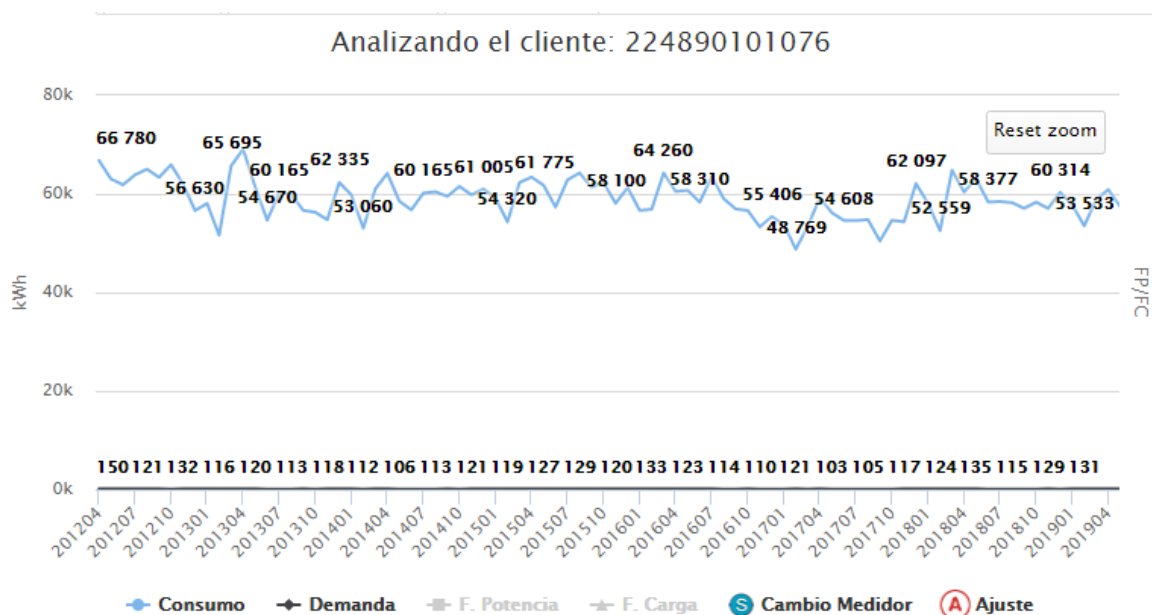
En 2019 con un resultado positivo. Y sin anomalía.

En 2018 con un resultado positivo y sin anomalía

Después de revisar las pruebas hechas al servicio se puede apreciar que está dentro de los rangos aceptables en las pruebas.

Por último, el 4 servicio:

RPU: 224890101076, Centro vacacional ubicado en Santa Cruz Tlaxcala, con una carga instalada de 465 kW y una demanda contratada de 279 kW, con medición con TP's y TC's con una tarifa horaria 78.



Tiene pruebas a sus equipos de medición realizadas en

En 2019 con un resultado positivo. Y sin anomalía.

En 2018 con un resultado positivo y sin anomalía

Después de revisar las pruebas hechas al servicio se puede apreciar que está dentro de los rangos aceptables en las pruebas.

Como recomendación sería ideal que se realizara la prueba a los equipos de medición con algún calibrador diferente para descartar algún error por rutina o alguna otra posible anomalía por algún mal resultado.

Después de haber realizado el análisis de los 4 servicios equivalentes al 86% de la energía facturada del circuito podemos determinar que no se encuentran anomalías en sus pruebas de equipos de medición, la única recomendación sería cambiar de calibrador cuando se realicen las pruebas de medición.

Con estas acciones podemos asegurar mas del 80 % de la energía disponible a facturar en los servicios.

Posterior procedemos a estudiar los demás servicios para encontrar si alguno demuestra alguna desviación en su consumo de energía, después de realizar un análisis en sus demandas, así como en su factor de potencia y su consumo de energía se detectaron los siguientes servicios que pudieran presentar alguna anomalía y pudieran encontrarse consumiendo energía sin algún medio de telemetría en su consumo.

- El primer servicio que se encontró con alguna posible observación en su consumo es el siguiente:

RPU: 224001001812	Medidor: J215EL	Status Medidor: 1 - ACTIVO
Estatus Cliente: 01 - ACTIVO	Cod de Medidor: KL28	Hilos: 3
Tarifa: 68	Lote: 17KE (A3 ELSTER)	C. Contratada: 14
Tar. Autog.:	Multiplicador: 1	C. Instalada: 23

Analizando el cliente: 224001001812

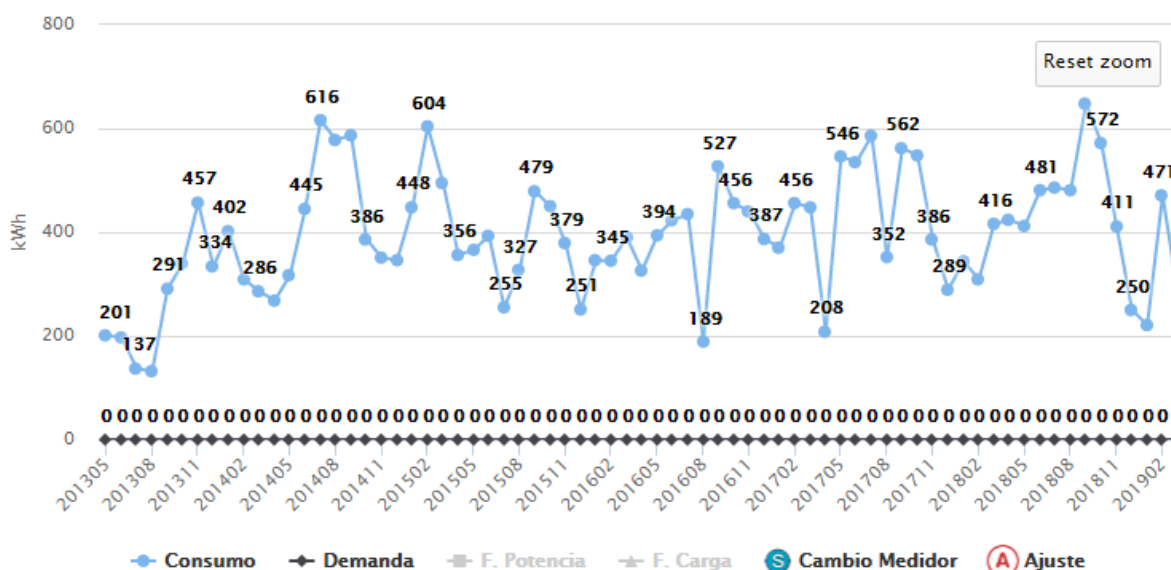


Figura 4.9 Analizando Cliente 224001001812

Aquí podemos observar un comportamiento anormal en el consumo de energía viendo que en algunos meses baja y otros sube el consumo de energía.

- Otro servicio que podemos observar con una ligera disminución en su consumo de energía es el siguiente:

RPU: 224080510786	Medidor: 27RN55	Status Medidor: 1 - ACTIVO
Estatus Cliente: 01 - ACTIVO	Cod de Medidor: KL28	Hilos: 3
Tarifa: 68	Lote: 07JB (ABB)	C. Contratada: 38
Tar. Autog.:	Multiplicador: 1	C. Instalada: 45

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Analizando el cliente: 224080510786

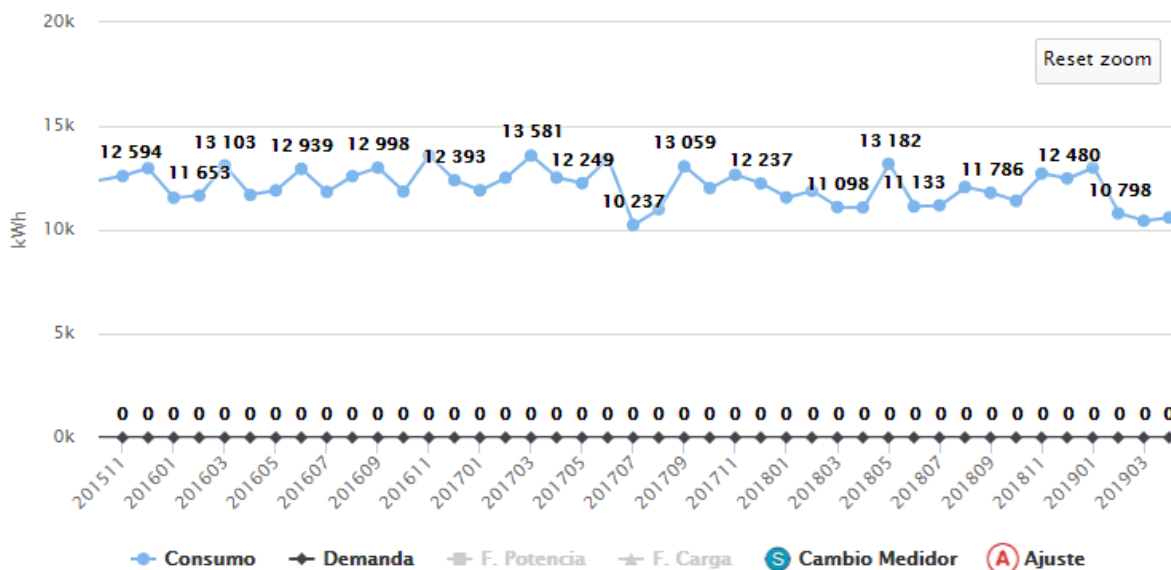


Figura 4.10 Analizando Cliente 224080510786

- Otro servicio que se observa con alguna desviación en su consumo de energía es el siguiente:

RPU: 224130701219	Medidor: 934L0C	Status Medidor: 1 - ACTIVO
Estatus Cliente: 02 - CORTADO	Cod de Medidor: KL28	Hilos: 3
Tarifa: 06	Lote: 13KE (A3 ELSTER)	C. Contratada: 31
Tar. Autog.:	Multiplicador: 1	C. Instalada: 45

Analizando el cliente: 224130701219

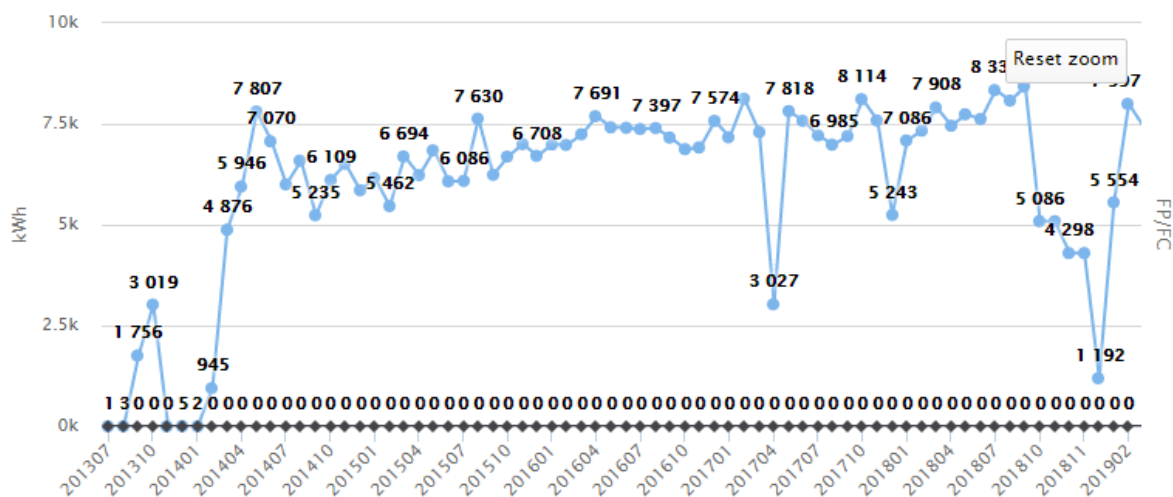


Figura 4.11 Analizando Cliente 224130701219

Este servicio es factible de revisión cliente 224130701219

- Para la revisión de otro servicio que se puede observar el consumo a la baja de energía es el que se muestra a continuación:

RPU: 224890101084

Estatus Cliente: 01 - ACTIVO

Tarifa: 68

Tar. Autog.:

Medidor: 7A0N06

Cod de Medidor: KL28

Lote: 00HG (GE KV)

Multiplicador: 1

Status Medidor: 1 - ACTIVO

Hilos: 3

C. Contratada: 99

C. Instalada: 99

Analizando el cliente: 224890101084

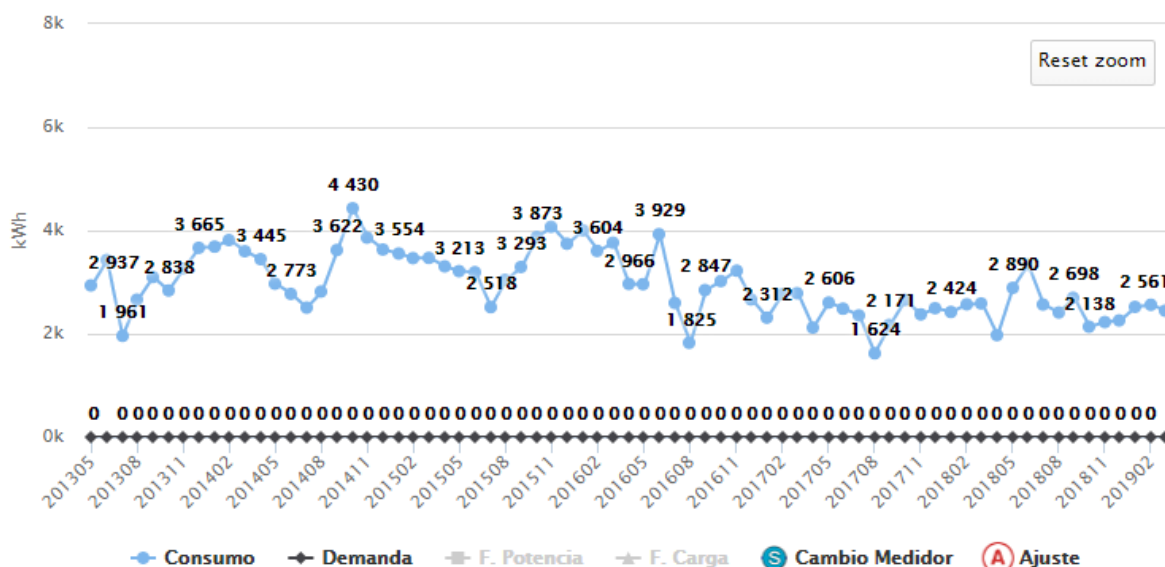


Figura 4.12 Analizando Cliente 224890101084

Se puede visualizar que el siguiente servicio presenta un decremento gradual en su consumo de energía.

Después de haber revisado los servicios más significativos de acuerdo con su consumo de energía y su tarifa, se llega a la conclusión que los servicios mostrados anteriormente son candidatos a revisión, la energía que se pierde según el balance realizado es mayor del 5%, lo cual nos indica que el circuito tiene alguna desviación con algún servicio, ya que se observa que al mes se llegan a perder más de 150,000 kWh.

Por lo tanto, lo que se propone para reducir las perdidas de energía son las siguientes:

- Asegurar los 4 servicios que representan mas del 80% de la energía facturada, para garantizar la mayor energía posible.



- En la subestación Xalostoc poner un medidor de banco lado fuente para censar la energía que llega a la subestación general y compararla con la medición de los tres circuitos para corroborar que la medición es la correcta, así mismo saber las pérdidas técnicas que se tienen por la transformación de la energía.
- Revisar los servicios propuestos por posibles anomalías.
- Cancelar la acometida de los pozos que no estén en funcionamiento, para evitar algún uso de la energía sin medición.

Capítulo 5 Comportamiento en Calidad de la energía de los tres circuitos industriales ATZ-5230, ATZ-5240 y ATZ-5260 de la Subestación eléctrica Atlihuetzia.

En este capítulo se analizará el comportamiento en calidad de la energía de acuerdo con el procedimiento normativo “CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica.” tensión desde 13.2 kV hasta 34.5 kV. Basándonos en las mediciones históricas de calidad de la energía del SIMOCE que se encuentra instalado en la subestación ATZ y que proporciona las mediciones por cada circuito a analizar.

Las características de estos equipos se presentan a continuación

Circuito ATZ-5230 “Santa Ana”

Subestación	ATLIHUETZIA
Nombre	ATZ5230 "Santa Ana"
Tipo	ALIMENTADOR
Nivel Tensión (V)	34500
Transformador	T1
Capacidad Máxima (kVAs)	7500
Mediciones de Energía	Por Consumos
Área Geográfica	Urbana

Equipo de medición Asociado	
Marca o modelo	SEL-735
No. de Serie	HA-070300647-03

Estándar Serial	RS-485
Clase de Precisión	0.5 tipo B
Sistema de Medición	3F-4H
Conexión de TP	ESTRELLA
Conexión de TC	ESTRELLA

Tabla 26 Características de equipos de medición circuito ATZ - 5230

Se puede observar que se tiene un sistema de medición de TC y TP en estrella de una clase B, garantizando la correcta medición por fases de los circuitos.

Circuito ATZ-5240 "Apizaco"

Subestación	ATLIHUETZIA
Nombre	ATZ5240 "Apizaco"
Tipo	ALIMENTADOR
Nivel Tensión (V)	34500
Transformador	T1
Capacidad Máxima (kVAs)	7500
Mediciones de Energía	Por Consumos
Área Geográfica	Urbana

Equipo de medición Asociado	
Marca o modelo	POWER MEASUREMENT - ION6200
No. de Serie	HA-070300407-03
Estándar Serial	RS-485
Clase de Precisión	0.2 Clase B

Sistema de Medición	3F-4H
Conexión de TP	ESTRELLA
Conexión de TC	ESTRELLA

Tabla 27 Características de equipos de medición circuito ATZ - 5240

Se puede observar que se tiene un sistema de medición de TC y TP en estrella de una clase B, garantizando la correcta medición por fases de los circuitos.

Circuito ATZ-5260 “Tecnológico”

Subestación	ATLIHUETZIA
Nombre	ATZ5260 "Tecnológico"
Tipo	ALIMENTADOR
Nivel Tensión (V)	34500
Transformador	T1
Capacidad Máxima (kVAs)	7500
Mediciones de Energía	Por Consumos
Área Geográfica	Urbana

Equipo de medición Asociado	
Marca o modelo	POWER MEASUREMENT - ION6200
No. de Serie	HA-070300407-03
Estándar Serial	RS-485
Clase de Precisión	0.2
Sistema de Medición	3F-4H
Conexión de TP	ESTRELLA

Conexión de TC	ESTRELLA

Tabla 28 Características de equipos de medición circuito ATZ - 5260

Se puede observar que se tiene un sistema de medición de TC y TP en estrella de una clase B, garantizando la correcta medición por fases de los circuitos.

El objetivo de realizar este análisis en los tres circuitos de la subestación Atlihuetzia se basa en que la mayor carga que poseen estos circuitos es una carga industrial y muy importante la cual ante variaciones del sistema pueden sufrir daños en sus procesos, así como también se encuentran hospitales y plaza. Ya que como se mencionó en capítulos anteriores se tienen pocos usuarios, pero con una carga industrial muy importante.

5.1 Comportamiento en Calidad de la energía del circuito ATZ-5230 “Santa Ana”

Para el análisis de la calidad de energía del circuito ATZ-5230 tomaremos en cuenta que la mayoría de los clientes conectados a este circuito son clientes industriales (llamados así porque son industrias), así como plazas importantes, que requieren una mejor calidad de la energía y el mínimo interrupción del servicio.

Comenzaremos analizando los valores de voltaje que presenta el circuito comparando los 6 meses en 2 trimestres para conocer si los valores son óptimos de acuerdo con el procedimiento normativo “CFE L0000-70 Calidad de la energía: Características y límites de las perturbaciones de los parámetros de la energía eléctrica.” tensión desde 13.2 kV hasta 34.5 kV.

5.1.1 Comportamiento del voltaje del circuito ATZ-5230

Considerando que el voltaje nominal del circuito analizar son 34.5kV y de acuerdo con nuestro procedimiento normativo Para los primero 3 meses se genera un muestreo de las mediciones diarias cinco minútales del mes de octubre al mes de diciembre del 2018.

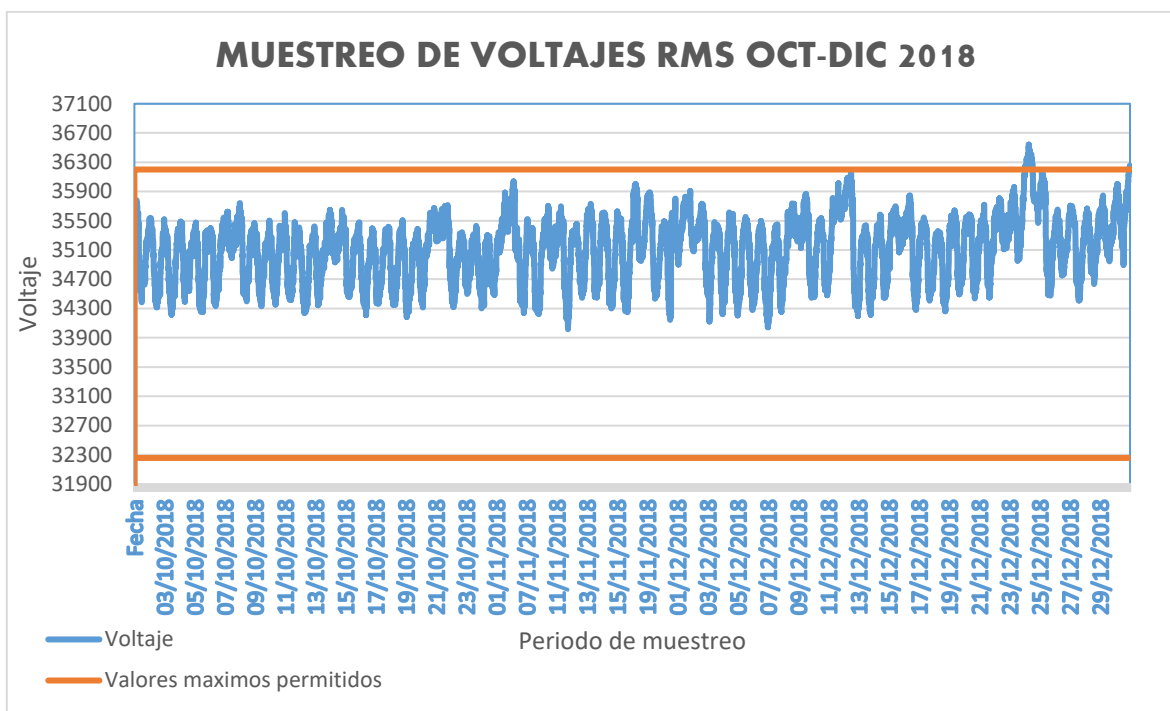


Figura 5.1 Muestreo de voltajes Oct - Dic 2018 ATZ-5230

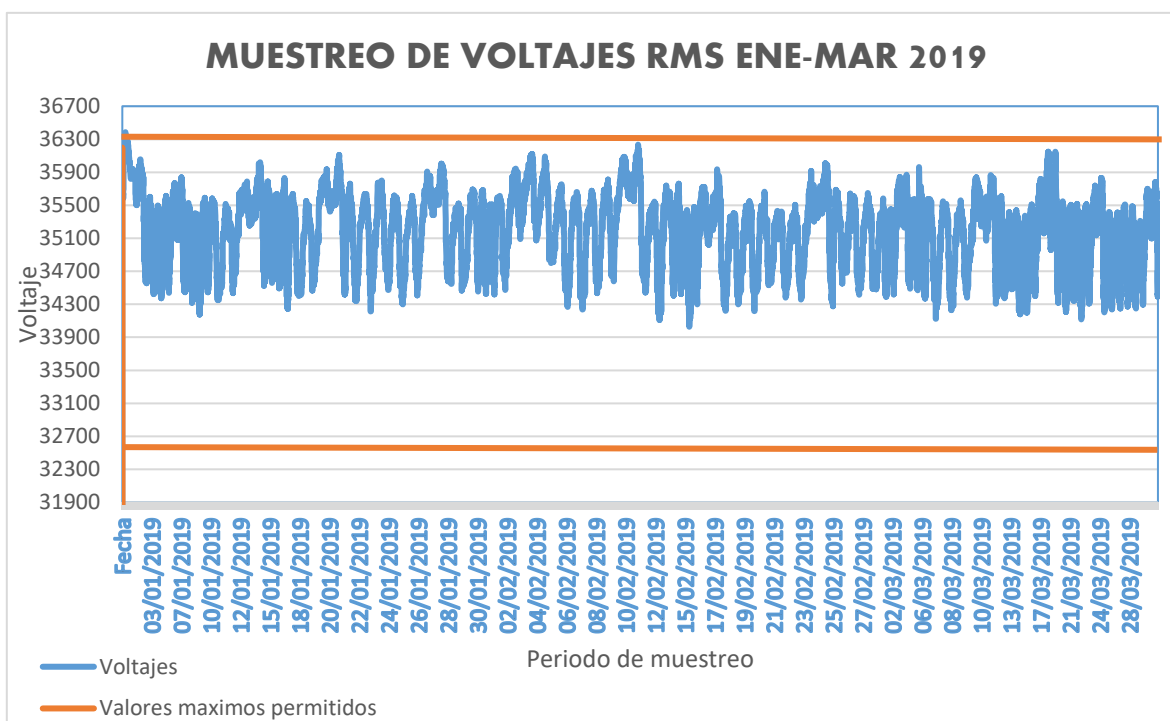


Figura 5.2 Muestreo de voltajes ene - mar 2019 ATZ-5230

De acuerdo con el muestreo realizado en los meses de octubre a diciembre del 2018 y de enero a marzo 2019 podemos notar que el voltaje la mayoría del tiempo se encuentra por encima de los 34.5 kV que es el voltaje nominal que se debe entregar a partir de la subestación, por las características de la carga que se tiene a lo largo del circuito y por el comportamiento que tiene el voltaje a lo largo de los 6 meses podemos inferir que pudiera el circuito encontrarse sobrecompensado de potencia reactiva mostrándose como un circuito capacitivo, este efecto se puede deber a que la demanda de los servicios que se encuentran a lo largo del circuito tienen conectados en sus servicios banco de capacitores reduciendo su carga sin desconectar los mismos bancos o en su caso se encuentran bancos de capacitores conectados a la red sin regulación alguna, en su defecto el voltaje proveniente del bus del alimentador 52010 se encuentra en un nivel más alto.

La sobretensión generada en este circuito se puede observar que se encuentra entre los límites por debajo de los 36.2 kV, parámetro permitido de acuerdo con el procedimiento normativo de CFE, sin embargo, se encuentra con un rango mayor al nominal, lo cual nos puede ayudar que con el incremento de la carga no se abata el voltaje.

Para el mes de **octubre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento **del voltaje**:

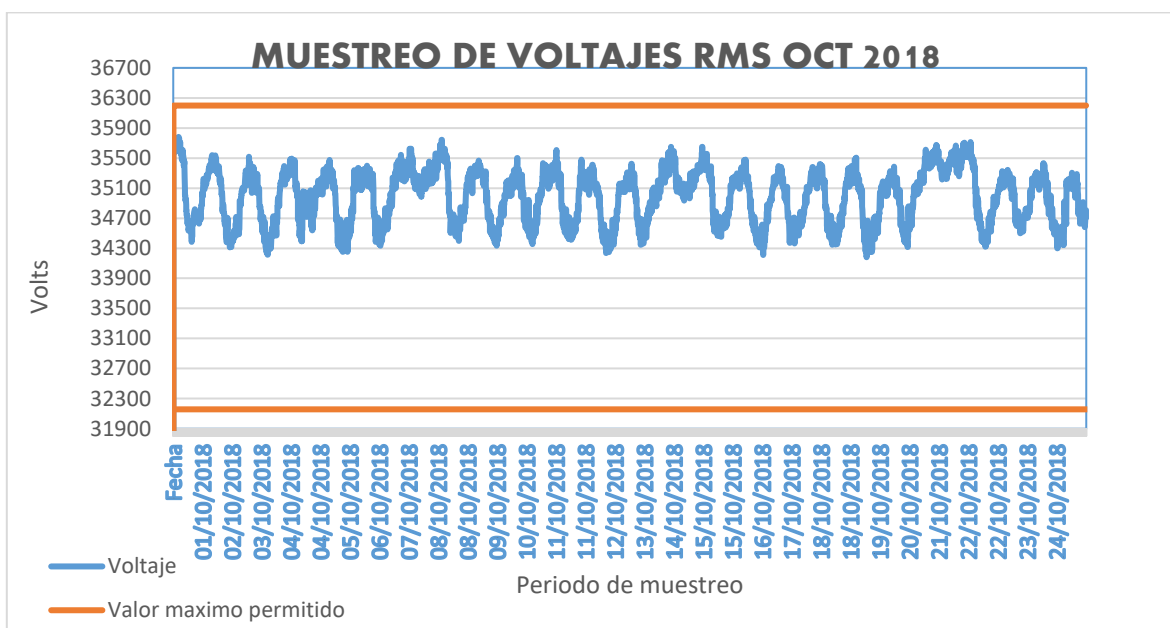


Figura 5.3 Muestreo de voltaje oct 2018 ATZ-5230

Se puede observar en el mes de octubre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **noviembre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

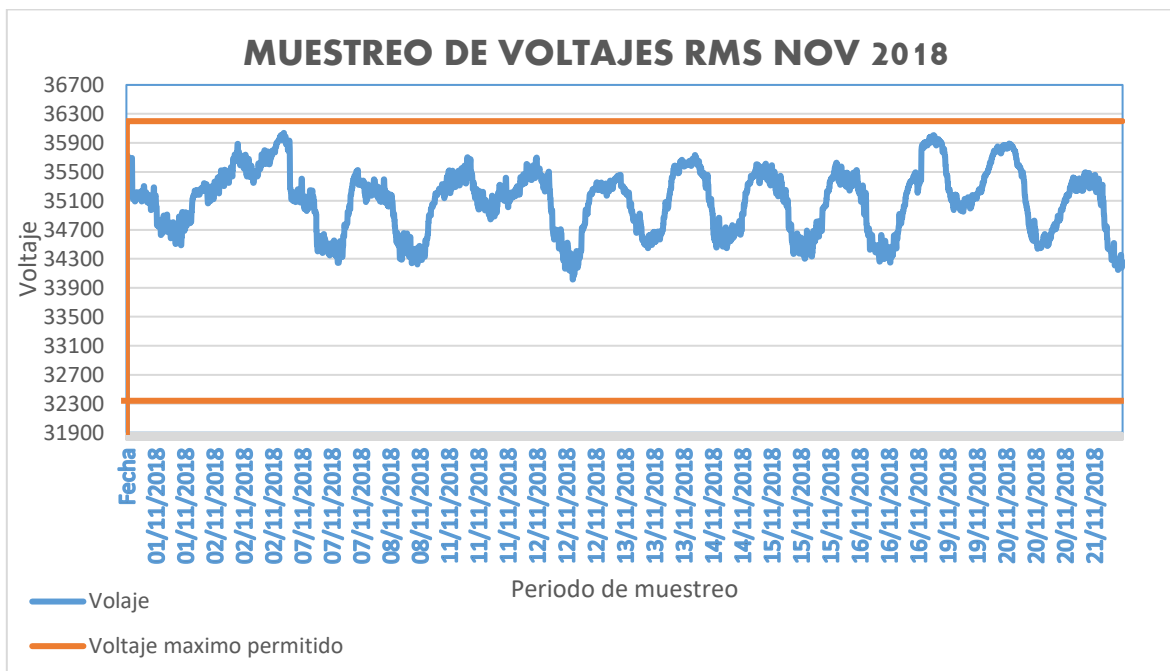


Figura 5.4 Muestreo de voltaje nov 2018 ATZ-5230

Se puede observar en el mes de noviembre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **diciembre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

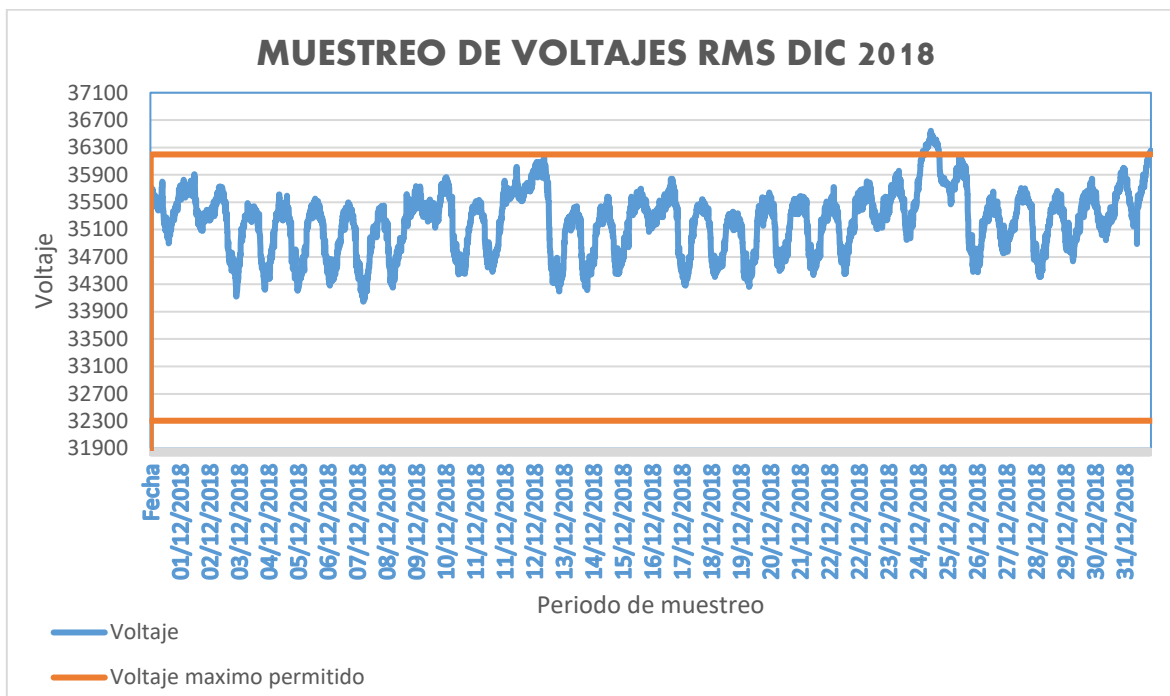


Figura 5.5 Muestreo de voltaje dic 2018 ATZ-5230

Se puede observar en el mes de diciembre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo solo se observa que durante los días 24 y 25 hubo un poco más de sobretensión ya que se infiere que por ser días festivos la mayoría de las industrias se detuvieron, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **enero 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

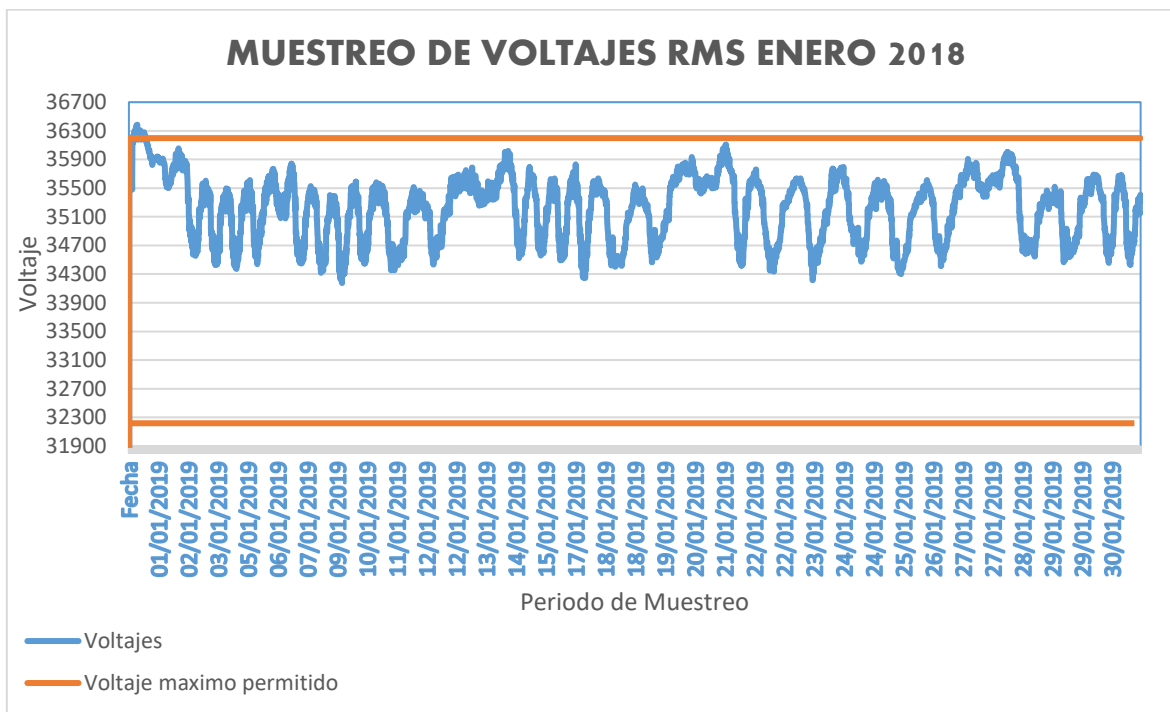


Figura 5.6 Muestreo de voltaje ene 2019 ATZ-5230

Se puede observar en el mes de enero que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo solo se observa que durante el día 1 de enero hubo un poco más de sobretensión ya que se infiere que por ser días festivos la mayoría de las industrias se detuvieron, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **febrero 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

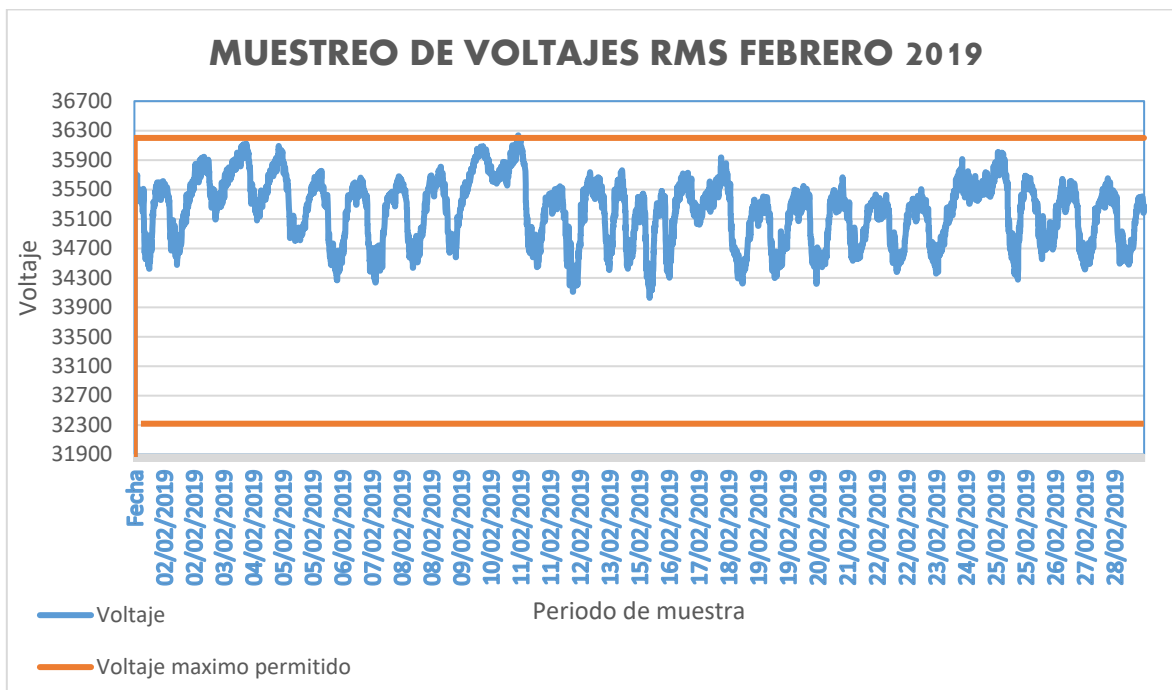


Figura 5.7 Muestreo de voltaje feb 2019 ATZ-5230

Se puede observar en el mes de febrero que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **marzo 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

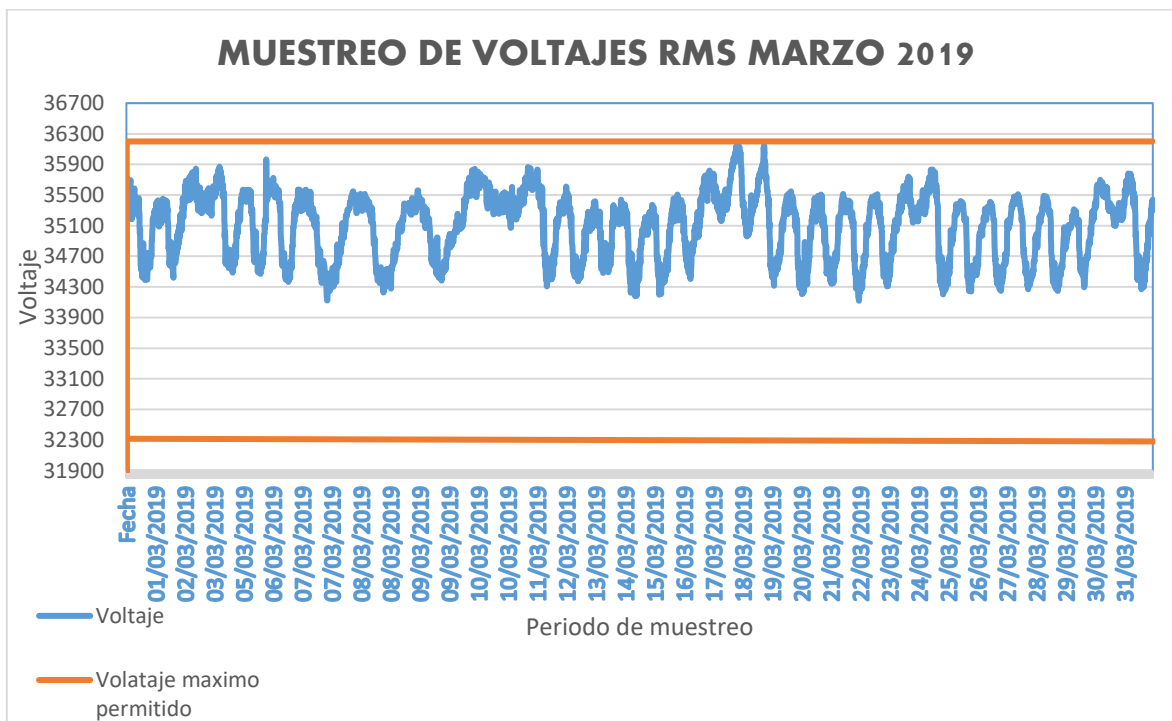


Figura 5.8 Muestreo de voltaje mar 2019 ATZ-5230

Se puede observar en el mes de marzo que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

5.1.2 Comportamiento de la demanda de energía activa del circuito ATZ-5230.

Realizando un muestreo de mediciones de la demanda de energía activa que lleva el circuito durante los 6 meses que contemplan de Oct – 2018 a Mar – 2019 se muestran los siguientes resultados:

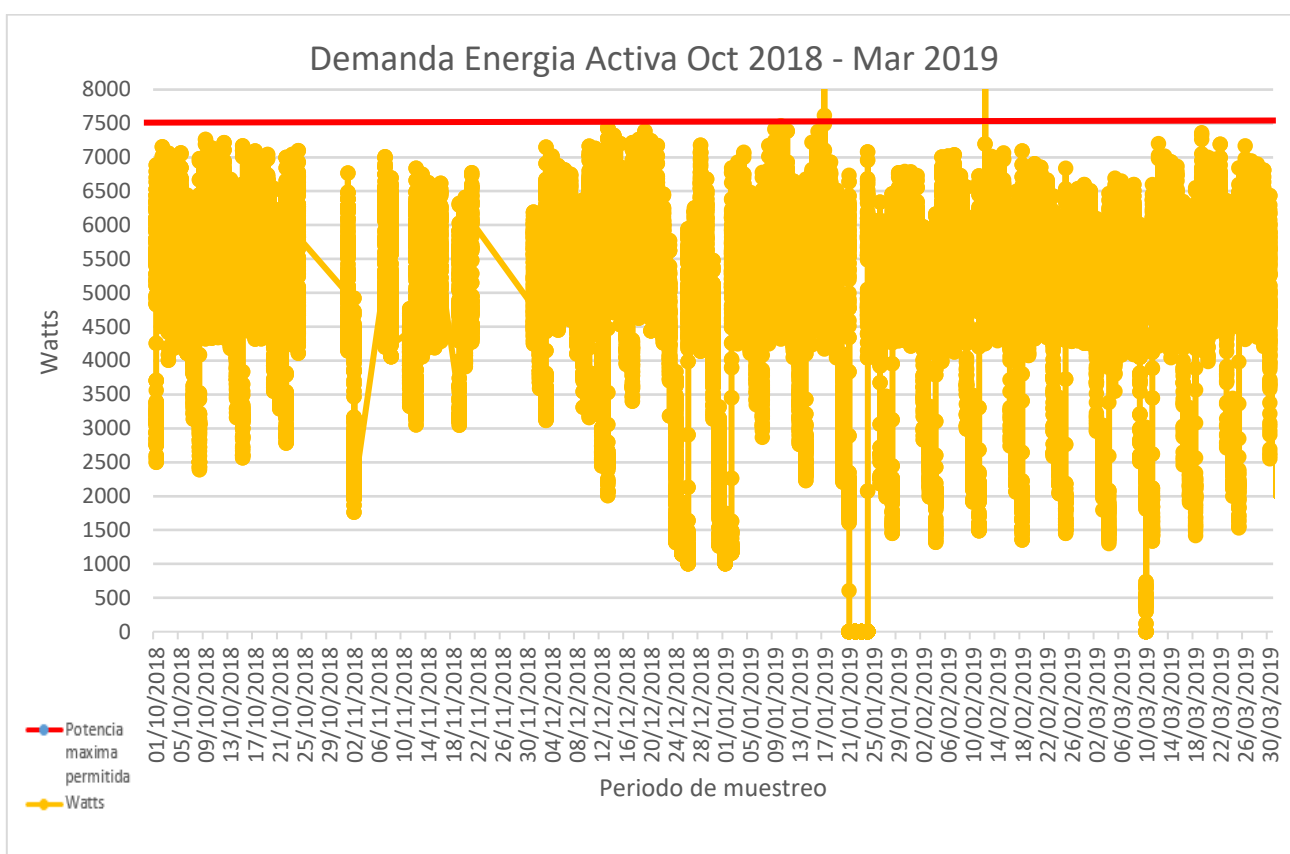


Figura 5.9 Muestreo de demanda de energía activa oct 2018 - mar 2019 ATZ-5230

Como se puede observar la demanda de energía activa que lleva el circuito la mayoría del tiempo oscila entre los 4000 kW a los 7000 kW, misma que de acuerdo a las características presentadas al principio el circuito no debe rebasar la demanda de 7500 kW para garantizar un óptimo funcionamiento de los equipos así como el de la energía, con esto también podemos demostrar que en los momentos que el

circuito presenta la demanda máxima por arriba de los 7000 kW en ningún momento el voltaje llega a caer por debajo de los niveles permitidos por el procedimiento normativo de CFE.

5.1.3 Comportamiento de la frecuencia del circuito ATZ-5230.

Para analizar el comportamiento de la frecuencia en el periodo de los 6 meses

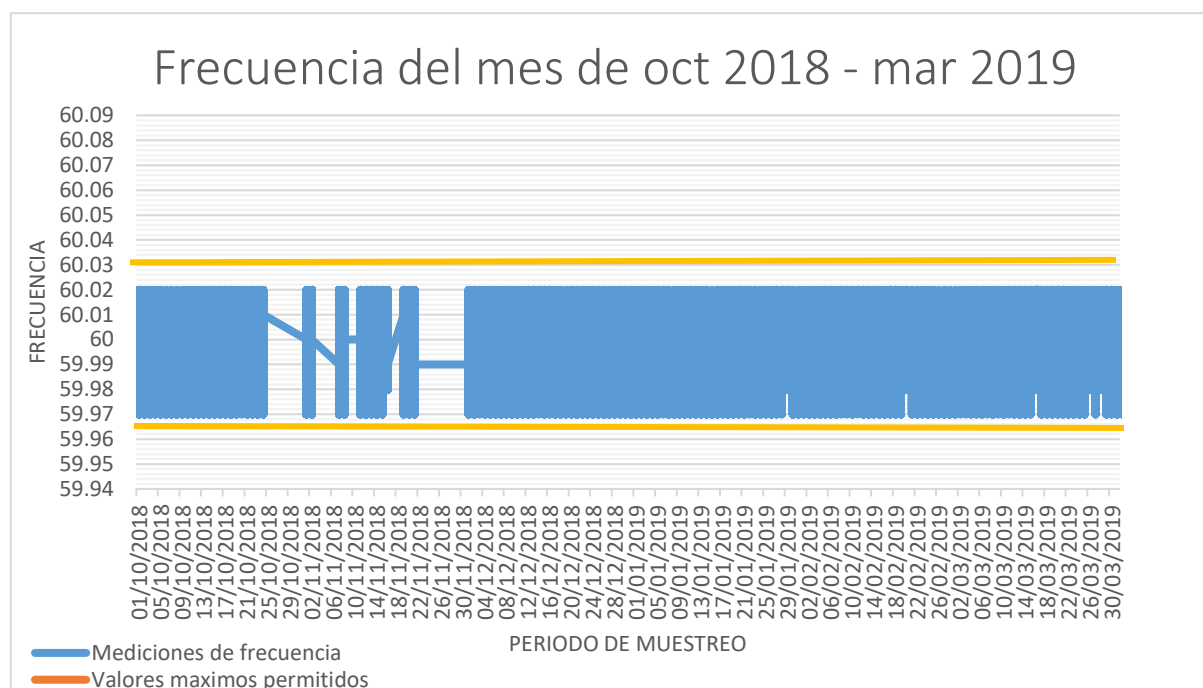


Figura 5.10 Muestreo de frecuencia oct 2018 - mar 2019 ATZ-5230

De acuerdo con el procedimiento podemos observar que el comportamiento de la frecuencia la mayoría del tiempo se encuentra en un nivel óptimo, recordando que el valor optimo permitido es de 60.03 Hz a 59.97. Se encuentran unos pequeños picos que exceden el rango permitido de frecuencia llegando hasta 60.04 Hz en instantes, así como 59.96 Hz.

5.1.4 Comportamiento del factor de potencia del circuito ATZ-5230.

Para conocer el buen aprovechamiento de la energía a través del circuito tenemos el factor de potencia, el cual analizaremos con un muestreo a lo largo de los meses de oct-2018 a mar-2019 para determinar su comportamiento.

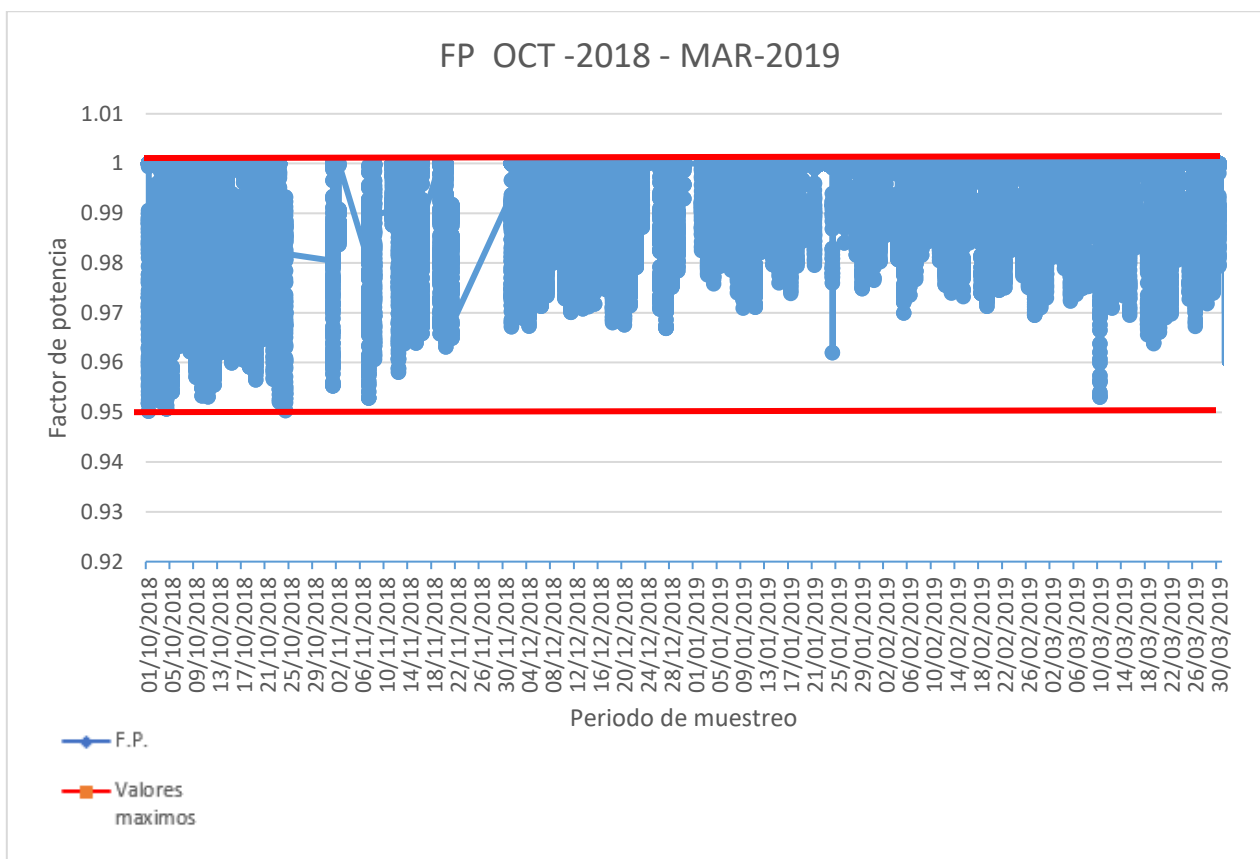


Figura 5.11 Muestreo de F.P. oct 2018 - mar 2019 ATZ-5230

Podemos ver que el factor de potencia se encuentra por encima de los .95, valor el cual es el óptimo para conocer que la energía se le da un buen uso de acuerdo con los clientes y a la topología del sistema.

5.1.5 Comportamiento del desbalance de tensión y desbalance de corriente del circuito ATZ-5230.

Para poder analizar el comportamiento del desbalance de tensión y del desbalance de corriente se analizará un muestreo alrededor del mes de oct – 2018 al mar -2019

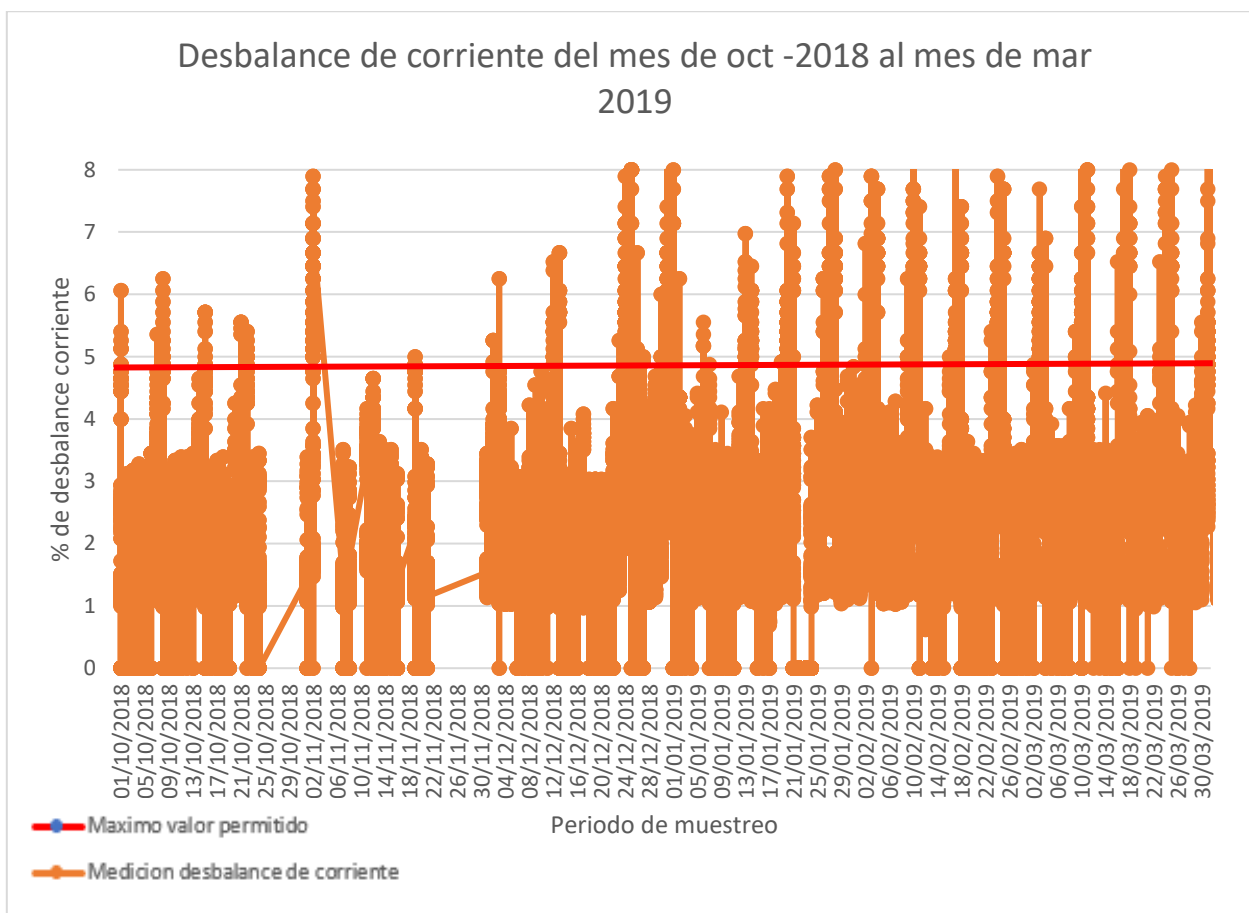


Figura 5.12 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 - mar 2019 ATZ-5230

Se puede visualizar que hay días que el desbalance de corriente rebasa el 5% que permite el procedimiento normativo de CFE, a lo que se recomienda realizar un balance de cargas entre fases para poder equiparar la corriente en las 3 fases.

Para el desbalance de voltaje se muestran los siguientes resultados:

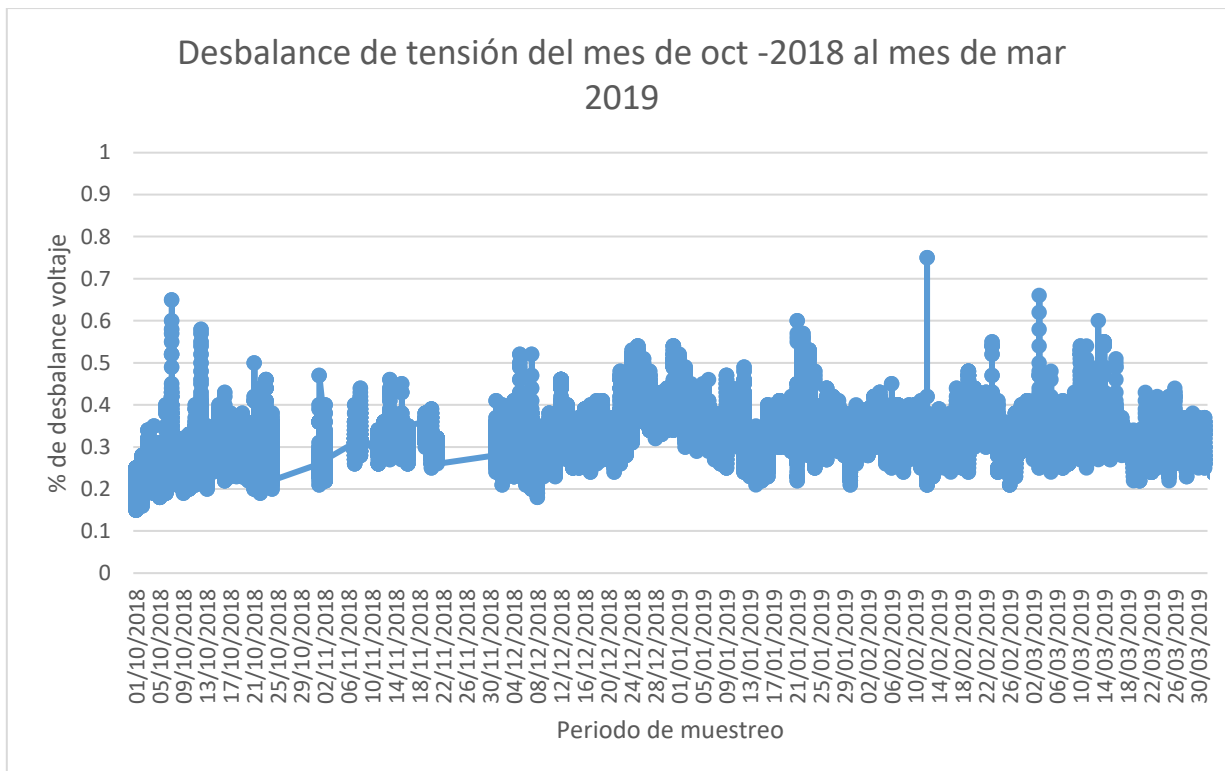


Figura 5.13 Muestreo de desbalance de tensión oct 2018 - mar 2019 ATZ-5230

Se puede apreciar que nunca se rebasa el **2% permitido** por el procedimiento normativo, garantizando un óptimo voltaje entre fases.

5.1.4 Comportamiento de la distorsión armónica de tensión del circuito ATZ-5230.

Para la distorsión armónica de tensión se tiene el siguiente muestreo

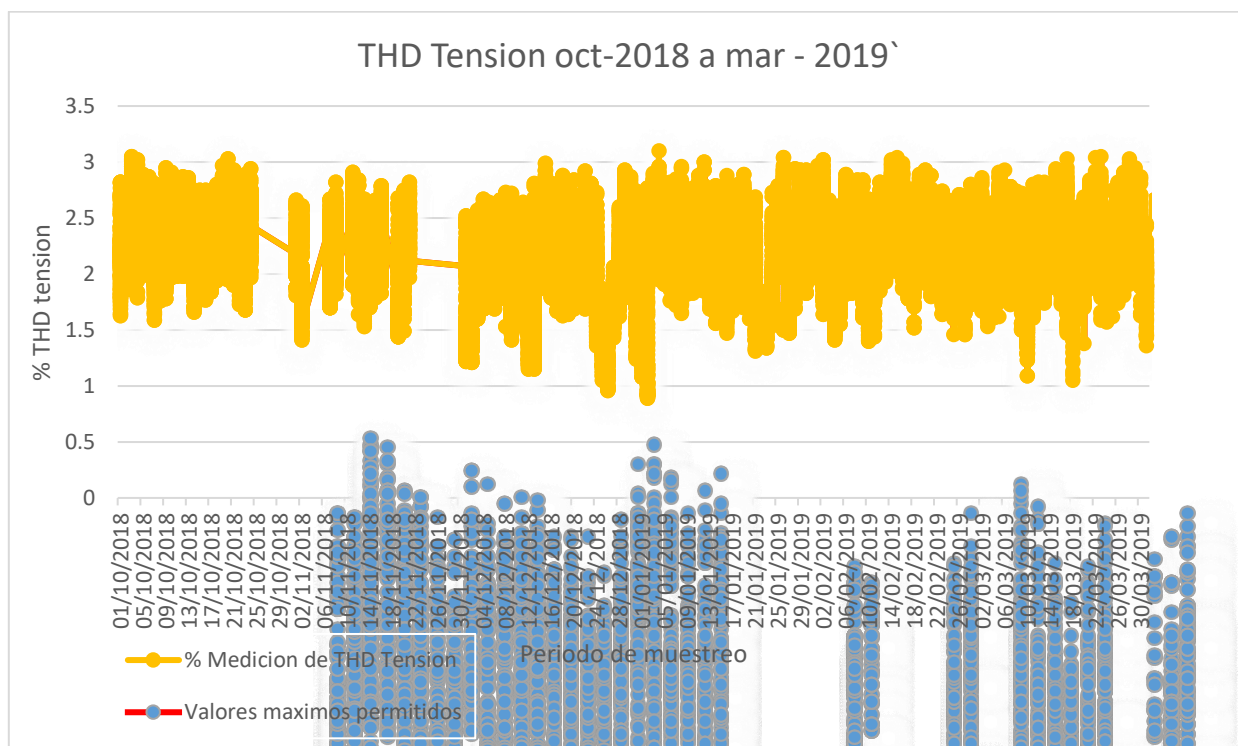


Figura 5.14 Muestreo de THD de tensión oct 2018 - mar 2019 ATZ-5230

Para este caso podemos observar que la distorsión armónica de tensión de este circuito se encuentra dentro del límite permitido por el Procedimiento normativo, el cual no rebasa el 6% de THD de Tensión.

5.2 Comportamiento del voltaje del circuito ATZ-5240

Considerando que el voltaje nominal del circuito analizar son 34.5kV y de acuerdo con nuestro procedimiento normativo Para los primero 3 meses se genera un muestreo de las mediciones diarias cinco minútales del mes de octubre al mes de diciembre del 2018, así como los siguientes 3 meses de enero a marzo del 2019.

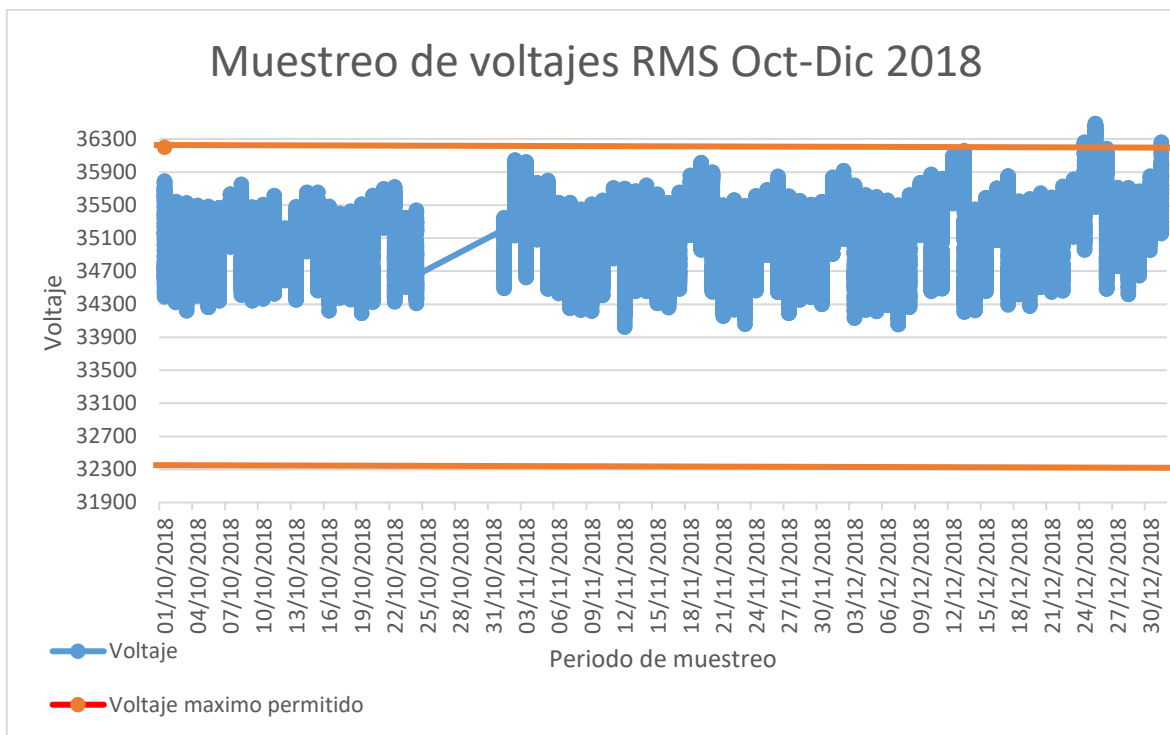


Figura 5.15 Muestreo de voltajes Oct - Dic 2018 ATZ-5240

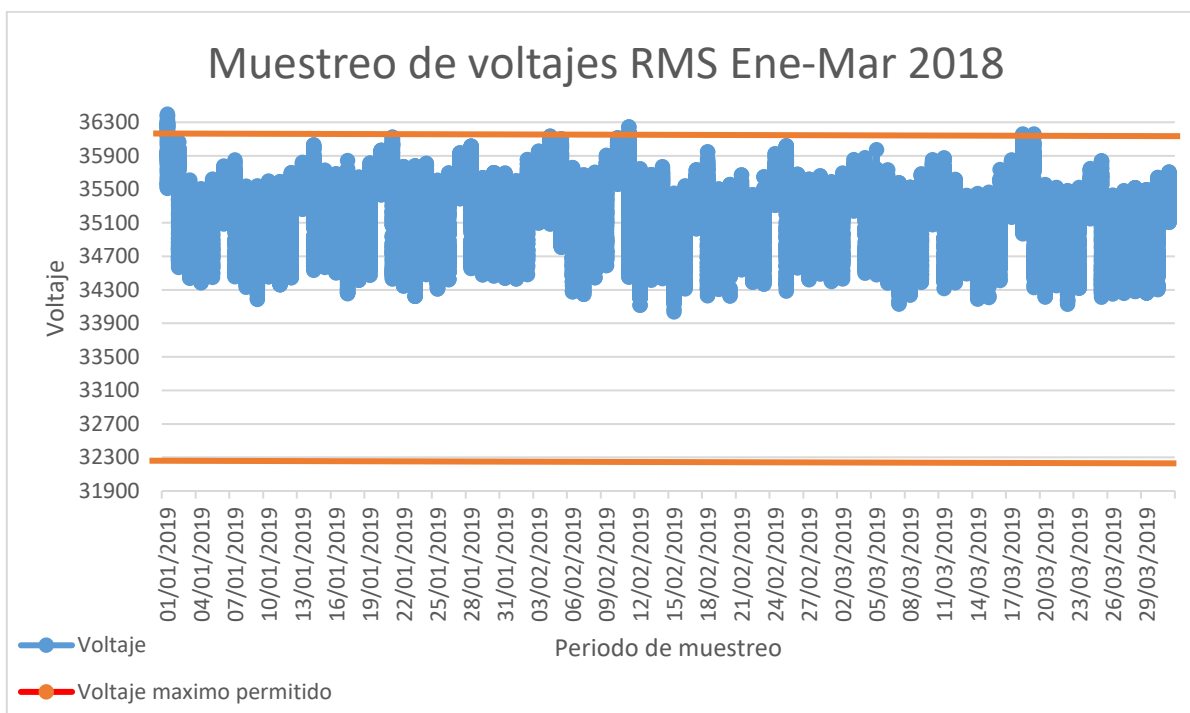


Figura 5.16 Muestreo de voltajes ene - mar 2019 ATZ-5240

De acuerdo con el muestreo realizado en los meses de octubre a diciembre del 2018 y de enero a marzo 2019 podemos notar que el voltaje la mayoría del tiempo se encuentra por encima de los 34.5 kV que es el voltaje nominal que se debe entregar a partir de la subestación, por las características de la carga que se tiene a lo largo del circuito y por el comportamiento que tiene el voltaje a lo largo de los 6 meses podemos inferir que pudiera el circuito encontrarse sobrecompensado de potencia reactiva mostrándose como un circuito capacitivo, este efecto se puede deber a que la demanda de los servicios que se encuentran a lo largo del circuito tienen conectados en sus servicios banco de capacitores reduciendo su carga sin desconectar los mismos bancos o en su caso se encuentran bancos de capacitores conectados a la red sin regulación alguna, en su defecto el voltaje proveniente del bus del alimentador 52010 se encuentra en un nivel más alto.

La sobretensión generada en este circuito se puede observar que se encuentra entre los límites por debajo de los 36.2 kV, parámetro permitido de acuerdo con el procedimiento normativo de CFE, sin embargo, se encuentra con un rango mayor al nominal, lo cual nos puede ayudar que con el incremento de la carga no se abata el voltaje.

Para el mes de **octubre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento **del voltaje**:

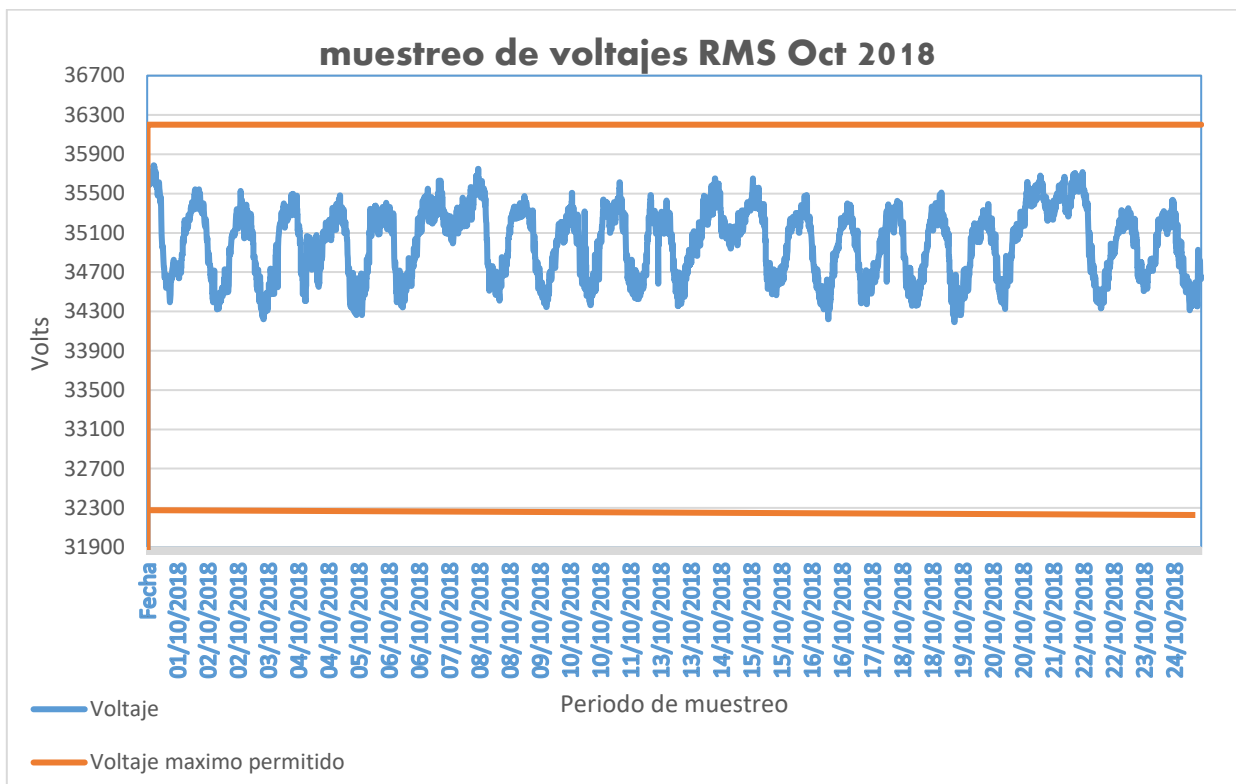


Figura 5.17 Muestreo de voltaje oct 2018 ATZ-5240

Se puede observar en el mes de octubre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **noviembre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

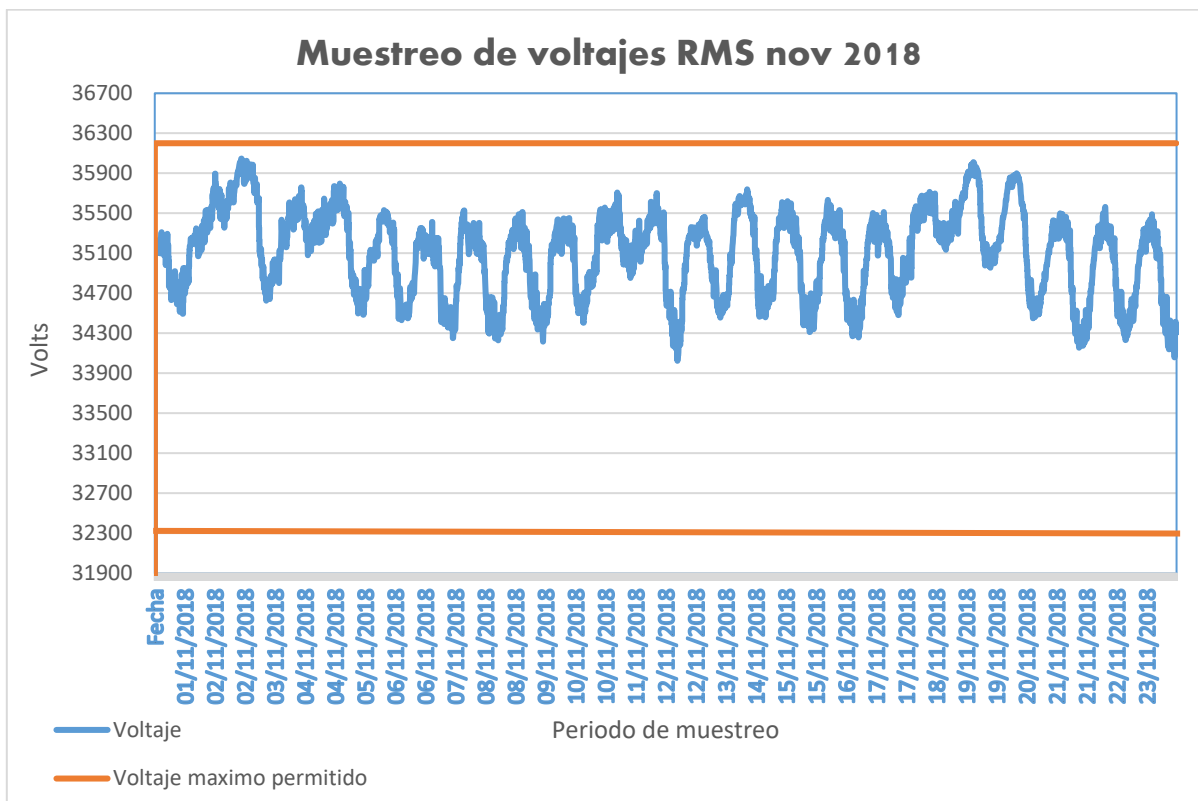


Figura 5.18 Muestreo de voltaje nov 2018 ATZ-5240

Se puede observar en el mes de noviembre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, pero se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **diciembre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

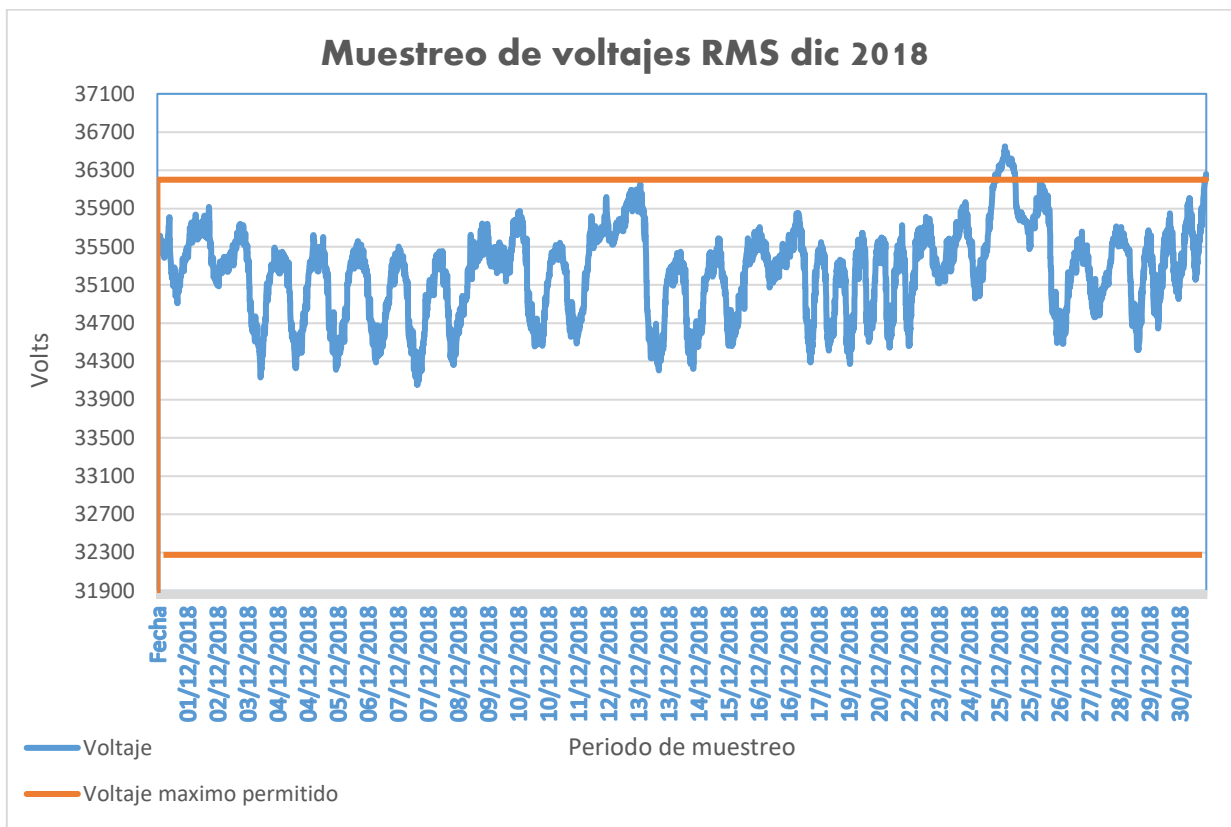


Figura 5.19 Muestreo de voltaje dic 2018 ATZ-5240

Se puede observar en el mes de diciembre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo solo se observa que durante los días 24 y 25 hubo un poco más de sobretensión ya que se infiere que por ser días festivos la mayoría de las industrias se detuvieron, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **enero 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

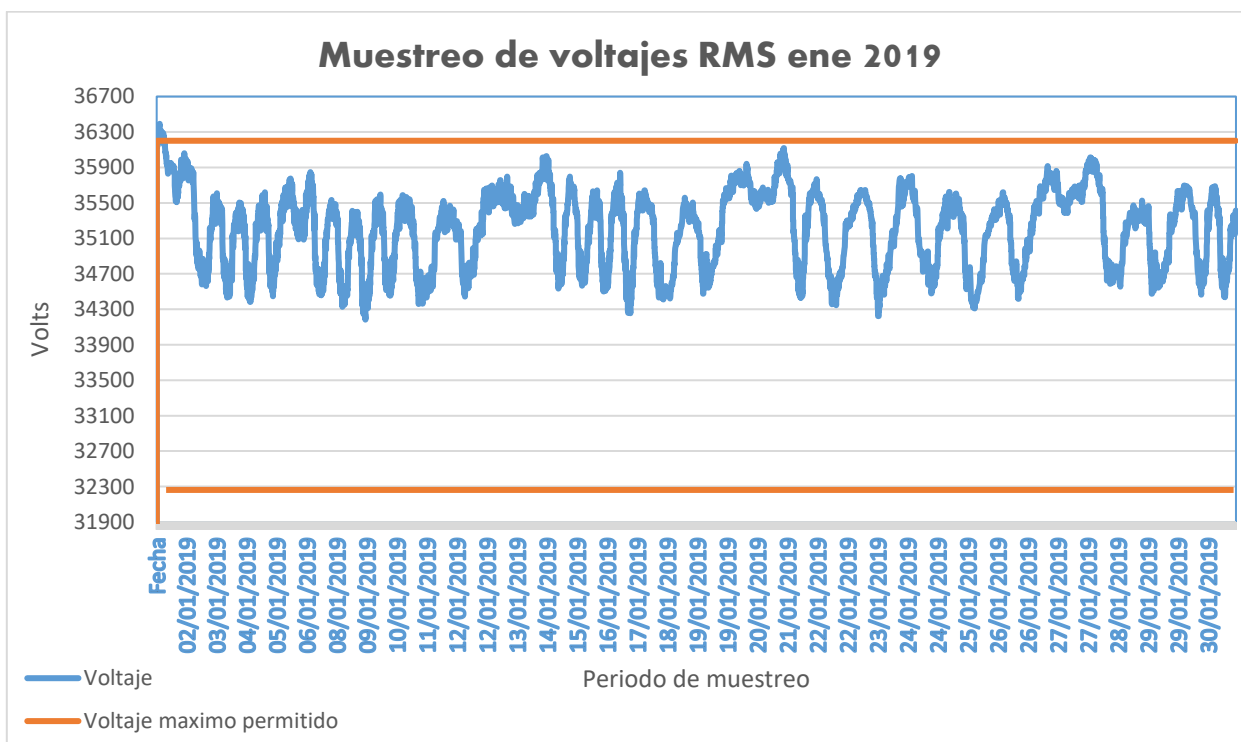


Figura 5.20 Muestreo de voltaje ene 2019 ATZ-5240

Se puede observar en el mes de enero que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo solo se observa que durante el día 1 y 2 de enero hubo un poco más de sobretensión ya que se infiere que por ser días festivos la mayoría de las industrias se detuvieron, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **febrero 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

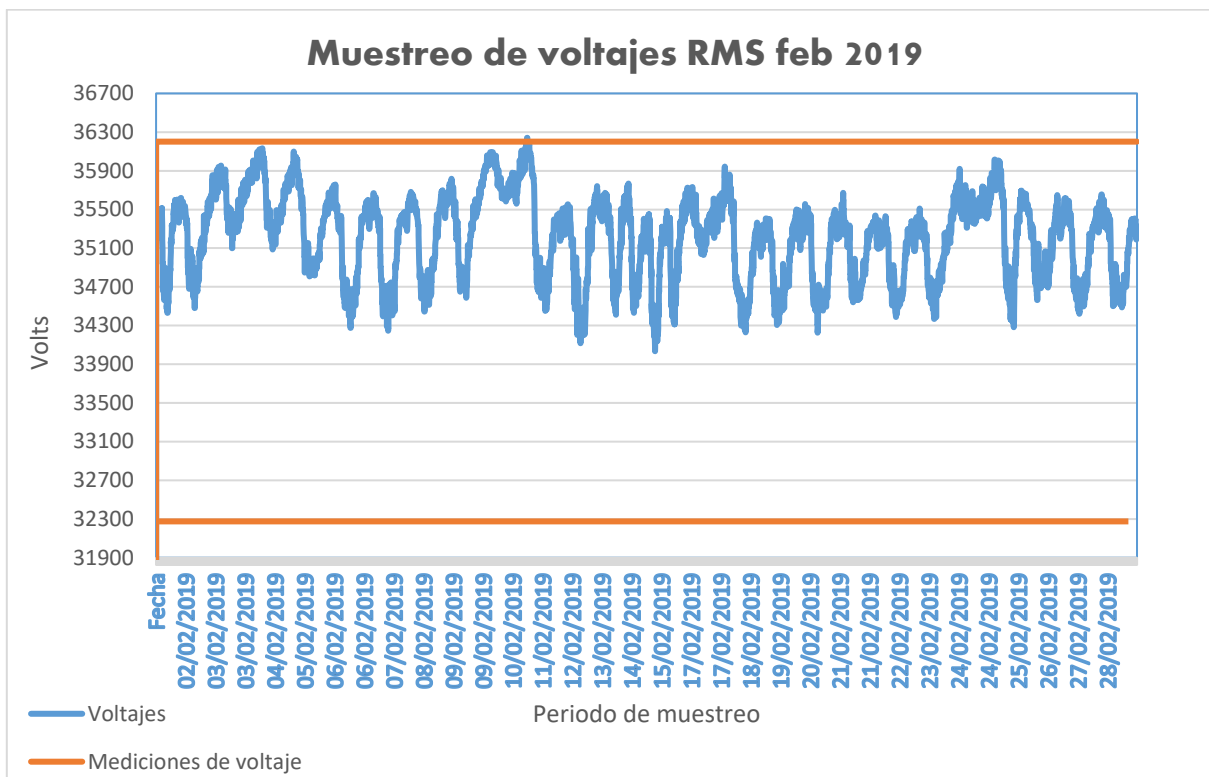


Figura 5.21 Muestreo de voltaje feb 2019 ATZ-5240

Se puede observar en el mes de febrero que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **marzo 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

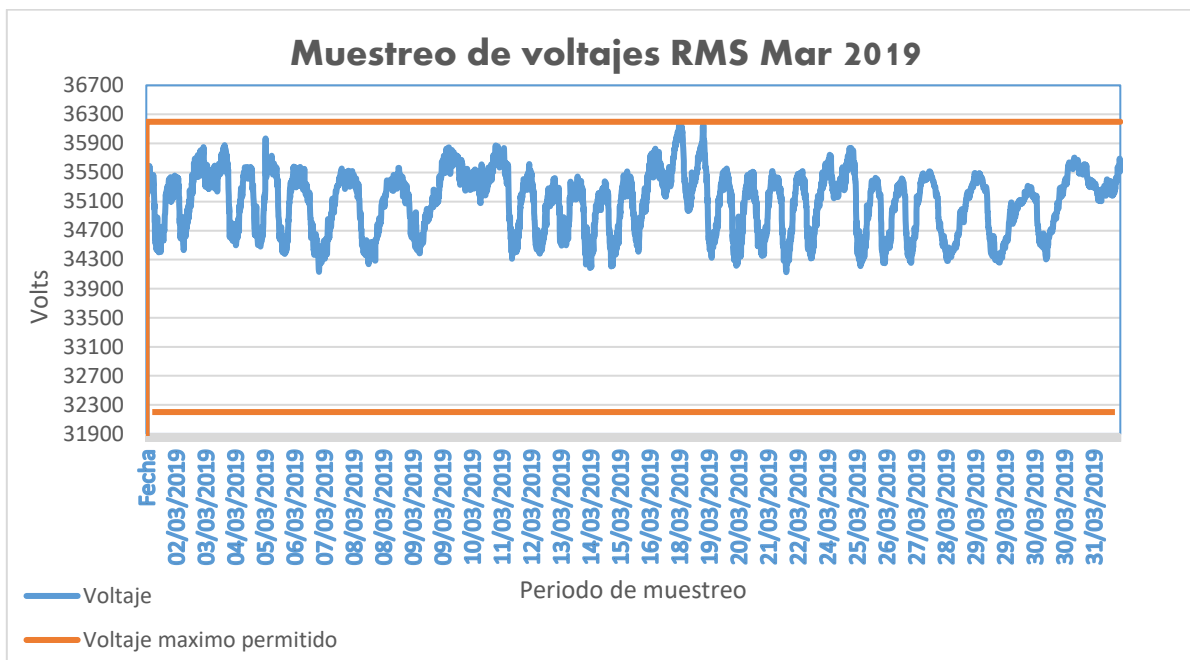


Figura 5.22 Muestreo de voltaje mar 2019 ATZ-5240

Se puede observar en el mes de marzo que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

5.2.1 Comportamiento de la demanda de energía activa del circuito ATZ-5240.

Realizando un muestreo de mediciones de la demanda de energía activa que lleva el circuito durante los 6 meses que contemplan de Oct – 2018 a Mar – 2019 se muestran los siguientes resultados:

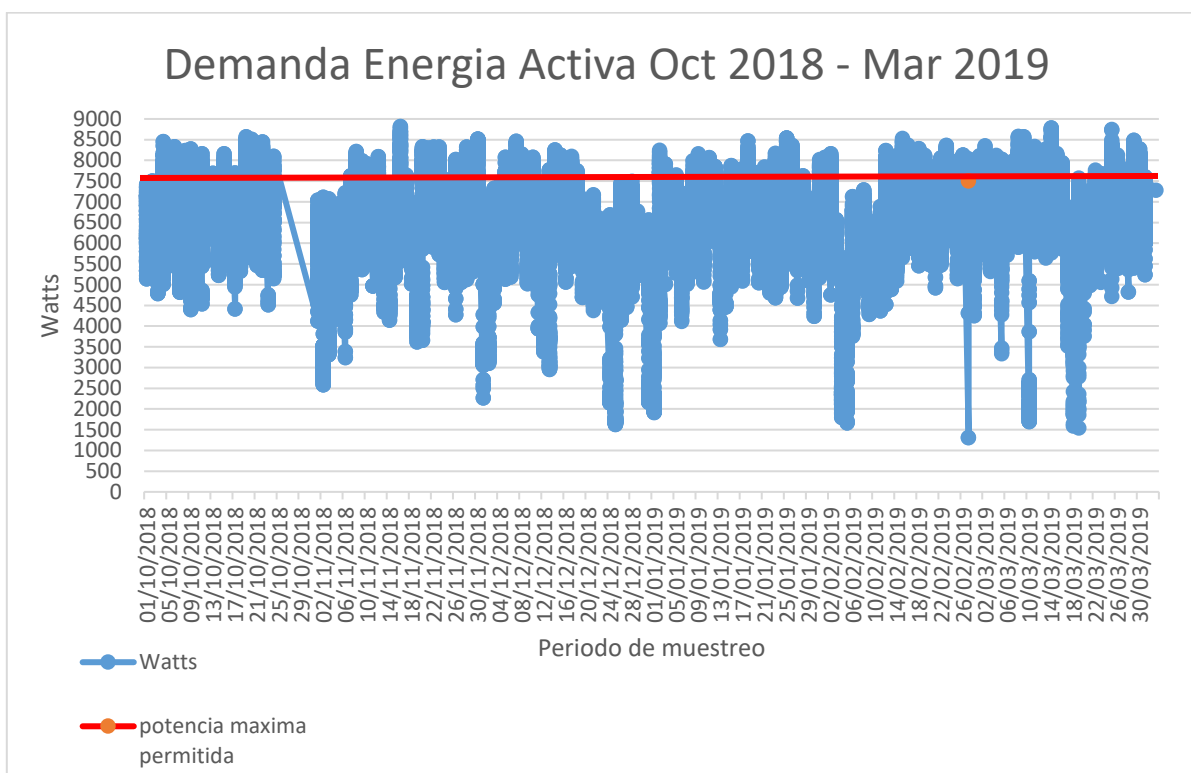


Figura 5.22 Muestreo de demanda de energía activa oct 2018 - mar 2019 ATZ-5240

Como se puede observar la demanda de energía activa que lleva el circuito la mayoría del tiempo oscila entre los 4000 kW a los 8500 kW, misma que de acuerdo a las características presentadas al principio el circuito no debe rebasar la demanda de 7500 kW para evitar las pérdidas técnicas así como la caída de tensión, no obstante podemos denotar que el circuito presenta la demanda máxima por arriba de los 7500 kW y en ningún momento el voltaje llega a caer por debajo de los

niveles permitidos por el procedimiento normativo de CFE, se recomienda realizar un estudio más profundo para balancear la carga a otro circuito con el fin de garantizar estar en valores recomendados.

5.2.2 Comportamiento de la frecuencia del circuito ATZ-5240.

Para analizar el comportamiento de la frecuencia en el periodo de los 6 meses

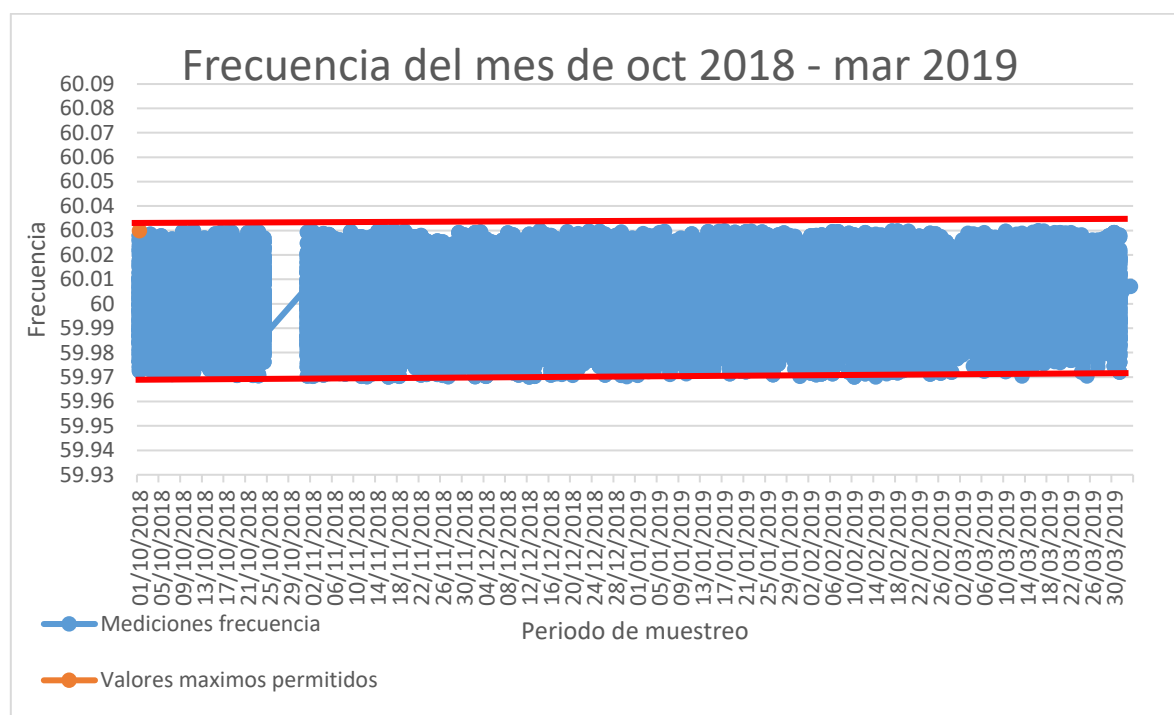


Figura 5.23 Muestreo de frecuencia oct 2018 - mar 2019 ATZ-5240

De acuerdo con el procedimiento podemos observar que el comportamiento de la frecuencia la mayoría del tiempo se encuentra en un nivel óptimo, recordando que el valor optimo permitido es de 60.03 Hz a 59.97. Se encuentran unos picos instantáneos de 60.04 Hz, así como de 59.96 Hz que se encuentran fuera de rango

5.2.3 Comportamiento del factor de potencia del circuito ATZ-5240.

Para conocer el buen aprovechamiento de la energía a través del circuito tenemos el factor de potencia, el cual analizaremos con un muestreo a lo largo de los meses de oct-2018 a mar-2019 para determinar su comportamiento.

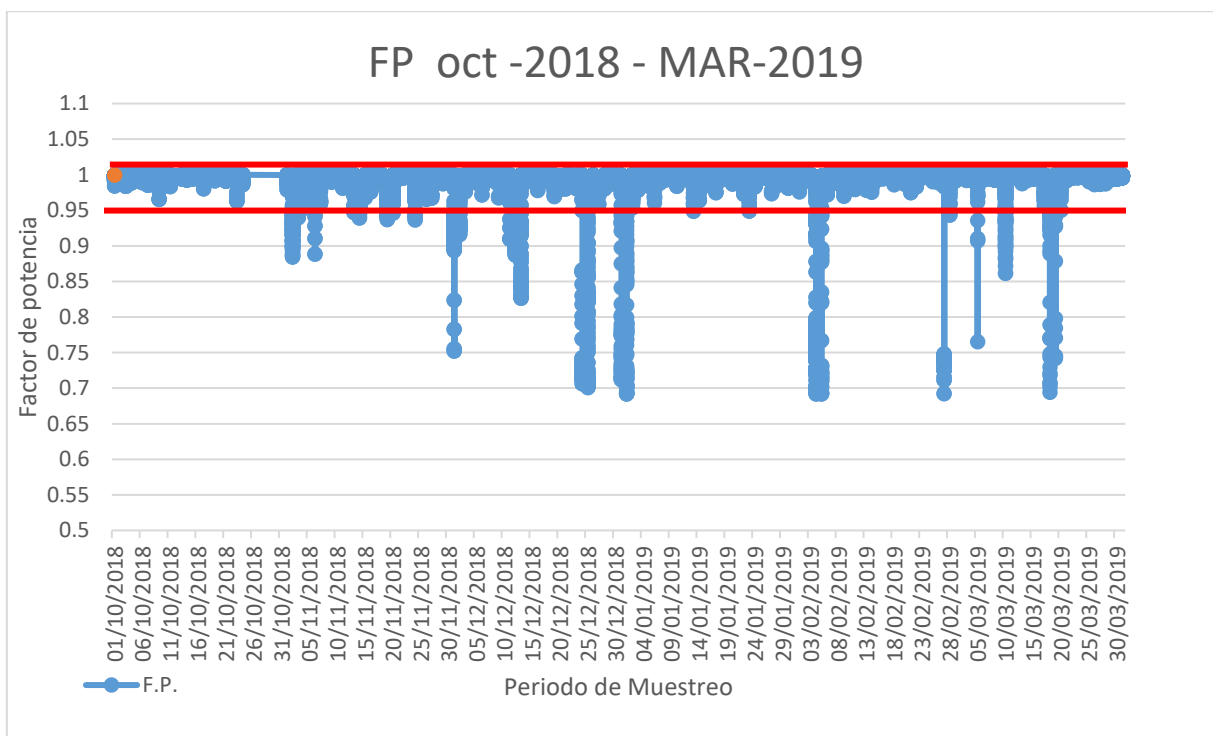


Figura 5.24 Muestreo de F.P. oct 2018 - mar 2019 ATZ-5240

Podemos ver que el factor de potencia se encuentra la mayoría del tiempo por encima de los .95, valor el cual es el óptimo para conocer que la energía se le da un buen uso de acuerdo con los clientes y a la topología del sistema, hay días que se registran valores menores a .90 mismos que seria necesario revisar porque se reduce el valor del factor de potencia, con esto también podemos hacer notar que las cargas que tiene el circuito son inductivas, como grandes motores y transformadores, mismos que nos dan origen al bajo factor de potencia ya que se

puede traducir como cargas no lineales que van contaminando la red eléctrica, en este tipo de equipos el consumo de corriente nos desfasa con relación al voltaje.

5.2.4 Comportamiento del desbalance de tensión y desbalance de corriente del circuito ATZ-5240.

Para poder analizar el comportamiento del desbalance de tensión y del desbalance de corriente se analizará un muestreo alrededor del mes de oct – 2018 al mar -2019

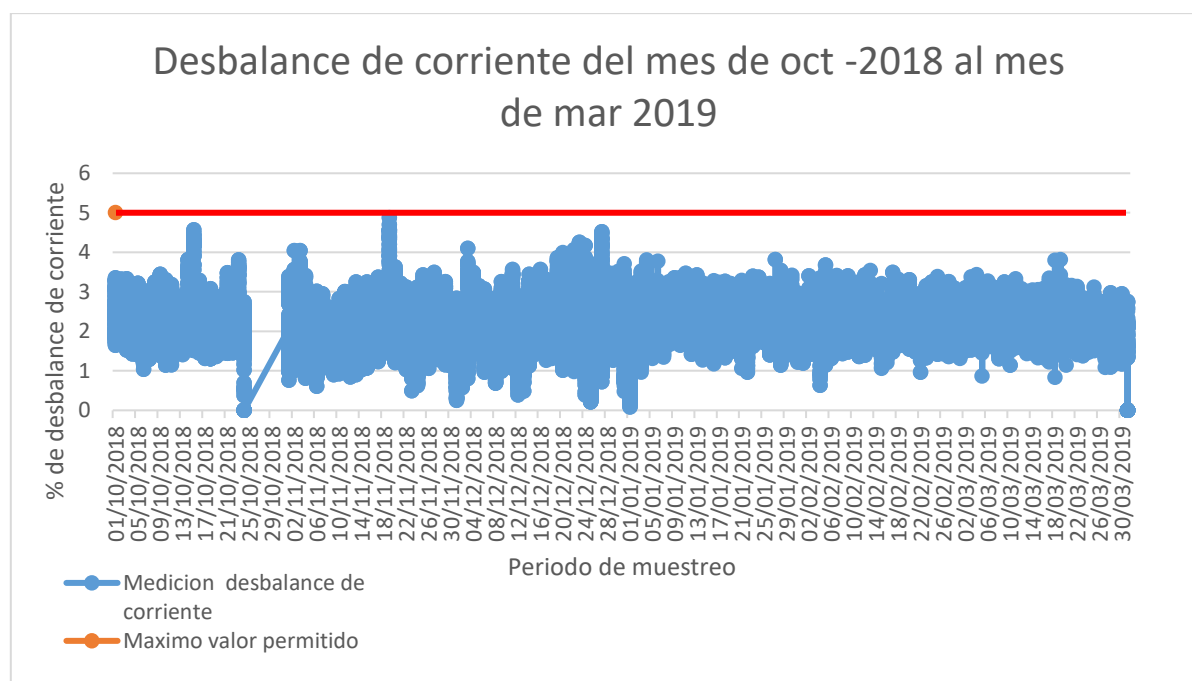


Figura 5.25 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 - mar 2019 ATZ-5240

Se puede visualizar que el circuito presenta un comportamiento aceptable en cuanto al desbalance de corriente, conociendo que el 5% es el máximo valor permitido por el Procedimiento normativo

Para el desbalance de voltaje se muestran los siguientes resultados:

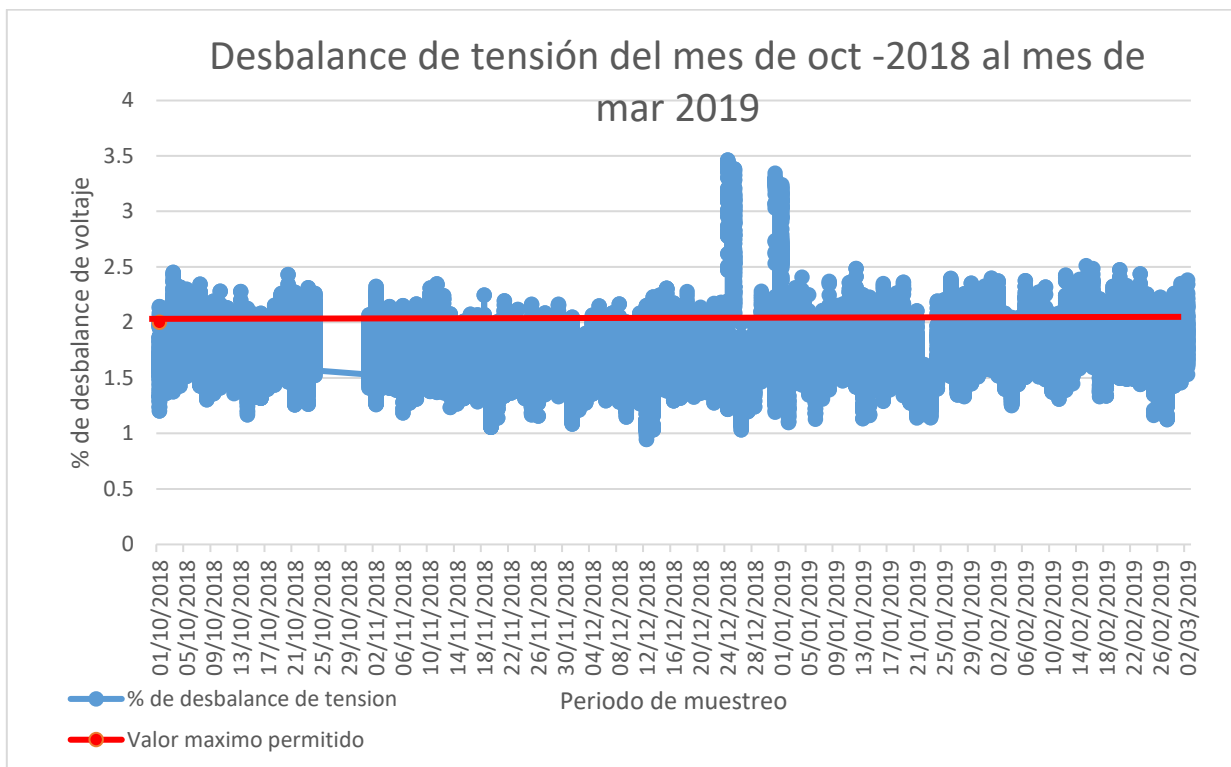


Figura 5.26 Muestreo de desbalance de tensión oct 2018 - mar 2019 ATZ-5240

Se puede observar que el desbalance de tensión que se tiene es mayor al 2% lo que sería conveniente revisar si en la red pudiera haber algún banco de capacitores que pudiera estar sobrecompensando la potencia reactiva en alguna fase más que la otra, o se encuentre operada alguna fase que provoque alguna sobretensión en las demás.

5.2.6 Comportamiento de la distorsión armónica de tensión del circuito ATZ-5240.

Para la distorsión armónica de tensión se tiene el siguiente muestreo:

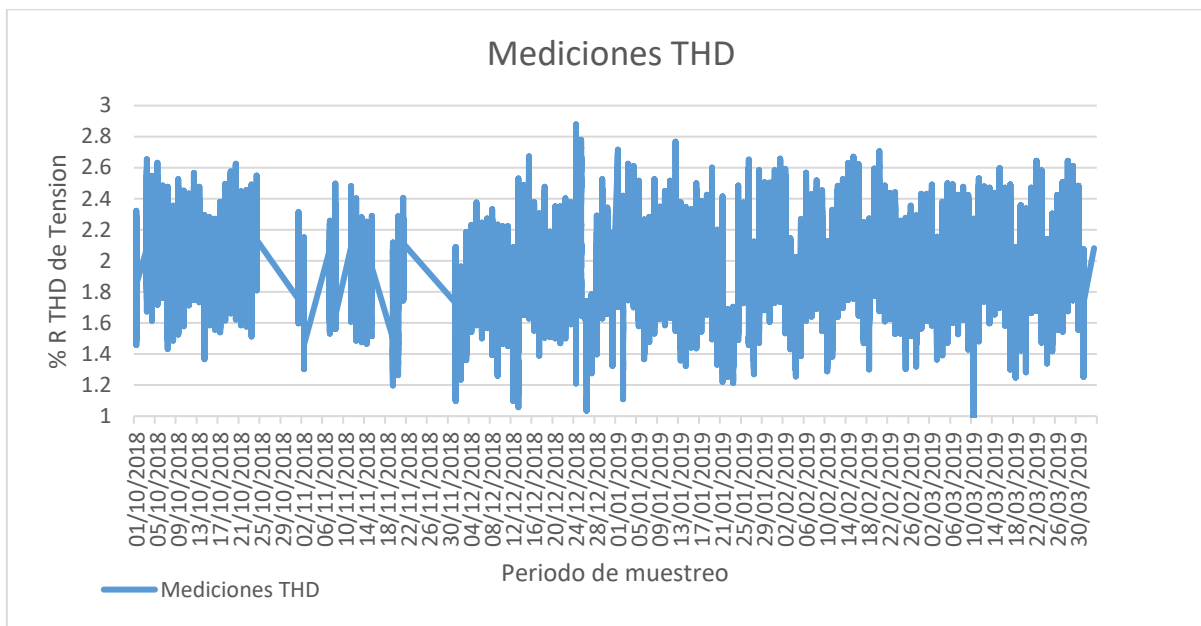


Figura 5.27 Muestreo de THD de tensión oct 2018 - mar 2019 ATZ-5240

Para este caso podemos observar que la distorsión armónica de tensión de este circuito se encuentra dentro del límite permitido por el Procedimiento normativo, el cual no rebasa el 6% de THD de Tensión.

5.3 Comportamiento del voltaje del circuito ATZ-5260

Considerando que el voltaje nominal del circuito analizar son 34.5kV y de acuerdo con nuestro procedimiento normativo Para los primero 3 meses se genera un muestreo de las mediciones diarias cinco minútales del mes de octubre al mes de diciembre del 2018, así como los siguientes 3 meses de enero a marzo del 2019.

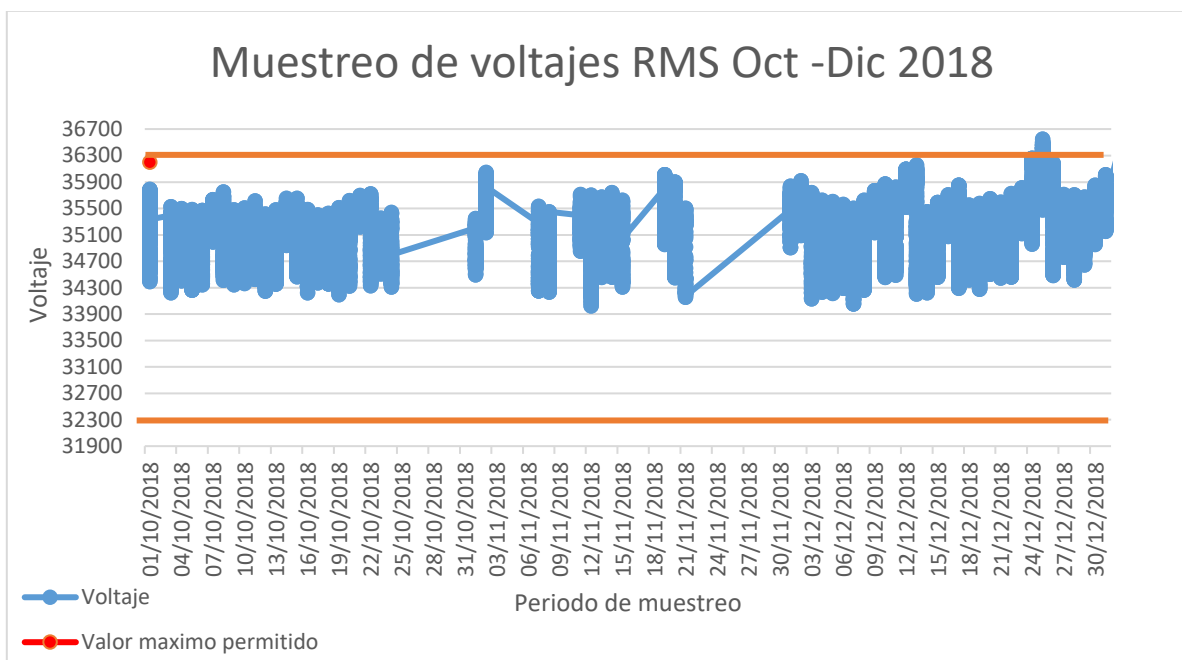


Figura 5.28 Muestreo de voltajes Oct - Dic 2018 ATZ-5260

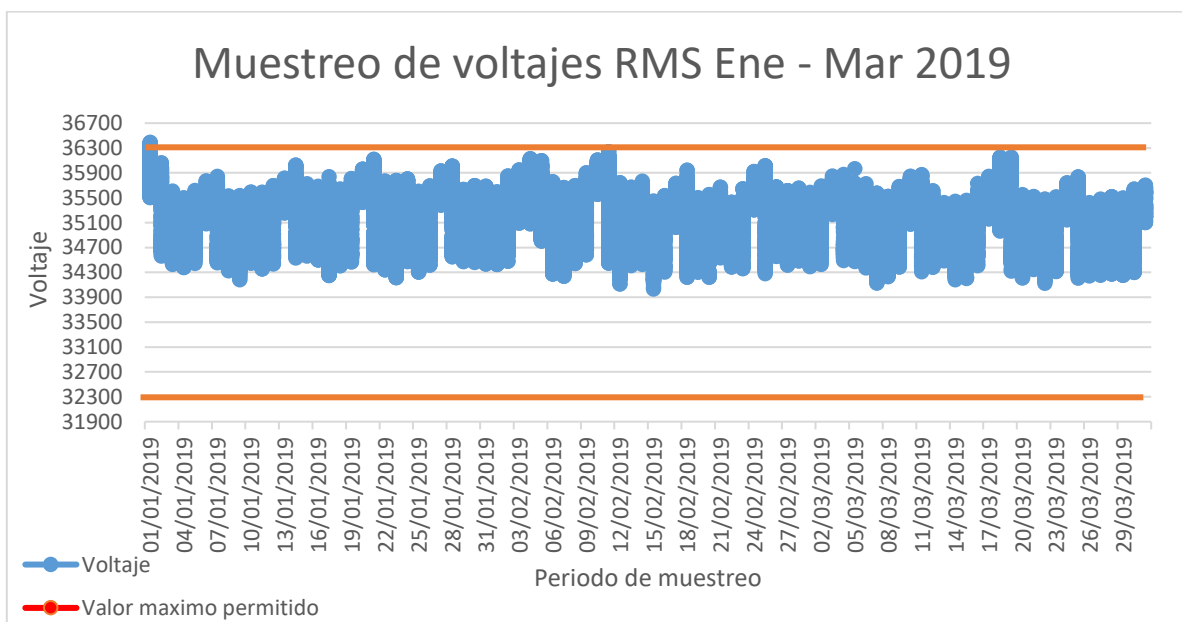


Figura 5.29 Muestreo de voltajes ene - mar 2019 ATZ-5260

De acuerdo con el muestreo realizado en los meses de octubre a diciembre del 2018 y de enero a marzo 2019 podemos notar que el voltaje la mayoría del tiempo se encuentra por encima de los 34.5 kV que es el voltaje nominal que se debe entregar a partir de la subestación, por las características de la carga que se tiene a lo largo del circuito y por el comportamiento que tiene el voltaje a lo largo de los 6 meses podemos inferir que pudiera el circuito encontrarse sobrecompensado de potencia reactiva mostrándose como un circuito capacitivo, este efecto se puede deber a que la demanda de los servicios que se encuentran a lo largo del circuito tienen conectados en sus servicios banco de capacitores reduciendo su carga sin desconectar los mismos bancos o en su caso se encuentran bancos de capacitores conectados a la red sin regulación alguna, o en su defecto el voltaje proveniente del bus del alimentador 52010 se encuentra en un nivel más alto.

La sobretensión generada en este circuito se puede observar que se encuentra entre los límites por debajo de los 36.2 kV, parámetro permitido de acuerdo con el procedimiento normativo de CFE, sin embargo, se encuentra con un rango mayor al nominal, lo cual nos puede ayudar que con el incremento de la carga no se abata el voltaje.

Para el mes de **octubre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento **del voltaje**:

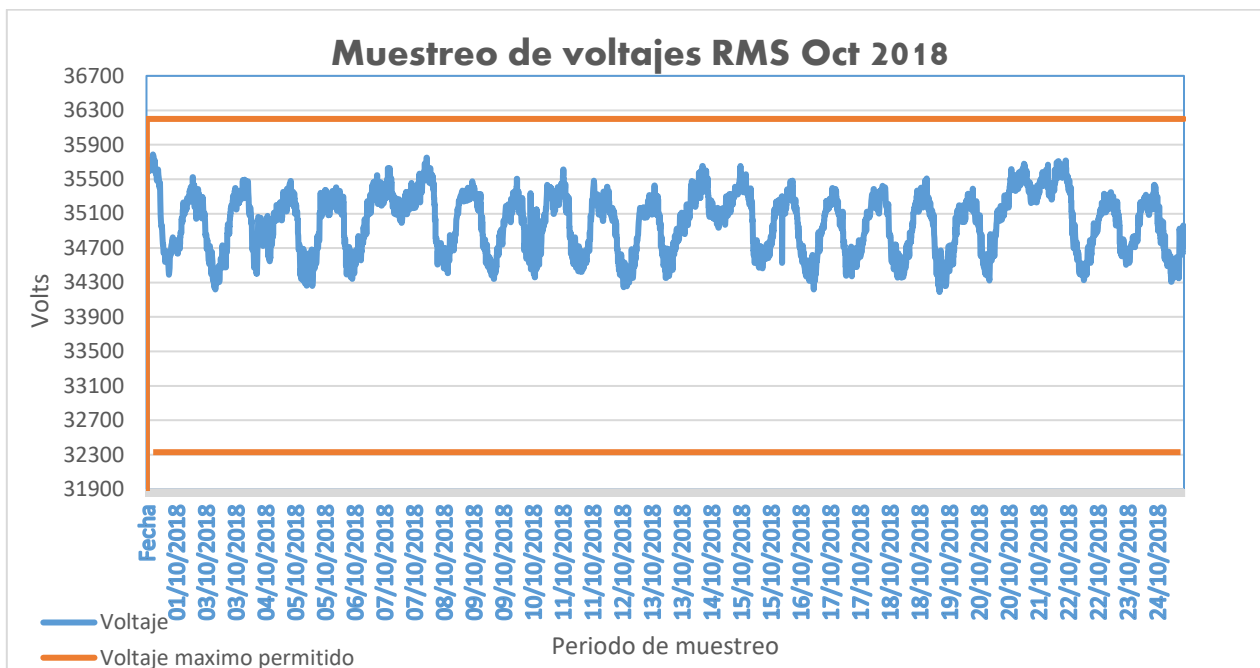


Figura 5.30 Muestreo de voltaje oct 2018 ATZ-5260

Se puede observar en el mes de octubre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **noviembre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

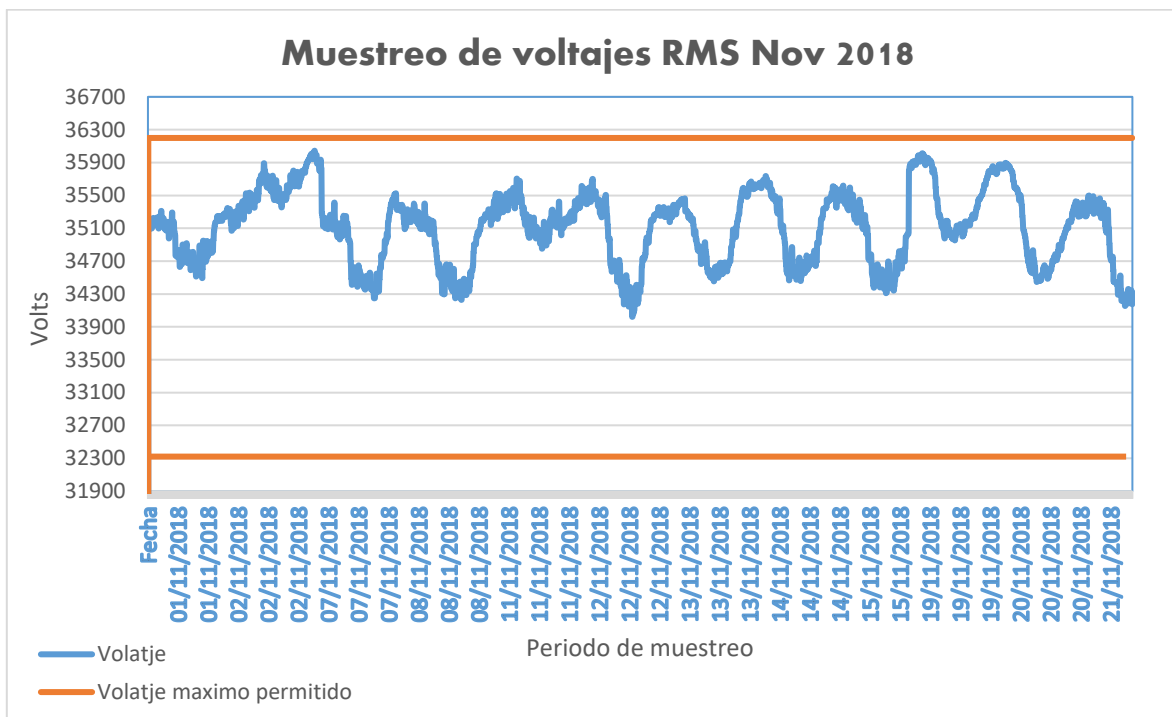


Figura 5.31 Muestreo de voltaje nov 2018 ATZ-5260

Se puede observar en el mes de noviembre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, pero se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **diciembre 2018** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

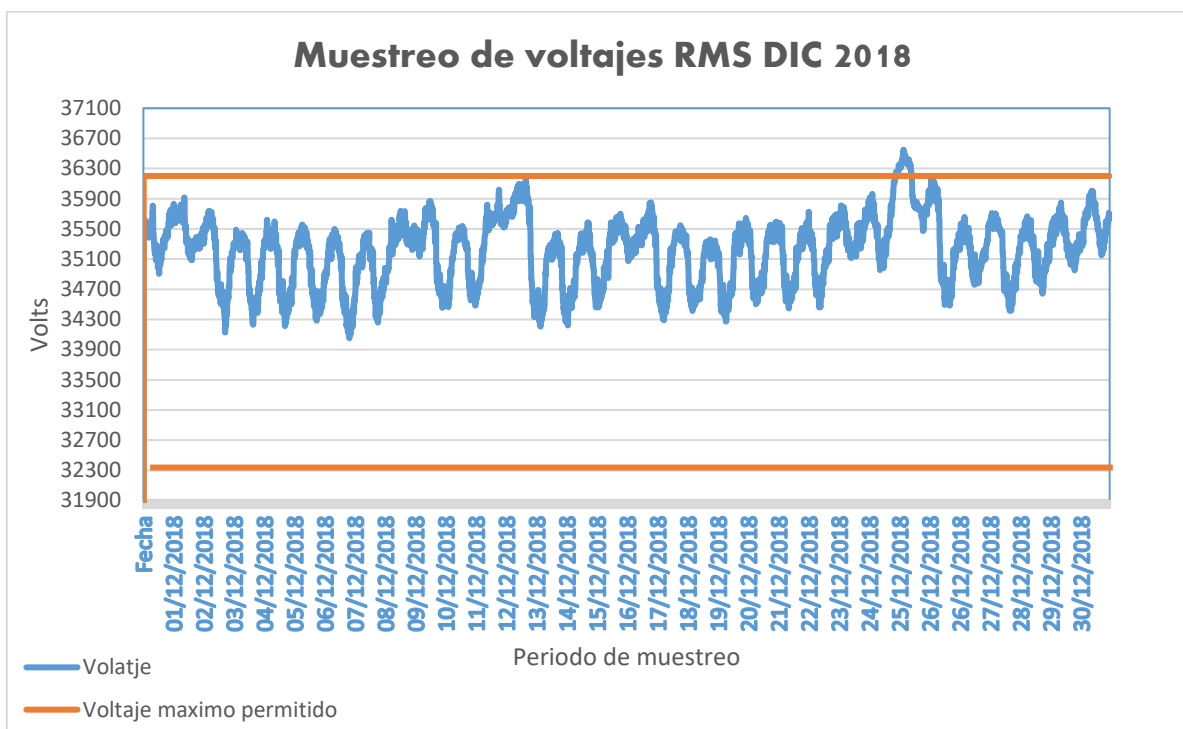


Figura 5.32 Muestreo de voltaje dic 2018 ATZ-5260

Se puede observar en el mes de diciembre que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo solo se observa que durante el 25 hubo un poco más de sobretensión ya que se infiere que por ser días festivos la mayoría de las industrias se detuvieron, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **enero 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

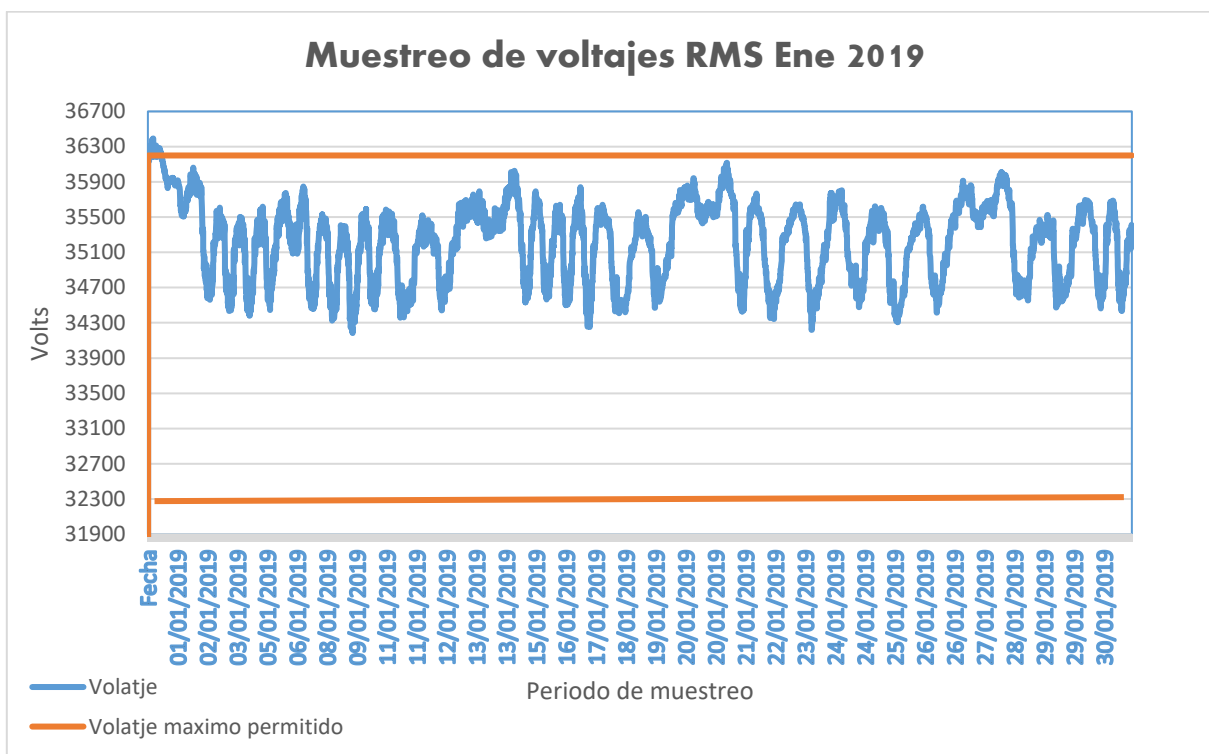


Figura 5.33 Muestreo de voltaje ene 2019 ATZ-5260

Se puede observar en el mes de enero que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo solo se observa que durante el día 1 de enero hubo un poco más de sobretensión ya que se infiere que por ser días festivos la mayoría de las industrias se detuvieron, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **febrero 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

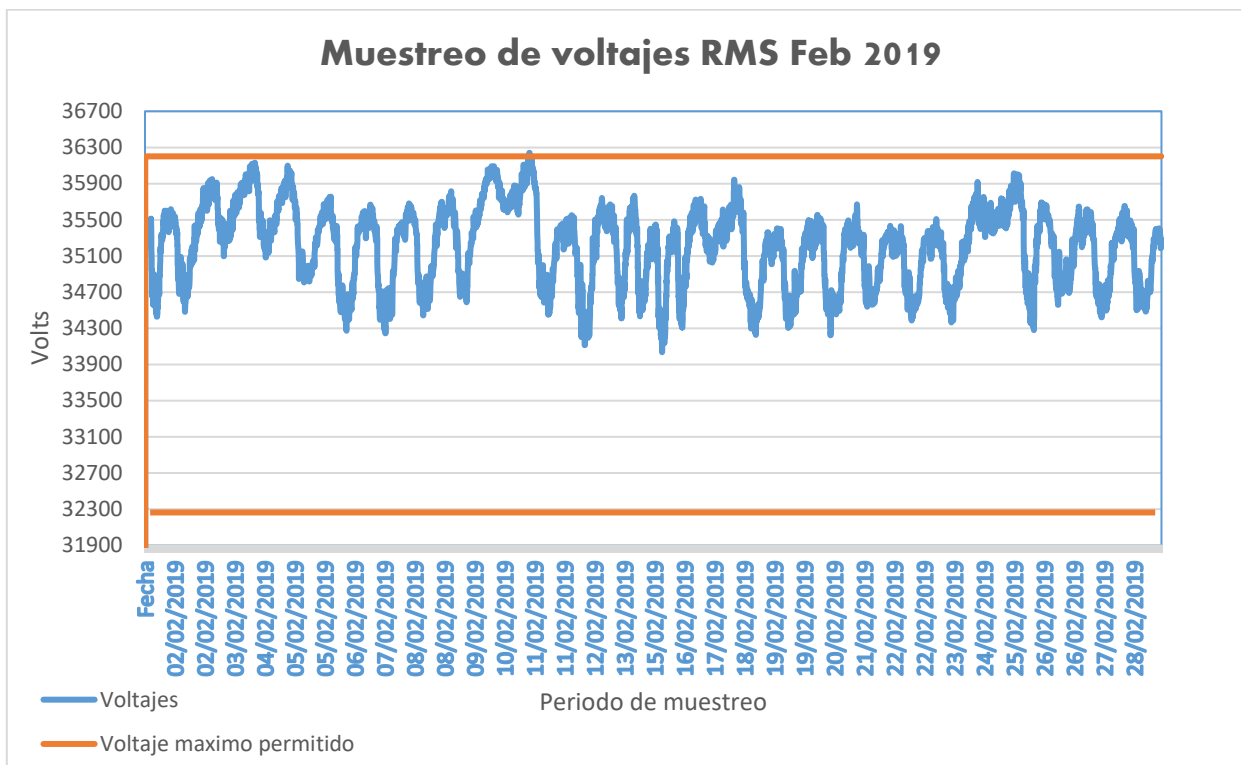


Figura 5.34 Muestreo de voltaje feb 2019 ATZ-5260

Se puede observar en el mes de febrero que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

Para el mes de **marzo 2019** se realiza un muestreo alrededor de todo el mes para poder analizar el comportamiento del **voltaje**:

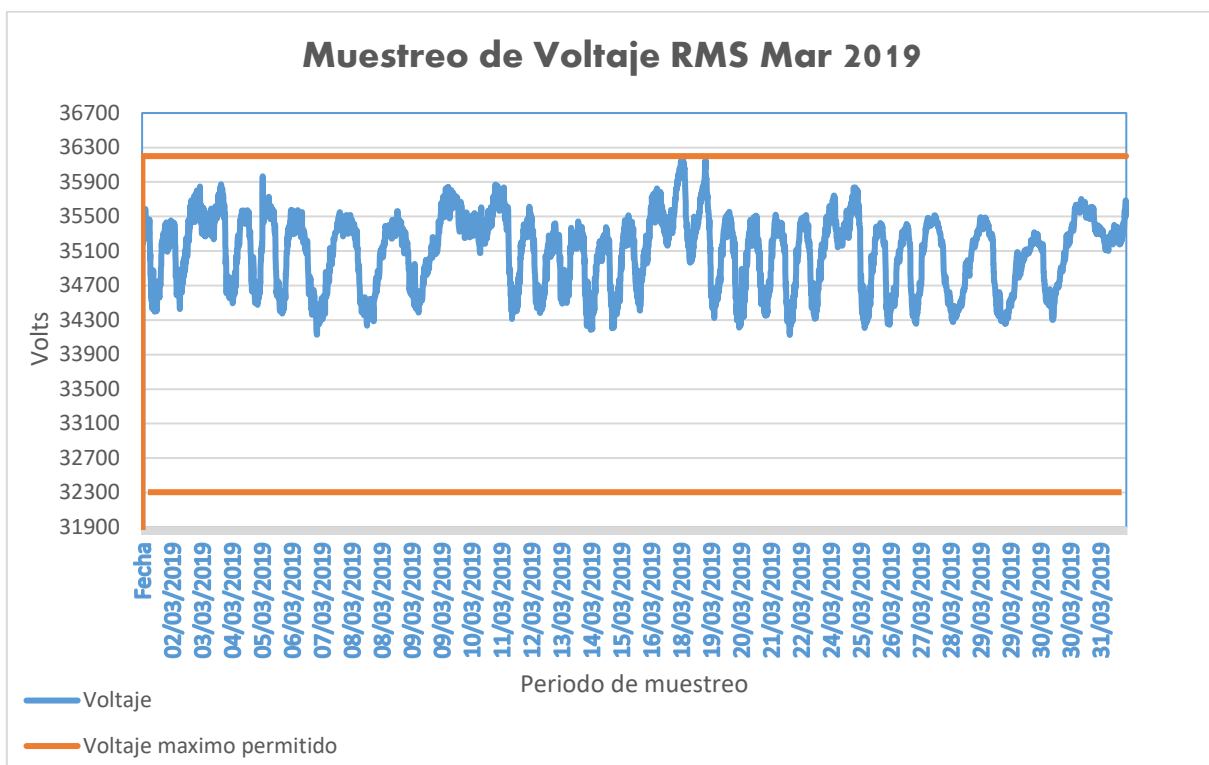


Figura 5.35 Muestreo de voltaje Mar 2019 ATZ-5260

Se puede observar en el mes de marzo que a pesar de que el voltaje se encuentre un poco elevado, se encuentra por debajo del límite permitido por el Procedimiento normativo, así mismo se puede observar que el límite de bajo voltaje se mantiene en condiciones óptimas ya que la carga no llega a valores que abatan el voltaje a un valor fuera de rango que nos marca el procedimiento.

5.3.1 Comportamiento de la demanda de energía activa del circuito ATZ-5260.

Realizando un muestro de mediciones de la demanda de energía activa que lleva el circuito durante los 6 meses que contemplan de Oct – 2018 a Mar – 2019 se muestran los siguientes resultados:

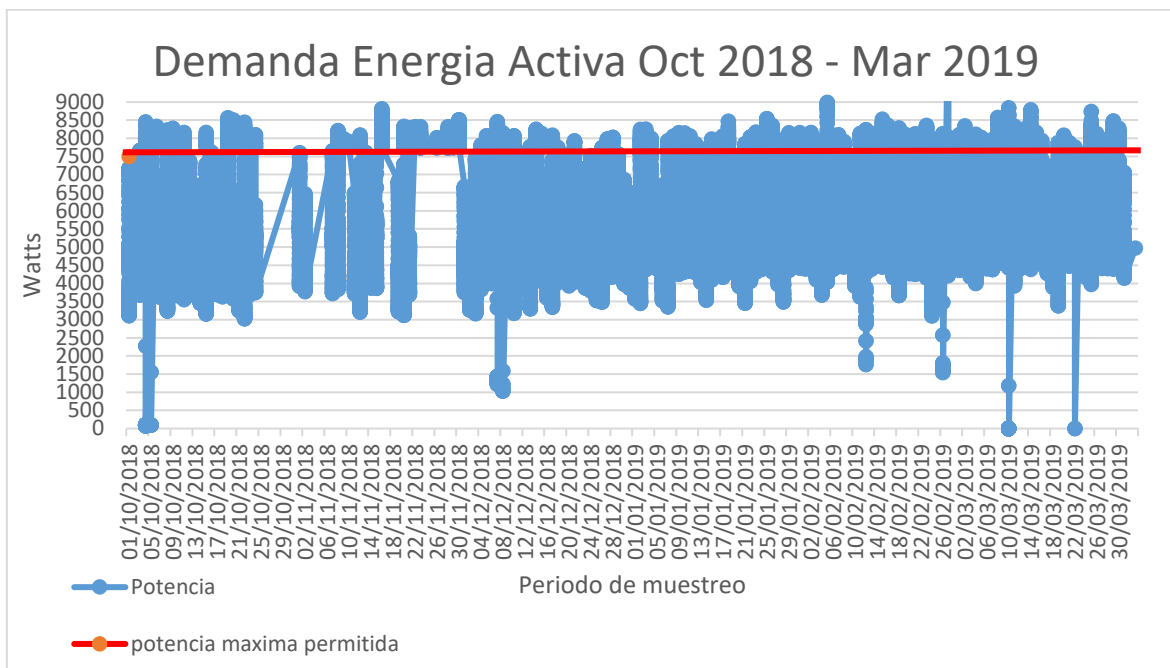


Figura 5.36 Muestreo de demanda de energía activa oct 2018 - mar 2019 ATZ-5260

Como se puede observar la demanda de energía activa que lleva el circuito la mayoría del tiempo oscila entre los 4000 kW a los 8500 kW, misma que de acuerdo a las características presentadas al principio el circuito no debe rebasar la demanda de 7500 kW para evitar las pérdidas técnicas así como la caída de tensión, no obstante podemos denotar que el circuito presenta la demanda máxima por arriba de los 7500 kW y en ningún momento el voltaje llega a caer por debajo de los niveles permitidos por el procedimiento normativo de CFE, también se considera que este circuito es una fuente de energía para una subestación rural como se mencionó en capítulos anteriores, lo cual también dependerá de la demanda que este nos represente.

5.3.2 Comportamiento de la frecuencia del circuito ATZ-5260.

Para analizar el comportamiento de la frecuencia en el periodo de los 6 meses

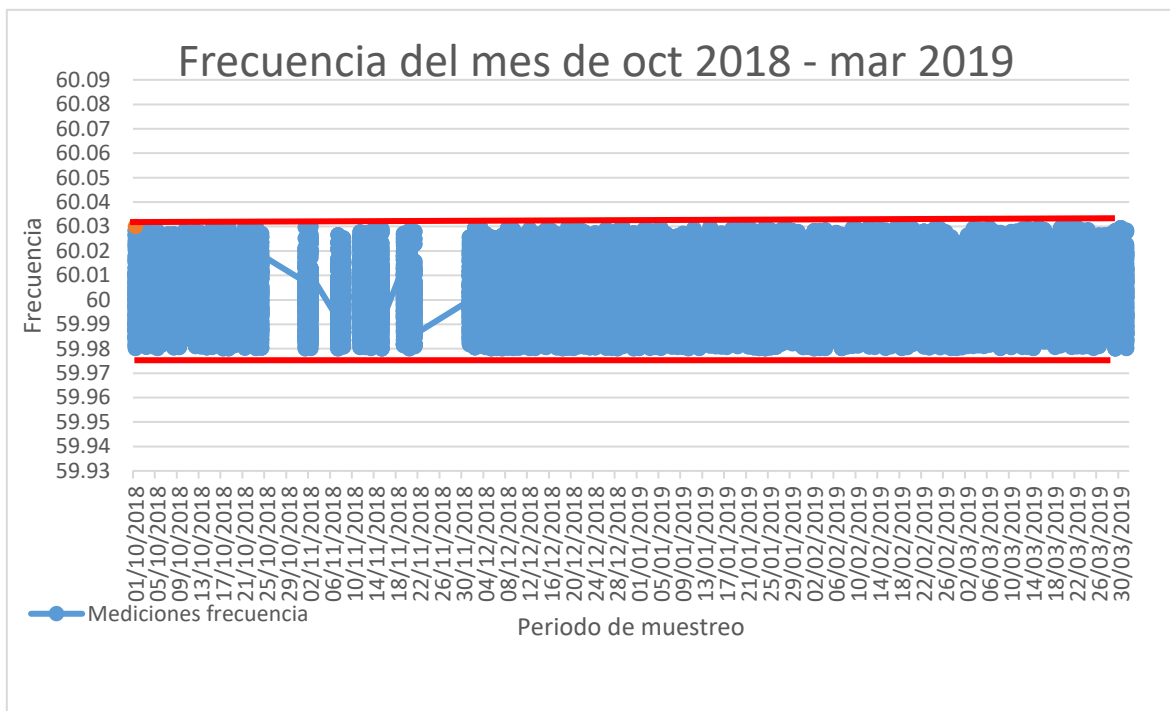


Figura 5.37 Muestreo de frecuencia oct 2018 - mar 2019 ATZ-5260

De acuerdo con el procedimiento podemos observar que el comportamiento de la frecuencia la mayoría del tiempo se encuentra en un nivel óptimo, recordando que el valor optimo permitido es de 60.03 Hz a 59.97. Se encuentran unos instantáneos de valores 60.04 Hz así como 59.96 Hz.

5.3.3 Comportamiento del factor de potencia del circuito ATZ-5260.

Para conocer el buen aprovechamiento de la energía a través del circuito tenemos el factor de potencia, el cual analizaremos con un muestreo a lo largo de los meses de oct-2018 a mar-2019 para determinar su comportamiento.

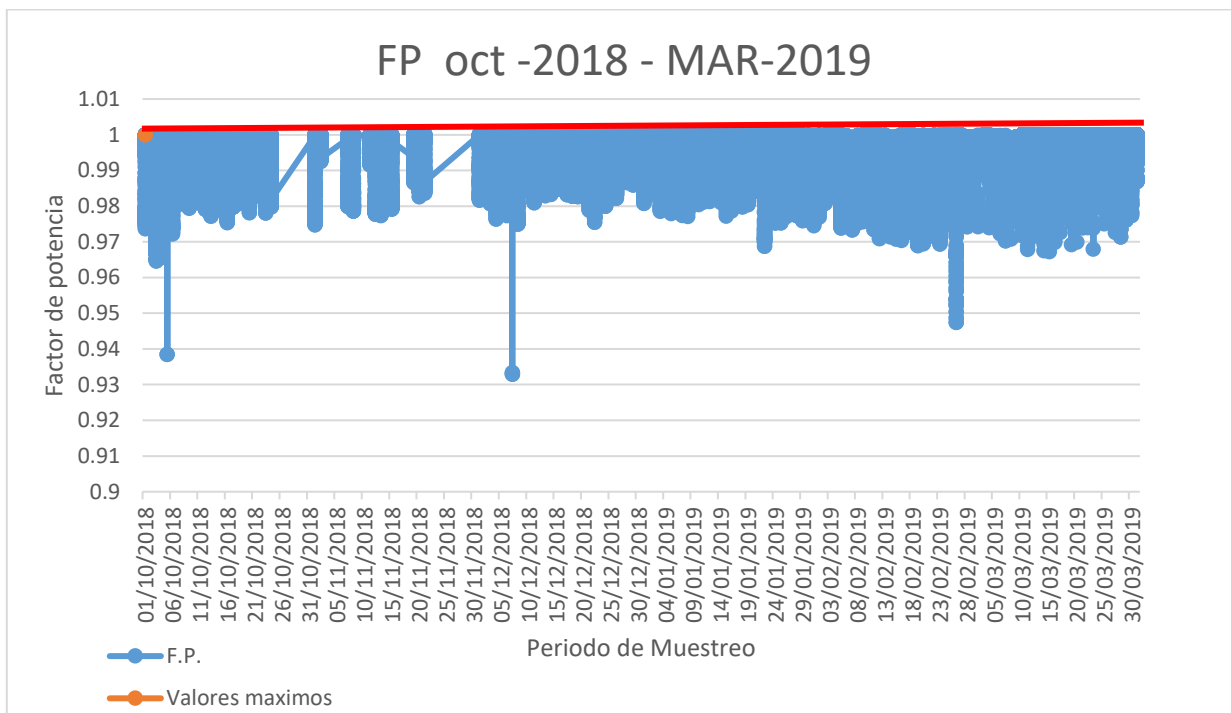


Figura 5.38 Muestreo de F.P. oct 2018 - mar 2019 ATZ-5260

Podemos ver que el factor de potencia se encuentra por encima de los .95, valor el cual es el óptimo para conocer que la energía se le da un buen uso de acuerdo con los clientes y a la topología del sistema.

5.3.4 Comportamiento del desbalance de tensión y desbalance de corriente del circuito ATZ-5260.

Para poder analizar el comportamiento del desbalance de tensión y del desbalance de corriente se analizará un muestreo alrededor del mes de oct – 2018 al mar -2019

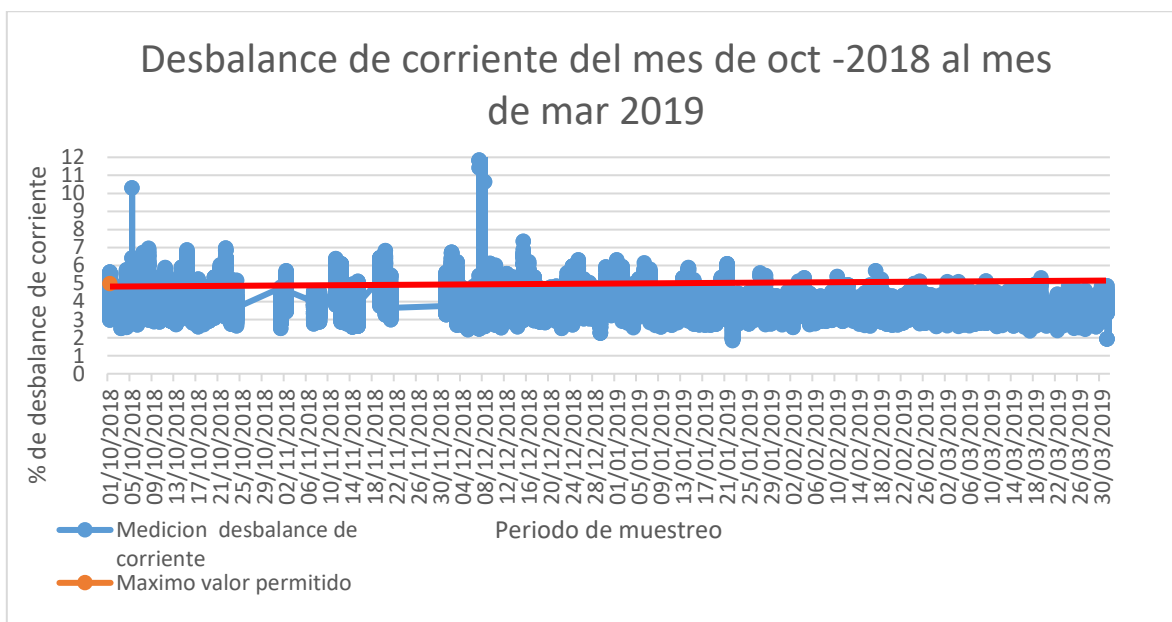


Figura 5.39 Muestreo de desbalance de corriente oct 2018 - mar 2019 ATZ-5260

Se puede visualizar que hay días que el desbalance de corriente rebasa el 5% que permite el procedimiento normativo de CFE, a lo que se recomienda realizar un balance de cargas entre fases para poder equiparar la corriente en las 3 fases.

Para el desbalance de voltaje se muestran los siguientes resultados:

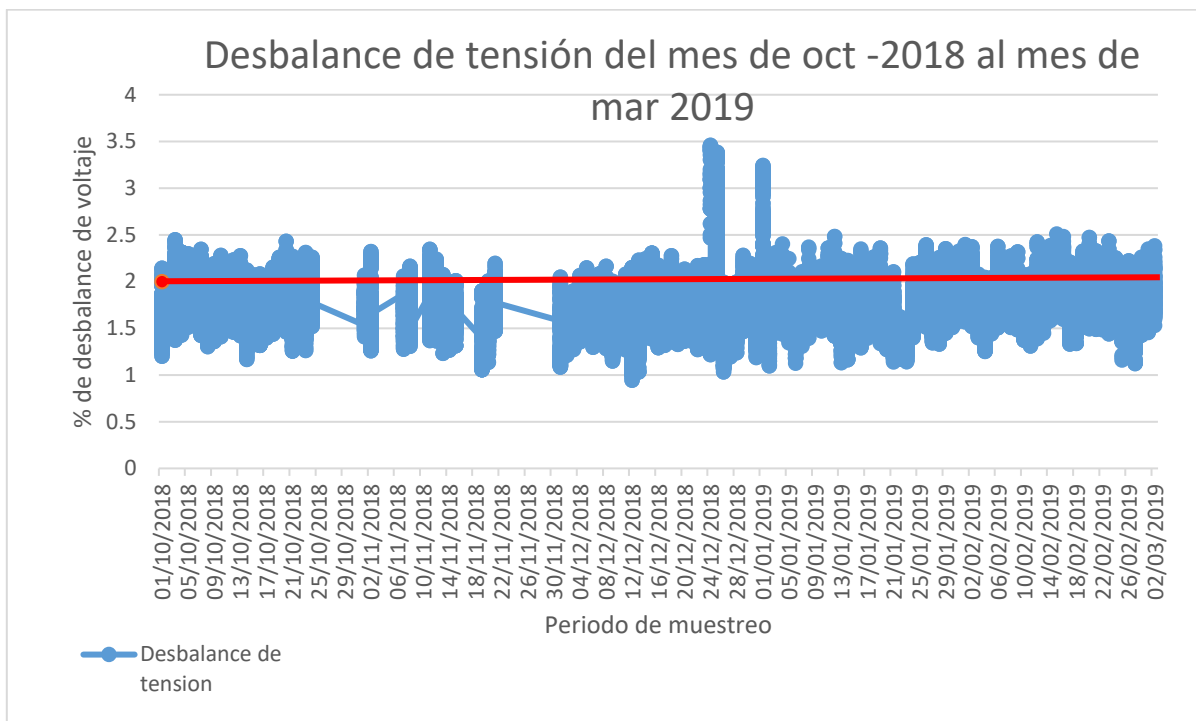


Figura 5.40 Muestreo de desbalance de tensión oct 2018 - mar 2019 ATZ-5260

Se puede observar que el desbalance de tensión que se tiene es mayor al 2% lo que sería conveniente revisar si en la red pudiera haber algún banco de capacitores que pudiera estar sobrecompensado la potencia reactiva en alguna fase más que la otra, o se encuentre operada alguna fase que provoque alguna sobretensión en las demás.

5.3.6 Comportamiento de la distorsión armónica de tensión del circuito ATZ-5260.

Para la distorsión armónica de tensión se tiene el siguiente muestreo:

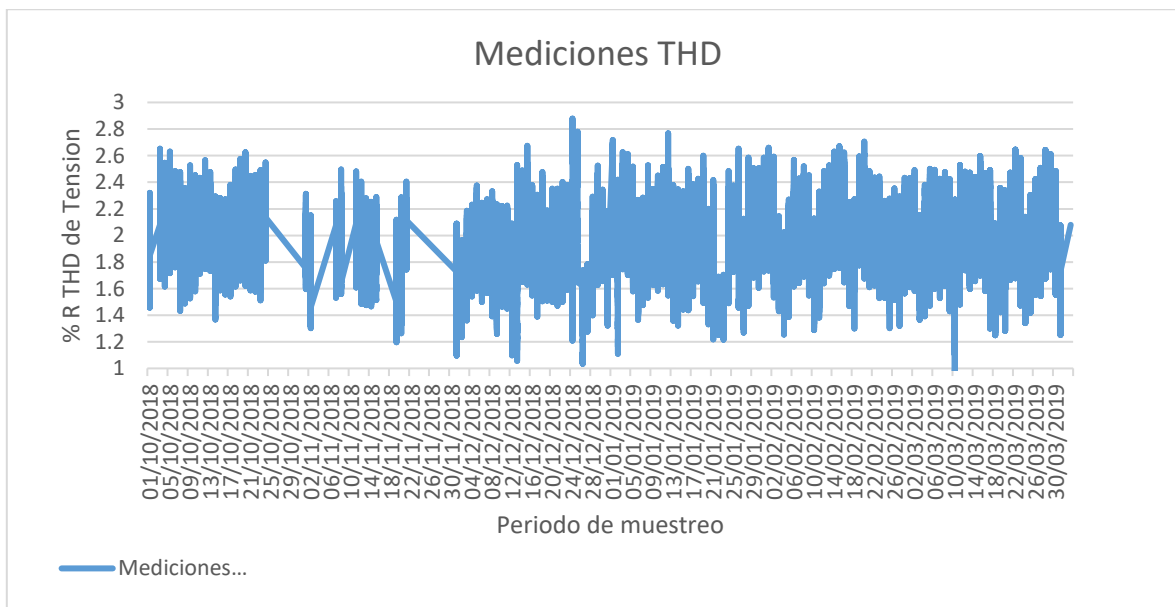


Figura 5.41 Muestreo de THD de tensión oct 2018 - mar 2019 ATZ-5260

Para este caso podemos observar que la distorsión armónica de tensión de este circuito se encuentra dentro del límite permitido por el Procedimiento normativo, el cual no rebasa el 6% de THD de Tensión.

Conclusión:

Después de haber analizado los tres circuitos de la subestación Atlihuetzia llegamos a la conclusión siguiente.

Del circuito ATZ – 5230

De acuerdo con el análisis realizado de pérdidas de la energía técnica y no técnica se presentan los siguientes valores:

Circuito						
Mes	Energía entregada por el interruptor (KWh)	Pérdidas técnicas (kWh)	Energía disponible para facturar (kWh)	Energía facturada (kWh)	Diferencia de energía (kWh)	Porcentaje de energía pérdida
Enero	3,261,142.5	23,508	3,237,634.5	3,134,204	103,430	3.2%
Febrero	3,261,932	23,508	3,238,424	3,119,188	119,235	4%
Marzo	3,437,689	23,508	3,414,180	3,381,510	32,671	1%

De acuerdo con el comportamiento de la tabla anterior podemos hacer notar lo siguiente:

- En el mes de enero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 3.2% que equivale a 103,430 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las pérdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.
- En el mes de febrero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 4% que equivale a 119,235 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo

Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.

- En el mes de marzo podemos observar que tenemos una pérdida del 1% de la energía que equivale a 32,671 kWh los cuales ya se encuentran en un valor permisivo de pérdidas de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.

En cuanto a la calidad de la energía se tienen los siguientes datos:

- En cuanto al perfil de voltaje se encuentra dentro de los valores permitidos por el procedimiento de CFE
- Frecuencia se encuentra dentro de rangos permitidos
- El factor de potencia se encuentra en rangos permitidos
- El THD se encuentra en valores permitidos.
- La demanda y el desbalance de voltaje se encuentra en valores permitidos por el procedimiento de CFE.
- El desbalance de Corriente es necesario mejorarlo ya que se encuentra fuera de rangos, a lo que se recomienda realizar un estudio de cargas por fase para poder balancear las fases y tener un valor óptimo.

Del circuito ATZ – 5240

muestran los siguientes resultados.

Circuito						
Mes	Energía entregada por el interruptor (KWh)	Pérdidas técnicas (kWh)	Energía disponible para facturar (kWh)	Energía facturada (kWh)	Diferencia de energía (kWh)	Porciento de energía pérdida
Enero	4,756,454	63,063	4,693,390	4,528,634	164,756	3.51%
Febrero	4,213,282	63,063	4,150,218	4,047,682	105,537	2.54 %



Marzo	4,952,683	63,063	4,889,620	4,694,262	195,358	4%
-------	-----------	--------	-----------	-----------	---------	----

Tabla 18 Balance de Energía del circuito ATZ - 5240

De acuerdo con el comportamiento de la tabla anterior podemos hacer notar lo siguiente:

- En el mes de enero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 3.51 % que equivale a 164,756 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.
- En el mes de febrero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 2.54 % que equivale a 105,537 kWh los cuales representan una pérdida significativa de la energía a facturar y según el de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia
- En el mes de marzo podemos observar que tenemos una pérdida del 4 % de la energía que equivale a 195,358 kWh los cuales ya se encuentran en un valor permisivo de pérdidas y según el de acuerdo con el Marco Regulatorio del Cuadragésimo Tercero del Acuerdo CRE A074/2015 las perdidas abajo del 5% se encuentran en un rango de tolerancia.

En cuanto a la calidad de la energía se tienen los siguientes datos:

- En cuanto al perfil de voltaje se encuentra dentro de los valores permitidos por el procedimiento de CFE
- Frecuencia se encuentra dentro de rangos permitidos
- El factor de potencia se encuentra en rangos permitidos
- El THD se encuentra en valores permitidos.
- La demanda y el desbalance de voltaje se encuentra en valores permitidos por el procedimiento de CFE.

- El desbalance de Corriente es necesario mejorarlo ya que se encuentra fuera de rangos, a lo que se recomienda realizar un estudio de cargas por fase para poder balancear las fases y tener un valor óptimo.

Del circuito ATZ – 5260

muestran los siguientes resultados.

Circuito						
Mes	Energía entregada por el interruptor (KWh)	Pérdidas técnicas (kWh)	Energía disponible para facturar (kWh)	Energía facturada (kWh)	Diferencia de energía (kWh)	Porcentaje de energía pérdida
Enero	4,054,683	50,697	1,089,557	883,477	206,081	18.91%
Febrero	3,753,753	50,697	1,086,557	903,174	183,383	16.86 %
Marzo	4,186,869	50,697	1,165,605	996,567	187,039	15.80 %

Tabla 25 Balance de Energía del circuito ATZ - 5260

De acuerdo con el comportamiento de la tabla anterior podemos hacer notar lo siguiente:

- En el mes de enero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 18.91 % que equivale a 206,081 kWh los cuales representan una pérdida la cual sería conveniente revisar los servicios que se tienen para identificar alguno con alguna posible desviación.
- En el mes de febrero se nota un comportamiento de la energía con una pérdida del 16.86 % que equivale a 183,383 kWh los cuales representan una pérdida la cual

sería conveniente revisar los servicios que se tienen para identificar alguno con alguna posible desviación.

- En el mes de marzo podemos observar que tenemos una pérdida del 15.80 % de la energía que equivale a 187,039 kWh los cuales representan una pérdida la cual sería conveniente revisar los servicios que se tienen para identificar alguno con alguna posible desviación.

Después de haber realizado el análisis para reducir la perdida se tienen las siguientes recomendaciones para mejorar las perdidas técnicas y no técnicas:

- Asegurar los 4 servicios que representan más del 80% de la energía facturada, para garantizar la mayor energía posible.
- En la subestación Xalostoc poner un medidor de banco lado fuente para censar la energía que llega a la subestación general y compararla con la medición de los tres circuitos para corroborar que la medición es la correcta, así mismo saber las perdidas técnicas que se tienen por la transformación de la energía.
- Revisar los servicios propuestos por posibles anomalías.
- Cancelar la acometida de los pozos que no estén en funcionamiento, para evitar algún uso de la energía sin medición.

En cuanto a la calidad de la energía se tienen los siguientes datos:

- En cuanto al perfil de voltaje se encuentra dentro de los valores permitidos por el procedimiento de CFE
- Frecuencia se encuentra dentro de rangos permitidos
- El factor de potencia se encuentra en rangos permitidos
- El THD se encuentra en valores permitidos.
- La demanda y el desbalance de voltaje se encuentra en valores permitidos por el procedimiento de CFE.



- El desbalance de Corriente es necesario mejorarlo ya que se encuentra fuera de rangos, a lo que se recomienda realizar un estudio de cargas por fase para poder balancear las fases y tener un valor óptimo.

Bibliografía

- [1] CALIDAD DE LA ENERGÍA: CARACTERÍSTICAS Y LIMITES DE LAS PERTURBACIONES DE LOS PARÁMETROS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. Guía CFE L0000-70
- [2] Quality of the electric power under the perspective of the systems of earthing.
- [3] Normatividad CFE. Procedimiento ROM-4525 para determinar y evaluar los Compromisos de Calidad del suministro.
- [4] Perspectiva de calidad de la energía eléctrica y su importancia en México, Rodrigo Jimenez, Jorge Cerero, Área de normalización-Departamento de compatibilidad electromagnética.
- [5] CALIDAD DE ENERGÍA Y SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, Jorge L. Arizpe Islas Santiago Neira Rosales Adolfo López Escamilla
- [6] Calidad de la Energía Eléctrica: Camino a la Normalización, Gerardo Manuel Robledo Leal
- [7] PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN (PESED), CLAVE: PE-D1300-003.



- [8] DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA EN TRANSFORMADORES, PARA LOS SERVICIOS DE COMERCIALIZACIÓN EN BASE A LOS USOS DE ENERGÍA, EN LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTROSUR PARA LA CIUDAD DE CUENCA” , Darwin Campoverde Villavicencio , Juan Sánchez Delgado
- [9] Código de Red publicado en el diario oficial de la federación año 2016
- [10] PROCEDIMIENTO DEL BALANCE DE ENERGIA ELECTRICA RNT RGD CFE
- [11] Manual técnico HEBAEE (Herramienta para el balance y administración
- [12] Maldonado, Remigio Ing, Reflexiones sobre las pérdidas de energía eléctrica, Revista CIEEPE, No 8, quito junio del 2005