



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**“CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS PEQUEÑOS CONSUMIDORES”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA**

**SUSTENTA:  
LUIS VICENTE TORRES LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. SAÚL CALDERÓN FERNÁNDEZ**

Morelia, Michoacán

Abril 2018



# DEDICATORIA

---

ESPECIALMENTE A LA MEMORIA DE MI MAMÁ Y PARA MI HERMANA

## AGRADECIMIENTOS

---

Principalmente a mis profesores, por haberme dado los principios de una ingeniería.

A el Doctor Saúl Calderón porque a pesar de ser mi asesor de tesis es un colega.

A mi familia por estar apoyándome siempre.

A mi hermana y a Lizbeth por estar ahí cuando más las necesité.

A mi abuelita por ser como mi madre, y darme ese amor que solo ella pudo darme.

Y sobre todo infinitas gracias a mi madre, porque aunque no esté conmigo, me dio lo necesario para terminar mi carrera.

# ÍNDICE

|                                                                                                    |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                                                                                   | i    |
| AGRADECIMIENTOS .....                                                                              | ii   |
| ÍNDICE .....                                                                                       | iii  |
| RESUMEN.....                                                                                       | vii  |
| PALABRAS CLAVE:.....                                                                               | vii  |
| ABSTRACT. ....                                                                                     | viii |
| KEYWORDS .....                                                                                     | viii |
| LISTA DE TABLAS.....                                                                               | ix   |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                             | ix   |
| GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES .....                                                          | xi   |
| CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....                                                                       | 1    |
| 1.1.- Descripción .....                                                                            | 1    |
| 1.2.- Metodología .....                                                                            | 2    |
| 1.3.- Justificación .....                                                                          | 2    |
| 1.4.- Objetivos:.....                                                                              | 3    |
| 1.4.1.- Objetivo General:.....                                                                     | 3    |
| 1.4.2- Objetivo Particular: .....                                                                  | 3    |
| 1.5.- Antecedentes:.....                                                                           | 4    |
| 1.6.- Descripción de los Capítulos: .....                                                          | 6    |
| CAPITULO 2 MARCO TEORICO. ....                                                                     | 8    |
| 2.1.-Calidad de Energía Eléctrica.....                                                             | 8    |
| 2.2.- ¿Por qué es necesario conocer a cerca de la Calidad de Energía Eléctrica? .....              | 9    |
| 2.3.- ¿Cuál es el procedimiento para evaluar la Calidad de Energía Eléctrica? .....                | 10   |
| 2.4.- Diferentes definiciones de Calidad de Energía Eléctrica desde perspectivas diferentes: ..... | 12   |
| 2.5.- Principales Términos de Calidad de Energía Eléctrica. ....                                   | 13   |
| 2.6.- Principales problemas de Calidad de Energía Eléctrica. ....                                  | 20   |
| 2.7.- Principales Fenómenos causantes de una mala Calidad de Energía Eléctrica. ....               | 22   |
| 2.8.- Compromisos de la empresa suministradora. ....                                               | 37   |
| 2.9.- Contratos de CFE. ....                                                                       | 38   |
| CAPITULO 3 DESARROLLO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN. ....                                            | 41   |

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.- Introducción .....                                                                                                               | 41 |
| 3.2.- Principios Fundamentales. ....                                                                                                   | 41 |
| 3.2.1.- Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales. ....                                                                   | 42 |
| 3.3.- Metodología Utilizada por el INEGI para el proceso de investigación. ....                                                        | 43 |
| 3.4 Encuesta.....                                                                                                                      | 44 |
| 3.5 Número de Comercios en Michoacán. ....                                                                                             | 46 |
| 3.6 Mapa de las Regiones en Michoacán. ....                                                                                            | 46 |
| 3.7 Regiones Visitadas. ....                                                                                                           | 47 |
| 3.8 Municipios y/o Localidades Visitadas.....                                                                                          | 47 |
| 3.9 Tipo de Clasificaciones de Industrias y Comercios. ....                                                                            | 47 |
| 3.10 Localidades con Industrias Pequeñas.....                                                                                          | 48 |
| 3.11 Localidades de Comerciantes.....                                                                                                  | 48 |
| 3.12 Localidades con poco Comercio y/o poca Industria. ....                                                                            | 49 |
| CAPITULO 4 RESULTADOS .....                                                                                                            | 50 |
| 4.1 Ruby, programa utilizado para la revisión de las encuestas. ....                                                                   | 50 |
| 4.2 Interfaz gráfico de la ventana de Ruby para el conteo de encuestas. ....                                                           | 50 |
| 4.3 Gráfica de Resultados del Proceso de Investigación obtenida por Excel partiendo de los datos obtenidos de Ruby. ....               | 52 |
| 4.4 Tabla de Resultados del Proceso de Investigación obtenida por los datos arrojados desde Ruby. 60                                   |    |
| 4.5 Resultados más notorios del Proceso de Investigación. ....                                                                         | 61 |
| 4.6.- Localidad con más pérdidas monetarias a causa de la mala Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el Usuario.....             | 62 |
| 4.7.- Localidades con mayor índice de baja Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el Usuario. ....                                | 62 |
| 4.8.- Localidades con menor índice de baja Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el Usuario. ....                                | 62 |
| 4.9.- Localidades más conformes con la Calidad de Energía Eléctrica y Calidad del Suministro Eléctrico percibidas por el Usuario. .... | 62 |
| 4.10.- Posibles Soluciones a los Problemas Percibidos por el usuario en el Proceso de Investigación. ....                              | 63 |
| CAPITULO 5 CONCLUSIONES.....                                                                                                           | 64 |
| 5.1 Conclusiones del Proceso de Investigación.....                                                                                     | 64 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 5.2 Conclusiones Personales. .... | 65 |
| Referencias .....                 | 66 |

*A nadie le faltan fuerzas;  
Lo que a muchísimos les falta es voluntad.  
Víctor Hugo.*

## RESUMEN.

Se muestra un proceso de investigación en algunas de las Regiones de Michoacán para determinar la Calidad de Energía Eléctrica desde el punto de vista del consumidor de las nano y microindustrias, así como los usuarios de casa-habitación y residenciales, con el fin de observar la factibilidad y la disponibilidad del consumidor para pagar un poco más en el recibo del suministro, por una mejora notable en su suministro de calidad de energía eléctrica.

Se tocaran temas y definiciones acerca de Energía Eléctrica, sus diferentes tipos de calidad, así como los diferentes parámetros que conllevan a distorsionar la forma de onda de la señal sinusoidal que es entregada por los generadores de la empresa suministradora.

Lo dicho anteriormente se documentó para hacer un escrito conciso y catalogar la calidad de energía eléctrica que es suministrada a nivel regional. Esto es con el fin de contrastar la situación actual desde la perspectiva de los pequeños consumidores en cuestión de calidad de energía eléctrica y calidad de suministro.

Se revisó la metodología del INEGI a cerca de la aplicación de censos, para la realización del proceso de investigación, el cual se aplicó en las regiones de Pátzcuaro-Zirahuén, Purépecha, Bajío, Tierra Caliente, Oriente, a micro-industrias, nano-industrias y casas-habitación.

Se muestra un censo utilizado en el proceso de investigación, la cual es contado y vaciado por un programa hecho en lenguaje Ruby el cual es un lenguaje dinámico de programación y de código abierto enfocado a la productividad, posteriormente con los datos obtenidos del mismo programa, incluirlos en Excel, para obtener las gráficas de cada una de las respuestas del censo aplicado.

Se mencionan las localidades visitadas en las distintas regiones, así como las pérdidas monetarias, las localidades con mayores problemas acerca de la calidad de energía eléctrica, como también las que no ocupan de un mejor servicio, puesto que lo tienen hoy en día, todo esto es desde la perspectiva del usuario.

Se anexan las posibles soluciones a un sistema que funciona por mala Calidad de Energía Eléctrica, así como sus costos por usuario, el tiempo de recuperación de dichas soluciones, y los nuevos costos por usuario, donde se proponen diferentes maneras de pago para el mismo.

## PALABRAS CLAVE:

PUNTO DE VISTA, ESTADISTICA, NANOCONSUMIDORES, MICROCONSUMIDORES, CALIDAD DE SUMINISTRO, CENSO, REGIONES DE MICHOACÁN, PÉRDIDAS, POSIBLES SOLUCIONES, RUBY, VACIADO, EXCEL, GRAFICAS, TABLAS.

## ABSTRACT.

A research process is shown in some of the Regions of Michoacán to determine the Quality of Electric Power from the point of view of the nano and microindustrial consumers, as well as the users of the home, to observe the feasibility and the availability of the consumer to pay a little more in the receipt of the supply, for a notable improvement in their supply of electric power quality.

Themes and definitions will be touched on the electrical energy, its different types of quality, as well as the different parameters that lead to distort the waveform of the sinusoidal signal that it is delivered by the generators of the supplier company.

The above was documented to make a concise wording and catalog the quality of the electric power that is supplied at a regional level. This is to contrast the current situation from the perspective of small consumers in terms of quality of electric power and quality of supply.

The INEGI's methodology was revised in relation to the application of censuses, for the realization of the research process, which was applied in the regions of Patzcuaro-Zirahuen, Purepecha, Bajio, Tierra Caliente, Oriente, to micro-industries, nano-industries and houses.

It shows a census used in the research process, which is counted and emptied through a program made in Ruby language that is a dynamic programming language and open source focused on productivity, then with the data obtained from the same program, include them in Excel, to obtain the graphs of each of the responses of the census applied.

The localities visited in the different regions of Michoacán are mentioned, as well as the monetary losses, the localities with the greatest problems of electric power quality, as well as those that do not occupy a better service, since they have it nowadays, all this. It is from the user's perspective.

The possible solutions are annexed to a system that works for the poor quality of the electrical energy, as well as its costs per user, the recovery time of said solutions and the new costs per user, where different forms of payment are proposed.

## KEYWORKS

VIEWPOINT, STATISTICS, NANOCONSUMERS, MICROCONSUMERS, QUALITY OF SUPPLY, CENSUS, REGION'S MICHOCÁN, LOSSES. POSSIBLE SOLUTIONS, RUBY, EMPTIED, EXEL, GRAPHICS, TABLES.

## LISTA DE TABLAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.1 Número de quejas y solicitudes diarias .....                        | 4  |
| Tabla 1.2 Número de quejas por interrupciones .....                           | 4  |
| Tabla 1.3 Número de cumplimiento de quejas.....                               | 5  |
| Tabla 1.4 Percepciones del Servicio de acuerdo al cliente .....               | 5  |
| Tabla 2. 1 Tabla de los compromisos de CFE con el cliente [10] .....          | 37 |
| Tabla 2. 2 Tipo de servicios aéreos prestados por CFE [11] .....              | 39 |
| Tabla 2. 3 Tipo de servicios subterráneos prestados por parte de CFE .....    | 39 |
| Tabla 4. 1 Tabla de datos obtenidos durante el proceso de investigación. .... | 60 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2. 1 Evaluación de problemas de la Calidad de Energía Eléctrica [3] .....                                         | 11 |
| Figura 2. 2 Transitorio impulsivo debido a un rayo .....                                                                 | 23 |
| Figura 2. 3 Transitorio oscilatorio debido a la conmutación de capacitores .....                                         | 23 |
| Figura 2. 4 Transitorio oscilatorio de baja frecuencia debido a la energización de capacitores en un bus de 34.5kV ..... | 24 |
| Figura 2. 5 Transitorio oscilatorio de baja frecuencia causado por ferresonancia de un transformador sin carga .....     | 25 |
| Figura 2. 6 Voltajes rms trifásicos para una interrupción momentánea debido a una falla y la operación de recierre ..... | 27 |
| Figura 2. 7 Hundimiento (SAG) de voltaje temporal causado por el arranque de un motor. ....                              | 28 |
| Figura 2. 8 Hinchamiento instantáneo de voltaje causado por una falla SLG. ....                                          | 29 |
| Figura 2. 9 Tendencia de desbalance de voltaje para un alimentador residencial. ....                                     | 30 |
| Figura 2. 10 Forma de la señal de corriente y espectro para la corriente de entrada de un ASD. ....                      | 32 |
| Figura 2. 11 Ejemplo de muescas en el voltaje causadas por un convertidor trifásico. ....                                | 33 |
| Figura 2. 12 Ejemplo de fluctuaciones de voltaje causadas por la operación de un horno de arco ....                      | 34 |
| Figura 2. 13 Parpadeo (PST) en el bus de una subestación de 161kV. ....                                                  | 35 |
| Figura 2. 14 Tendencias de la frecuencia de la red y distribución estadística del bus de 13kV de una subestación. ....   | 36 |

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3. 1 Censo de comercios a nivel nacional obtenidos por el INEGI. [15] .....                              | 46 |
| Figura 3. 2 Mapa Regional de Michoacán .....                                                                    | 46 |
| Figura 3. 3 Clasificación de las industrias y comercios según el número de integrantes. [15].....               | 47 |
|                                                                                                                 |    |
| Figura 4. 1 Logotipo del lenguaje "RUBY". .....                                                                 | 50 |
| Figura 4. 2 Ventana de interfaz gráfica del lenguaje "RUBY". .....                                              | 50 |
| Figura 4. 3 Ventana de interfaz gráfica del lenguaje "RUBY" .....                                               | 51 |
| Figura 4. 4 Gráfica de tipos de usuario. ....                                                                   | 52 |
| Figura 4. 5 Gráfica de variaciones de voltaje según la perspectiva del usuario. ....                            | 53 |
| Figura 4. 6 Gráfica acerca del parpadeo en la iluminación del lugar según la perspectiva del usuario. ....      | 53 |
| Figura 4. 7 Gráfica de calificación otorgada al servicio eléctrico la perspectiva del usuario. ....             | 54 |
| Figura 4. 8 gráfica de percepción de apagones según la perspectiva del usuario .....                            | 54 |
| Figura 4. 9 Gráfica del restablecimiento de energía.....                                                        | 55 |
| Figura 4. 10 Gráfica de conocimiento de apagones previos. ....                                                  | 55 |
| Figura 4. 11 Gráfica de conformidad con el tiempo de mantenimiento .....                                        | 56 |
| Figura 4. 12 Gráfica de calificaciones de conformidad con el servicio técnico. ....                             | 56 |
| Figura 4. 13 Gráfica de tiempos que más afectaron por su tiempo de interrupciones eléctricas. ....              | 57 |
| Figura 4. 14 Gráfica de pérdidas monetarias por alimentos. ....                                                 | 57 |
| Figura 4. 15 Gráfica de pérdidas monetarias por falta de energía eléctrica. ....                                | 58 |
| Figura 4. 16 Gráfica del tipo de pérdidas que tienen los usuarios. ....                                         | 58 |
| Figura 4. 17 Gráfica de usuarios que tuvieron daños en equipo eléctrico. ....                                   | 59 |
| Figura 4. 18 Gráfica de la disponibilidad del usuario a una mejora en la calidad del suministro eléctrico. .... | 59 |

## GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANSI                   | American National Standards Institute                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ANSI                   | American National Standards Institute.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| CA                     | Corriente Alterna                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CAIDI                  | Customer Average Interruption Duration Index                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| CAIFI                  | Customer Average Interruption Frequency Index                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| CBMA                   | Computer Business Equipment Manufacturers Association.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| CEL                    | Calidad de la Energía Eléctrica                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| CFE                    | Comisión Federal de Electricidad                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| CRE                    | Comisión Reguladora de Energía                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ESD                    | Fenómenos de descarga electrostática                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hz                     | Herz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| IEEE                   | Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| IEEE<br>SCC22          | El Comité de Coordinación de Normas IEEE 22                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| INEGI                  | Instituto Nacional de Estadística y Geografía                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ITI                    | Industria de la Tecnología de la Información                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| KHz                    | Kilo Herz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Media                  | Es la sumatoria de los datos dividida entre el número de datos                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Mediana                | Es el dato que se encuentra justamente a la mitad, después de haber organizado los datos de menor a mayor.                                                                                                                                                                                                                  |
| min                    | Minuto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Moda                   | Es el dato que más se repite                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NEMP                   | Pulso electromagnético nuclear                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NFPA                   | Asociación Nacional de Protección contra Incendios                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| NOM                    | Norma Oficial Mexicana                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Norma<br>SEMI F-<br>47 | Es un estándar de la industria para la inmunidad de hundimientos de tensión. Esta dice que el equipo industrial debe tolerar caídas de tensión, o caídas, en el suministro de CA a profundidades y duraciones específicas. Es un estándar tan bueno y útil que muchas otras industrias lo utilizan, formal o informalmente. |
| p.u.                   | por unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| PES                    | (Sociedad de Ingeniería Energética) Power Engineering Society.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| s                      | Segundo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| SAIDI                  | System Average Interruption Duration Index                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| SAIFI                  | System Average Interruption Frequency Index.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| SNIEG                  | Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| THD                    | Distorsión periódica de la onda sinusoidal                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

# CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1.-Descripción

Este trabajo trata de un punto de vista diferente desde la perspectiva del usuario de los pequeños consumidores de energía eléctrica (nano-microindustrias y casa habitación). Se cataloga la calidad de energía eléctrica en la región, así como también si ellos tienen la disponibilidad de agregar una mejora a su calidad de energía eléctrica, así como a su suministro eléctrico por un costo adicional al que pagan actualmente. (Este sería dependiendo la solución y la carga conectada que tengan conectada).

En respuesta a esta creciente preocupación por la calidad de la energía eléctrica, existe un grupo mínimo de personas que toman las decisiones por cuenta propia, comprando filtros para la contaminación armónica a la entrada de su propio suministro eléctrico, así como reguladores de voltaje y corriente que conectan a la fuente alimentadora de sus aparatos electrónicos costosos. Sin embargo todas las demás personas que no saben a cerca de estos problemas, son aquellos que están desprotegidos o peor aún contaminan más el Sistema Integrado de Suministro Eléctrico.

Actualmente se confunde calidad de servicio eléctrico, con calidad de suministro. ¿Qué pasa cuando se le pregunta a una persona que desconoce del tema, por su calidad de energía eléctrica o su calidad de suministro eléctrico?, “todo bien” responde; sin embargo se le hacen preguntas detalladas de unos pequeños fenómenos a simple vista, tales como el parpadeo en sus lámparas o focos a diferentes horarios del día, con diferentes cargas conectadas, posteriormente se le vuelve a preguntar de la calidad de su energía eléctrica y su suministro eléctrico, en este caso la calidad percibida ya no es como lo pensaba al principio. Lo mismo pasa con algunas de las empresas suministradoras, que se aprovechan de la ignorancia de los usuarios.

### 1.2.-Metodología

Una parte de esta tesis se hace bajo la parte teórica, la cual comprende normativas actuales, páginas de internet oficiales y libros de texto acerca del tema.

La otra parte es un sondeo sumamente práctico, el cual consta de un proceso de investigación el cual se hace en diferentes comunidades y ciudades de las regiones del Estado de Michoacán.

Posteriormente se usa un programa en lenguaje Ruby para hacer el conteo de las encuestas, obtenidos los datos se realizan las gráficas por medio de Excel y tablas de datos.

Se muestran los datos estadísticos tal como son la media, la moda y la mediana por métodos de probabilidad básica.

Se buscan proveedores actuales para las posibles soluciones que ayuden a mejorar la calidad de energía eléctrica, así como la calidad de suministro de los nano-consumidores y micro-consumidores de energía eléctrica.

### 1.3.-Justificación

Actualmente las empresas suministradoras forman monopolios los cuales se aprovecha de la ignorancia de los usuarios.

La idea principal es mostrar los diferentes tipos de calidades de energía eléctrica que se perciben desde la perspectiva del usuario.

Este trabajo de investigación muestra que los pequeños consumidores realmente pretenden o no, una mejora notable en la calidad de energía eléctrica la cual les es entregada por parte de la compañía de suministro eléctrico.

Ya que hoy en día se sabe que nuestro sistema de energía eléctrica no está del todo “limpio”, si de calidad de energía eléctrica absoluta se trata, de acuerdo al primer párrafo de visión de CFE tiene como objetivo “ser una empresa de energía, de las mejores en el sector eléctrico a nivel mundial, con presencia internacional” [1] .

Lo cual de ser así tendría que tener un rango de confiabilidad y estandarización demasiado alto de acuerdo a los organismos que conforman CRE (Comisión Reguladora de Energía). Esto nos daría un margen de calidad de energía eléctrica a nivel mundial, tanto en grandes consumidores en la metrópolis como en los lugares más rurales de la República Mexicana.

### 1.4.- Objetivos:

#### 1.4.1.- Objetivo General:

- Conocer las perspectivas desde el punto de vista del usuario y conocer las inquietudes de los mismos, para poder observar la factibilidad de realizar cambios en el Sistema Integrado Mexicano de Suministro Eléctrico, así como a los usuarios directamente en su suministro eléctrico.
- Proponer soluciones para mejorar la calidad tanto de energía como de suministro eléctrico ya que el suministro en algunas regiones es decadente, si lo comparamos con los usuarios urbanos de grandes ciudades de la República Mexicana.

#### 1.4.2- Objetivo Particular:

- Realizar un proceso de investigación para determinar desde el punto de vista del usuario, la calidad de energía eléctrica en algunas de las regiones de Michoacán, para observar sus inquietudes y proponer soluciones a cada uno de los usuarios, ya que cada usuario tiene cargas eléctricas y necesidades diferentes.
- Realizar un contraste de usuarios, con el cual se pretende observar la factibilidad de hacer cambios o no en la entrada del suministro eléctrico de cada pequeño consumidor, así como en el Sistema Integrado Mexicano de Suministro Eléctrico la cual es CFE, la cual su visión para el 2030 en el segundo párrafo es:

Una empresa reconocida por su **atención al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio**, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable [1].

## 1.5.- Antecedentes:

En la actualidad la calidad de energía eléctrica de nuestro país CFE en cuanto a su cumplimiento es de 88.80% [2].

Número de quejas y solicitudes por cada mil habitantes es [2]:

TABLA 1.1 NÚMERO DE QUEJAS Y SOLICITUDES DIARIAS

| Mensual        |                | Julio     |              |
|----------------|----------------|-----------|--------------|
|                |                | Total     | Cumplimiento |
|                |                |           |              |
|                |                |           |              |
|                | Nacional       | 1.671.047 | 4,01%        |
|                | Total Nacional | 1.671.047 | 4,01%        |
| Clientes Julio |                |           |              |
| Nacional       | 41.721.141     |           |              |
| Total          | 41.721.141     |           |              |

Número de quejas recibidas por interrupción del suministro [2]:

TABLA 1.2 NÚMERO DE QUEJAS POR INTERRUPCIONES

| Mensual        |          | Julio      |            |             |        |       |
|----------------|----------|------------|------------|-------------|--------|-------|
|                |          | SECT FUERA | DEFIC VOLT | FALSO CONTC | TOTAL  | %     |
|                | Nacional | 39.488     | 2.161      | 2.918       | 44.567 | 0,107 |
| Clientes Julio |          |            |            |             |        |       |
|                | Total    | 41.666.634 |            |             |        |       |

Porcentaje de cumplimiento de quejas y solicitudes [2]:

TABLA 1.3 NÚMERO DE CUMPLIMIENTO DE QUEJAS

| Mensual |                | Julio     |        |           |                |
|---------|----------------|-----------|--------|-----------|----------------|
|         |                | Dentro    | Fuera  | Total     | % Cumplimiento |
|         | Nacional       | 1.745.063 | 98.377 | 1.843.440 | 94,66%         |
|         | Total Nacional | 1.745.063 | 98.377 | 1.843.440 | 94,66%         |

Percepción del servicio [2]:

TABLA 1.4 PERCEPCIONES DEL SERVICIO DE ACUERDO AL CLIENTE

| SUBDIRECCIÓN DE SERVICIO Y ATENCIÓN AL CLIENTE |       |
|------------------------------------------------|-------|
| SATISFACCIÓN DEL CLIENTE                       | Julio |
| NACIONAL                                       | 88,80 |

### 1.6.- Descripción de los Capítulos:

- **CAPÍTULO 1.**

Se presenta un breve resumen de la tesis mostrada, donde se describe de lo que se trata la presente tesis, seguido por índice que muestra el contenido de la misma, un glosario de términos y definiciones, una introducción del proceso de investigación donde se muestran algunas de las inquietudes de las que se tomaron en cuenta, una metodología la cual describe los métodos de investigación, una justificación de por qué es necesario tocar el tema de la presente tesis, una serie de objetivos generales y particulares, se muestran las descripciones de los capítulos redactados en la presente tesis y finalmente se muestra el estado del arte de dicha rama de investigación.

- **CAPÍTULO 2.**

Se presenta un marco teórico el cual describe que es la Calidad de Energía Eléctrica desde varios puntos de vista, se describe por es necesario conocer acerca de la Calidad de Energía Eléctrica, a su vez se explica cuál es el procedimiento para evaluar una Buena Calidad de Energía Eléctrica, como los problemas que engloban una mala Calidad de la misma, se presentan diferentes definiciones de Calidad de Energía Eléctrica desde perspectivas de diferentes autores, se muestran los principales términos que se manejan si de Calidad de Energía Eléctrica se habla, se nombran los principales problemas que se pueden encontrar en una mala Calidad de Energía Eléctrica, se describen los fenómenos causantes de una mala Calidad de Energía Eléctrica, se muestran los compromisos y los contratos de la empresa suministradora de Energía Eléctrica en México.

- **CAPÍTULO 3.**

Se muestran los principios fundamentales del INEGI, los cuales rigen la metodología de investigación de la misma institución, se muestran los principios estadísticos oficiales los cuales rigen en dicha institución, se toca un poco la metodología que usa el INEGI para los procesos de investigación, en este caso se habla de los censos, se menciona la encuesta que se utilizó para realización del censo, se muestra una gráfica que muestra el número de comercios en el Estado de Michoacán tomada del INEGI, un mapa de las Regiones existentes en el Estado de Michoacán, las Regiones, Municipios y/o Localidades visitadas para la aplicación de las encuestas para dicho censo, se muestra la clasificación de Industrias y Comercios, se nombran las localidades con Industrias Pequeñas, localidades Comerciantes, así como las localidades con poco comercio y poca Industria.

- **CAPÍTULO 4.**

Se describe lenguaje “Ruby”, con el cual se llevó a cabo el conteo de las encuestas para la realización del censo, la interfaz gráfica de dicho lenguaje, las gráficas de resultados obtenidas por Excel para cada respuesta de la encuesta, se muestra una tabla de resultados del proceso de investigación de los datos arrojados por el contador en el lenguaje Ruby, se muestran los resultados más notorios del proceso de investigación, las localidades con menores y mayores índices de baja Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el usuario, así como las localidades más conformes con la Calidad de Energía Eléctrica y Calidad de Suministro Eléctrico, finalmente se muestran las posibles soluciones a los problemas percibidos por los pequeños usuarios de Energía Eléctrica.

- **CAPÍTULO 5.**

Se muestran las conclusiones obtenidas con este proceso de investigación y las conclusiones personales tras terminar la presente tesis.

## CAPITULO 2 MARCO TEORICO.

---

### 2.1.-Calidad de Energía Eléctrica.

En la actualidad hay diferentes definiciones completamente diferentes para la calidad de Energía Eléctrica, esto depende del marco de referencia. Por ejemplo:

- La fiabilidad del sistema, así mismo se muestran entandares de estadísticas de fiabilidad del mismo.
- Los criterios establecidos por sistemas de Relegación de Energía Eléctrica o agencias de Energía Eléctrica.
- Hasta un fabricante puede definir que es calidad para él. De acuerdo a sus características de suministro y normativas que lo rigen.

Es por eso que es una tarea difícil definirla con claridad de acuerdo al lector.

**La Calidad de Energía Eléctrica es un punto de referencia desde la perspectiva del usuario.**

Cualquier problema que se presente en variaciones de voltaje, corriente o frecuencia, que resulte en un fallo o mal funcionamiento del equipo del cliente es un reflejo de una mala Calidad de Energía Eléctrica. [3]

Existen demasiados mal entendidos sobre las causas de la mala Calidad de Energía Eléctrica, donde los usuarios reportan un acontecimiento de causa de falla y la empresa suministradora reporta lo contrario a lo que los usuarios reportan.

Cuando existe un problema de alimentación con un equipo eléctrico o electrónico, los usuarios finales son los primeros en quejarse de la falla.

Los problemas reales de la Calidad de Energía Eléctrica muchas veces están relacionados con el mal funcionamiento del sistema de control. Los equipos electrónicos pueden perder vida útil con el tiempo, debido a voltajes transitorios repetitivos. Por estas razones es difícil diagnosticar si es una falla en el suministro o dentro de la instalación del usuario.

En estos tiempos es cada vez más común que los diseñadores de Software de control para los microprocesadores no tengan la más mínima idea de cómo funcionan los sistemas eléctricos y no anticipen todo tipo de eventos del mal funcionamiento de sus dispositivos.

Los reglamentos pueden desempeñar un papel muy importante, ya que dados los problemas de Calidad de Energía Eléctrica suelen pasar entre el sistema de suministro, la instalación y el equipo del cliente.

Otro de los principales factores que se ve muy involucrado es la parte de Economizar, no siempre el factor económico puede eliminar las variaciones de Calidad de Energía Eléctrica en la alimentación, en algunos de los casos es fabricar dispositivos que ayuden a una óptima solución a un problema de fabricación de los equipos conectados al suministro, ya que existe una variedad de equipos que son menos sensibles a las variaciones de Calidad de Energía Eléctrica. Esto debe hacerse de acuerdo al nivel de Calidad de Energía Eléctrica que se requiera apropiadamente para la instalación de ese equipo en particular.

La CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA no tiene una definición adecuada y aceptada por todos. Más bien son criterios que pueden medirse de acuerdo a una infinidad de normas, pero si es cuantitativa y determinada por la productividad y rendimiento del usuario.

Si el suministro no carece de calidad, la Calidad es regular.

Si el equipo nunca falla en la parte del suministro, la calidad es muy buena.

Pero si el suministro es inadecuado para el equipo, la Energía Eléctrica carece de Calidad.

### 2.2.- ¿Por qué es necesario conocer a cerca de la Calidad de Energía Eléctrica?

- La parte más importante es la parte económica, debido a que las pérdidas en energía y equipo que representa costo económico.
- Existen demasiados impactos económicos en los servicios públicos, sus clientes y proveedores de equipos de carga.
- La Calidad de Energía Eléctrica puede llegar a tener un impacto económico directo en los consumidores industriales y comerciales.

En la actualidad se ha puesto mucho énfasis en la automatización y equipo más moderno. Esto significa que la mayoría de las industrias están electrónicamente controladas.

No es raro que al accionarse una protección de distribución o transmisión genere pérdidas a las empresas, debido a que paren su línea de producción que requiere más de 3hrs para reiniciar su proceso de producción, lo cual lleva pérdidas económicas.

La industria Eléctrica también se preocupa por los problemas y las necesidades de Calidad de Energía Eléctrica tales como son:

- Satisfacer las necesidades de sus clientes.

- Mantener a los mayores consumidores con una confianza plena. Ya que con las nuevas reformas podrían perder demasiados clientes. Ahora son más importantes que nunca.
- Las pérdidas de los clientes repercuten demasiado económicamente en la empresa suministradora de servicios públicos.
- Los usuarios se vuelven más sensibles a las interrupciones, cuando dependen de la tecnología.

Aunque no todo es problema de la empresa suministradora en cuanto a problemas de la mala Calidad de Energía Eléctrica, una mala reputación es la que avala si el servicio es bueno o malo. Los proveedores de equipos encuentran en una situación muy competitiva en el mercado, es donde el cliente compra casi siempre lo más barato. Dando paso a un desincentivo general, el cual consiste en agregar características al equipo. Muchos fabricantes no son conscientes de los tipos de perturbaciones que tienen los sistemas de energía eléctrica, ya que la responsabilidad de los mismos es corregir las deficiencias que tenga dicho equipo, en última estancia el usuario que debe comprarlo y operarlo de manera correcta. Debe tener en cuenta que cumpla con la SEMI 47, ya que así es más confiable y más productivo.

### 2.3.- ¿Cuál es el procedimiento para evaluar la Calidad de Energía Eléctrica?

Los problemas que ocasionan una mala Calidad de Energía Eléctrica engloban una gran cantidad de fenómenos diferentes. Cada uno de los mismos puede tener diferentes causas y soluciones con las cuales se pretende realizar una mejora en la Calidad de Energía Eléctrica, el funcionamiento y rendimiento del equipo eléctrico. Para lo mencionado anteriormente se propone evaluar los problemas de la calidad de energía eléctrica que es entregada por el suministro, usando un criterio muy adecuado como el del ejemplo mostrado en la Figura 2.1.

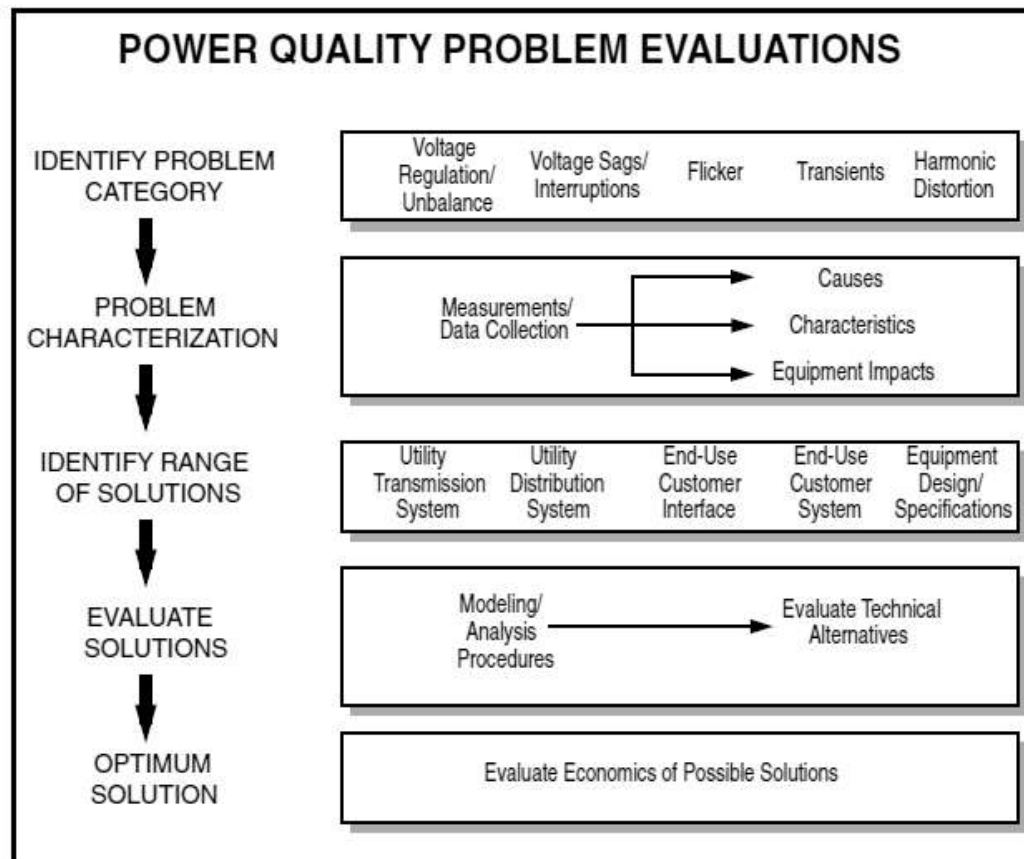


FIGURA 2. 1 EVALUACIÓN DE PROBLEMAS DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA [3]

- Es muy útil observar los pasos generales que están relacionados con la investigación de muchos de estos problemas, especialmente si los pasos pueden relacionar las instalación del consumidor y del sistema de suministro.
- El procedimiento general debe considerar si es un problema existente de Calidad de Energía Eléctrica o que pueda ser resultado de cambios propuestos al sistema o de diseño.
- Un papel muy importante es el que juegan las mediciones sobre la Calidad de Energía Eléctrica.

Al hacer las mediciones es importante:

- ✚ Registrar impactos de las variaciones del sistema.
- ✚ Fecha y hora en que suceden los acontecimientos con más frecuencia.
- ✚ Tiempo de duración de los acontecimientos.
- ✚ Posibles causas.

- Las soluciones deberán ser catalogadas usando una perspectiva del sistema, y deben considerarse parámetros tal como son:
  - ✚ La economía.
  - ✚ Limitaciones técnicas.
- Identificar posibles soluciones en todo el sistema y en todos los niveles, desde el equipo final hacia el suministro eléctrico.
  - ✚ Si la solución no es técnicamente viable, dependerá de alternativas sobre un esquema basado económicamente.
- La solución óptima depende del tipo del sistema y usuarios finales que estén conectados.
- Se proporcionará un marco de información técnica detallada con procedimientos autorizados por organismos de seguridad.

### 2.4.- Diferentes definiciones de Calidad de Energía Eléctrica desde perspectivas diferentes:

#### ¿CÓMO ESTÁ DEFINIDA LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESDE PERSPECTIVAS DE DIFERENTES AUTORES?

La definición del término “Calidad de la Energía Eléctrica” no es única y varía de país en país. A continuación se muestran algunas definiciones, las cuales fueron tomadas de algunas de las instituciones que tratan el tema de “Calidad de Energía Eléctrica” en diferentes partes del mundo:

- ✚ La Calidad de la Energía Eléctrica (CEL) en términos generales es un conjunto de propiedades inherentes, tanto al servicio como a la señal de tensión o corriente eléctrica que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que otras. Por tanto, podemos afirmar que la CEL en su concepto más amplio debe considerar tanto la continuidad del servicio como las señales de tensión y corriente eléctrica, en un tiempo dado y en un espacio determinado de un sistema de potencia eléctrico. [4]
- ✚ Cualquier problema de potencia manifestado en la desviación de la tensión, de la corriente o de la frecuencia, de sus valores ideales que ocasione falla o mala operación del equipo de un usuario. [5]

-  Una característica física del suministro de electricidad, la cual debe llegar al cliente en condiciones normales, sin producir perturbaciones ni interrupciones en los procesos del mismo. [6]
-  El término se refiere a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctricas, en un tiempo dado y en una ubicación dada en el sistema de potencia. [7]
-  El término calidad de voltaje suministrado se refiere a las perturbaciones y variaciones de estado estacionario de la tensión y corriente suministrada por el Operador de Red. El termino calidad del servicio prestado se refiere a los criterios de confiabilidad del servicio. [8]

### 2.5.- Principales Términos de Calidad de Energía Eléctrica.

Términos de calidad de energía

*“Todo el texto siguiente en el capítulo 2.7, es sacado de la misma fuente, esto con el fin de no distorsionar los términos para fines personales. Se tomaron tal cual estaban en el texto [9]”*

Filtro activo: Es una serie de dispositivos electrónicos de potencia altamente sofisticados, que sirven para eliminar la distorsión armónica. [9]

Voltaje de modo común: Es el voltaje con ruido que aparece igualmente en el conductor, esto lleva a la corriente al sistema de tierras. [9]

Acoplamiento: Es un elemento, elementos y/o una red de un circuito que pueden ser considerarse comunes en la malla de entrada y/o la malla de salida, a través de la cual la energía eléctrica puede ser transferida de un elemento a otro. [9]

Factor de cresta: Es un valor muy notado por muchos instrumentos de monitorización de la Calidad de Energía Eléctrica, representa la relación entre el valor de la cresta de la forma de onda medida y el cuadrado de la raíz de la forma de onda fundamental. Por ejemplo:

El factor de cresta de una onda sinusoidal es “1.414”. [9]

Carga crítica: Los dispositivos y equipos que no funcionan satisfactoriamente pueden poner en peligro la integridad, la seguridad del personal y / o provocar la pérdida de funciones, pérdidas económicas o daños críticos a la propiedad del usuario. [9]

Distorsión actual: Distorsión en la corriente de A.C. [9]

Voltaje de modo diferencial: Es la tensión entre dos conductores activos de un conjunto en específico. [9]

Distorsión: Es cualquier desviación de la forma de onda puramente sinusoidal, para cualquier cantidad de corriente. [9]

Generación distribuida (DG): Es la generación dispersa a través del sistema de energía eléctrica, en comparación con las centrales eléctricas grandes. Se refiere típicamente a unidades de menos de 10 Mega-Watts (MW) de capacidad, que están interconectadas con el sistema de distribución. [9]

Tensión de salida: Es la tensión a la que un dispositivo vuelve a su posición desactivada. [9]

Compatibilidad electromagnética: Es la capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente, dentro de un entorno electromagnético sin introducir y/o provocar perturbaciones electromagnéticas intolerables al entorno existente. [9]

Conductor de puesta a tierra del equipo: El conductor utilizado para conectar las partes no conductoras de corriente de los conductos, pistas de rodadura y recintos del equipo al conductor a tierra (neutro) y el electrodo de puesta a tierra en el equipo de servicio (panel principal) o secundario de un sistema derivado por separado). [9]

FAST TRIPPING: Se refiere a la práctica de retransmisión de protección de utilidad común en la que el interruptor de circuito o el reconectador de línea funciona más rápido que un fusible puede soplar. [9]

También se llama ahorro de fusible. Eficaz para eliminar fallas transitorias sin una interrupción sostenida, pero es algo polémico porque las cargas industriales se someten a una interrupción momentánea o temporal. [9]

Falla: Generalmente se refiere a un cortocircuito en el sistema de potencia. [9]

Falla, transitorio, cortocircuito en el sistema de energía eléctrica, generalmente inducido por rayo, ramas de árbol, o animales, que pueden provocar un interrumpiendo momentáneo la corriente. [9]

Ferro-resonancia: Es un tipo de resonancia irregular, que implica una característica no lineal de los inductores de núcleo de hierro (ferrosos). Es indeseable cuando se produce en el sistema de suministro de energía eléctrica, pero se explota en tecnologías tales como transformadores de voltaje constante para mejorar la calidad de la energía. [9]

Parpadeo: Es una impresión de inestabilidad de la sensación visual inducida por un estímulo de luz, cuya iluminación o distribución espectral fluctúa a destiempo. [9]

Distorsión de frecuencia: Aumento o disminución de la frecuencia fundamental. La duración de una distorsión de frecuencia puede ser de varios ciclos hasta varias horas. [9]

Respuesta de frecuencia: En el uso de la calidad de energía, se refiere generalmente a la variación de impedancia del sistema, o un transductor de medición, en función de la frecuencia fundamental. La

componente fundamental es de orden 1 (50 a 60 Hz) de la serie de Fourier en una cantidad periódica. [9]

Aterrizar: Es una conexión conductora intencional, por la cual un circuito eléctrico o equipo eléctrico está conectado a tierra, es un cuerpo conductor de una extensión relativamente grande, esta sirve en vez de la tierra física. [9]

### **Nota:**

**Se utiliza para establecer y mantener los voltajes neutros de tierra y para conducir las corrientes de tierra.**

Varilla de tierra: Un conductor o grupo de conductores en contacto físico con la tierra, esto con el fin de proporcionar una conexión con la tierra física. [9]

Malla de tierra: Es un sistema de conductores de cobre desnudos interconectados entre sí, acomodados en un patrón sobre un área especificada, se encuentran enterrados debajo de la superficie de la tierra. El objetivo principal de la malla de tierra es proporcionar seguridad para los trabajadores, limitando las diferencias de voltaje y corriente dentro de su perímetro a niveles seguros, en caso de que existieran corrientes altas que podrían fluir a través del circuito que está siendo trabajado éstas fluirán por la malla de tierra. [9]

Registro subterráneo: Es el área a través de la cual todos los conductores de puesta a tierra, entran en un área específica. A menudo se utilizan los sistemas de comunicaciones, a través de los cuales el sistema de conexión a tierra del edificio está conectado a cierta área, de tal modo que no tendría conexión a tierra. [9]

Armónico: Es una componente de orden mayor a la componente fundamental de la serie de Fourier de una cantidad periódica. [9]

Contenido armónico: Es la cantidad obtenida restando la componente fundamental de una corriente alterna contaminada. [9]

Distorsión armónica: Es una distorsión periódica de la onda sinusoidal. [9]

Filtro de armónicos: Es un dispositivo para filtrar uno o más armónicos del sistema de potencia. La mayoría son combinaciones pasivas de inductancias, capacitancias y resistencias. Las tecnologías más recientes incluyen filtros activos los cuales pueden satisfacer las necesidades de potencia reactiva. [9]

Resonancia armónica: Es la condición en la que el sistema eléctrico está resonando cerca de uno de los armónicos principales producidos por elementos no lineales en el sistema eléctrico. [9]

Impulso: Se aproxima a un impulso unitario. Cuando se utiliza en relación con la calidad de la energía, es preferible utilizar el término transitorio impulsivo en lugar del impulso. [9]

Transitorio impulsivo: Es un cambio súbito de la frecuencia a la condición de voltaje o corriente, es unidireccional en su polaridad. [9]

Instantáneo: Se usa para cuantificar una variación de corta duración como un modificador, este término se refiere a un intervalo de tiempo de medio ciclo a 30 ciclos de la frecuencia fundamental. [9]

Reenganche instantáneo: Es la función de un interruptor de servicio instantáneo, actúa tan rápido como sea posible después de una corriente de falla de interrupción o cortocircuito. Los tiempos típicos son de 18 a 30 ciclos. [9]

Interarmónico (componente): Es un componente de la frecuencia fundamental, en una cantidad periódica que no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. [9]

Interrupción momentánea: En sistemas de energía eléctrica se define como una interrupción de duración limitada al período necesario para restablecer el servicio mediante operaciones de conmutación automática, supervisada o mediante conmutación manual.

### **Nota:**

**Estas operaciones de conmutación deben completarse en un tiempo especificado que no exceda de 5 min. [9]**

Interrupción momentánea: En el control de Calidad de Energía se define como un tipo de variación de corta duración. La cual es una pérdida completa de tensión en uno o más conductores de fase durante un período específico de tiempo entre 30 ciclos y 3 s. [9]

Interrupción: En los sistemas de energía eléctrica se define como cualquier interrupción no clasificada como interrupción momentánea. [9]

Interrupción sostenida (calidad de la energía): En la Calidad de Energía se define como un tipo de variación de larga duración. La cual ocasiona una pérdida total de tensión en uno o más conductores de fase para un periodo de tiempo mayor a 1 min. [9]

Interrupción temporal: Es un tipo de variación de corta duración. La cual ocasiona la pérdida completa de tensión en uno o más conductores de fase durante un período de tiempo entre 3 s y 1 min. [9]

Inversor: Es un dispositivo electrónico de potencia, el cual convierte corriente continua en corriente alterna de frecuencia de potencia o de la frecuencia requerida por un proceso industrial. Hoy en día la modulación del ancho de pulso se utiliza para crear la frecuencia deseada con una distorsión armónica mínima. [9]

Tierra aislada: Es un conductor de puesta a tierra instalado en un equipo aislado, el cual funciona en el mismo ducto que los conductores de suministro. Este conductor está aislado de la malla de tierra y

de todos los puntos de tierra a lo largo de su longitud. Consta de un bloque de terminales de entradas del equipo y termina en el punto donde el neutro y la tierra están unidos en la fuente de alimentación. [9]

Aislamiento: Es una separación de una sección de un sistema de influencias no deseadas de otras secciones. [9]

Carga lineal: Es un dispositivo de carga eléctrica que funciona en estado estacionario, el cual presenta una impedancia de carga esencialmente constante a la fuente de alimentación durante todo el ciclo de tensión aplicada. [9]

Variación de larga duración: Es una variación del valor rms del voltaje nominal durante un tiempo superior a 1 min. Se describe como la magnitud de una variación de voltaje. [9]

Variación Momentánea: Se utiliza para cuantificar una variación de corta duración, es un intervalo de tiempo en la frecuencia de 30 ciclos a 3 s. [9]

Ruido: Son señales eléctricas no deseadas, las cuales producen efectos no deseados en los circuitos de los sistemas de control en los que se producen. [9]

Carga no lineal: Es una carga eléctrica, la cual extrae la corriente eléctrica de forma discontinua o cuya impedancia varía a lo largo de un ciclo de la forma de onda del voltaje de entrada de CA. [9]

Muesca: Es una perturbación de conmutación de la forma de onda de voltaje, esta dura menos de un semiciclo, inicialmente es de polaridad opuesta a la forma de onda y por tanto es sustraída de la forma de onda original en términos del valor de cresta del voltaje y de perturbación. [9]

Transitorio oscilatorio: Es un cambio de frecuencia repentino, no potente, en la condición de tensión o corriente constante que incluye el valor de polaridad positiva o negativa. [9]

Sobretensión: Cuando se utiliza para describir un tipo específico de variación de larga duración, se refiere a una tensión que tiene un valor de al menos 10 por ciento por encima de la tensión nominal durante un periodo de tiempo mayor que 1 min. [9]

Filtro pasivo: Una combinación de inductores, condensadores y resistencias diseñados para eliminar uno o más armónicos. La variedad más común es simplemente un inductor en serie con un condensador shunt, que cortocircuita el componente armónico distorsionante principal del sistema. [9]

Factor de potencia de desplazamiento: El factor de potencia de los componentes de frecuencia fundamental de las formas de onda de voltaje y corriente. [9]

Factor de potencia (verdadero): Relación entre la potencia activa y la potencia aparente. [9]

Pulsos: Una variación abrupta de corta duración de una cantidad física seguida de un rápido retorno al valor inicial. [9]

Modulación de ancho de pulso (PWM): Técnica común utilizada en los inversores para crear una forma de onda ac mediante el control del interruptor electrónico para producir pulsos de anchura variable. Minimiza la distorsión armónica de frecuencia de potencia en algunas aplicaciones, pero debe tenerse cuidado de filtrar adecuadamente las frecuencias de conmutación, que suelen ser de 3 a 6 kHz. [9]

Reenganche: Cierre del interruptor en un corto tiempo después de borrar un fallo, aprovechando el hecho de que la mayoría de las fallas son pasajeros o temporales. [9]

Tiempo de recuperación: El intervalo de tiempo necesario para que la tensión o corriente de salida vuelva a un valor dentro de la especificación de regulación después de una carga escalonada o cambio de línea. También puede indicar el intervalo de tiempo requerido para volver a su estado de funcionamiento después de una interrupción o abandono. [9]

Voltaje de recuperación: La tensión que se produce a través de los terminales de un polo de un dispositivo de interrupción de circuito al interrumpir la corriente. [9]

Rectificador: Dispositivo electrónico de potencia para la conversión de corriente alterna en corriente continua. [9]

Resonancia: Condición en la que las frecuencias naturales de las inductancias y capacitancias en el sistema de potencia son excitadas y sostenidas por fenómenos perturbadores. Esto puede resultar en tensiones y corrientes excesivas. La distorsión de la forma de onda, ya sea armónica o no armónica, es probablemente la fuente de excitación más frecuente. Además, varias fallas de cortocircuito y de circuito abierto pueden dar lugar a condiciones de resonancia. [9]

Hundimiento (Sag): Una disminución entre 0,1 y 0,9 pu en rms de voltaje o corriente a la frecuencia de potencia para duraciones de 0,5 ciclo a 1 min. [9]

Blindaje: El blindaje es el uso de una barrera conductora y / o ferromagnética entre una fuente de ruido potencialmente perturbadora y circuitos sensibles. Los blindajes se utilizan para proteger los cables (datos y alimentación) y los circuitos electrónicos. Tal vez en forma de barreras metálicas, recintos o envolturas alrededor de circuitos fuente y circuitos receptores. [9]

Blindaje (de líneas de servicio): La construcción de un conductor a tierra o una torre sobre las líneas para interceptar los golpes de rayo en un intento de mantener las corrientes de relámpago fuera del sistema de energía. [9]

Variación de corta duración: La variación del valor eficaz de la tensión de la tensión nominal durante un tiempo superior a medio ciclo de la frecuencia de potencia pero inferior o igual a 1 min. Usualmente se describe adicionalmente usando un modificador que indica la magnitud de una variación de tensión (por ejemplo, hundimiento, hinchamiento o interrupción) y posiblemente un modificador que indica la duración de la variación (por ejemplo, instantánea, momentánea o temporal). [9]

Hinchar (swell): Un aumento temporal en el valor rms del voltaje de más del 10 por ciento de la tensión nominal, a la frecuencia de potencia, para duraciones de 0,5 ciclo a 1 min. [9]

Cierre sincronizado: Generalmente se utiliza en referencia al cierre de los tres polos de un interruptor de condensador en sincronismo con el sistema de potencia para minimizar los transitorios. [9]

Distorsión total de la demanda (TDD): La relación entre el cuadrado medio de la corriente armónica y el valor rms de la corriente nominal de la demanda nominal o máxima, expresada como un porcentaje. [9]

Nivel de perturbación total: El nivel de una determinada perturbación electromagnética causada por la superposición de la emisión de todas las piezas de equipo en un sistema dado. [9]

Distorsión armónica total (THD): La relación entre el cuadrado medio de la raíz del contenido armónico y el valor rms de la cantidad fundamental, expresada como un porcentaje del valor fundamental. [9]

Transitorio: Perteneciente o designa un fenómeno o una cantidad que varía entre dos estados estacionarios consecutivos durante un intervalo de tiempo que es corto comparado con la escala de tiempo de interés. Un transitorio puede ser un impulso unidireccional de polaridad o una onda oscilatoria amortiguada con el primer pico ocurriendo en cualquiera de las dos polaridades. [9]

Armónicos triplen: Término utilizado frecuentemente para referirse a los múltiplos impares del tercer armónico, que merecen una atención especial debido a su tendencia natural a ser secuencia cero. [9]

Bajovoltaje: Cuando se usa para describir un tipo específico de variación de larga duración, se refiere a un voltaje medido que tiene un valor por lo menos 10 por ciento por debajo de la tensión nominal durante un periodo de tiempo mayor que 1 min. En otros contextos, como la protección de generación distribuida, el tiempo de interés se mediría en ciclos o segundos. [9]

Cambio de voltaje: Una variación del valor medio cuadrático o pico de un voltaje entre dos niveles consecutivos sostenidos para duraciones definidas pero no especificadas. [9]

Distorsión de voltaje: Distorsión del voltaje de la línea de CA. Ver distorsión. [9]

Fluctuación de voltaje: Una serie de cambios de voltaje o una variación cíclica del voltaje. [9]

Desequilibrio de tensión (desequilibrio): Condición en la que los voltajes trifásicos difieren en amplitud o están desplazados de su relación normal de fase de 120 grados o ambos. Frecuentemente expresado como la relación de la secuencia negativa o la tensión de secuencia cero a la tensión de secuencia positiva, en porcentaje. [9]

Interrupción del voltaje: Desaparición del voltaje de alimentación en una o más fases. Normalmente calificado por un término adicional que indica la duración de la interrupción (por ejemplo, momentánea, temporal o sostenida). [9]

Regulación de voltaje: El grado de control o estabilidad del voltaje eficaz a la carga. Se especifica en relación con otros parámetros, tales como cambios de voltaje de entrada, cambios de carga o cambios de temperatura. [9]

Aumento de voltaje: La ampliación de la tensión transitoria oscilatoria del condensador en el lado primario por condensadores en el lado secundario de un transformador. [9]

Distorsión de forma de onda: Una desviación de estado estacionario de una onda sinusoidal ideal de frecuencia de potencia caracterizada principalmente por el contenido espectral de la desviación. [9]

### 2.6.- Principales problemas de Calidad de Energía Eléctrica.

El Comité de Coordinación de Normas IEEE 22 ha liderado en los Estados Unidos para coordinar los estándares de calidad de energía.

Tiene las responsabilidades en varias sociedades del IEEE, principalmente:

- Sociedad de Aplicaciones Industriales.
- Sociedad de Ingeniería Energética (PES).

La IEC clasifica a los fenómenos electromagnéticos en los siguientes grupos:

- Fenómenos de baja frecuencia conducidos.
- Armónicos, interarmónicos.
- Sistemas de señales (portadores de líneas eléctricas).
- Fluctuaciones del voltaje (parpadeo).
- Dips e interrupciones de voltaje.
- Desequilibrio de tensión (desequilibrio).
- Variaciones de frecuencia de potencia.
- Tensiones de baja frecuencia inducidas.
- CC en redes CA.
- Fenómenos de baja frecuencia radiada.
- Campos magnéticos.
- Campos eléctricos.
- Fenómenos de alta frecuencia conducidos.
- Tensiones o corrientes de onda continua (CW) inducidas.

- Transitorios unidireccionales.
- Transitorios oscilatorios.
- Fenómenos de alta frecuencia radiada.
- Campos magnéticos.
- Campos eléctricos.
- Campos electromagnéticos.
- Ondas continuas.
- Transitorios.
- Los fenómenos de descarga electrostática (ESD).
- El pulso electromagnético nuclear (NEMP).

Los esfuerzos que realiza de la industria eléctrica estadounidense para desarrollar monitorización de la calidad de la energía eléctrica han tenido como consecuencia añadir unos cuantos términos a la IEC.

- Sag, este se utiliza como un sinónimo del “dip” en los términos de IEC.

En la categoría de “variaciones de corta duración” para referirse a caídas de tensión y interrupciones de cortocircuito, se utiliza.

- El término “swell”, se conoce como una reacción inversa al hundimiento.

En la categoría de “variación de larga duración”, se han añadido términos y definiciones para hacer frente a la ANSI, tales como son:

- En la categoría del “ruido”, se utiliza con el fin de referenciar fenómenos de ancho de banda.
- En la categoría de “distorsión de forma de onda”, esta se utiliza para ver y catalogar el contenido armónico en la IEC, interarmónicos y fenómenos de redes de CA, así como fenómenos adicionales para el control de energía eléctrica en cuanto a control de alta calidad.

Se muestra la categorización de los fenómenos electromagnéticos más utilizados por el control de calidad de energía. En términos de calidad de energía eléctrica para el diagnóstico de los fenómenos de estado estacionario, se pueden utilizar los siguientes términos:

- Amplitud.
- Frecuencia.
- Espectro.
- Modulación.
- Impedancia de fuente.
- Profundidad de muesca.
- Área de la muesca.

Y para los fenómenos que no son estacionarios, pueden ser necesarios otros términos tales como:

- Tasa de subida.

- Amplitud.
- Duración.
- Espectro.
- Frecuencia.
- Tasa de ocurrencia.
- Potencial energético.
- Impedancia de fuente.

### 2.7.- Principales Fenómenos causantes de una mala Calidad de Energía Eléctrica.

- **Transitorios**

Este término “*transients/transitorio*” ha sido muy utilizado en el análisis de las variaciones de los SEP’s para denotar un evento que es indeseable y de corta duración. Otras definiciones de uso común son de amplio alcance y se limitan a afirmar que un transitorio es “aquella parte del cambio en una variable que desaparece durante la transición de una condición de funcionamiento en estado estacionario a otra”. Desafortunadamente, esta definición podría ser utilizada para describir cualquier cosa inusual que ocurre en el sistema eléctrico. Otra palabra de uso común que a menudo se considera sinónimo de transitorio es *surge*. Ya que hay ambigüedades potenciales con esta palabra en el campo de calidad de la energía, no se debe utilizar, a menos que se defina específicamente a qué se refiere.

En términos generales, los transitorios se pueden clasificar en dos categorías, impulsivos y oscilatorios. Estos términos reflejan la forma de onda de una corriente o voltaje transitorio. [3]

- **Transitorio impulsivo.**

Un transitorio impulsivo es un cambio repentino, sin cambio de frecuencia en la condición de estado estacionario del voltaje, de la corriente o de ambos que es unidireccional en polaridad. Los transitorios impulsivos se caracterizan por sus tiempos de elevación y de caída, el cual se puede revelar por su contenido espectral. Por ejemplo, un impulso transitorio de  $1.2 \times 50 \mu s$  2000 V nominalmente se eleva de cero a su valor de pico de 2000 V en  $1.2 \mu s$  y luego decae a la mitad de su valor de pico en  $50 \mu s$ . La causa más común de estos impulsos es por un rayo. En la figura 2.2 se muestra un transitorio de este tipo en la corriente, causado por un rayo. Los transitorios impulsivos pueden excitar la frecuencia natural de los circuitos de sistemas eléctricos de potencia y producir transitorios oscilatorios. Este tipo de transitorios puede excitar la frecuencia natural de los circuitos del sistema eléctrico y producir transitorios oscilatorios.

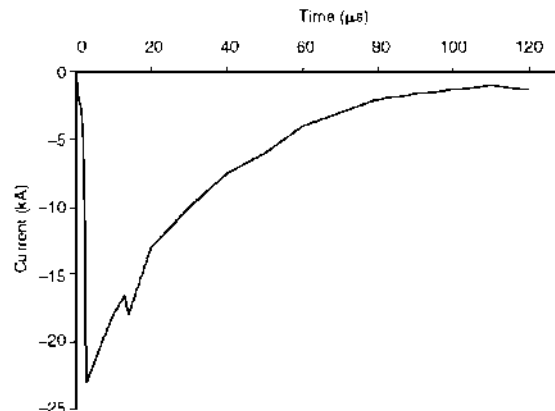


FIGURA 2. 2 TRANSITORIO IMPULSIVO DEBIDO A UN RAYO

- **Transitorio oscilatorio**

Un transitorio oscilatorio es un cambio repentino en las condiciones de estado estable, en el voltaje, la corriente o en ambos, tanto en los ciclos positivos como negativos, sin cambio en la frecuencia de alimentación. Se describe por su contenido espectral, duración y magnitud.

Los transitorios oscilatorios con un componente de frecuencia más grande de 500KHz y una duración típica en microsegundos (o varios ciclos de la frecuencia principal) se consideran *transitorios de alta frecuencia*. Estos transitorios son a menudo el resultado de la respuesta de un sistema local a un transitorio impulsivo.

Un transitorio con un componente de frecuencia primario entre 5 y 500kHz con duración de decenas de microsegundos (o varios ciclos de la frecuencia principal) se le denomina *transitorio de mediana frecuencia*.

La energización de un banco de capacitores resulta en corrientes oscilatorias transitorias de decenas de kilohertz como se muestra en la figura 2.3.

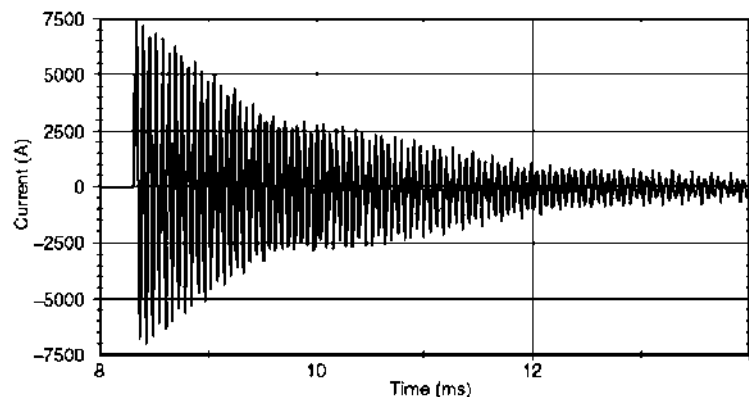


FIGURA 2. 3 TRANSITORIO OSCILATORIO DEBIDO A LA CONMUTACIÓN DE CAPACITORES

Un transitorio con componente de frecuencia primario de menos de 5 kHz, y una duración de 0.3 a 50ms, se considera como un transitorio de baja frecuencia. Este tipo de eventos es común encontrarlos en sistemas de subtransmisión y distribución y es causado por muchos tipos de eventos. El más frecuente es la energización de capacitores, el cual típicamente resulta en un transitorio oscilatorio de voltaje con una frecuencia primaria entre 300 y 900 Hz. La magnitud pico puede llegar a 2.0 pu, pero es típicamente de 1.3 a 1.5 pu con una duración de entre 0.5 y 3 ciclos dependiendo del amortiguamiento del sistema (ilustración 8).

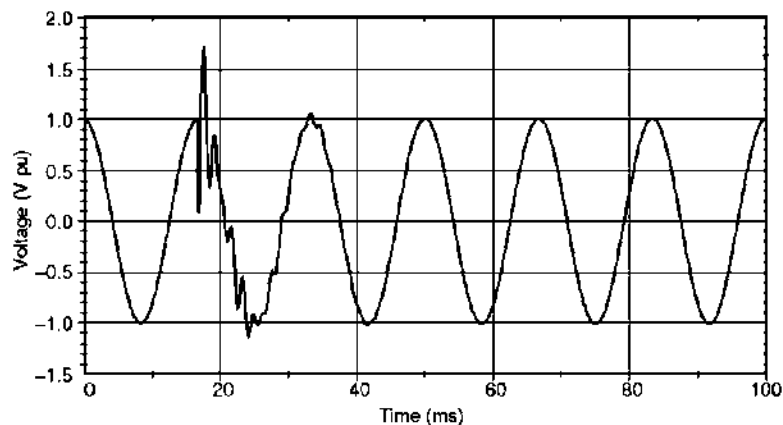


FIGURA 2. 4 TRANSITORIO OSCILATORIO DE BAJA FRECUENCIA DEBIDO A LA ENERGIZACIÓN DE CAPACITORES EN UN BUS DE 34.5kV

Transitorios oscilatorios con frecuencias de menos de 300Hz se pueden encontrar en sistemas de distribución. Se asocian principalmente con ferresonancia y con energización de transformadores (figura2.4). Transitorios que envuelven capacitores en serie pudieran entrar en esta categoría. Se puede categorizar transitorios (y otros disturbios) de acuerdo a su *modo* (*modo común o modo normal*).

Transitorios oscilatorios con frecuencias principales de menos de 300 Hz se pueden encontrar en sistemas de distribución. Generalmente se asocian con ferresonancia y energización de transformadores (figura 2.5).

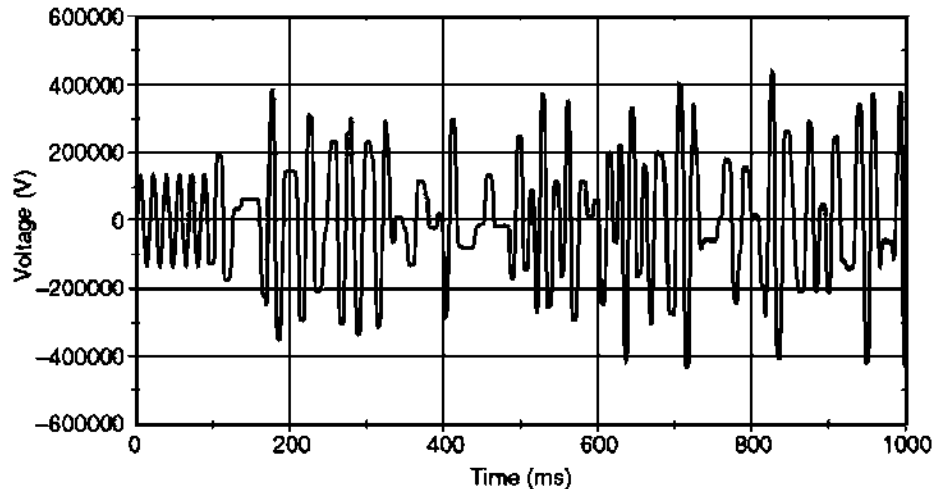


FIGURA 2. 5 TRANSITORIO OSCILATORIO DE BAJA FRECUENCIA CAUSADO POR FERRORESONANCIA DE UN TRANSFORMADOR SIN CARGA

Los transitorios que envuelven capacitores en serie también pueden caer en esta categoría, Esto ocurre cuando el sistema responde por resonancia con componentes de baja frecuencia en la corriente de energización del transformador (inrush segundo y tercer armónico) o cuando condiciones inusuales resultan en ferresonancia. [3]

- **Variaciones de voltaje de larga duración**

Las variaciones de larga duración abarcan desviaciones rms en frecuencias de alimentación por más de un minuto. ANSI C84.1 especifica las tolerancias esperadas en voltaje en un sistema de potencia. Una variación de voltaje se considera de larga duración cuando los límites ANSI se superan por más de un minuto.

Las variaciones de larga duración pueden ser *sobrevoltajes* o *bajovoltajes*. Estos generalmente no son el resultado de fallas en el sistema, pero son causados por variaciones de carga y por operaciones de conmutación en el sistema. Estas variaciones se grafican típicamente como gráficas de voltaje rms vs tiempo. [3]

- **Sobretensión**

Es un incremento en el voltaje rms mayor al 110 % en la frecuencia de alimentación por más de un minuto de duración.

Los sobrevoltajes son usualmente el resultado de conmutación de cargas (p.e. apagado de cargas grandes o energización de un banco de capacitores). Los sobrevoltajes resultan porque el sistema es débil o porque los controles de regulación de voltaje son inadecuados. El ajuste incorrecto de las derivaciones (tap) en los transformadores puede resultar en sobrevoltajes en el sistema. [3]

- **Bajovoltaje**

Es un decremento en el voltaje rms menor al 90 % en la frecuencia de alimentación por más de un minuto de duración.

Bajovoltajes son el resultado de eventos en la conmutación opuestos a los que causan el sobrevoltaje. El encendido de una carga grande o el apagado de bancos de capacitores pueden causar un bajo voltaje hasta que actúe el sistema de control. La sobrecarga de circuitos puede causar bajovoltajes también.

El término *apagón (brownout)* se utiliza a menudo para describir períodos sostenidos de bajovoltaje iniciados en un despacho de energía eléctrica para reducir la demanda de potencia. Ya que no hay una definición formal para brownout y no es tan claro como el término bajovoltaje cuando se trata de caracterizar un disturbio, se debe evitar usar el término brownout. [3]

- **Interrupciones sostenidas**

Cuando el voltaje de alimentación se ha hecho cero por más de un minuto. Las interrupciones de voltaje de más de un minuto son a menudo permanentes y requieren de la intervención humana para reparar el sistema y lograr la restauración. Las interrupciones sostenidas se refieren a fenómenos en el sistema de potencia y no tiene relación con el uso del término corte o apagón (*outage*) [3]

- **Variaciones de tensión de corta duración**

Esta categoría abarca la categoría IEC de *bajadas de tensión (dips) e interrupciones cortas*. Cada tipo de variación se puede designar como *instantáneo, momentáneo, o temporal*, dependiendo de su duración.

Las variaciones de voltaje de corta duración pueden ser causadas por condiciones de falla, la energización de cargas grandes, la cual requiere altas corrientes, o falsos contactos intermitentes en el cableado de potencia. Dependiendo de la localización de la falla y las condiciones del sistema, la falla puede causar caídas de voltaje temporales (*sags*), elevaciones de voltaje (*swells*), o pérdida completa de voltaje (*interruptions*). La condición de falla puede estar cerca o lejos del punto de interés. En cualquier caso, el impacto en el voltaje durante la condición de falla actual es de corta duración hasta que actúen los dispositivos de protección para liberar la falla. [3]

- **Interrupción**

Una interrupción ocurre cuando la fuente de voltaje o corriente de carga decrece a menos de 0.1 pu por un período de tiempo que no exceda de 1minuto.

Las interrupciones pueden ser el resultado de fallas del sistema eléctrico, fallas en el equipo y malfuncionamiento en el sistema de control. Las interrupciones se miden por su duración ya que la

magnitud de la tensión es siempre menor que 10 por ciento del valor nominal. La duración de una interrupción debido a falla en el sistema es determinada por el tiempo de operación de los dispositivos de protección. El recierre instantáneo generalmente limitará la interrupción causada por una falla no permanente a menos de 30 ciclos. El recierre con retardo de un dispositivo de protección puede causar una interrupción momentánea o temporal.

Algunas interrupciones pueden ser precedidas por un hundimiento de voltaje (*sag*) cuando estas interrupciones se deben a fallas en el sistema de alimentación. El hundimiento de voltaje (*sag*) ocurre entre el tiempo al inicio de la falla y la operación del dispositivo de protección. La figura 2.6 muestra una interrupción momentánea durante la cual el voltaje de una de las fases se hunde hasta aproximadamente el 20% por alrededor de 3 ciclos y entonces cae a cero por más o menos 1.8 s hasta que el recierre actúa. [3]

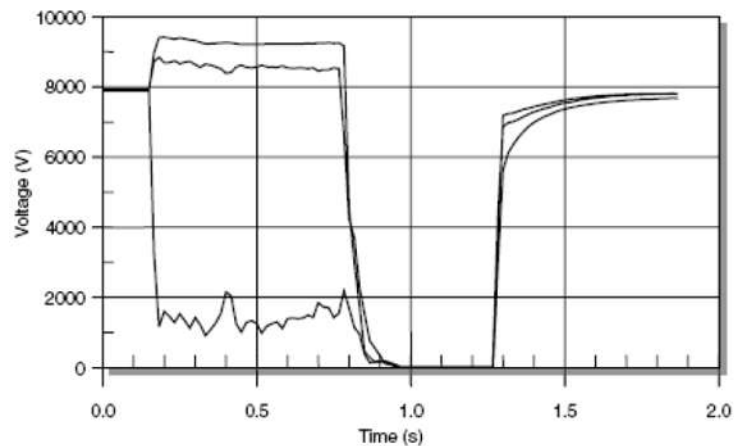


FIGURA 2. 6 VOLTAJES RMS TRIFÁSICOS PARA UNA INTERRUPCIÓN MOMENTÁNEA DEBIDO A UNA FALLA Y LA OPERACIÓN DE RECIERRE

### • DIPS - Caídas

Un hundimiento (*sag*) es el decremento de entre 0.1 y 0.9 pu en el voltaje o corriente rms en la frecuencia de alimentación por una duración de tiempo de 0.5 ciclos a 1 minuto.

La comunidad de calidad de la energía ha usado el término *sag* por muchos años para describir un decremento de voltaje de corta duración. Aunque el término no ha sido formalmente definido, ha sido cada vez más aceptado y usado por sistemas de suministro de energía eléctrica, empresas de manufactura y clientes. La definición de la IEC para este término es *sumergir (dip)*. Los dos términos son considerados intercambiables, *hundimiento (sag)* ha sido el sinónimo preferido en los E.U. por la comunidad de la calidad de la energía. [3]

La terminología para definir la magnitud de un hundimiento de voltaje es a menudo confusa. Un “hundimiento del 20%” puede referirse a un hundimiento para un voltaje de 0.8 o 0.2 pu. La terminología preferida sería una que no dejara lugar a dudas en cuanto al nivel de voltaje resultante: “un hundimiento de 0.8pu” o “un hundimiento que su magnitud fue 20 %”. Cuando no se especifica

otra cosa, un hundimiento de 20% será considerado un evento durante el cual el voltaje rms se decrementa por 20% a 0.8 pu. El voltaje nominal o base se debería especificar.

Los hundimientos de voltaje usualmente se asocian con fallas en el sistema pero pueden también ser causadas por energización o cargas pesadas o arranque de motores grandes. La Figura 2.7 muestra un hundimiento de voltaje típico que se puede asociar a una falla sola de línea a tierra (SLG) u otro alimentador de la misma subestación. Un hundimiento de 80% existe por alrededor de 3 ciclos hasta que el interruptor automático (breaker) puede interrumpir la corriente de falla. El tiempo para limpiar la falla está en el rango de 3 a 30 ciclos, dependiendo de la magnitud de la corriente de falla y el tipo de protección contra sobrecorrientes. [3]

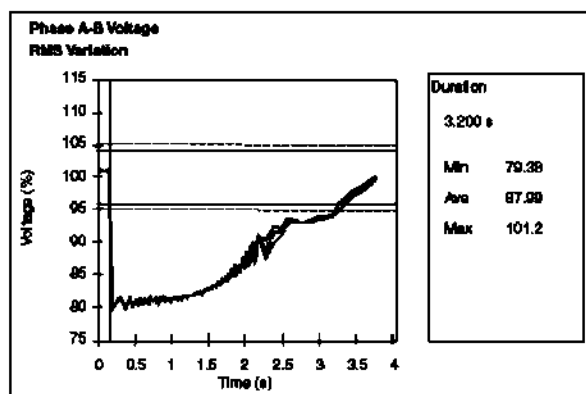


FIGURA 2. 7 HUNDIMIENTO (SAG) DE VOLTAJE TEMPORAL CAUSADO POR EL ARRANQUE DE UN MOTOR.

La figura 2.7 muestra el efecto del arranque de un motor grande. Un motor de inducción demandará 6 a 10 veces el valor de corriente nominal durante el arranque. Si la magnitud de la corriente es grande en relación con la corriente de fallo disponible en el sistema en ese punto, el hundimiento de voltaje resultante será insignificante. En este caso, el voltaje se hunde inmediatamente al 80% y entonces gradualmente regresa a la normalidad en alrededor de 3 s. Note la diferencia en este marco de tiempo y el hundimiento debido a fallas en el sistema de suministro.

Hasta esfuerzos recientes, la duración de eventos de hundimiento no se ha definido claramente. La duración de hundimientos típicos se define en algunas publicaciones como rangos de entre 2 ms (alrededor de un décimo de ciclo) a un par de minutos. Los bajovoltajes que duran menos de medio ciclo no pueden caracterizarse efectivamente por el cambio en el valor rms del valor de la frecuencia fundamental. Por lo tanto, estos eventos se consideran como *transitorios*. Los bajovoltajes que duran más de un minuto se pueden controlar típicamente por equipo regulador de voltaje y pueden estar asociadas con causas aparte de los fallos del sistema. Por lo tanto, estas se clasifican como variaciones de larga duración.

Las duraciones de los hundimientos se subdividen aquí dentro de tres categorías- instantáneas, momentáneas, y temporales- las cuales coinciden con las tres categorías de interrupciones e hinchamientos (*swells*). Estas duraciones tienen como objeto corresponder a los tiempos de

respuesta típicos de los dispositivos de protección de las compañías de suministro así como a la duración de divisiones recomendadas por organizaciones técnicas internacionales. [3]

- **Swells**

Un *hinchamiento* (*swell*) se define como el incremento entre 1.1 y 1.8 pu en el voltaje o corriente rms en la frecuencia de alimentación con duración de 0.5 ciclos a 1 minuto.

Como en el caso de los hundimientos (*sags*), los hinchamientos usualmente se asocian con condiciones de falla en el sistema, pero no son comunes como los hundimientos de voltaje. Una forma que un hinchamiento puede ocurrir es del incremento temporal de voltaje en las fases que no están bajo falla durante una falla SLG. La ilustración 12 muestra un hinchamiento de voltaje causado por una falla de este tipo. Los hinchamientos pueden también ser causados por la desconexión de cargas grandes o por la energización de bancos de capacitores grandes.

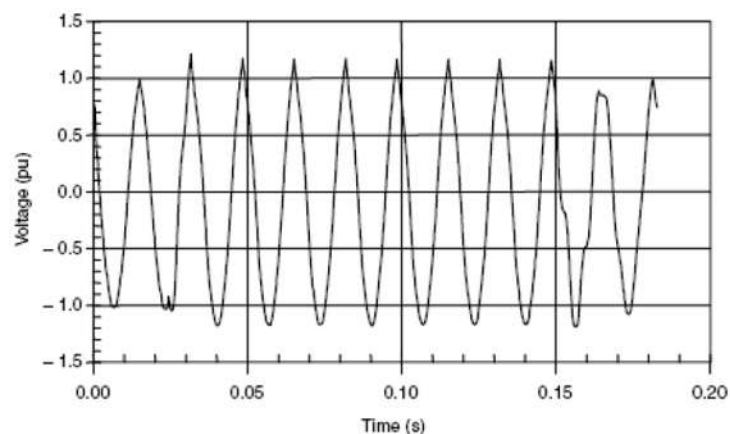


FIGURA 2. 8 HINCHAMIENTO INSTANTÁNEO DE VOLTAJE CAUSADO POR UNA FALLA SLG.

Los hinchamientos se caracterizan por su magnitud (valor rms) y duración. La severidad de un hinchamiento de voltaje durante una condición de falla es función de la localización de la falla, de la impedancia del sistema y del aterrizamiento. En un sistema sin aterrizar, con impedancia de secuencia cero infinita, los voltajes de línea a tierra en las fases sin aterrizar serán 1.73 pu durante una falla SLG. Cerca de la subestación en un sistema aterrizado, habrá una pequeña o nula elevación de voltaje en las fases sin falla porque el transformador de la subestación está usualmente conectado en delta-estrella, proporcionando un camino a la secuencia cero de la corriente de falla de baja impedancia. Fallas en puntos diferentes a lo largo de alimentadores multiaterrizados de cuatro conductores, tendrán diversos grados de hinchamientos de voltaje en las fases sin falla. Un hinchamiento de 15%, igual al mostrado en la figura 2.8 es muy común en alimentadores de

compañías de suministro eléctrico en E.U. El término *sobrevoltaje momentáneo* se utiliza por muchos escritores como un sinónimo para el término *hinchamiento (swell)*. [3]

- **Desbalance de voltaje**

El *desbalance de voltaje* algunas veces se define como la máxima desviación del promedio de los voltajes o corrientes trifásicos, divididos por el promedio de los voltajes o corrientes trifásicos, expresados en porciento.

El desbalance se define más rigurosamente en algunos estándares usando componentes simétricas. La relación de componentes de secuencia negativa o cero a la componente de secuencia positiva se puede usar para especificar el porciento de desbalance. Algunos estándares más recientes especifican que el método de secuencia negativa se utilice. La figura 2.9 muestra un ejemplo de estas dos relaciones para la tendencia de una semana de desbalance en un alimentador residencial.

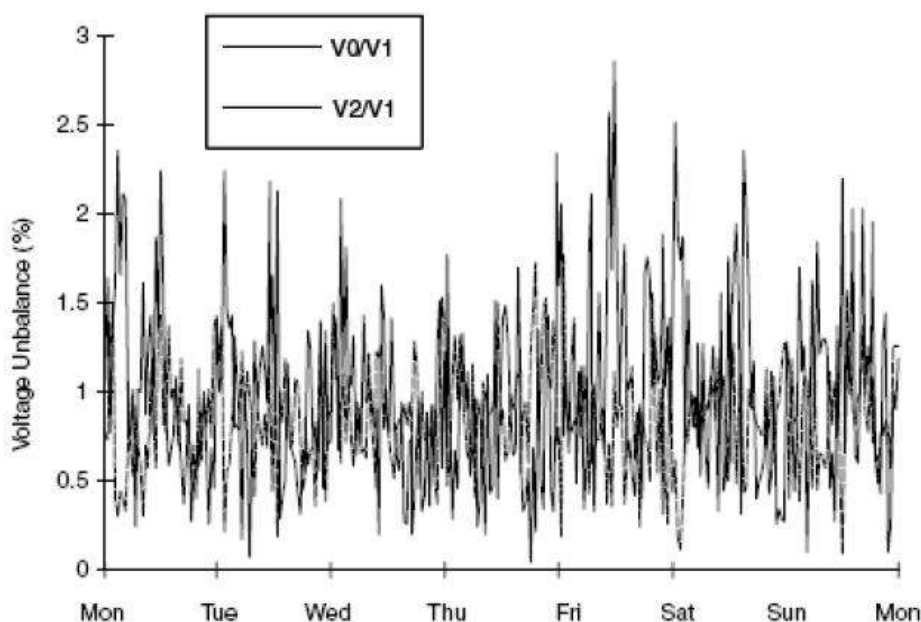


FIGURA 2. 9 TENDENCIA DE DESBALANCE DE VOLTAJE PARA UN ALIMENTADOR RESIDENCIAL.

La fuente principal de desbalances de voltaje de menos del 2% son cargas monofásicas en un circuito trifásico. El desbalance de voltaje también puede ser el resultado de fusibles estropeados en una fase de un banco de capacitores trifásicos. Puede resultar un desbalance severo de voltaje (más grande del 5%) cuando se abre una de las fases del sistema. [3]

- **Distorsión de la forma de onda**

*Distorsión de onda* se define como la desviación de una onda seno ideal de la frecuencia de alimentación, principalmente caracterizada por el contenido espectral de la desviación.

Existen cinco tipos principales de distorsión de onda:

- CD offset
- Armónicos
- Interarmónicos
- Muecas (notching)
- Ruido

**CD offset.** La presencia de un voltaje o corriente de CD en un sistema de CA se le denomina *CD offset*. Esto puede ocurrir como el resultado de un disturbio geomagnético o asimetría de convertidores de electrónica de potencia. Extensores de vida de lámparas incandescentes, por ejemplo, pueden consistir de diodos que reducen el voltaje rms aplicado al bulbo de luz por medio de rectificación de media onda. Corriente directa en redes de CA pueden causar efectos perjudiciales al polarizar los núcleos de los transformadores y estar saturados en operación normal. Esto causa calentamiento adicional y pérdida de vida del transformador. Corriente directa también puede causar la erosión electrolítica de los electrodos de aterrizamiento y otros conectores. [3]

### **Armónicos.**

Los armónicos son voltajes o corrientes senoidales que son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual el sistema de alimentación está diseñado para operar (denominado frecuencia *fundamental*; usualmente 50 o 60 Hz). Ondas distorsionadas periódicas se pueden descomponer en una suma de la frecuencia fundamental y las armónicas. La distorsión armónica se origina por las características no lineales de dispositivos y cargas en el sistema de potencia.

Los niveles de distorsión armónica se describen por el espectro armónico completo con magnitudes y ángulos de fase de cada componente armónico individual. También es común usar una sola cantidad denominada *distorsión armónica total* (THD) como una medida del valor eficaz de la distorsión armónica. [3]

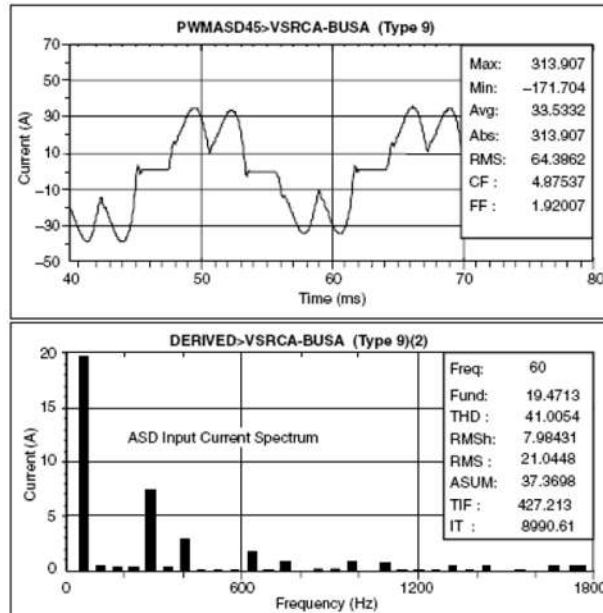


FIGURA 2. 10 FORMA DE LA SEÑAL DE CORRIENTE Y ESPECTRO PARA LA CORRIENTE DE ENTRADA DE UN ASD.

La figura 2.10 muestra la forma de la señal y el espectro armónico para la corriente de entrada de un controlador de velocidad ajustable (ASD). Los niveles de distorsión se pueden caracterizar por el valor THD, como se describió previamente, pero esto puede ser erróneo. Por ejemplo, muchos ASD exhibirán valores THD altos para la corriente de entrada cuando operen con cargas muy ligeras. Esto no necesariamente debe ser preocupante porque la *magnitud* de los armónicos de corriente es baja, aun cuando su distorsión relativa es alta.

Para manejar este asunto de caracterización de corrientes armónicas de una manera coherente, el estándar IEEE 519-1992 define otro término, la *distorsión de demanda total* (TDD). Este término es el mismo que THD, excepto que la distorsión se expresa como un porcentaje de la corriente nominal más que un porcentaje de la magnitud de corriente en el instante de la medición. El mismo estándar mencionado en este párrafo proporciona una guía para los niveles de distorsión en corrientes y voltajes armónicos en circuitos de transmisión y distribución. [3]

- **Interarmónicos.**

Los voltajes o corrientes que contienen componentes de frecuencia que no son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual la fuente del sistema fue diseñada para operar (50 o 60 Hz), son llamados *interarmónicos*. Estos pueden aparecer como frecuencias discretas o como espectros de banda ancha.

Los interarmónicos pueden encontrarse en sistemas de toda clase de voltajes. La fuente principal de distorsión armónica son convertidores de frecuencia estáticos, cicloconvertidores, hornos de inducción, y dispositivos de arco. Señales portadoras en la línea de potencia también se consideran

como interarmónicas. En la actualidad existe un mejor comprendimiento de los orígenes y efectos de la distorsión armónica. En general, es el resultado de la conversión de frecuencia y, a menudo no es constante, sino que varía con la carga. Estas corrientes interarmónicas pueden excitar resonancias bastante graves en el sistema, como la frecuencia interarmónica variable que se hace coincidente con frecuencias naturales en el sistema. Se ha visto que afectan a las señales portadoras en la línea de potencia e inducen parpadeos visuales (flicker) en lámparas fluorescentes y otra iluminación por arco, así como en las computadoras en los dispositivos de desplegado. [3]

- **Muestras.**

*Muestras (notching)* son un disturbio periódico en el voltaje causado por la operación normal de dispositivos de electrónica de potencia cuando la corriente se conmuta de una fase a otra.

Ya que este disturbio ocurre continuamente, se puede caracterizar a través del espectro armónico de la señal de voltaje afectado. Sin embargo, generalmente se trata como un caso especial. Los componentes de frecuencia asociados con muestras pueden ser muy altos y no ser fácilmente caracterizados con equipo de medición normalmente usado en análisis armónico.

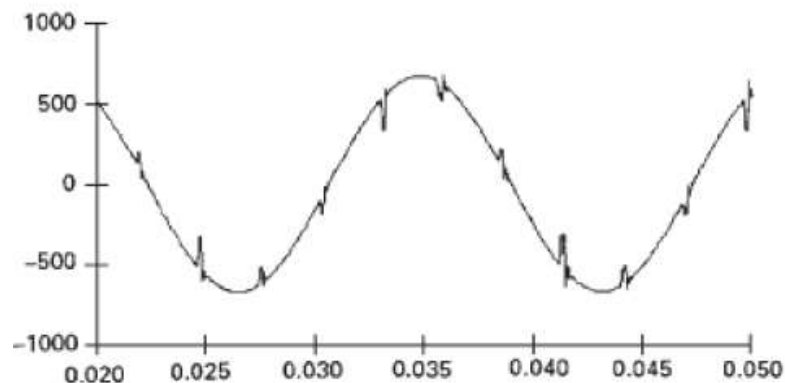


FIGURA 2. 11 EJEMPLO DE MUESCAS EN EL VOLTAJE CAUSADAS POR UN CONVERTIDOR TRIFÁSICO.

La figura 2.11 muestra un ejemplo de muestras en el voltaje de un convertidor trifásico que produce CD continua. Las muestras ocurren cuando se conmuta de una fase a otra. Durante este período, hay un corto circuito momentáneo entre dos fases, jalando al voltaje tan cerca de cero como lo permita la impedancia del sistema. [3]

- **Ruido.**

El *Ruido* se define como señales eléctricas no deseables con espectro de banda ancha de contenido menor a 200kHz sobrepuestas en los voltajes o corrientes en los conductores de fase, o encontradas en los conductores neutros o de señales.

El ruido en sistemas de potencia puede ser causado por dispositivos de electrónica de potencia, circuitos de control, equipos de arco, cargas con rectificadores de estado sólido, y fuentes de potencia conmutadas. Los problemas de ruido a menudo pueden exacerbar los aterrizamientos inadecuados que no logran conducir el ruido fuera de la red eléctrica. Básicamente, el ruido consiste de cualquier distorsión indeseable de la señal de potencia, que no se puede clasificar como distorsión armónica o transitoria. El ruido causa disturbios en equipo electrónico como computadoras y controladores programables. El problema se puede mitigar usando filtros, transformadores de aislamiento, y acondicionadores de línea. [3]

- **Fluctuación del voltaje**

*Las fluctuaciones de voltaje* son variaciones sistemáticas de la envolvente del voltaje o una serie de cambios de voltaje aleatorios, la magnitud de los cuales normalmente no excede los rangos de voltaje especificados por ANSI C84.1 de 0.9 a 1.1 pu (American National Standards Institute).

IEC 61000-2-1 define varios tipos de fluctuaciones de voltaje. Nosotros restringiremos nuestra discusión aquí a IEC 61000-2-1 tipo (d) fluctuaciones de voltaje, las cuales se caracterizan como una serie de fluctuaciones de voltaje continuas o aleatorias.

Cargas que pueden exhibir variaciones rápidas continuas en la magnitud de la corriente de carga, pueden causar variaciones que a menudo se refieren como parpadeo. El término *parpadeo* se deriva del impacto de la fluctuación de voltaje en lámparas que el ojo humano percibe como parpadeo. Para ser técnicamente correctos la fluctuación de voltaje es un fenómeno electromagnético, mientras el parpadeo es el resultado no deseable de la fluctuación de voltaje en algunas cargas.(sist. 3 $\phi$ , 2-1, 1-2) Sin embargo, los dos términos son a menudo enlazados juntos en normas. Por lo tanto, usaremos el término común *parpadeo de voltaje* para describir tales fluctuaciones de voltaje. Un ejemplo de una señal de voltaje que produce parpadeo se muestra en la figura 2.12.

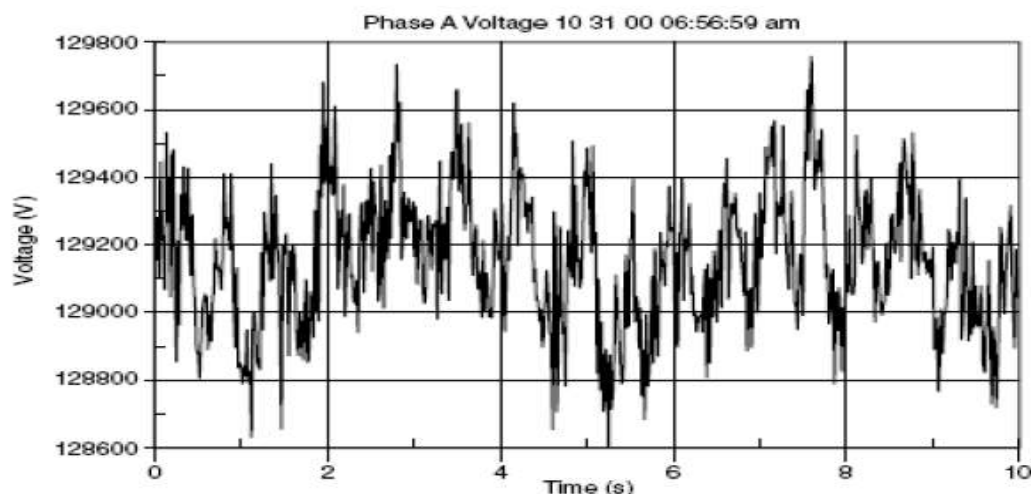


FIGURA 2. 12 EJEMPLO DE FLUCTUACIONES DE VOLTAJE CAUSADAS POR LA OPERACIÓN DE UN HORNO DE ARCO

Esta es causada por un horno de arco, una de las causas más comunes de fluctuaciones de voltaje en sistemas de transmisión y distribución. La señal de parpadeo se define por su magnitud rms expresada como porcentaje de la fundamental. El parpadeo de voltaje es medido con respecto a la sensibilidad del ojo humano. Típicamente, magnitudes tan bajas como 0.5 % pueden resultar en parpadeo de la lámpara, perceptible si la frecuencia está en el rango de 6 a 8Hz.

IEC 61000-4 define la metodología y especificaciones de instrumentación para medición de parpadeo. El grupo de trabajo de parpadeo de voltaje del IEEE ha acordado recientemente adoptar esta norma modificada para sistemas de potencia de 60Hz para usarse en América del Norte. Esta norma idea un medio simple de describir el potencial para parpadeo de luz visible a través de mediciones de voltaje. Los métodos de medición simulan la función de transferencia cerebro/ojo/lámpara y produce un indicador fundamental llamado sensación de parpadeo de corta duración (Pst). Este valor es normalizado a 1.0 para representar el nivel de fluctuaciones de voltaje, suficiente para causar parpadeo perceptible al 50% del grupo de la muestra de observación. Otra medición llamada sensación de parpadeo de larga duración (Plt), se usa a menudo con el propósito de verificar el cumplimiento con los niveles de compatibilidad establecidos por organismos de normalización y utilizados en los contratos de servicios públicos de energía. Este valor es un promedio de las muestras Pst.

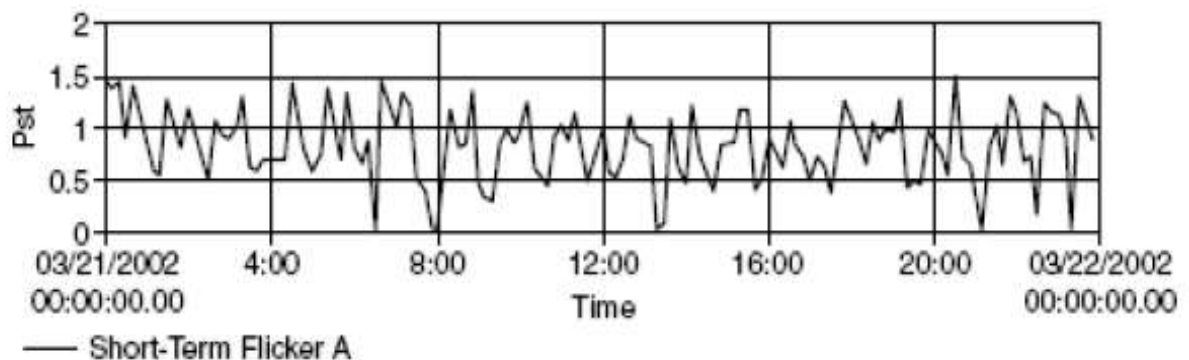


FIGURA 2. 13 PARPADEO (PST) EN EL BUS DE UNA SUBESTACIÓN DE 161KV.

La figura 2.13 una tendencia de mediciones de Pst tomada al bus de una subestación de 161kV alimentando a un horno de arco. Las muestras Pst normalmente se reportan a intervalos de 10 min. Un proceso de evaluación estadística definido en las normas de medición para parpadeo instantáneo entrega el valor Pst. El valor Plt se produce cada 2h de los valores Pst. [3]

- **Variaciones de Frecuencia de la red de alimentación.**

Las variaciones de frecuencia de la red se definen como la desviación de la frecuencia fundamental de la red de alimentación de su valor nominal (50 o 60 Hz).

La frecuencia de la red de alimentación está directamente relacionada con la velocidad de rotación de los generadores que alimentan al sistema. Existen pequeñas variaciones en la frecuencia como balance dinámico por los cambios entre carga y generación. El tamaño de los desplazamientos de frecuencia y su duración dependen de las características y la respuesta del sistema de control a cambios en la carga. La figura 2.14 muestra las variaciones de frecuencia para un periodo de 24hrs en el bus de una subestación de 13kV típica. [3]

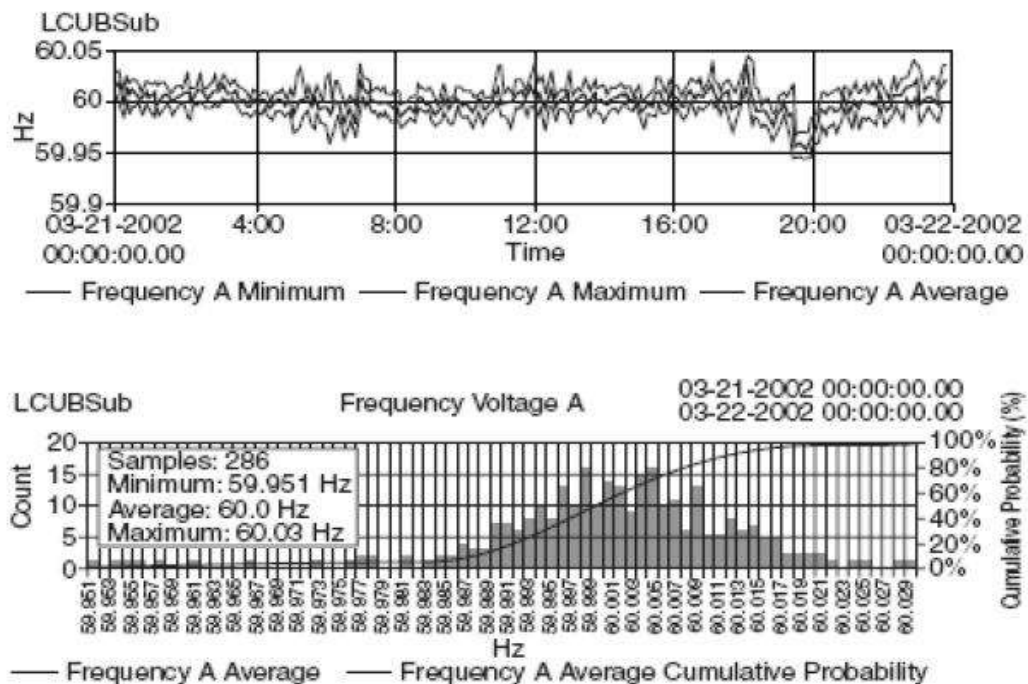


FIGURA 2. 14 TENDENCIAS DE LA FRECUENCIA DE LA RED Y DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DEL BUS DE 13kV DE UNA SUBESTACIÓN.

Las variaciones de frecuencia que se van fuera de los límites aceptables para operación en estado estable normales del sistema de potencia, pueden ser causadas por fallas en el propio sistema, un paquete grande de carga que se desconecta, o una gran fuente de generación saliendo de servicio.

En un sistema de potencia moderno interconectado, las variaciones de frecuencia significativas son raras. Las variaciones de frecuencia de consecuencia es más probable que ocurran en cargas que son alimentadas por un generador aislado del sistema de suministro. En estos casos, la respuesta del regulador a los cambios abruptos de carga puede no ser adecuada para regular dentro del estrecho ancho de banda que exige el equipo sensible a los cambios en frecuencia. [3]

### 2.8.- Compromisos de la empresa suministradora.

Se muestran los compromisos de la empresa suministradora de energía eléctrica en México, los cuales fueron extraídos de la página oficial de CFE, con el fin de mostrarlos tal cuales son se tomaron capturas de pantalla de la página oficial, con el motivo de dar conocimiento de los compromisos de dicha empresa con el usuario.

TABLA 2. 1 TABLA DE LOS COMPROMISOS DE CFE CON EL CLIENTE [10]

| Compromiso | Descripción                                                                       | Unidad                                                                                                                                                                           | Urbano | Rural |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| 1          | Restablecimiento de suministro individual.                                        | Tiempo máximo para restablecer el suministro a clientes servidos con acometida individual en baja tensión.                                                                       | hora   | 10 30 |
| 2          | Restablecimiento de suministro sector fuera.                                      | Tiempo máximo para restablecer el suministro a todos los clientes alimentados de un sector o área de distribución fallada.                                                       | hora   | 4 10  |
| 3          | Máxima espera en fila.                                                            | Tiempo máximo que un cliente debe esperar en fila para recibir atención.                                                                                                         | minuto | 15 15 |
| 4          | Atención a solicitudes de suministro para servicios especiales y electrificación. | Tiempo máximo para dar una respuesta por escrito a una solicitud de suministro especial o de electrificación.                                                                    | días   | 10 14 |
| 5          | Conexión de nuevos suministros en tarifas 1 y 2.                                  | Tiempo máximo para conectar nuevos suministros en tarifas 1 y 2, cuando no es necesario construir o modificar la red de distribución.                                            | días   | 2 7   |
| 6          | Atención de inconformidades por alto consumo.                                     | Tiempo máximo para dar respuesta a un cliente que presenta (en la unidad comercial, el centro de servicios al cliente o el módulo CFEmático) una inconformidad por alto consumo. | días   | 4 5   |

|    |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                              |      |    |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 7  | Reconexión de servicios cortados por falta de pago.                                                     | Tiempo máximo para reconectar un suministro en baja o en media tensión que fue cortado por falta de pago.                                                                                    | días | 1  | 3  |
| 8  | Construcción de obras y conexión de suministros derivados de solicitud de servicio especial.            | Tiempo máximo para la construcción de obras y conexión de suministros que requirieron una solicitud especial, en baja o en media tensión, individual o colectiva, para cargas hasta 500 kVA. | días | 30 | 45 |
| 9  | Atención a solicitudes de servicio para reparar falsos contactos en acometida.                          | Tiempo máximo para restablecer un suministro en las condiciones contratadas de continuidad y voltaje.                                                                                        | días | 2  | 3  |
| 10 | Atención a reportes por deficiencias en el voltaje de suministro.                                       | Tiempo máximo para dar respuesta de los trabajos que se requieren para que el voltaje en el suministro cumpla las especificaciones de contrato.                                              | días | 5  | 8  |
| 11 | Revisión del medidor a solicitud del cliente.                                                           | Tiempo máximo para realizar una verificación del medidor solicitada por el cliente.                                                                                                          | días | 5  | 10 |
| 12 | Atención a solicitudes para incrementar la carga en servicios con suministro en baja tensión (2 hilos). | Tiempo máximo para atender un incremento de carga para suministros en baja tensión (2 hilos).                                                                                                | días | 10 | 10 |

### 2.9.- Contratos de CFE.

Se muestran una serie de pasos que debe realizar el usuario para la contratación de servicio eléctrico, durante la contratación de dicho servicio por parte de la empresa antes mencionada el usuario debe cumplir todos los requisitos, dichos requisitos fueron extraídos de la página oficial de CFE para mostrarlos en la presente tesis.

### Contratación [11]

Antes de contratar un servicio eléctrico es necesario contar con lo siguiente:

- Cables de energía eléctrica en la calle del domicilio.
- El poste más cercano a no más de 35 metros del lugar donde se instalará el medidor.
- La instalación eléctrica interna del domicilio deberá estar terminada.
- En el exterior del domicilio se habrá colocado la instalación para recibir el cable de acometida y la base o tablero para el medidor.
- Seleccione el tipo de instalación, de acuerdo a sus necesidades, considerando el tipo de red eléctrica en la localidad.
- 

TABLA 2. 2 TIPO DE SERVICIOS AÉREOS PRESTADOS POR CFE [11]

| Para servicios de red aérea                                                         |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|    | <u>Monofásico</u>                                        |
|    | <u>Bifásico</u>                                          |
|    | <u>Trifásico</u>                                         |
|  | <u>Edificio de departamentos o condominio horizontal</u> |

[11]

TABLA 2. 3 TIPO DE SERVICIOS SUBTERRÁNEOS PRESTADOS POR PARTE DE CFE

| Para servicios de red subterránea                                                   |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|  | <u>Monofásico</u>                                        |
|  | <u>Bifásico</u>                                          |
|  | <u>Trifásico</u>                                         |
|  | <u>Edificio de departamentos o condominio horizontal</u> |

[11]

En caso de no existir líneas de suministro o que el poste se encuentre a una distancia mayor de 35 metros o si se requiere un servicio trifásico de cualquier carga, es necesario realizar una solicitud de factibilidad en nuestras oficinas. Ésta servirá para analizar la posibilidad de suministrarte el servicio desde nuestra red actual o bien para realizar el levantamiento del proyecto y el presupuesto de la obra requerida. [11]

Se muestra una pregunta que muchas personas se hacen al querer contratar el servicio de energía eléctrica, “¿Cómo contratar?”, ésta también se muestra en la página oficial de CFE, de igual manera fue extraída de la página oficial de dicha empresa.

### **¿Cómo contratar?**

Puede contratar el servicio de energía eléctrica a través de nuestros servicios en línea o por teléfono al 071, donde te atenderá un ejecutivo. [12]

También puedes acudir a cualquiera de nuestras agencias, módulos de atención o CFEmáticos, proporcionando los siguientes datos:

- Nombre
- Dirección completa (precisando entre cuáles calles se ubica)
- Colonia
- Ciudad o población

En caso de contar con aire acondicionado, es necesario que se mencione la capacidad y toneladas del equipo. El importe del depósito de garantía correspondiente al contrato aparecerá en el primer recibo, adicionado al costo del consumo de la energía eléctrica. El servicio de conexión no tiene costo alguno.

Nuestro compromiso es atender su solicitud de servicio en un plazo de 2 días hábiles.

Guía para contratación de servicios de recarga a vehículos eléctricos para Clientes Residenciales [12]

## CAPITULO 3 DESARROLLO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

### 3.1.- Introducción

Se muestran los principios fundamentales que rigen el INEGI, los cuales fueron pieza clave para realizar el proceso de investigación, dichos principios fueron extraídos de la página oficial del INEGI.

### 3.2.- Principios Fundamentales.

Recordando las resoluciones recientes de la Asamblea General y el Consejo Económico y Social en que se resalta la importancia fundamental de las estadísticas oficiales para la agenda de desarrollo nacional e internacional; [13]

Teniendo presente la función fundamental que desempeña la información estadística oficial de alta calidad para el análisis y la adopción de decisiones normativas bien fundadas en apoyo del desarrollo sostenible, la paz y la seguridad, así como para el conocimiento mutuo y el comercio entre los Estados y los pueblos en el marco de un mundo cada vez más conectado, que exige apertura y transparencia; [13]

Teniendo presente también que es esencial la confianza del público en la integridad de los sistemas estadísticos oficiales y que la confianza en las estadísticas depende en gran medida del respeto de los valores y principios fundamentales que son la base de toda sociedad que procura entenderse a sí misma y respetar los derechos de sus miembros y que, en este contexto, son cruciales la independencia profesional y la rendición de cuentas de los organismos estadísticos; [13]

Destacando que, para ser efectivos, los valores y principios fundamentales que rigen la labor estadística deben ser garantizados por los marcos jurídicos e institucionales y deben ser respetados en todos los niveles políticos y por todos los interesados en los sistemas nacionales de estadística; [13]

Hace suyos los Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales que figuran a continuación, aprobados por la Comisión de Estadística en 1994 y reafirmados en 2013, y los recomienda a la Asamblea General para su aprobación. [13]

Se muestran los principios fundamentales de las estadísticas oficiales en la metodología del INEGI, dichos principios fueron extraídos de la página oficial del INEGI.

Estos principios se deben tener muy en cuenta antes de realizar cualquier proceso de información estadística.

### 3.2.1.- Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales.

#### **Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales**

**Principio 1.** Las estadísticas oficiales constituyen un elemento indispensable en el sistema de información de una sociedad democrática y proporcionan al Gobierno, a la economía y al público datos acerca de la situación económica, demográfica, social y ambiental. Con este fin, los organismos oficiales de estadística han de compilar y facilitar en forma imparcial estadísticas oficiales de comprobada utilidad práctica para que los ciudadanos puedan ejercer su derecho a mantenerse informados. [13]

**Principio 2.** Para mantener la confianza en las estadísticas oficiales, los organismos de estadística han de decidir, con arreglo a consideraciones estrictamente profesionales, incluidos los principios científicos y la ética profesional, acerca de los métodos y procedimientos para la reunión, el procesamiento, el almacenamiento, y la presentación de los datos estadísticos. [14]

**Principio 3.** Para facilitar una interpretación correcta de los datos, los organismos de estadística han de presentar información conforme a normas científicas sobre las fuentes, métodos y procedimientos de la estadística. [13]

**Principio 4.** Los organismos de estadística tienen derecho a formular observaciones sobre interpretaciones erróneas y la utilización indebida de las estadísticas. [13]

**Principio 5.** Los datos para fines estadísticos pueden obtenerse de todo tipo de fuentes, ya sea encuestas estadísticas o registros administrativos. Los organismos de estadística han de seleccionar la fuente con respecto a la calidad, la oportunidad, el costo y la carga que le impondrán. [13]

**Principio 6.** Los datos que reúnan los organismos de estadística para la compilación estadística, ya sea que se refieran a personas naturales o jurídicas, deben ser estrictamente confidenciales y utilizarse exclusivamente para fines estadísticos. [13]

**Principio 7.** Se han de dar a conocer al público las leyes, reglamentos y medidas que rigen la operación de los sistemas estadísticos. [13]

**Principio 8.** La coordinación entre los organismos de estadística a nivel nacional es indispensable para lograr la coherencia y eficiencia del sistema estadístico. [13]

**Principio 9.** La utilización por los organismos de estadística de cada país de conceptos, clasificaciones y métodos internacionales fomenta la coherencia y eficiencia de los sistemas estadísticos a nivel oficial. [13]

**Principio 10.** La cooperación bilateral y multilateral en la esfera de la estadística contribuye a mejorar los sistemas de estadísticas oficiales en todos los países. [13]

Esas resoluciones incluyen la resolución 64/267 de la Asamblea General, titulada “Día Mundial de la Estadística”, y las resoluciones del Consejo Económico y Social 2006/6, relativa al fortalecimiento de la capacidad estadística, y 2005/13, relativa al Programa Mundial de Censos de Población y Vivienda de 2010. [13]

Para realizar el proceso de investigación se tomó muy en cuenta la metodología que utiliza el INEGI, según su clasificación en el programa estadístico recibe el nombre de “censo”, este es uno de los más importantes a nivel de información estadística, esto realizo de esta manera con el fin de dar un poco de formalidad a la presente tesis.

La metodología que se muestra, fue tomada desde las páginas oficiales del INEGI.

### 3.3.- Metodología Utilizada por el INEGI para el proceso de investigación.

Con fundamento en el artículo 88 de la Ley del SNIEG y los lineamientos generales para la publicación de metodologías que el INEGI utiliza para la producción de información de interés nacional, en esta sección se agrupan, por proyecto, las metodologías de los proyectos estadísticos realizados a la fecha. [14]

Las metodologías se presentan en diferentes modalidades: síntesis metodológicas y notas metodológicas. [14]

Se muestran metodologías detalladas, orientadas a satisfacer las necesidades de quienes deseen profundizar en las bases metodológicas de algún proyecto específico. [14]

Estas se clasifican según el programa estadístico en: censos (de población, vivienda, gobierno y agropecuarios), encuestas (en hogares, establecimientos u otras unidades de observación), registros administrativos (económicos, sociales y vitales), así como el Índice Nacional de Precios y el Sistema de cuantas Nacionales de México. [14]

Se realizó un estudio estadístico en forma de “censo”, tomando en cuenta algunas de las regiones que conforman el estado de Michoacán, se aplicaron 1,000 encuestas en hogares, pequeños establecimientos y pequeños negocios los cuales tienen pocos ingresos económicos (comparados con las grandes industrias).

### 3.4 Encuesta.

Esta encuesta se basa en un estudio de Calidad de Energía Eléctrica aplicado desde el año 1999 hasta el 2014, realizado en Guatemala, con la cual se tomaron en cuenta para este proceso de investigación algunas de las preguntas más adecuadas a nuestro consumo de energía eléctrica y sus problemas más comunes.

Uso de Energía Eléctrica: ☐ Casa H. /Residencial, ☐ Comercial, ☐ Industrial

Fecha: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

**NOTA ACLARATORIA:** Este cuestionario será utilizado exclusivamente para el uso de un proceso de investigación de una tesis de Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, U.M.S.N.H.

#### CALIDAD DEL PRODUCTO TÉCNICO

La Calidad del Producto se relaciona con las variaciones de voltaje que se perciben en la red, que pueden afectar el funcionamiento de los equipos, dichas variaciones se encuentran normadas a fin de que todos los aparatos eléctricos funcionen correctamente.

1. En los últimos dos meses ¿ha percibido “bajones o atenuaciones” de electricidad (variaciones de voltaje)? (por ejemplo - focos que a cierta hora del día no encienden bien)  
☐ SI ☐ NO
2. En los últimos dos meses ¿ha observado parpadeo de la luz de sus focos bien?  
☐ SI ☐ NO
3. Considerando las preguntas anteriores, ¿qué calificación le daría al servicio prestado por el Distribuidor en aspectos de variaciones de voltaje?  
☐ Muy insatisfecho, ☐ Insatisfecho, ☐ Satisfecho, ☐ Muy satisfecho, ☐ Ninguna de las anteriores.

#### CALIDAD DEL SERVICIO TÉCNICO

El Servicio Técnico se relaciona con la cantidad y tiempo de las interrupciones del suministro eléctrico, las cuáles se establecen en la normativa en valores de hasta 6 u 8 interrupciones al semestre y 12 ó 14 horas sin suministro eléctrico (dependiendo si los suministros son urbanos o rurales), por causas imputables al Distribuidor.

4. ¿Ha percibido “apagones” de electricidad o falta de energía eléctrica durante últimos dos meses? (no considerar cortes del servicio por falta de pago)  
☐ SI ☐ NO
5. Cuando ocurre un apagón o falta de energía eléctrica, ¿cuándo se restablece la energía?  
☐ SOLA ☐ HASTA QUE LLEGA EL SERVICIO TECNICO.
6. ¿Se ha enterado usted de que tendría algún “apagón” de energía eléctrica cuando le han sucedido?  
☐ SI ☐ NO

7. El Distribuidor tiene derecho a interrumpir el servicio una vez al mes durante 2 horas para realizar mantenimientos, ¿le parece suficiente para que el Distribuidor realice los mantenimientos y a usted no le afecte mucho? ☐ SI ☐ NO

8. Considerando los aspectos de calidad que se indicaron en las preguntas anteriores, ¿qué calificación le daría a la continuidad del servicio recibida en este domicilio (Calidad del Servicio Técnico suministrado)?

☐ Muy insatisfecho, ☐ Insatisfecho, ☐ Satisfecho, ☐ Muy satisfecho, ☐ Ninguna de las anteriores

9. En los últimos dos meses, ¿qué duración de interrupción le afectó más? Microcortes (pocos segundos);

☐ Interrupciones menores de 3 minutos; ☐ Interrupciones de 3 – 10 minutos;

☐ Interrupciones de 10 – 60 minutos; ☐ Mayores a una hora; ☐ Otras.

10. En los últimos dos meses, ¿Tuvo pérdida de alimentos por falta de energía eléctrica?

☐ SI ☐ NO

¿Cuál fue su costo? **(para usuarios residenciales)**

11. En los últimos dos meses, ¿Tuvo pérdidas por falta de energía eléctrica?

☐ SI ☐ NO

¿Cuál fue su costo? **(para usuarios industriales o comerciales)**

12. En los últimos dos meses, ¿Qué tipo de pérdidas tuvo por falta de energía eléctrica? **(Para usuarios industriales o comerciales)**

☐ Pérdida de productos (Helados, Hielo, Alimentos Refrigerados, Producto no elaborado, Medicinas, Producción agrícola);

☐ Pérdidas en producción;

☐ Pérdidas en Ventas;

☐ Pérdidas adicionales por tiempos ociosos;

☐ Otro tipo de pérdidas o costos tuvo cuando hay apagones;

Monto de las pérdidas aprox. \_\_\_\_\_

13. En los últimos dos meses, ¿se le ha estropeado algún equipo eléctrico debido a interrupciones?

☐ SI ☐ NO

¿Cuál fue su costo aproximadamente?

14. ¿De acuerdo a su servicio y utilización de energía eléctrica estaría dispuesto a pagar una cantidad adicional en su factura mensual de energía para no tener cortes o apagones?

☐ SI ☐ NO ☐ TAL VEZ

## 3.5 Número de Comercios en Michoacán.

Según los datos del INEGI, en el 2008, en el Estado de Michoacán, hay 85,566 comercios e Industrias entre ellos, nano, micro, medianas y grandes.

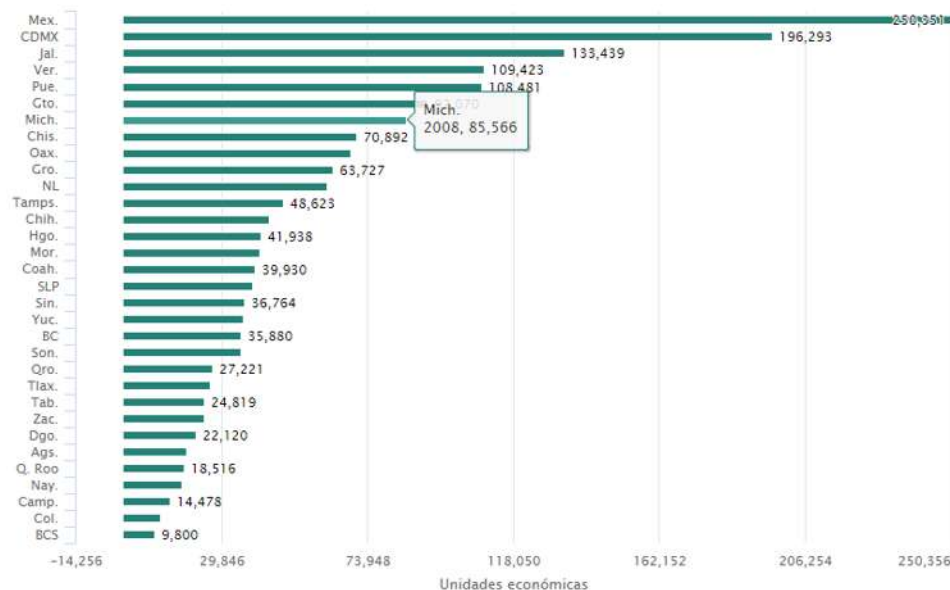


FIGURA 3. 1 CENSO DE COMERCIOS A NIVEL NACIONAL OBTENIDOS POR EL INEGI. [15]

En el proceso de investigación solo se realizaron 1000 encuestas a usuarios en nano-industrias, microindustrias, residencias y casa-habitación, en distintas regiones de Michoacán, debido al tiempo que se tardaría en hacer un censo a nivel estatal.

## 3.6 Mapa de las Regiones en Michoacán.



FIGURA 3. 2 MAPA REGIONAL DE MICHOACÁN

### 3.7 Regiones Visitadas.

Se visitaron algunas de las regiones que conforman el estado de Michoacán tomando como centro la región Pátzcuaro- Zirahuén, debido a que en las colindancias de esta región hay ciudades y/o localidades con muy buen comercio y muchas otras que solo tienen vida rural.

Las regiones visitadas fueron:

 Pátzcuaro-Zirahuén:

 Purépecha:

 Bajío:

 Tierra Caliente:

 Oriente:

### 3.8 Municipios y/o Localidades Visitadas.

Uruapan, San Juan Tumbio, Tingambato, San Andrés, Pátzcuaro, Zirahuén, Tzitzio, Morelia, Tarímbaro, Chucándiro, Huaniqueo, Charo, Tzintzio, Coeneo, Tzintzuntzan, Quiroga, Tacámbaro, Villa Madero, La Gallina, Nueva Italia, Lombardía, Apatzingán, Paracho, Cherán, Carapán, Los 11 pueblos, Los nogales, Zamora, Jesús del Monte.

### 3.9 Tipo de Clasificaciones de Industrias y Comercios.



FIGURA 3. 3 CLASIFICACIÓN DE LAS INDUSTRIAS Y COMERCIOS SEGÚN EL NÚMERO DE INTEGRANTES. [15]

Según el INEGI el número de integrantes que conforma cada comercio o industria, se clasifican en micro, pequeño(a), mediano(a) y grandes.

En este proceso de investigación se consideran solamente microindustrias, nano-industrias, así como usuarios de casa habitación y residencias. Este proceso parte desde el punto de vista del usuario, ya que él, es el que cataloga la Calidad de su Servicio de Calidad de Energía Eléctrica.

### 3.10 Localidades con Industrias Pequeñas.

Uruapan:

Hay 300 empresas dedicadas a prestar servicios, en las cuales predominan cafeteras, cafeterías y restaurantes, hoteles, constructoras, servicios profesionales, pensiones y estacionamientos. [16]

Morelia:

Hay cerca de 800 empresas entre las cuales destacan y predominan, hoteles debido a que es un lugar turístico, cafeteras, cafeterías y restaurantes, estacionamientos, y la mayor parte de oficinas estatales están en esta ciudad.

Zamora:

Hay cerca de 250 empresas entre las cuales destacan cafeterías y restaurantes, estacionamientos, dulcerías.

### 3.11 Localidades de Comerciantes.

Uruapan:

Hay más de 1000 comercios distribuidos en 80 giros de los cuales predominan los abarrotes, farmacias, licorerías, tiendas de ropa, refaccionarias, papelerías e imprentas, zapaterías y ferreterías. [16]

Morelia:

En Morelia hoy en día, hay más de 3000 comercios distribuidos, en los cuales predominan fondas, abarrotes, farmacias, papelerías e imprentas, licorerías, autoservicios y zapaterías.

Zamora:

Hay más de 1000 comercios registrados actualmente, donde predominan abarrotes, tiendas de ropa, farmacias, refaccionarias, autoservicios y zapaterías.

Apatzingán:

Hay cerca de 700 comercios registrados donde predominan abarrotes, farmacias, ferreterías y papelerías.

### 3.12 Localidades con poco Comercio y/o poca Industria.

San Juan Tumbio, Tingambato, San Andrés, Tarímbaro, Tzintzio, Tacámbaro, La Gallina, Carapán, Los 11 pueblos, Jesús del Monte.

Estas son localidades pequeñas a comparación de muchas otras ciudades o localidades, hablando de comercio e industrias que poseen dentro de las mismas.

En las localidades antes mencionadas predominan las tiendas de abarrotes, las cuales son pocas y muy contadas, haciendo un contraste con las ciudades de Morelia, Uruapan, Zamora, Apatzingán, donde existe cualquier tipo de comercio o pequeña industrias en cada esquina, el comercio de estas localidades es nulo.

## CAPITULO 4 RESULTADOS

### 4.1 Ruby, programa utilizado para la revisión de las encuestas.



FIGURA 4. 1 LOGOTIPO DEL LENGUAJE "RUBY".

Ruby es un lenguaje dinámico y de código abierto, enfocado en la simplicidad y productividad. Su creador Yukihiro Matz mezcló partes de sus lenguajes favoritos para formar un nuevo lenguaje que incorpora tanto la programación funcional como la imperativa.

En muchos lenguajes, los números y otros tipos primitivos no son objetos. Ruby sigue la influencia del lenguaje Smalltalk pudiendo poner métodos y variables de instancia a todos sus tipos de datos. Esto facilita el uso de Ruby, porque las reglas que se aplican a los objetos son aplicables a todo Ruby.

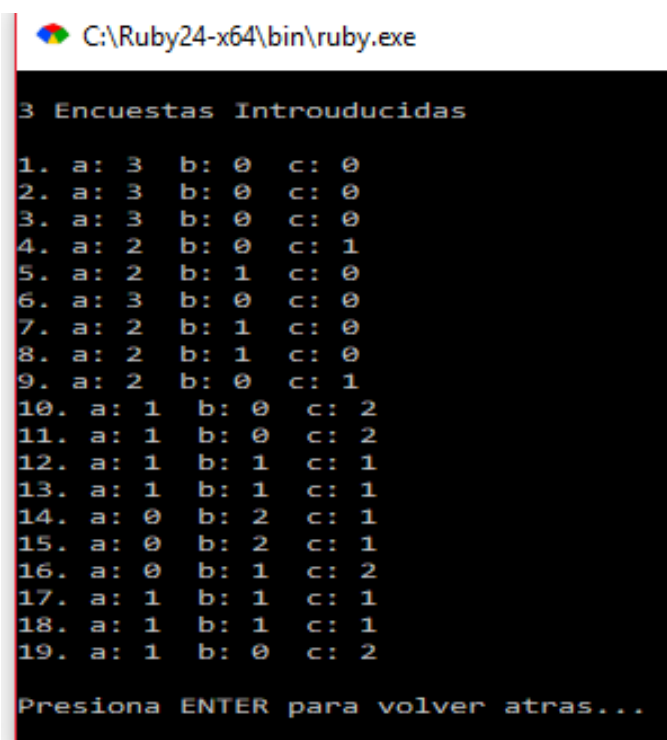
Ruby es considerado un lenguaje flexible, ya que permite a sus usuarios alterarlo libremente. Las partes esenciales de Ruby pueden ser quitadas o redefinidas a placer. Se puede agregar funcionalidad a partes ya existentes. Ruby intenta no restringir al desarrollador.

### 4.2 Interfaz gráfico de la ventana de Ruby para el conteo de encuestas.

 C:\Ruby24-x64\bin\ruby.exe

```
PROGRAMA PARA CONTAR ENCUESTAS
Elija una de las siguientes opciones
1) Agregar Encuesta
2) Ver Informacion de las Encuestas
3) Salir
```

FIGURA 4. 2 VENTANA DE INTERFAZ GRÁFICA DEL LENGUAJE "RUBY".



```
C:\Ruby24-x64\bin\ruby.exe

3 Encuestas Introuducidas

1. a: 3 b: 0 c: 0
2. a: 3 b: 0 c: 0
3. a: 3 b: 0 c: 0
4. a: 2 b: 0 c: 1
5. a: 2 b: 1 c: 0
6. a: 3 b: 0 c: 0
7. a: 2 b: 1 c: 0
8. a: 2 b: 1 c: 0
9. a: 2 b: 0 c: 1
10. a: 1 b: 0 c: 2
11. a: 1 b: 0 c: 2
12. a: 1 b: 1 c: 1
13. a: 1 b: 1 c: 1
14. a: 0 b: 2 c: 1
15. a: 0 b: 2 c: 1
16. a: 0 b: 1 c: 2
17. a: 1 b: 1 c: 1
18. a: 1 b: 1 c: 1
19. a: 1 b: 0 c: 2

Presiona ENTER para volver atras...
```

FIGURA 4. 3 VENTANA DE INTERFAZ GRÁFICA DEL LENGUAJE "RUBY"

### 4.3 Gráfica de Resultados del Proceso de Investigación obtenida por Excel partiendo de los datos obtenidos de Ruby.

De acuerdo con las encuestas realizadas, sus respuestas fueron contadas con un lenguaje llamado “RUBY”, posteriormente los resultados obtenidos fueron graficados con EXEL, los resultados mencionados anteriormente se muestran a continuación.

Uso de Energía Eléctrica de cada usuario encuestado:

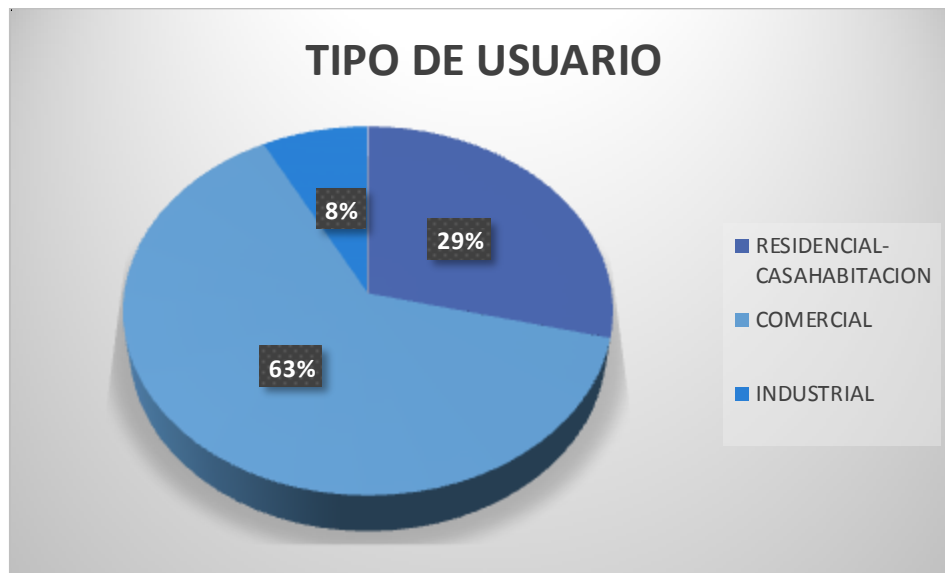


FIGURA 4. 4 GRÁFICA DE TIPOS DE USUARIO.

¿Ha percibido “bajones o atenuaciones” de electricidad (variaciones de voltaje)?



FIGURA 4. 5 GRÁFICA DE VARIACIONES DE VOLTAJE SEGÚN LA PERSPECTIVA DEL USUARIO.

¿Ha observado parpadeo de la luz de sus focos bien?

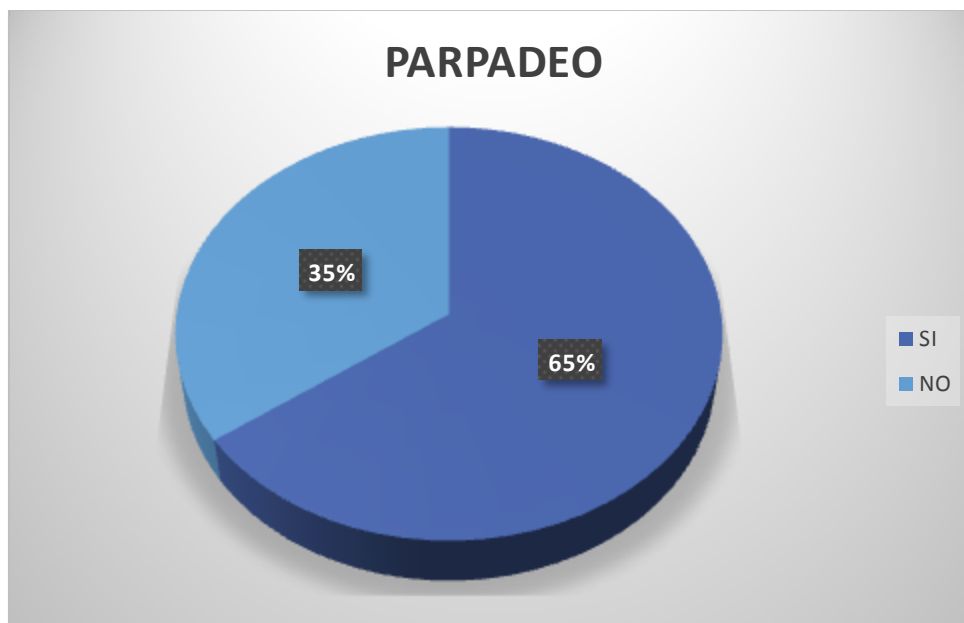


FIGURA 4. 6 GRÁFICA ACERCA DEL PARPADEO EN LA ILUMINACIÓN DEL LUGAR SEGÚN LA PERSPECTIVA DEL USUARIO.

¿Qué calificación le daría al servicio prestado por el Distribuidor en aspectos de variaciones de voltaje?

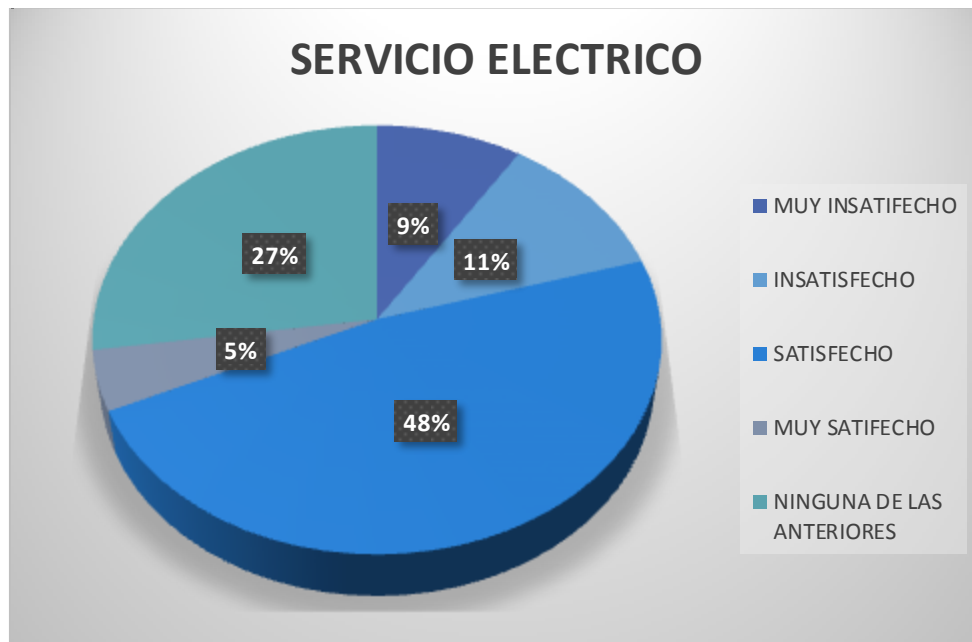


FIGURA 4. 7 GRÁFICA DE CALIFICACIÓN OTORGADA AL SERVICIO ELÉCTRICO LA PERSPECTIVA DEL USUARIO.

¿Ha percibido “apagones” de electricidad o falta de energía eléctrica durante últimos dos meses?  
según la perspectiva del usuario



FIGURA 4. 8 GRÁFICA DE PERCEPCIÓN DE APAGONES SEGÚN LA PERSPECTIVA DEL USUARIO

Cuando ocurre un apagón o falta de energía eléctrica, ¿Cuándo se restablece la energía eléctrica?

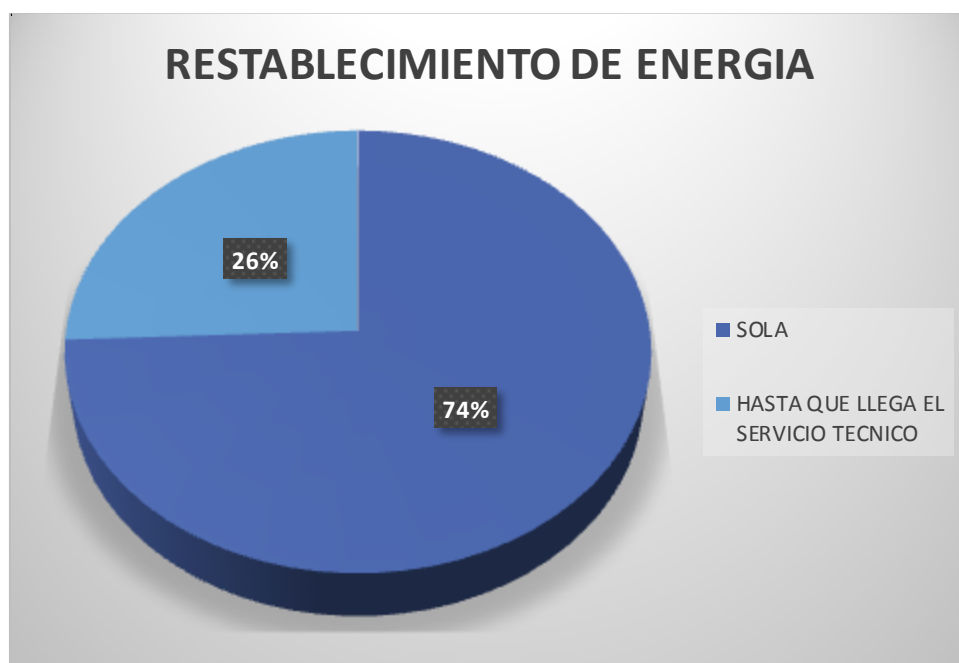


FIGURA 4. 9 GRÁFICA DEL RESTABLECIMIENTO DE ENERGÍA

¿Se ha enterado usted de que tendría algún “apagón” de energía eléctrica cuando le han sucedido?

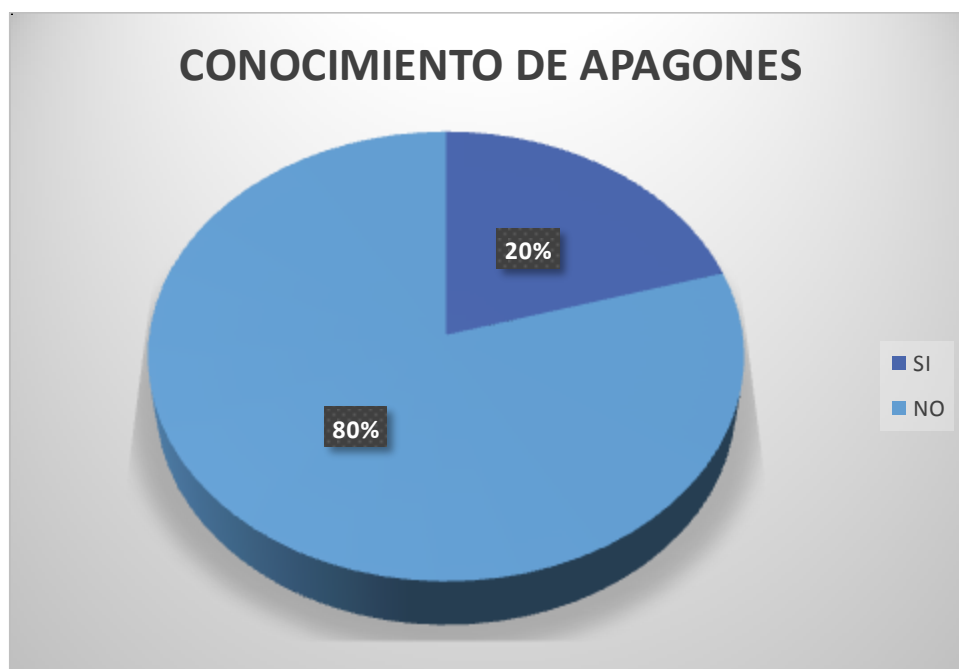


FIGURA 4. 10 GRÁFICA DE CONOCIMIENTO DE APAGONES PREVIOS.

¿Le parece suficiente para que el Distribuidor realice los mantenimientos y a usted no le afecte mucho?



FIGURA 4. 11 GRÁFICA DE CONFORMIDAD CON EL TIEMPO DE MANTENIMIENTO

¿Qué calificación le daría a la continuidad del servicio recibida en este domicilio (Calidad del Servicio Técnico suministrado)?

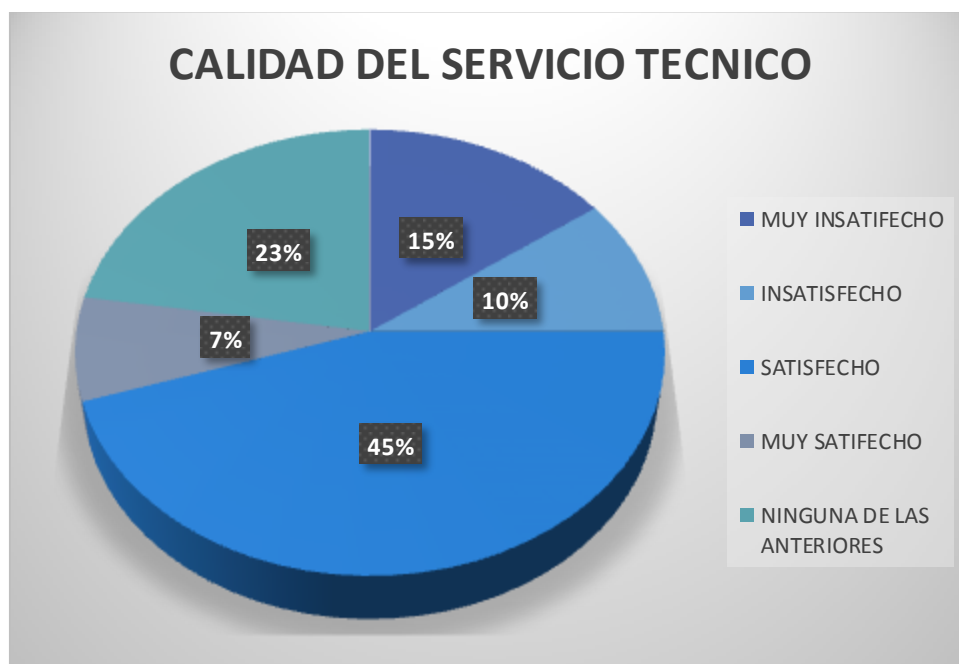


FIGURA 4. 12 GRÁFICA DE CALIFICACIONES DE CONFORMIDAD CON EL SERVICIO TÉCNICO.

¿Qué duración de interrupción le afectó más?

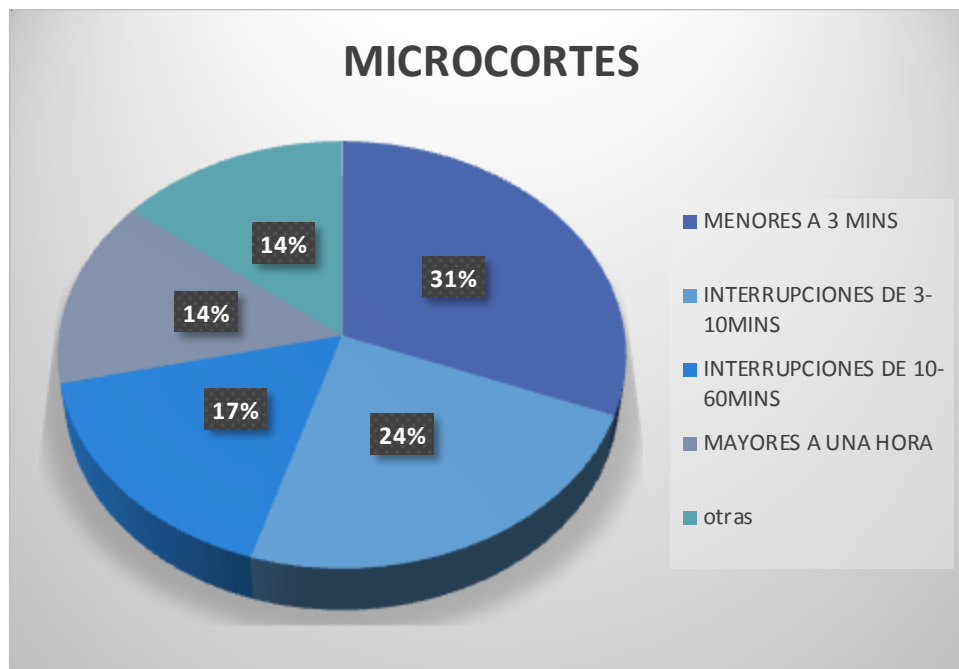


FIGURA 4. 13GRÁFICA DE TIEMPOS QUE MÁS AFECTARON POR SU TIEMPO DE INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS.

¿Tuvo pérdida de alimentos por falta de energía eléctrica?

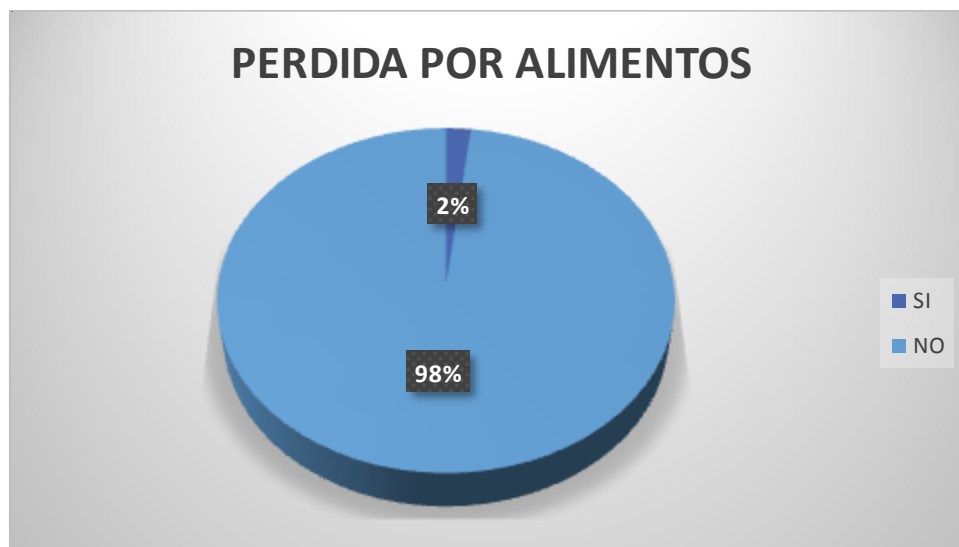


FIGURA 4. 14 GRÁFICA DE PÉRDIDAS MONETARIAS POR ALIMENTOS.

¿Cuál fue su costo? (para usuarios residenciales)

**TOTAL DE 1,750.00 PESOS, MONEDA NACIONAL MEXICANA**

¿Tuvo pérdidas por falta de energía eléctrica?

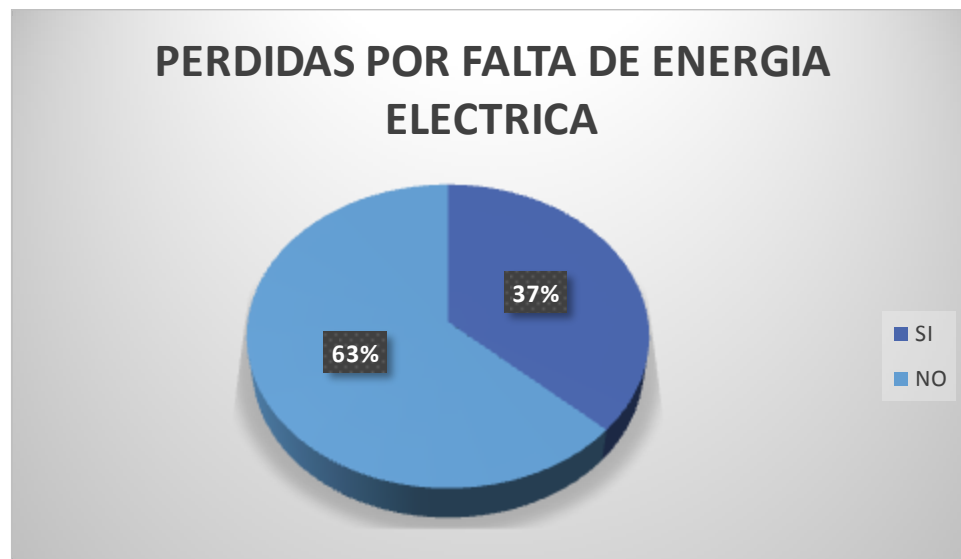


FIGURA 4. 15 GRÁFICA DE PÉRDIDAS MONETARIAS POR FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

¿Cuál fue su costo? (para usuarios industriales o comerciales)

**TOTAL DE 4,500.00 PESOS, MONEDA NACIONAL MEXICANA**

¿Qué tipo de pérdidas tuvo por falta de energía eléctrica? (Para usuarios industriales o comerciales)

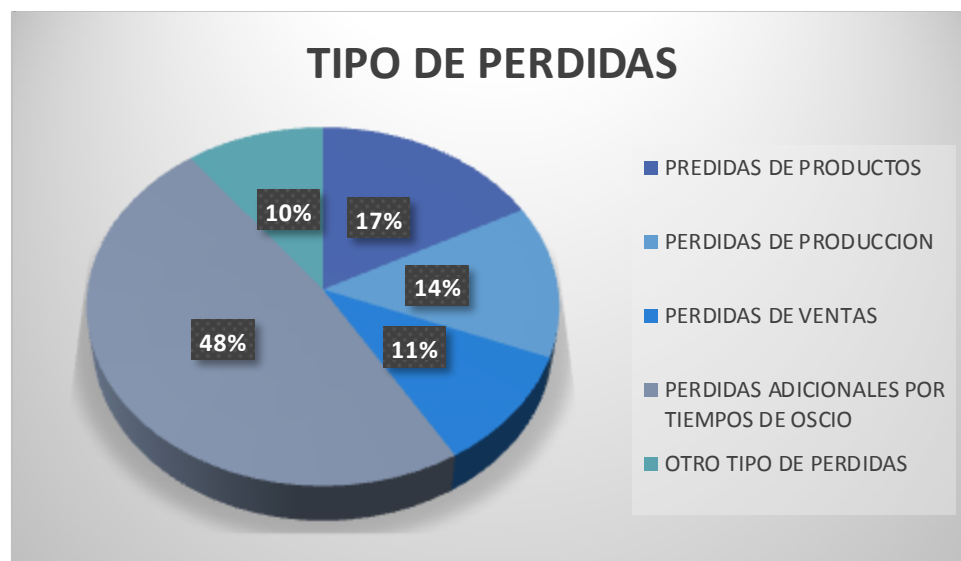


FIGURA 4. 16 GRÁFICA DEL TIPO DE PÉRDIDAS QUE TIENEN LOS USUARIOS.

Monto de las pérdidas aprox.

**TOTAL DE 18,100.00 PESOS, MONEDA NACIONAL MEXICANA**

¿Se le ha estropeado algún equipo eléctrico debido a interrupciones?

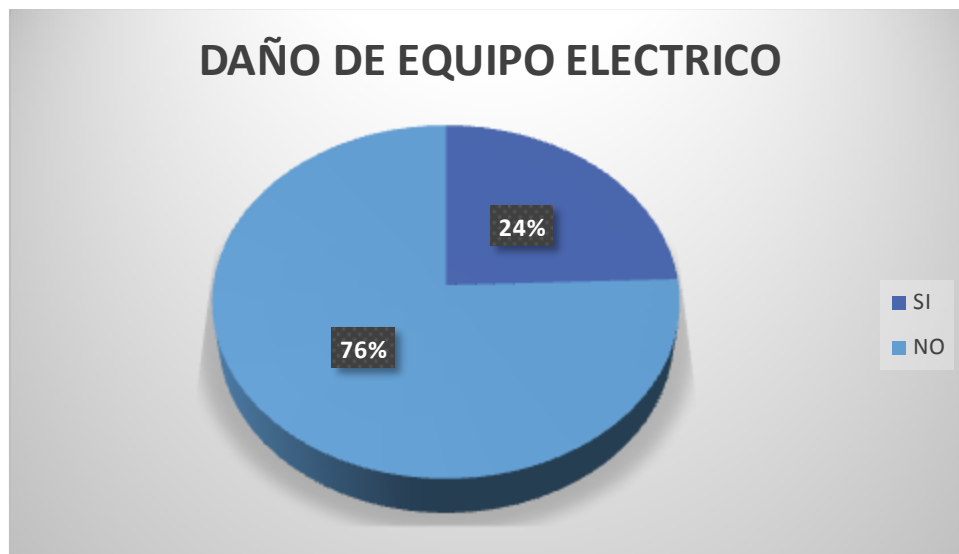


FIGURA 4. 17 GRÁFICA DE USUARIOS QUE TUVIERON DAÑOS EN EQUIPO ELÉCTRICO.

¿Cuál fue su costo aproximadamente?

**TOTAL DE 37,455.00 PESOS, MONEDA NACIONAL MEXICANA**

¿De acuerdo a su servicio y utilización de energía eléctrica estaría dispuesto a pagar una cantidad adicional en su factura mensual de energía para no tener cortes o apagones?

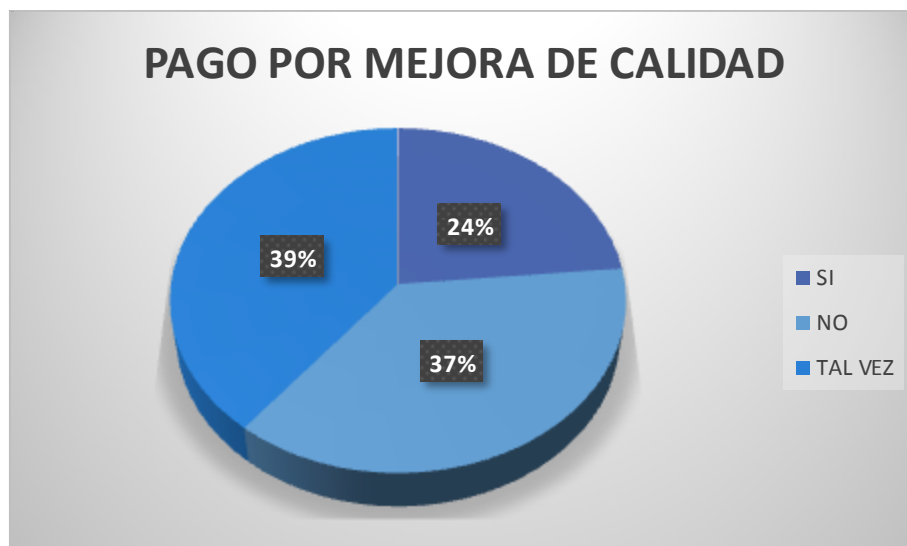


FIGURA 4. 18 GRÁFICA DE LA DISPONIBILIDAD DEL USUARIO A UNA MEJORA EN LA CALIDAD DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO.

#### 4.4 Tabla de Resultados del Proceso de Investigación obtenida por los datos arrojados desde Ruby.

TABLA 4. 1 TABLA DE DATOS OBTENIDOS DURANTE EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

|             |     |                  |         |      |  |
|-------------|-----|------------------|---------|------|--|
| A           |     | B                |         | C    |  |
| 85          |     | 671              |         | 309  |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 640         |     |                  |         | 426  |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 693         |     |                  |         | 373  |  |
| a           | B   | C                | D       | E    |  |
| 96          | 117 | 512              | 53      | 288  |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 384         |     |                  |         | 682  |  |
| Sola        |     | Servicio técnico |         |      |  |
| 789         |     | 277              |         |      |  |
| Si          | No  |                  |         |      |  |
| 213         | 853 |                  |         |      |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 714         |     |                  |         | 352  |  |
| A           | B   | C                | D       | E    |  |
| 160         | 107 | 479              | 74      | 245  |  |
| A           | B   | C                | D       | E    |  |
| 330         | 256 | 181              | 149     | 149  |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 21          |     |                  |         | 1045 |  |
| \$1,750.00  |     |                  |         |      |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 394         |     |                  |         | 672  |  |
| \$4,500.00  |     |                  |         |      |  |
| A           | B   | C                | D       | E    |  |
| 181         | 149 | 117              | 512     | 107  |  |
| \$18,100.00 |     |                  |         |      |  |
| Si          |     |                  |         | No   |  |
| 256         |     |                  |         | 810  |  |
| \$37,455.00 |     |                  |         |      |  |
| Si          | No  |                  | Tal vez |      |  |
| 256         | 394 |                  | 416     |      |  |

### 4.5 Resultados más notorios del Proceso de Investigación.

Un 65% de los consumidores de Energía Eléctrica que fueron encuestados perciben un parpadeo en sus focos. Mientras que el 35% no, esto puede ser debido al tipo de iluminación que se utiliza, ya sea luminaria LED o algún tipo de lámpara de Gas.

Así mismo casi el 60% de los mismo usuarios encuestados afirman que ellos perciben atenuaciones o bajones de voltaje en sus focos.

Solo el 20% de las personas encuestadas, no están satisfechas con el servicio de suministro de la Energía Eléctrica que es proporcionada por la empresa suministradora.

El 64% de las personas encuestadas ha percibido apagones en los últimos dos meses, esto no habla muy bien de la empresa suministradora, cuando sólo el 20% de las personas encuestadas sabia de estos apagones.

El 26% de las personas encuestadas afirman que los apagones se restablecen hasta que llega el servicio técnico.

Interrupciones de 10-60 minutos le afectan a la mayoría de las personas encuestadas.

Un 2% de los usuarios encuestados afirman que tuvieron pérdidas en alimentos en estos últimos dos meses.

37% de las personas encuestadas tuvieron pérdidas por falta de energía eléctrica, en las cuales cabe mencionar que el 11% fueron pérdidas en ventas, 14% pérdidas en producción, y un 17% de pérdidas en productos.

24% de las personas encuestadas afirman que si están dispuestas a pagar un poco más a cambio de una mejora en la Calidad de Suministro de Energía Eléctrica, el 39% de los usuarios encuestados dicen que tal vez pagarían una mejora, esto quiere decir posibles clientes a una mejora futura. A futuro estaríamos hablando de poco más de un 60%.

En el último bimestre se registraron solamente en 1,000 personas encuestadas, un total de pérdidas monetarias de 61,805.00 pesos en moneda nacional mexicana aproximadamente. Lo que equivale a 699.5 días de salario mínimo (\$88.36) [17] de un trabajador común, ganando el salario mínimo en México.

#### 4.6.- Localidad con más pérdidas monetarias a causa de la mala Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el Usuario.

La localidad con más pérdidas monetarias es Nueva Italia con aproximadamente 8,400.00 pesos en moneda nacional mexicana.

#### 4.7.- Localidades con mayor índice de baja Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el Usuario.

Las localidades con mayor índice de baja Calidad de Energía Eléctrica percibida por el consumidor Es Tacámbaro y los once pueblos.

#### 4.8.- Localidades con menor índice de baja Calidad de Energía Eléctrica percibidas por el Usuario.

Las localidades donde se presentó un menor índice de baja calidad de energía, según la perspectiva del usuario son las ciudades de:

Uruapan, Morelia, Zamora, Apatzingán.

#### 4.9.- Localidades más conformes con la Calidad de Energía Eléctrica y Calidad del Suministro Eléctrico percibidas por el Usuario.

Las localidades más conformes con su calidad de suministro eléctrico, así como también conformes con su calidad de energía eléctrica son las ciudades de:

Uruapan, Zamora, Morelia.

#### 4.10.- Posibles Soluciones a los Problemas Percibidos por el usuario en el Proceso de Investigación.

Las posibles soluciones podrían ser:

-  filtros pasa altas y pasa bajas mediante la electrónica de potencia.  
Estos pueden servir en comercios con determinados equipos de protección, así como también equipos muy delicados de cómputo o de control, ya sea impresoras, centros de cómputo, centros de fotografías, etc.
-  Reguladores de voltaje y corriente.  
Estos pueden servir en todos los comercios e industrias donde manejen equipo electrónico.
-  Filtros Activos, Pasivos e Híbridos, diseñados para cada armónico en especial.  
Suelen ser usados para equipos con un muy alto grado de precisión, como hospitales en el área de “Terapia Intensiva”, ensambladoras, empaques, etc.
-  Bancos de baterías según las necesidades primordiales del usuario.  
Estos serían demasiado útiles para comercios donde se ocupe mantener el suministro de energía eléctrica sin interrupciones. Por ejemplo:
  -  Cremerías.
  -  Carnicerías.
  -  Abarrotes (en el área de refrigeración y caja registradora).
  -  Imprentas (ya que se pierde la producción).

## CAPITULO 5 CONCLUSIONES

---

### 5.1 Conclusiones del Proceso de Investigación.

A lo largo del proceso se pudo observar que el usuario tiene distintos tipos de quejas y problemas todo desde su propia perspectiva, ya que ellos son los que pueden catalogar el producto consumido y no la empresa suministradora.

Se obtuvieron mediante un censo los lugares donde la calidad de la energía eléctrica cumple con los estándares que la empresa suministradora dice tener y no necesita una mejora en el suministro de la misma, sin embargo se hace un contraste con las localidades donde su calidad de energía es no cumple con los estándares que la empresa suministradora dice tener, según las perspectivas del usuario.

El sistema eléctrico nacional (Sistema Integrado Eléctrico Nacional) cuenta con una serie de factores que limitan el cumplimiento al 100% de los estándares establecidos de primera clase en lo que se refiere a la energía eléctrica, ya que los equipos suelen ser demasiado costosos y la economía que sostiene a nuestro país es relativamente baja respecto de otros países, de acuerdo a cifras del INEGI somos uno de los estados mejores económicamente, y eso es lamentable ver que donde los usuarios más se quejan por los servicios públicos, son los que no están dispuestos a pagar más por una mejora, mientras que en las localidades donde su calidad de energía eléctrica, está bien, ellos si están dispuestos a pagar más por una mejora, que les beneficiaría a ellos mismos.

Se tocaron partes como la economía, se hizo una breve comparación con el salario mínimo, para ver cuánto dinero se pierde en dos meses de mala administración de la Calidad de Energía Eléctrica. Cabe resaltar que en el estado de Michoacán somos 4 millones 658.2 mil habitantes [18], donde solo se encuestó a un 0.02146752% de toda la población.

### 5.2 Conclusiones Personales.

En lo personal es preocupante, ya que las personas no se interesan por acabar la calidad de energía que no cumple con los estándares establecidos desde la raíz, eléctricamente hablando.

Deberíamos hacer más conciencia, y darle más a los que quieren y ocupan más, puesto que todas nuestras necesidades son diferentes a las de cualquier otro consumidor. Esto con el fin de tener una mejor opinión y servicio por parte de la empresa suministradora.

A lo largo de este proceso de investigación, se determinaron varias cosas claves para este proceso de mejorar la Calidad de Energía Eléctrica en nuestro país, que aún es una meta muy lejana, de acuerdo a la economía que sustenta el país, debido a sus altísimos costos en la instalación de los equipos que darían las mejoras correspondientes.

Al haber sido realizado el contraste de las localidades y/o ciudades donde se tiene una calidad de energía eléctrica que si cumple con los estándares establecidos por la empresa suministradora, sin embargo existen localidades donde sus estándares establecidos no se cumplen, todo se tomó desde las perspectivas del usuario, se puede notar que la empresa suministradora también sus preferencias en usuarios de bajo consumo eléctrico, donde se puede notar fácilmente que los usuarios urbanos tienen la preferencia respecto de los usuarios rurales.

Se realizó también la suma del total de pérdidas monetarias en un bimestre, donde se hace un gran contraste con el salario mínimo de un trabajador, el cual debe de trabajar 699.5 días de salario mínimo, que es un equivalente a 1 año y 11 de trabajo sin descanso, lo que es muy alarmante que casi al 40% de las personas encuestadas no les interese en lo más mínimo una buena Calidad de Energía Eléctrica, ya que en su defecto se encuestaron a 671 comercios de diferentes regiones de aquí del Estado de Michoacán.

En lo personal creo que si es factible realizar cambio al Sistema Integrado Mexicano de Suministro Eléctrico, no en todo sistema, si no directamente en la entrada de suministro de cada una de los pequeños consumidores de Energía Eléctrica, así como lo hacen con los grandes consumidores de Energía Eléctrica aquí en el país. Así las personas conocerían diferentes tipos de calidades de Suministros y se decidirían por el que más les ajuste a sus necesidades de consumidor.

## Referencias

---

- [1] CFE, «ACERCA DE CFE - MISION Y VISION,» 2017. [En línea]. Available: [http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1\\_AcercadeCFE/Paginas/Misionyvision.aspx](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Paginas/Misionyvision.aspx). [Último acceso: DICIEMBRE 2017].
- [2] CFE, «PRIMER REPORTE TRIMESTRAL CFE,» CFE, 2017. [En línea]. Available: [http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1\\_AcercadeCFE/SiteAssets/Paginas/Informes\\_Calidad\\_Su ministro\\_Electrico/Reporte-1er%20Trimestre.pdf](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/SiteAssets/Paginas/Informes_Calidad_Su ministro_Electrico/Reporte-1er%20Trimestre.pdf) . [Último acceso: DICIEMBRE 2017].
- [3] R. C. D. M. F. / . H. W. / . S. SANTOSO, «ELECTRICAL POWER SYSTEM QUALITY - SEGUNDA EDICION,» de *ELECTRICAL POWER SYSTEM QUALITY*, McGraw-Hill, 2004, p. 525.
- [4] IECOR, «[www.iecor.com](http://www.iecor.com),» [En línea]. Available: <https://www.iecor.com/calidad-de-energia-electrica/> . [Último acceso: 17 - 4:36HRS Septiembre 2017].
- [5] El Instituto EPRI de USA, «Electric Power Research Institute of USA,» USA, 2017.
- [6] *Norma IEC (61000-2-2/4)/ Norma CENELEC (50160)*.. [Performance].
- [7] IEEE, Escritor, *Norma IEEE 1159*. [Performance]. 1995.
- [8] La CREG, *La CREG en su Resolución 070*, Colombia, 1998.
- [9] S. R.C. DUGAN, «CAPITULO 2 ELECTRICAL DEFINITIONS,» de *ELECTRICAL POWER SYSTEM*, MC GRAW GILL.
- [10] CFE, «<http://www.cfe.gob.mx/>,» [En línea]. Available: [http://www.cfe.gob.mx/casa/4\\_Informacionalcliente/Paginas/Nuestros-compromisos-contigo.aspx](http://www.cfe.gob.mx/casa/4_Informacionalcliente/Paginas/Nuestros-compromisos-contigo.aspx). [Último acceso: 10 OCTUBRE 2017].
- [11] CFE, «<http://www.cfe.gob.mx/>,» [En línea]. Available: [http://www.cfe.gob.mx/casa/4\\_Informacionalcliente/Paginas/Para-contratar.aspx](http://www.cfe.gob.mx/casa/4_Informacionalcliente/Paginas/Para-contratar.aspx). [Último acceso: 10 OCTUBRE 2017].
- [12] «<http://www.cfe.gob.mx/>,» [En línea]. Available: [http://www.cfe.gob.mx/casa/4\\_Informacionalcliente/SiteAssets/Paginas/Para-contratar/Guiacontratacionservicios.pdf](http://www.cfe.gob.mx/casa/4_Informacionalcliente/SiteAssets/Paginas/Para-contratar/Guiacontratacionservicios.pdf). [Último acceso: 10 OCTUBRE 2017].

- [13] «INEGI,» [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/principiosfundamentales/default.aspx>. [Último acceso: 31 OCTUBRE 2017].
- [14] INEGI, «INEGI METODOLOGIA,» [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/documentosmetodologicos/default.aspx>. [Último acceso: 2 NOVIEMBRE 2017].
- [15] INEGI, «INEGI COMERCIO,» [En línea]. Available: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/parque/comercio.html#tema4>. [Último acceso: 14 NOVIEMBRE 2017].
- [16] MUNICIPIO DE URUAPAN, «MI URUAPAN,» [En línea]. Available: <http://miuruapan.blogspot.mx/>. [Último acceso: 15 NOVIEMBRE 2017].
- [17] SAT, «SAT INDICADORES,» [En línea]. Available: [www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/paginas/salarios\\_minimos.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/paginas/salarios_minimos.aspx). [Último acceso: 18 DICIEMBRE 2017].
- [18] INEGI, «POBLACION EN MICHOACAN,» [En línea]. Available: <http://www.mimorelia.com/la-poblacion-en-michoacan-dejo-de-crecer-inegi/>. [Último acceso: 19 DICIEMBRE 2017].