



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”
ZACATENCO**

**“PROPUESTA DE UN PROGRAMA ESTRATÉGICO PARA EL AHORRO EN EL
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA CASA HABITACIÓN”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTAN:

BERENICE AIDE MUÑOZ MARQUEZ

DANIEL JESUS NAVA FIGUEROA

ASESORES:

M. EN E. VALENTINA CASTILLO LÓPEZ.

DR. EVERARDO LÓPEZ SIERRA.



CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO 2022

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

T E M A D E T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERA (N) DESARROLLAR C. BERENICE AIDE MUÑOZ MARQUEZ
C. DANIEL JESUS NAVA FIGUEROA**

**“PROPUESTA DE UN PROGRAMA ESTRATÉGICO PARA EL AHORRO EN EL CONSUMO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA CASA HABITACIÓN”**

DISEÑAR UN PROGRAMA ESTRATÉGICO PARA REDUCIR LOS CONSUMOS Y COSTOS EN LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA DE UNA CASA HABITACIÓN CON BASE AL ANÁLISIS DE LAS LECTURAS PROPORCIONADAS POR EL ANALIZADOR DE REDES WM 40-96 DE CARLO GAVAZZI.

- ❖ FUNDAMENTOS TEÓRICOS
- ❖ TARIFAS ELÉCTRICAS, EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ELEMENTOS ELÉCTRICOS
- ❖ ESTUDIO TÉCNICO
- ❖ ESTUDIO ECONÓMICO

CIUDAD DE MÉXICO, A 03 DE JUNIO DE 2022.

ASESORES


M. EN E. VALENTINA CASTILLO LÓPEZ


DR. EVERARDO LÓPEZ SIERRA


ING. BULMARO SANCHEZ HERNANDEZ
JEFE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA



Instituto Politécnico Nacional

Presente

Bajo protesta de decir la verdad los que suscriben **BERENICE AIDE MUÑOZ MARQUEZ** y **DANIEL JESUS NAVA FIGUEROA** manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada “**PROPUESTA DE UN PROGRAMA ESTRATÉGICO PARA EL AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA CASA HABITACIÓN**”, en adelante “**La Tesis**” y de la cual se adjunta copia, en un impreso y un cd por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo al **Instituto Politécnico Nacional**, en adelante **EL IPN** autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales o en cualquier otro medio; para apoyar futuros trabajos relacionados con el tema de “**La Tesis**” por un periodo de 10 años contando a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a **EL IPN** de su terminación.

En virtud de lo anterior, **EL IPN** deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de “**La Tesis**”.

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de “**La Tesis**”, manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por los suscritos respecto de “**La Tesis**”, por lo que deslindamos de toda responsabilidad a **EL IPN** en caso de que el contenido de “**La Tesis**” o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México., a 15 de Junio de 2022.

Atentamente



BERENICE AIDE MUÑOZ MARQUEZ



DANIEL JESUS NAVA FIGUEROA

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	I
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	III
III.	JUSTIFICACIÓN.....	IV
IV.	OBJETIVOS.....	V
IV.1	Objetivo General	V
IV.2	Objetivos Particulares	V
CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....		1
1.1	Consumo de Energía Eléctrica	2
1.2	Diagnóstico Energético.....	2
1.3	Ahorro o Eficiencia Energética.....	3
1.3.1	Consejos a seguir en la vida diaria para el ahorro en el hogar	3
1.4	Cargas Residenciales, Comerciales e Industriales.....	6
1.5	Potencia Eléctrica	9
1.5.1	Demanda	9
1.5.2	Demanda máxima y carga conectada.....	10
1.5.3	Factor de Carga	10
1.6	Niveles de Tensión Eléctrica.....	12
1.7	Seguridad y Riesgo Eléctrico.....	13
1.7.1	Accidentes de tipo eléctrico.....	14
1.7.2	Prevención de accidentes eléctricos	15
CAPÍTULO 2 TARIFAS ELÉCTRICAS, EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ELEMENTOS ELÉCTRICOS.....		17
2.1	Tarifas Eléctricas en Baja Tensión	18
2.2	Tarifas Eléctricas de uso Domestico.....	18

2.3	Tarifa 1	19
2.4	Tarifa 1A	20
2.5	Elementos de la Instalación Eléctrica de una Casa Habitación	21
2.6	Tipo de Lámparas	22
2.7	Equipo De Medición.....	24
CAPITULO 3 ESTUDIO TÉCNICO		29
3.1	Carga.....	30
3.2	Diagrama Unifilar	36
3.3	Consumo Energético con Respecto Al Recibo	40
3.4	Parametrización y Conexión del Analizador de Redes WM 40-96.....	43
3.5	Análisis de las Variables y sus Graficas Adquiridas.....	44
3.6	Calculo de la Caída de Tensión y Perdidas de Potencia	52
3.7	Cantidad de Conductores Admisibles.....	54
3.8	Diagrama Unifilar Propuesto.....	55
3.9	Iluminación	59
3.10	Propuesta del Programa para Lograr un Ahorro Energético en la Casa Habitación	61
CAPITULO 4 ESTUDIO ECONÓMICO.....		65
4.1	Costo de la Energía	66
4.2	Comparativa de Precios de Conductores	67
4.3	Comparativa de Precios de Lámparas.....	68
4.4	Resumen de Costos	72
CONCLUSIONES		74
REFERENCIAS		76
GLOSARIO		78
ANEXOS.....		79

Anexo A.....	79
Anexo B.....	84
Anexo C	85
Anexo D	86
Anexo E.....	87
Anexo F.....	89
Anexo G	91
Anexo H	93
Anexo I.....	95
Anexo J	97
Anexo K.....	99
Anexo L.....	100
Anexo M.....	101
Anexo N	102
Anexo O	103
Anexo P.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Densidades típicas por zona. (Espinosa,2000).....	7
Tabla 2.1 Formulas del analizador WM 40-96. (Gavazzi, s.f).....	26
Tabla 3.1 Cuadro de cargas de lámparas y contactos de acuerdo al plano.....	31
Tabla 3.2 Cuadro de cargas de la carga actual instalada.....	32
Tabla 3.3 Consumo histórico. (Recibo CFE, 2021).....	40
Tabla 3.4 Cuadro de Cargas de los Circuitos Derivados.....	56
Tabla 3.5 Nueva disposición de lámparas.....	59
Tabla 4.1 Comparativa de costos por conductor.....	68
Tabla 4.2 Comparativa de costos por lampara.....	70
Tabla 4.3 Comparativa de costos por el total de las lámparas.....	71
Tabla 4.4 Costo total por inversión de nuevas lámparas.....	72
Tabla 4.5 Costos del analizador de redes.....	73
Tabla 4.6 Costo de trabajo de ingeniería.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Curva típica de un transformador conectado a un sistema de distribución. (Espinosa,2000).....	10
Figura 1.2 Curva de carga habitacional. (Espinosa, 2000).....	11
Figura 1.3 Curva de carga comercial. (Espinosa, 2000).....	11
Figura 1.4 Curva de carga industrial. (Espinosa, 2000).....	12
Figura 1.5 Niveles de tensión en un sistema de distribución.....	13
Figura 2.1 Partes de la lampara fluorescente compacta. (Lumikon, 2017).....	23
Figura 2.2 Analizador de redes WM 40-96. (Gavazzi, s.f).....	26
Figura 2.3 Modo de funcionamiento del analizador WM 40-96. (Gavazzi, s.f)	27
Figura 2.4 Analizador de calidad de la energía 435-II. (Fluke, s.f)	28
Figura 3.1 Ubicación geográfica de la carga. (Google maps, 2021).....	30
Figura 3.2 Simbología utilizada en los planos	33
Figura 3.3 Plano de planta baja de la casa habitación.	34
Figura 3.4 Plano del primer piso de la casa habitación	35
Figura 3.5 Simbología utilizada en lo diagramas unifilares.....	36
Figura 3.6 Diagrama unifilar general.	37
Figura 3.7 Diagrama unifilar con carga real actual.....	38
Figura 3.8 Grafica de consumos bimestrales.....	41
Figura 3.9 Curva anual del 2018 al 2021 de la casa habitación.	42
Figura 3.10 Gráfica de costos bimestrales.	42
Figura 3.11 Gráfica de tensión mensual mazo-abril.	45
Figura 3.12 Gráfica de corriente mensual mazo-abril.....	46
Figura 3.13 Gráfica de potencia consumida mensual mazo-abril.....	47
Figura 3.14 Gráfica de los volt-amper reactivos mensual mazo-abril.....	48

Figura 3.15 Gráfica del factor de potencia mensual mazo-abril.	49
Figura 3.16 Gráfica de armónicos mensual mazo-abril.	50
Figura 3.17 Diagrama Unifilar Propuesto.....	58
Figura 3.18 Diagrama de flujo del programa de ahorro de energía.....	61

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la demanda mundial de energía eléctrica para los distintos procesos de desarrollo económico y social ha sido tan grande que las únicas soluciones visibles que proponían era la creación de nuevas plantas generadoras, esto era económicamente imposible lo cual genero la necesidad de comenzar a utilizar de una manera eficiente la energía eléctrica. Para ello surge la implementación de los programas de ahorro energético en el comercio, sector doméstico, campo y la industria.

Estos programas referidos a la modernización de los componentes eléctricos por unos de mayor eficiencia, así como una cultura de la utilización para poder tener un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica. Así como un menor impacto ambiental ya que se evita la quema de un exceso de combustibles fósiles.

Por eso la necesidad de tener un registro de la carga eléctrica que se tiene en casa habitación ya que con ello se puede observar de una manera más técnica el comportamiento que se tiene sobre la demanda eléctrica. Idealmente la demanda de energía debería ser bajo y constante a través de todo el día para no generar picos de demanda en los horarios donde el costo de la energía es mayor.

En la actualidad y debido a la situación de confinamiento sanitario que se vive, los residentes se encuentran todo el día en la casa, realizando todas sus actividades que solían hacer afuera, por lo tanto, esta demanda se ha visto incrementada.

Para conocer este comportamiento de la demanda se deberá conocer la cantidad de carga instalada, así como sus características. De acuerdo con lo anterior surge la necesidad de un programa estratégico el cual permita un conocimiento sobre las características de la instalación y los equipos eléctricos, para poder analizarlas posteriormente y así proponer una estrategia que nos permita lograr un aprovechamiento en el consumo eléctrico y que a través del tiempo se podrá observar en la facturación del recibo doméstico, todo esto tomando en consideración las referencias que se tienen de

programas de ahorro energético como los del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de la NOM-001-SEDE-2012, llevando a cabo una mejora en la instalación eléctrica, siendo esta más segura y eficiente al utilizar los componentes ideales para mantener un ahorro energético y un uso eficiente del servicio.

En el primer capítulo se brinda una introducción teórica sobre los conceptos de un diagnóstico energético, niveles de tensión, distintos parámetros sobre la carga eléctrica, así como la seguridad y el riesgo eléctrico.

Para el segundo capítulo se mencionan los niveles tarifarios, así como los equipos de medición y los elementos eléctricos que componen una instalación eléctrica en baja tensión.

El tercer capítulo contiene el estudio técnico realizado en donde se concentran las características eléctricas y estructurales de la casa habitación. Así como toda la información generada por el analizador de redes WM 40-96 de Carlo Gavazzi y se efectúa el análisis sobre las características que tiene la demanda eléctrica, contenido el programa a implementar en el caso de estudio.

Dentro del cuarto capítulo y último se lleva a cabo el estudio económico en el cual se muestra la inversión necesaria para poder ejecutar este programa y realizar las actualizaciones necesarias del equipo eléctrico y la recuperación que se tenga de esta misma.

Se cuenta con un apartado final en donde, se determina si el objetivo fue alcanzado, así como los resultados obtenidos y se plantean una serie de observaciones y recomendaciones generales.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir de que comenzó la pandemia derivada por el COVID-19, en marzo del 2020 se aumentó considerablemente la facturación de los recibos en el hogar en comparación de las facturaciones de meses anteriores a este suceso, lo cual después de más de un año de pandemia los elevados costos comienzan a hacerse notar en la economía de las familias, sumándole que al paso del tiempo se ha observado que las instalaciones y los elementos que la componen no cumplen con las especificaciones mínimas requeridas, no están preparadas para soportar el incremento de carga ni el arduo trabajo al que están siendo sometidas por los aparatos eléctricos y electrónicos utilizados por parte de todos los integrantes de la familia al mismo tiempo.

La instalación y los equipos eléctricos que la conforman pueden presentar desgastes prematuros, mal funcionamiento y provocar posibles accidentes debido a la sobre demanda a la que están siendo sometidos en esta etapa de confinamiento, también considerando el tiempo de antigüedad de las instalaciones en la mayoría de los hogares.

III. JUSTIFICACIÓN

En este proyecto se propone realizar un análisis eléctrico, utilizando la herramienta de un analizador de redes eléctricas WM 40-96 de Carlo Gavazzi.

Obteniendo los datos en tiempo real del comportamiento de la instalación eléctrica en un periodo de tiempo determinado y con forme a eso generar una estrategia tomando como referencia las propuestas que tiene FIDE y CFE para el ahorro en el consumo eléctrico aplicados en una casa habitación como caso de estudio. Sugiriendo usos y costumbres a modificar, proponiendo el cambio en las luminarias actuales por luminarias de LED o incluso hacer la recomendación de que componentes eléctricos agregar que sean necesarios y falten en la instalación eléctrica como lo pueden ser interruptores termomagnéticos, conductor de puesta a tierra o modificando todo el cableado en la instalación de la casa por conductores recomendados por la NOM-001-SEDE-2012.

Con la implementación de este programa se toma en cuenta el costo-beneficio para la economía de las familias y evitar fallas como corto circuito, sobrecalentamiento o sobrecarga en la instalación eléctrica debido al aumento en el uso de los aparatos eléctricos con los que cuentan los hogares, previniendo cualquier tipo de accidente que pueda atentar contra la integridad de los habitantes de la casa.

IV. OBJETIVOS

IV.1 Objetivo General

Diseñar un programa estratégico para reducir los consumos y costos en la facturación eléctrica de una casa habitación con base al análisis de las lecturas proporcionadas por el analizador de redes WM 40-96 de Carlo Gavazzi.

IV.2 Objetivos Particulares

- Identificar las principales oportunidades de ahorro de energía eléctrica en una casa habitación.
- Realizar mediciones para obtener e interpretar las variables eléctricas con las que está trabajando la instalación, utilizando el analizador de redes WM 40-96 de Carlo Gavazzi.
- Establecer acciones y recomendaciones necesarias con la finalidad de obtener un beneficio económico al poner en marcha un programa de ahorro energético derivado del caso de estudio.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Consumo de Energía Eléctrica

La energía eléctrica se produce cuando existe una diferencia de potencial entre dos puntos conectados a través de un conductor eléctrico, esto crea una corriente eléctrica que viaja a través de este haciendo funcionar todo aquello que la requiera.

El consumo de la energía eléctrica se basa en toda aquella cantidad de energía necesaria y utilizada para hacer funcionar los elementos o componentes que dependan de ella.

La energía consumida se mide en el punto de acceso de las instalaciones eléctricas de los usuarios, a través de un medidor analógico o digital “vatihorímetro”.

La electricidad es muy esencial en la vida diaria de las personas ya que de ella se depende prácticamente para realizar todas las actividades que se hacen a todo momento.

El consumo energético depende de las diferentes fuentes de energía eléctrica, donde su generación principal se basa en las fuentes de origen fósil, lo que presenta un problema por el agotamiento de las reservas que se tienen de este tipo de fuentes, aparte de que son altamente contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente, por lo que se propone reducir el consumo eléctrico con el que se lograría una disminución en la contaminación a nivel mundial.

1.2 Diagnóstico Energético

Un diagnóstico energético es un conjunto de técnicas que determinan la eficiencia del uso de la energía en una instalación eléctrica de cualquier tipo (FIDE, 2020).

De acuerdo con el Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay el objetivo principal de este proceso es la identificación de oportunidades de ahorro de energía en

las instalaciones, reduciendo la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.

Para la implementación del estudio se proponer tres fases esenciales a realizar: consumos eléctricos, recopilación de datos y operación de los elementos que compone la instalación.

El análisis de resultados es la parte en donde se plantea la mejor estrategia del programa de ahorro de energía. El programa necesita contener, información de campo, diseño y operación, así como el precio de la energía, entre otros.

Los datos de campo se recopilan utilizando instrumento que midan flujo, temperatura, potencia eléctrica, intensidad de iluminación y factor de potencia.

1.3 Ahorro o Eficiencia Energética

El ahorro o eficiencia energética consiste en aprovechar mejor la energía. Esto se puede lograr cambiando hábitos, utilizando técnicas más eficientes o una combinación de ambos. Al ahorrar energía se contribuye en la reducción de los impactos ambientales, la eficiencia energética hace que los consumos disminuyan, ya que no hay ninguna energía que sea más limpia o barata que la que no se consume.

1.3.1 Consejos a seguir en la vida diaria para el ahorro en el hogar

De acuerdo con el FIDE y CFE indican en sus programas de ahorro las siguientes recomendaciones para mantener un ahorro de energía eléctrica en casa habitación:

1. Instalación eléctrica

- Verificar que la instalación eléctrica no tenga fugas a tierra, cualquier fuga de

corriente es fuga de dinero.

2. Iluminación

- Reemplazar los focos convencionales por lámparas ahorradoras o de LED ya que consumen menos energía, tienen más vida útil y proporcionando misma iluminación.
- Aprovechar al máximo la luz del sol que entra a la casa, mantener en ese tiempo la menos cantidad de lámparas encendidas y realizando las actividades que requieran algún electrodoméstico.
- Limpiar las lámparas frecuentemente ya que el polvo bloquea la luz que emiten.
- Pintar de colores claros las paredes de la casa permiten mejor la reflexión de la luz.

3. Aire acondicionado

- Reemplazar el aire cuando ya tenga al menos 10 años de antigüedad ya que definitivamente va a consumir más energía.
- Ajustar el termostato a 24°C en verano y 19°C en invierno.

4. Lavadora

- Cargar la lavadora con el nivel de ropa indicado, no excediendo la capacidad porque el motor se forzaría y no con menos ropa del nivel elegido porque se desperdiciará más agua de la necesaria.
- Ocupar la cantidad de detergente necesario ya que al excedernos de este hace

mucha espuma y el motor trabaja más de lo necesario.

5. Aspiradora

- Revisar que las mangueras se encuentren en buen estado.
- Aspirar con la boquilla adecuada cada superficie.
- Limpiar los filtros después de usarla.

6. Horno de microondas, eléctrico o tostador.

- Limpiar todos los residuos de comida de ellos.
- Utilizarlos con base a las especificaciones del fabricante.
- No abrir la puerta antes del tiempo de cocción porque se escapa el calor.
- Si se corta en porciones pequeñas los alimentos tardan menos tiempo en calentarse o cocerse.

7. Licuadora

- Procurar que siempre tengan buen filo las aspas así molerá más rápido y se ocupará por menos tiempo.

8. Plancha

- Procurar planchar en horarios matutinos.
- Planchar la ropa que necesite menos calor al principio y la que necesite más calor al finar, para que se dé tiempo que la plancha se caliente.

9. Celular/computadora

- Desconectar cuando este al 100% de batería.
- Utiliza el cargador original preferentemente.
- Disminuir el brillo de la pantalla.
- Utiliza el ahorro de energía cuando sea necesario.
- Apaga GPS, bluetooth y cuando la señal sea débil de wi-fi.
- Reducción de aplicaciones y ventanas abiertas.

10. Televisor

- Procurar utilizar un televisor para toda la familia al mismo tiempo.
- Apagarlo cuando no se le esté prestando atención y no dejarlo prendido.
- Programar para que se apague a cierta hora en la noche por si se queda dormido y no lo apaga antes.

1.4 Cargas Residenciales, Comerciales e Industriales

Alvarado, J. en el 2017 nos dice que dentro de un sistema de distribución eléctrica se le denomina carga al final del trayecto recorrido por la energía eléctrica desde su generación, transmisión y distribución, llegando a los usuarios donde esta energía eléctrica se transforma en otro tipo de energía, como un motor que al recibirla transforma esta energía en energía mecánica. Este concepto de carga se aplica a todos los equipos

y aparatos que necesiten de electricidad para su funcionamiento.

Para conocer mejor el comportamiento de las cargas es necesario analizarlas individual como grupalmente, para esto se debe conocer las clasificaciones que existen las cuales pueden ser:

- Localización geográfica.

La distribución de la energía eléctrica generada por el suministrador es transportada por toda la republica mexicana por lo cual se considera que esta llegara a distintos tipos de usuarios y por consiguiente distintos tipos de cargas. Es habitual que la demografía delimite la cantidad de cargas a conectar, las zonas rurales tenderán a tener una menor densidad de cargas frente a una zona urbana esto depende ya puede contener grandes cargas reunidas en áreas pequeñas ya sea un conjunto empresarial y a su vez esta zona urbanapuede contener menos demandas en zonas con menos densidad de población y demandas de tipo industrial. En la tabla 1.1 se muestra la densidad por zona.

Tabla 1.1 Densidades típicas por zona. (Espinosa,2000).

Zonas	$\frac{MVA}{km^2}$ densidad
Urbana Central	40 -100
Semiurbana	3 - 5
Urbana	5 - 40
Rural	< 5

- Aplicación de la energía.

Las siguientes cargas están parametrizadas para lograr una clasificación que le dan los usuarios finales: residenciales, iluminación en predios comerciales, de fuerza en predios comerciales, industriales, municipales o gubernamentales u hospitalarias.

- Confiabilidad de la energía.

El suministrador de la electricidad está comprometido por ley a mantener unos parámetros de confiabilidad y calidad de la energía eléctrica, pero ello no determina completamente el que no se pueden presentar fallas e interrupciones por cualquier situación, estas interrupciones pueden ser clasificadas como:

Sensibles: Son denominados así los equipos eléctricos donde una interrupción de tiempo mínima tenga repercusiones en su funcionamiento o produzca una pérdida en su producción.

Semi sensibles: Estas cargas son consideradas a las cuales se les puede presentar una interrupción del servicio energético en un lapso no mayor a 10 minutos y lo cual no va a provocar grandes problemas en funcionamiento y en la producción de este equipo.

Normales: Estas cargas son más comúnmente conocidas ya que ellas pueden soportar interrupciones largas del suministro energético en un rango de 1 a 5 horas y no presentan problemas en servicio o producción, ejemplo: Televisores, radios, etc.

- Efecto de cargas en el sistema de distribución.

Estas cargas son clasificadas conforme a su ciclo de trabajo:

Transitorias cíclicas: Son cargas que trabajan en determinados lapsos de tiempo no continuos pero estos ciclos de trabajo se repiten periódicamente.

Transitorias acíclicas: Estas cargas tienen un ciclo de trabajo no periódico.

Normales: Estas son cargas que se encuentran en trabajo todo el tiempo.

- Tarifas

Este será el criterio de cobro por la energía eléctrica que tendrá la compañía suministradora estos cobros dependerán de ciertas características. También se dividen en tarifas de uso para el hogar, uso comercial y uso industrial.

- Principales factores de las cargas

Las cargas eléctricas mediante su medición presentan cantidades de energía las cuales permiten conocer el efecto que una o un conjunto de ellas puedan presentar en un sistema de distribución.

1.5 Potencia Eléctrica

Esta relación muestra la medida de trabajo que se realiza un circuito eléctrico en un determinado periodo de tiempo. Utilizando la unidad de kilowatt respecto a un tiempo definido obtenemos la razón a la cual este trabajo es realizado.

$$1kWh = 60kW \times \frac{1}{60}h \quad \text{Ecuación 1.1}$$

1.5.1 Demanda

Se le conoce como demanda a la cantidad de equipos (cargas) posibles de conectar en un punto de consumo con respecto a un periodo de tiempo. Aunque la mayor parte de las cargas se tienden a medir en intervalos de tiempo de 15, 30 o 60 minutos, existen equipos como soldadoras que su mayor demanda ocurre en un instante y no es necesario que transcurra periodos de tiempo tan largos. La siguiente gráfica mostrada en la figura 1.1 permite visualizar los picos y crestas que se generan en un transformador debido a las fluctuaciones que los distintos tipos de carga posibles de conectar provocan con respecto al periodo de tiempo utilizados o a la demanda que estén siendo sometidos.

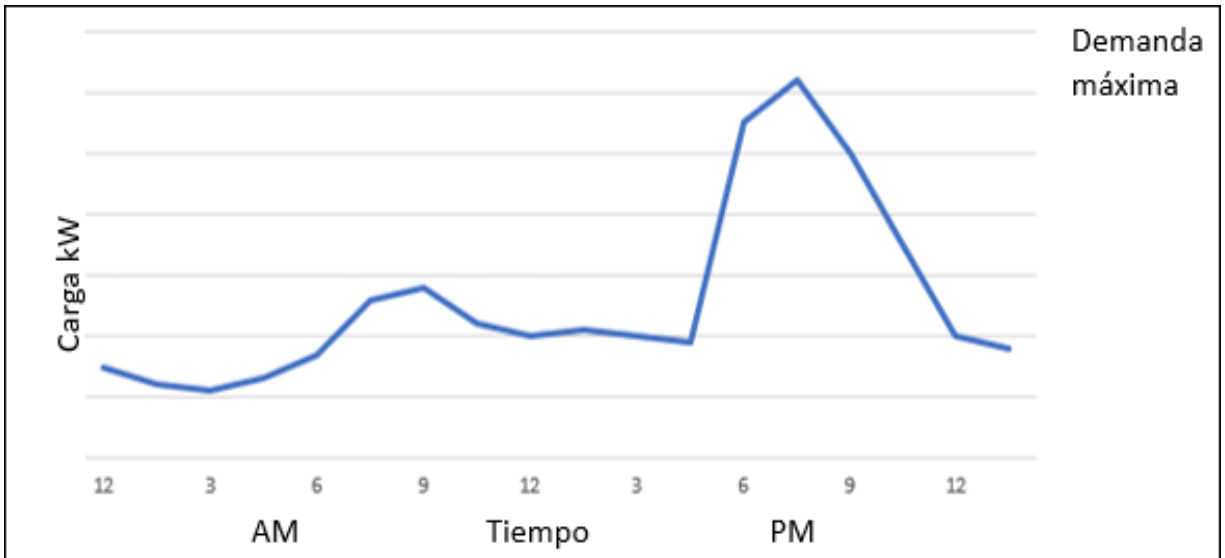


Figura 1.1 Curva típica de un transformador conectado a un sistema de distribución. (Espinosa,2000).

1.5.2 Demanda máxima y carga conectada

Como se puede observar en la figura 1.1, las distintas cargas conectadas fluctúan a través del tiempo, en esta grafica se muestra un valor más elevado respecto al resto a esto se le conoce como demanda máxima que sufre el transformador durante un día en un periodo de 24 horas. El análisis de la demanda de los grupos de cargas y sus efectos son de suma importancia ya que la demanda máxima determinara la capacidad que el sistema va a requerir.

Mientras que la carga conectada se refiere a todos los valores nominales de todas las cargas posibles a conectar al mismo tiempo es posible expresar en términos de kilowatts, amperes o watts.

1.5.3 Factor de Carga

Se le conoce como factor de carga a la relación que existe entre la demanda promedio y la demanda máxima, ambas entre un intervalo. Para que el factor de carga

sea adimensional los términos de promedio y carga máxima instantánea deberán de estar expresados en las mismas unidades. En el caso de una carga dada el factor de carga se reducirá si el periodo es mayor, esto es debido a que el consumo que tiene la energía se distribuye en un mayor tiempo. Las curvas de carga habitacional, comercial e industrial se muestran en la figura 1.2, 1.3 y 1.4.

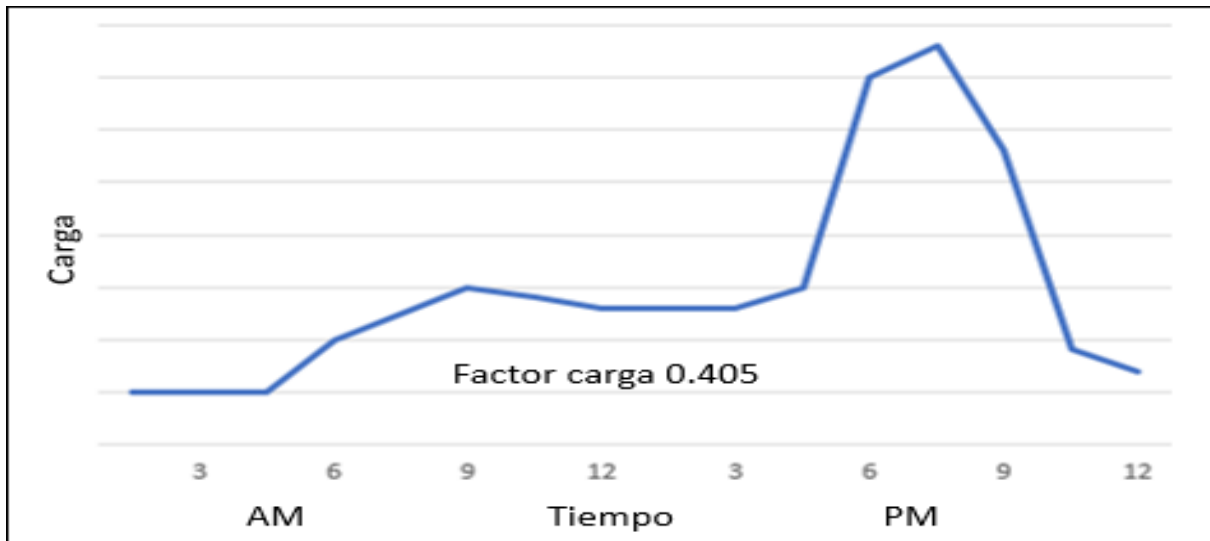


Figura 1.2 Curva de carga habitacional. (Espinosa, 2000).

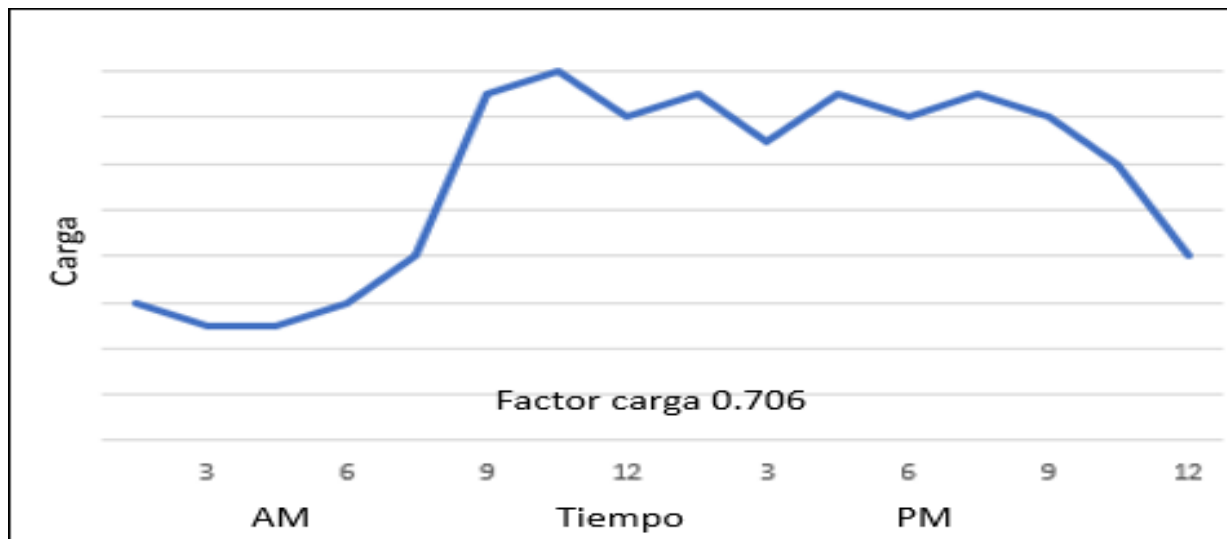


Figura 1.3 Curva de carga comercial. (Espinosa, 2000).

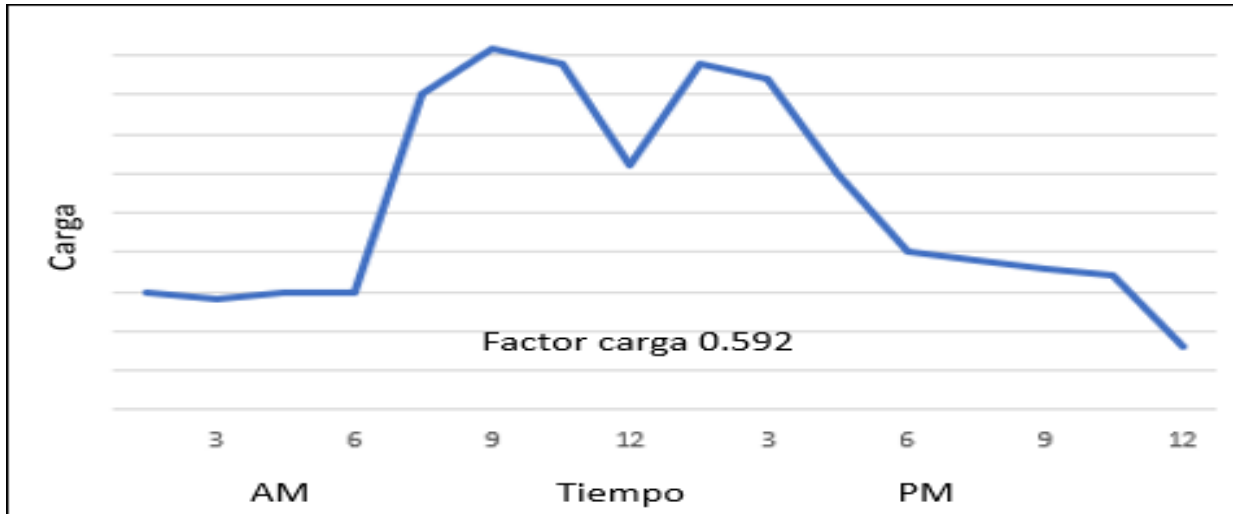


Figura 1.4 Curva de carga industrial. (Espinosa, 2000).

1.6 Niveles de Tensión Eléctrica

La tensión eléctrica es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos o dos conductores de un circuito. Todas las tensiones que se manejan en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) están normalizadas por la NMX-J-098-ANCE-2014 (Asociación de Normalización y certificación, A.C., 2014).

Se clasifican los niveles en:

- Alta tensión
- Media tensión
- Baja tensión
- Extra alta tensión

En la siguiente figura se muestran la ubicación de las tensiones eléctricas en el sistema de distribución y la clasificación de ellas.

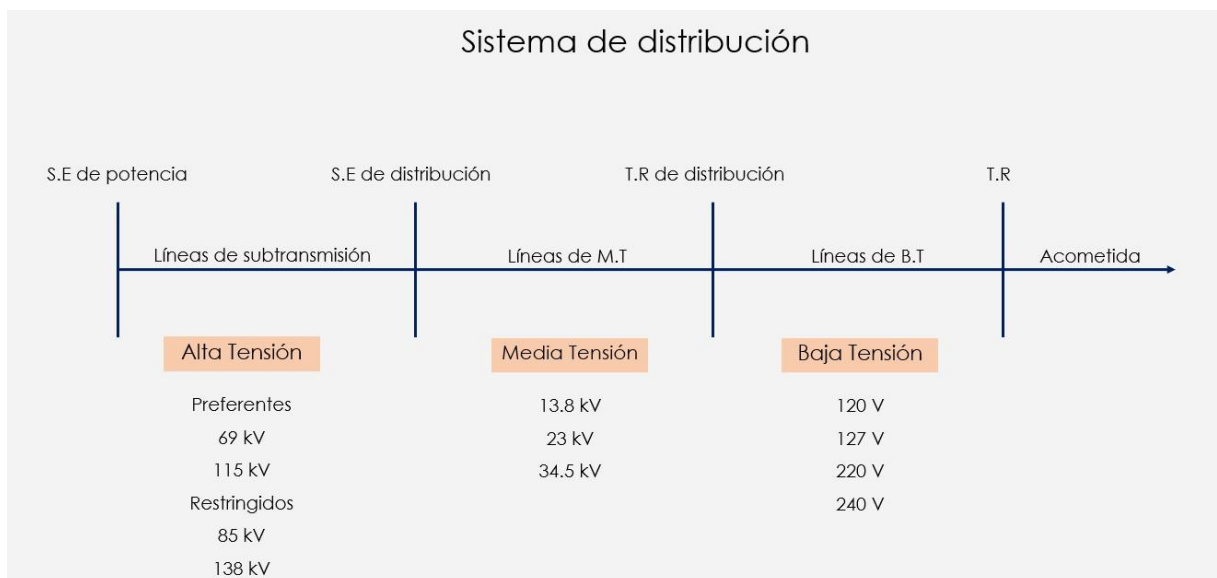


Figura 1.5 Niveles de tensión en un sistema de distribución.

1.7 Seguridad y Riesgo Eléctrico

De acuerdo con Energy Managemet la seguridad en las instalaciones eléctricas es un problema que se encuentra con frecuencia en esta industria. Esto debido al alto índice de accidentes que se producen por no darle la importancia que se merece. Datos de la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), en México se presentan 560 muertes por electrocución al año, de las cuales, 31.4 por ciento ocurren en el hogar. de acuerdo con cifras de la Secretaría de Protección Civil en el 2011, los accidentes por corriente eléctrica aumentaron 51%, siendo las delegaciones Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Álvaro Obregón, Tlalpan y Benito Juárez las que más registran este tipo de accidentes.

1.7.1 Accidentes de tipo eléctrico

De acuerdo con InTech México Automatización, para que ocurra un accidente se tienen básicamente tres condicionantes:

1. Instalación eléctrica en mal estado por envejecimiento y/o por falta de mantenimiento.

Con el paso del tiempo se deterioran los materiales de la instalación y eso hace que se incremente el riesgo de que ocurra un cortocircuito, incendio y/o electrocución de las personas que habitan el hogar. Sin algún tipo de revisión o modificación, cualquier instalación eléctrica con más de 20 años será peligrosa. La falta de mantenimiento se aprecia cuando se observan ampliaciones improvisadas como la conexión de extensiones, reparaciones mal hechas, equipos y accesorios eléctricos desgastados que no se sustituyen, etc.

2. No existen sistemas de protección.

La mayoría de las instalaciones eléctricas carecen de las protecciones mínimas necesarias que recomiendan las diferentes normas oficiales mexicanas, ya que los lineamientos que dictan dichas normas, además de garantizar un buen funcionamiento, brindan protección y seguridad a los usuarios. La falta de sistemas de protección como la inexistencia de recubrimiento en partes activas y en accesorios eléctricos, carecen de señalización de zonas exclusivas para personal autorizado, la ausencia de interruptores y seccionadores, la omisión de un sistema de puesta a tierra, entre otros.

3. La instalación eléctrica es operada y/o reparada por personal no calificado.

Los cambios realizados en una instalación eléctrica por personal no calificado, sin registro ni control de ampliaciones o modificaciones pueden ocasionar

desequilibrios y sobrecalentamientos en la red eléctrica que pueden agravarse hasta producir cortocircuitos o incendios. Incluso un posible accidente producido por la manipulación de la instalación sin ninguna protección

1.7.2 Prevención de accidentes eléctricos

Con la finalidad de prevenir accidentes es mejor considerar algunos puntos para una instalación eléctrica eficiente.

1. Diseño y construcción

- a) Todas las instalaciones eléctricas deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 (utilización).

El propósito de esta norma es establecer lineamientos técnicos para que las instalaciones eléctricas brinden condiciones de seguridad adecuadas para el personal y la propiedad.

- b) Definir los requisitos del proyecto.

Considerar la expansión futura de la instalación debido a la demanda que esta sea sometida.

- c) Validar aprobación de materias, equipos y accesorios para su uso por NOM o ANCE según corresponda.

Una de las prácticas más comunes para ahorrar dinero es comprar materiales de dudosa calidad y no certificados.

- d) Puesta a tierra debidamente proyectado

Referida a NOM-001-SEDE-2012, Artículo 250: puesta a tierra y unión, donde de forma general dice que:

- Puesta a tierra de accesorios, gabinetes, canalizaciones y carcasas.
 - Cálculo de tensiones de paso y contacto.
 - Receptáculos de tipo polarizado (fases, neutro y puesta a tierra). Implica orden y cuidado en cuanto a polaridades se refiere.
 - Zonas húmedas como baños, tarjas, fregaderos, cuartos de lavado, etc., deben contar con sistemas de protección contra falla a tierra (GFCI: ground fault circuit interrupter).
- e) Cualquier lugar donde exista equipo eléctrico debe estar señalizado y marcado. Esto significa que el voltaje debe especificarse claramente y debe determinarse el nivel de riesgo correspondiente.

2. Operación y mantenimiento

- a) Cualquier cambio o modificación en una instalación eléctrica debe documentarse antes y después de realizarse.
- Hay que analizar cargas para verificar que protecciones eléctricas y conductores soporten la modificación.
 - Verificar la ausencia de cables sin canalización y evitar circuitos que cierren a través del conductor de puesta a tierra.
 - Se debe actualizar información de carga, intensidad de corriente y nuevos elementos de la instalación en planos, memoria, diagrama unifilar y tableros (identificación de circuitos). Si ocurre un incidente, el proyecto actualizado y documentado representará más de la mitad de la solución.
- b) En forma periódica se requiere de un diagnóstico a fondo para analizar y anticipar problemas, basado en un estudio como
- Auditoría energética
 - Informe de la instalación eléctrica

CAPÍTULO 2

TARIFAS ELÉCTRICAS,

EQUIPOS DE MEDICIÓN Y

ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

2.1 Tarifas Eléctricas en Baja Tensión

De acuerdo con el Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República (IILSR) el término de tarifa eléctrica hace referencia a los precios para la venta de energía eléctrica, estos precios son fijados, ajustados, modificados o reestructurados por la secretaría de hacienda y crédito público junto con la participación de la secretaría de economía y la secretaría de energía.

La Comisión Federal de Electricidad, que es la encargada de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en el territorio nacional cuenta con un plan tarifario específico para los distintos tipos de consumidores.

Estas tarifas están contenidas en 3 grandes categorías, las cuales son:

- **Domestica:** Esta tarifa solo es aplicable para los hogares eso refiere a que sea un lugar plenamente habitable y no sea utilizado como ningún tipo de negocio o cuente con equipos eléctricos de la rama comercial.
- **Negocio:** Para los negocios pequeños el costo de la tarifa será referente al tipo de actividad que este realice, ejemplo: Riego agrícola, alumbrado público.
- **Industria:** En este rubro la demanda de energía eléctrica es mayor y su tarifa se eleva hasta un 70% en comparación de las tarifas para el hogar y los negocios.

2.2 Tarifas Eléctricas de uso Domestico

De acuerdo con Comisión Federal de Electricidad, dentro de este régimen tarifario exclusivo de hogares, encontramos ocho tipos de tarifas las cuales dependen directamente de la cantidad de consumo que tenga el usuario.

Clasificación de consumos máximos:

- Tarifa 1: 250 kWh/mes.
- Tarifa 1A: 300 kWh/mes.
- Tarifa 1B: 400 kWh/mes.
- Tarifa 1C: 850 kWh/mes.
- Tarifa 1D: 1000 kWh/mes.
- Tarifa 1E: 2000 kWh/mes.
- Tarifa 1F: 2500 kWh/mes.
- Tarifa DAC: Aplicable con un consumo mensual promedio superior al límite de alto consumo.

2.3 Tarifa 1

Esta tarifa es completamente dirigida al uso doméstico en baja tensión, en donde no se cuente con ningún equipo eléctrico de alto consumo y teniendo un consumo mínimo mensual de 25kWh.

El cargo de esta tarifa se realiza en 3 niveles de consumo:

- Consumo básico: Aplicable para cada uno de los primeros 75kWh.
- Consumo Intermedio: Aplicable para cada uno de los siguientes 65kWh.
- Consumo Excedente: Aplicable por cada kWh adicional a los anteriores.

Los precios de esta tarifa dependen directamente del mes en los que se realice el consumo.

2.4 Tarifa 1A

(CFE, 2021) La aplicación de esta tarifa comienza por relacionarse de manera directa con la geografía del territorio nacional ya que se aplica a servicios domésticos en baja tensión que se encuentran en localidades con una temperatura media mínima de 25 grados centígrados en el verano.

El verano está compuesto por los seis meses consecutivos con una calidez mayor.

Para que una localidad sea candidata a esta tarifa, la temperatura antes mencionada debe ser alcanzada en 3 o más años dentro de un periodo de los últimos cinco años.

Para el cálculo de los costos se debe definir el mes en que comienza el verano teniendo el registro del inicio de este se puede consultar el mes deseado.

Los cargos de esta tarifa son:

- Consumo básico: Aplicable para cada uno de los primeros 100kWh.
- Consumo Intermedio: Aplicable para cada uno de los siguientes 50kWh.
- Consumo Excedente: Aplicable por cada kWh adicional a los anteriores.

El consumo mínimo mensual de esta tarifa es de 25 kWh.

2.5 Elementos de la Instalación Eléctrica de una Casa Habitación

(Ondulec S.L Suministros eléctricos, 2019) Es de importancia conocer los elementos que normalmente conforman la instalación eléctrica en una casa

- Equipo de medición: Son dispositivos utilizados por las compañías eléctricas para medir el consumo de energía, estos dispositivos de medición deben estar ubicados en un área accesible a los técnicos de la empresa para lectura y visualización, y deben estar sellados y protegidos de reactivos externos.
- Acometida: El punto donde se conecta la red general de la compañía eléctrica a la instalación del usuario. Este punto está ubicado en la derivación del medidor.
- Interruptores: Sirven para abrir o cerrar un circuito eléctrico, permitiendo o no el paso de la corriente eléctrica.
 - Interruptor principal: Este interruptor generalmente es colocado inmediatamente después del equipo de medición.
 - Interruptor termomagnético: La función principal de este interruptor es proteger la instalación y a sus usuarios ante sobrecargas y corto circuitos.
- Alumbrado: Las lampara consumen energía de la instalación.
- Contactos: Sirven como toma de alimentación de corriente donde se conectan aparatos eléctricos y electrónicos.
- Puesta tierra: Es un conductor desnudo, que lleva toda la instalación por donde circulan todas aquellas corrientes eléctricas indeseables.

2.6 Tipo de Lámparas

- Lámparas fluorescentes compactas

El remplazar las lámparas incandescentes se deriva de la necesidad de ahorrar energía y costos, siendo las fluorescentes compactas o mejor conocidas como lámparas ahorradoras de energía, aquellas que son capaz de brindar la misma cantidad de luz en lúmenes, que las lámparas incandescentes.

Consumiendo hasta cuatro veces menos energía en watts y teniendo un tiempo de vida útil hasta de diez veces más. Son utilizadas para iluminación en general de casas, oficinas y comercios.

- Operación de la lámpara fluorescente compacta (CLF)

En la figura 2.1 se puede observar las partes que conforman a la CFL dando una breve descripción del funcionamiento o principio de operación de cada una de las partes, siendo cada una de ellas primordial para el buen funcionamiento.

La base o socket es el primer punto de contacto de la lámpara con la corriente eléctrica.

La base balastro es la parte de la lampará donde se portará el balastro.

El balastro se usa para mantener la luz estable y limitar la intensidad, si este balastro no se conectara la lámpara consumiría una gran cantidad de corriente y de forma rápida. Al momento de encender la lámpara el balastro proporciona un elevado voltaje para lograr la ionización del gas, pero de forma rápida reduce el voltaje al necesario para mantenerla encendida.

En el interior del cascaron contiene polvos fluorescentes siendo estos los que convierten la luz ultravioleta a luz visible.

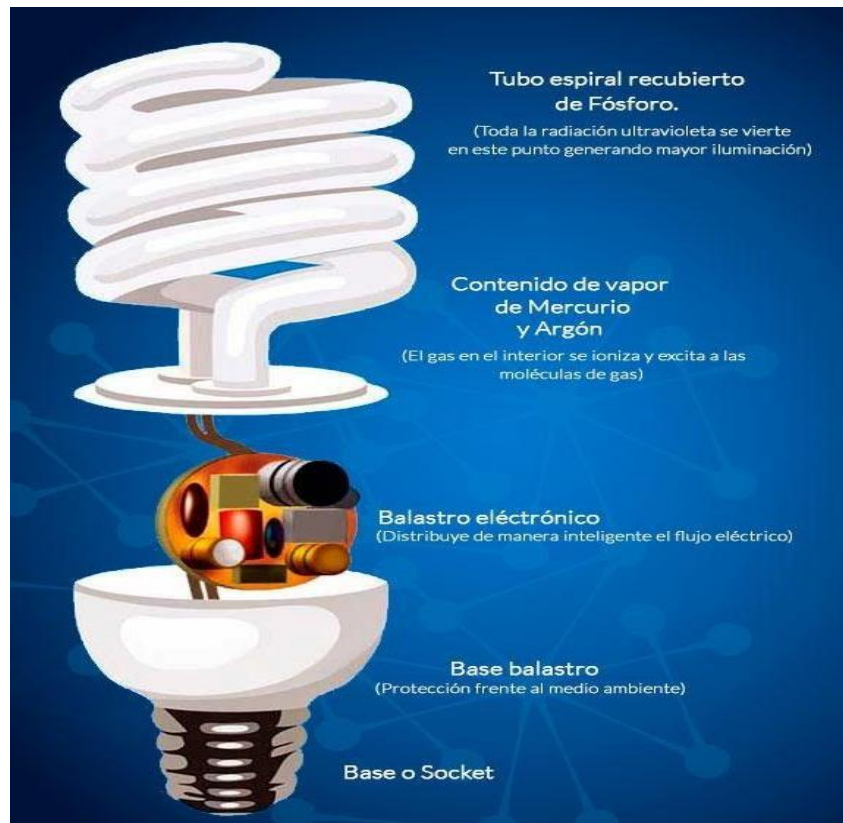


Figura 2.1 Partes de la lámpara fluorescente compacta. (Lumikon, 2017).

- Lámparas LED

Una luminaria led es una lámpara de estado sólido que utiliza diodos emisores de luz (Leds) en baja intensidad, los diodos son componentes eléctricos con dos terminales pero que tienen únicamente la capacidad de conducir la electricidad en una sola dirección.

Debido a su importante bajo consumo energético y alta eficiencia energética se está empleando esta tecnología en el alumbrado público, empresas, escuelas, hogares e incluso en aparatos eléctricos.

Ventajas de utilizar lámpara led:

- La luz emitida por este tipo de lámparas está en un rango del espectro necesario para la absorción de la clorofila en las plantas y promueve su crecimiento.
- Gracias a su poca emisión de calor comparado a la de una lámpara incandescente, consigue una reducción en la emisión de dióxido de carbono (CO₂).
- Su larga vida útil genera menos residuos.
- Su fabricación está exenta de mercurio y plomo, siendo de aluminio y acero.
- Mejora en la salud del ojo por su mínima emisión de calor y disminuye deslumbramientos.

Los consumos de energía comparados con los de las lámparas ahorradoras también logran ser hasta de cuatro veces menor, resultando ser equivalentes en cuanto a nivel de iluminación (lúmenes).

2.7 Equipo De Medición

Es toda aquella herramienta que proporciona los resultados de las mediciones. Para ello existen diferentes equipos de medición especiales y creados específicamente para cierto tipo de magnitud, en el área eléctrica se ocupan lo que son multímetros digitales o analógicos y analizador de redes entre otros.

- **Multímetro digital**

El multímetro digital es una herramienta utilizada para medir dos o más parámetros eléctricos como tensión en volts [V], corriente en amperes [A] y resistencia en ohms [Ω]. Es un equipo de diagnóstico estándar, muy ocupado en la industria eléctrica, pero sobre todo de fácil acceso. (Fluke Corporation, 2021)

- **Analizador de Redes**

(MaesWell, 2021) Es aquella herramienta utilizada específicamente en aquellas instalaciones donde se requiera hacer un estudio energético.

Un analizador de redes es utilizado para:

- Estudios de carga: verifica la capacidad que tiene un sistema antes y después de colocar alguna carga extra.
- Evaluaciones de energía: permite conocer los consumos eléctricos antes y después de aplicar un programa para ahorro de energía en la instalación. Con la posibilidad de medir y verificar el ahorro obtenido.
- Medición de armónicas: obtener los puntos críticos que pueden dañar a los equipos.

- **Analizador de redes WM 40-96 Carlo Gavazzi**

Analizador de la calidad de la energía que contiene una configuración avanzada y un display para la muestra de datos, este equipo es capaz de realizar la medición de las principales variables eléctricas en sistemas monofásico, bifásicos y trifásicos.

También contiene puertos de comunicación frontales y posteriores para el uso de módulos específicos para distintas funciones.



Figura 2.2 Analizador de redes WM 40-96. (Gavazzi, s.f)

A continuación, se presentan las fórmulas que el analizador aplica para el cálculo de las variables eléctricas estudiadas, estas son válidas para un sistema monofásico.

Tabla 2.1 Formulas del analizador WM 40-96. (Gavazzi, s.f)

Variable Eléctrica	Formula
Tensión eficaz instantánea	$V_{1N} \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_1^n (V_{1N})_i^2}$
Potencia activa instantánea	$W_1 = \frac{1}{n} * \sum_1^n V_{1N} * (V_{1N})_i * (A_1)_I$
Factor de potencia instantánea	$\cos \phi_1 = \frac{W_1}{VA_1}$
Intensidad eficaz instantánea	$A_1 = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_1^n (A_1)_i^2}$
Potencia reactiva instantánea	$var_1 = \sqrt{(VA_1)^2 - (W_1)^2}$

En la siguiente figura se muestra el modo de funcionamiento que utiliza el analizador de redes para realizar el registro de las variables eléctricas.

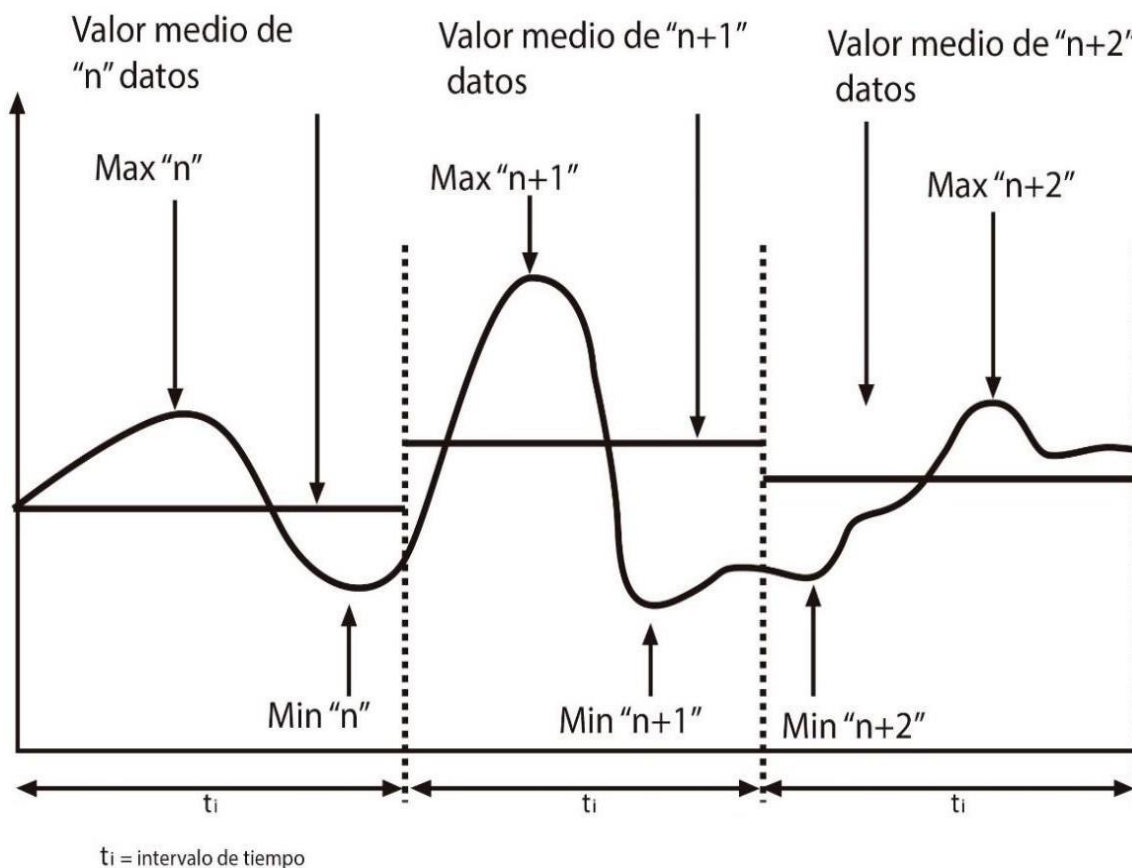


Figura 2.3 Modo de funcionamiento del analizador WM 40-96. (Gavazzi, s.f)

- **Analizador de calidad de la energía 435-II Fluke**

Este analizador es capaz de medir simultáneamente distintos parámetros de la energía los cuales muestran rápidamente el estado en el que se encuentra la calidad de la energía.

El muestreo de esta información en tiempo real ayuda a la reducción de la pérdida de la energía, así como encontrar la causa de los problemas en la calidad de la energía y a su vez observar de que manera esto afecta al sistema eléctrico, las siguientes son algunas de sus funciones:

- **Calculadora de pérdida de energía**

Esta permite entender el consumo energético al relacionar aspectos eléctricos, a su vez le permite al usuario la introducción de los parámetros físicos de los cables para calcular las posibles pérdidas debido a la dimensión de los conductores.

- **Estudio avanzado del estado de la calidad eléctrica**

El analizador genera un resumen del estado de la calidad de la energía con el cual permite al usuario visualizar todos los posibles problemas que presente la calidad de la energía en tiempo real.

- **AutoTrend**

Esta función permite visualizar de una manera inmediata los cambios que se registran en la calidad de la energía a través de un periodo de tiempo.



Figura 2.4 Analizador de calidad de la energía 435-II. (Fluke, s.f)

CAPITULO 3

ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Carga

- Localización geográfica de la carga

El inmueble a estudiar se encuentra localizado en el Estado de México en el municipio de Tlalnepantla de Baz, con dirección: Puerto Tampico #10, Col. El Puerto.

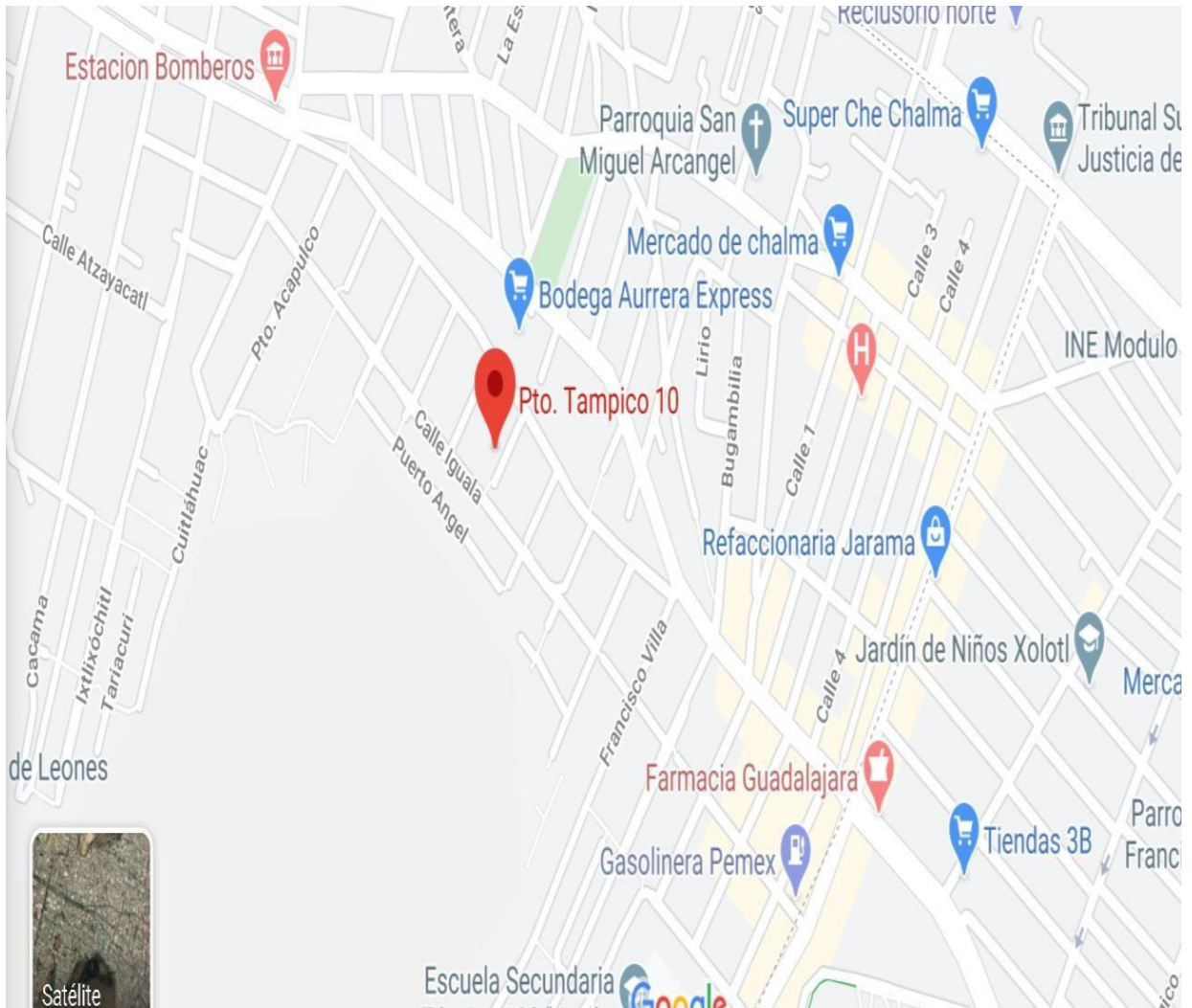


Figura 3.1 Ubicación geográfica de la carga. (Google maps, 2021)

- Cuadro de cargas de contactos y lámparas con respecto al plano

El cuadro de cargas de contactos y lámparas con respecto al plano se obtiene de hacer el levantamiento en la casa y únicamente se contempla aquellas cargas visibles e ideales que se pudieran conectar como lo son los contactos y lámparas ya existentes en la instalación. De acuerdo a la norma vigente para instalaciones eléctricas en baja tensión, la NOM- 001-SEDE-2012 donde indica que las salidas de contactos se deben considerar cuando menos de 180 volt amperes para cada contacto sencillo o múltiple.

Tabla 3.1 Cuadro de cargas de lámparas y contactos de acuerdo al plano.

CUADRO DE CARGAS			
Carga en watts	Lámpara techo	Contacto sencillo	Watts totales
	100	162	
Alumbrado	15	-	1500
Contactos	-	37	5994
Carga total instalada			7494

De acuerdo con el cuadro de cargas que se muestra en la tabla 3.1 se puede observar que la cantidad de contactos y lámparas con los que cuenta la casa como se muestra en el plano en las figuras 3.3 y 3.4, siendo estos los previstos a utilizar en la casa al momento de su construcción y diseño de instalación eléctrica. Se toma en cuenta que se designó aproximadamente una carga total instalada de 7494 watts.

- Cuadro de cargas real

Se considera cuadro de cargas real porque se realizó un levantamiento de todas las cargas conectadas y utilizadas en la casa habitación actualmente, ya que este es el consumo real que tiene la casa y que llega a ser mayor al que están destinados los contactos colocados actualmente porque se observa en la tabla 3.2 una carga total de 10157 watts, esto quiere decir que a lo largo de los años la carga incremento 2663 W lo

cual corresponde a un 35% más de la carga con la que fue diseñada la casa originalmente.

Tabla 3.2 Cuadro de cargas de la carga actual instalada.

CUADRO DE CARGAS								
Circuito	Carga alimentada	Cantidad	Carga (W)	Voltaje (V)	No. fases	No. Hilos	Carga (kW)	
C1	Alumbrado	15	345	127	1	2	0.345	
	Refrigerador	1	130	127	1	2	0.13	
	Televisión	4	440	127	1	2	0.44	
	Modem	1	27	127	1	2	0.027	
	Teléfono	2	26	127	1	2	0.026	
	Receptor cable	1	16	127	1	2	0.016	
	Barra de sonido	1	65	127	1	2	0.065	
	Regulador	3	2775	127	1	2	2.775	
	Licuada	2	950	127	1	2	0.95	
	Lavadora	1	640	127	1	2	0.64	
	Consola de videojuegos	4	547	127	1	2	0.547	
	Blu-ray	1	165	127	1	2	0.165	
	Microondas	1	1500	120	1	2	1.5	
	Amplificador musical	1	950	120	1	2	0.95	
	Bocina	1	150	127	1	2	0.15	
	sistema de sonido	1	97	120	1	2	0.097	
	Receptor de luminarias inteligente	1	8	127	1	2	0.008	
	Plancha			1200	127	1	2	1.2
	Computadora	2		126	127	1	2	0.126
	Total			10157				10.157

- Planos

En los planos que se encuentran ubicados simbólicamente los elementos eléctricos como contactos y lámparas con los que cuenta actualmente la casa a estudiar.

La figura 3.2 incluye la simbología que se utiliza para los planos tanto la planta baja como el primer piso.












Simbología	
 Apagador Sencillo	 Puerta
 Lámpara centro	 Tubería Loza-Loza
 Centro de Carga	 Tubería Loza-Muro
 Ventana	 Tubería Muro-Muro
 Contacto Polarizado	 Doble Apagador Sencillo
 Doble contacto Polarizado	

Figura 3.2 Simbología utilizada en los planos. (ANCE, 2019)

- Plano planta baja

En el plano de la planta baja de la casa se encuentra la distribución de las áreas como lo son: el garaje, sala, cocina, comedor, baño, escaleras y patio trasero, con sus respectivas acotaciones dadas en centímetros; con sus correspondientes ubicaciones de muros, puertas y ventanas. Y a su vez como están situados los elementos eléctricos en ella como los contactos, luminarias e interruptores y su conexión entre sí, dando a conocer que interruptor controla cada luminaria y como se muestra la operación, ya sea con un apagador sencillo o uno doble, lo anterior mencionado se muestra en la figura 3.3.

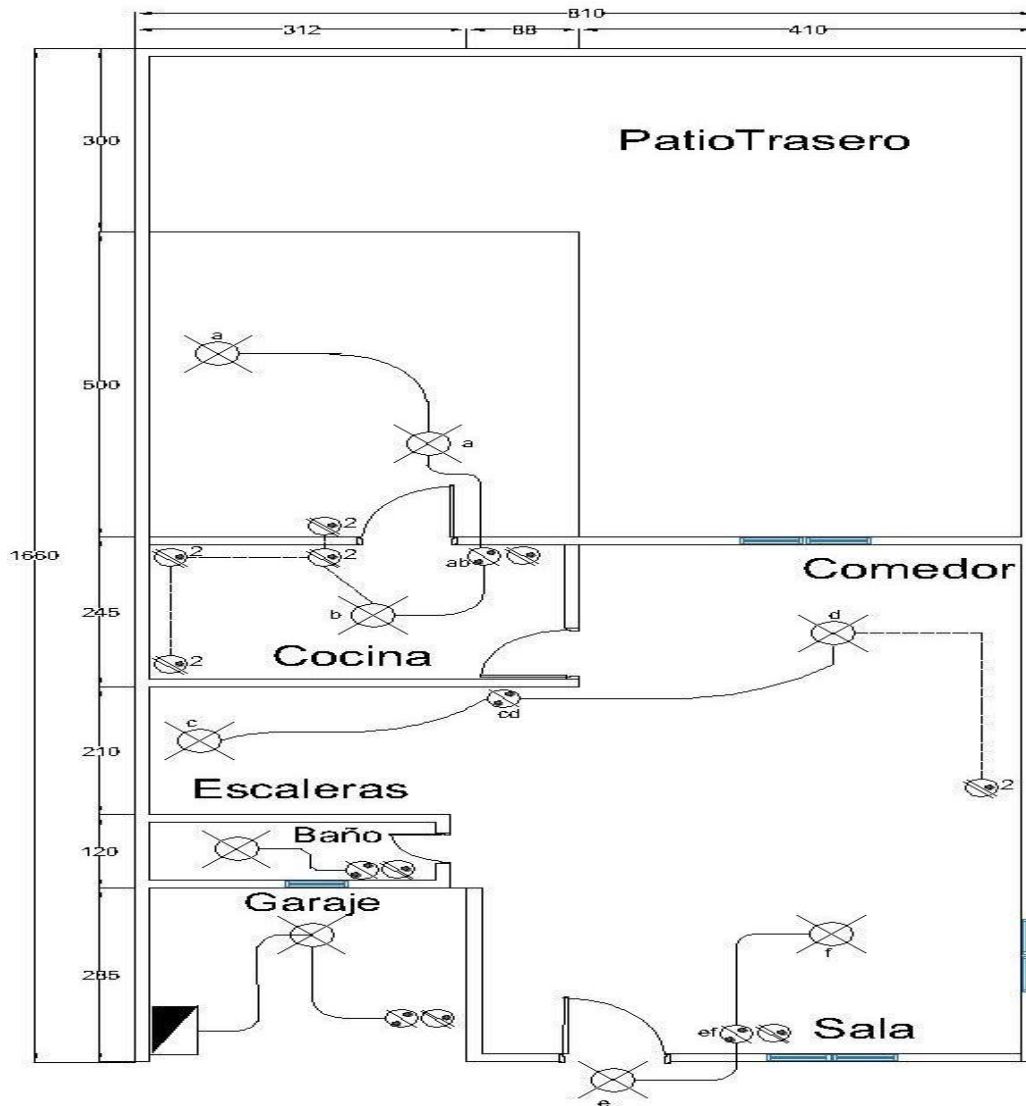


Figura 3.3 Plano de planta baja de la casa habitación.

- Plano primer piso

En la figura 3.4 se muestra el plano del primer piso de la casa donde se observa la distribución de las áreas, las cuales son: cuatro recamaras, un baño y las escaleras, todas estas áreas con sus respectivas acotaciones dadas en centímetros, así con las ubicaciones de muros, puertas

y ventanas. Dentro del plano se sitúan los elementos eléctricos en ella como los contactos, luminarias y interruptores y su conexión entre sí, dando a conocer que apagador controla y se encuentra conectado a la lámpara, ya sea con un interruptor sencillo o uno doble.

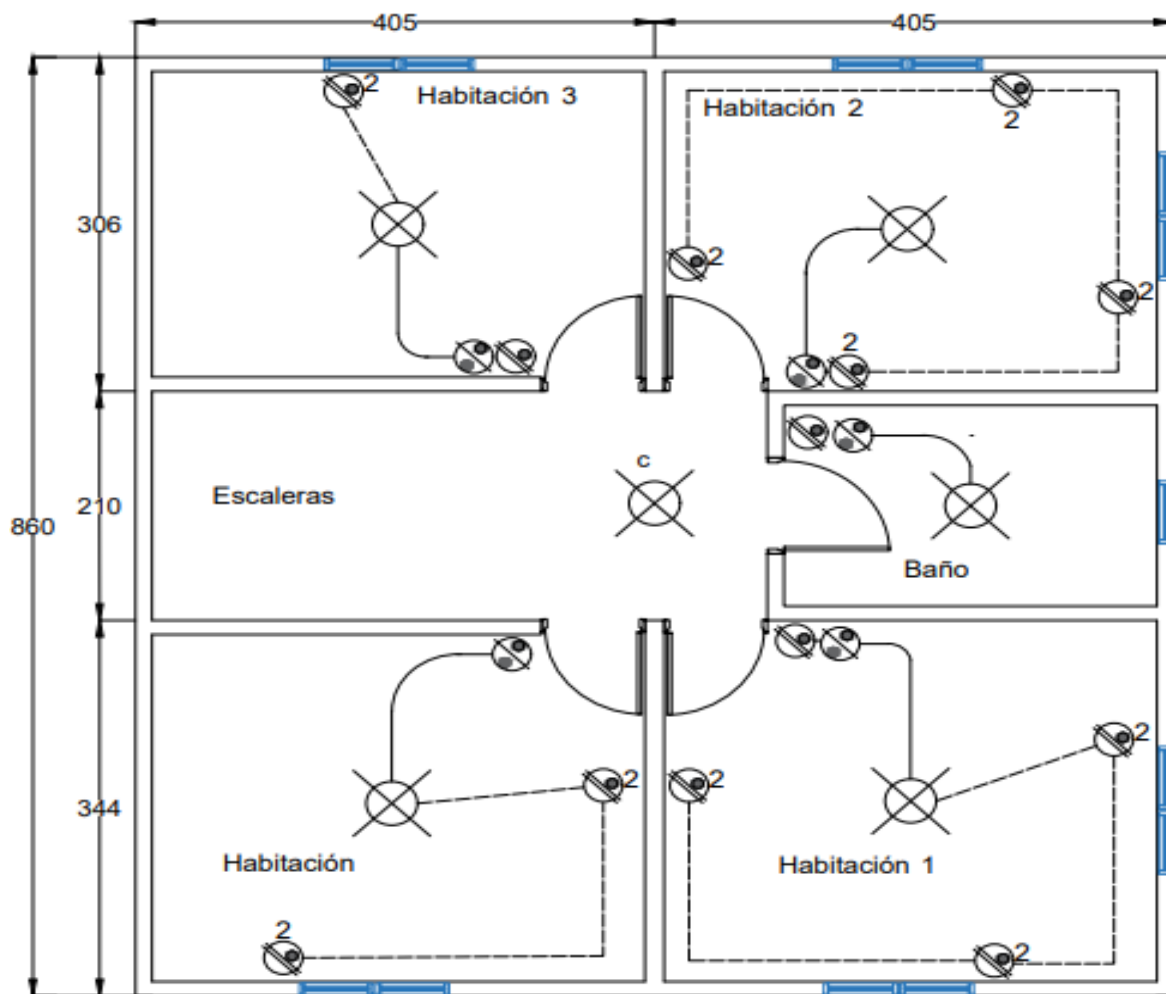


Figura 3.4 Plano del primer piso de la casa habitación.

La carga en la casa donde se está aplicando el caso de estudio incrementa a lo largo de 33 años que esta tiene de antigüedad, esto pudo haber sido por el simple hecho que desde esos años no se contaban con tantos aparatos eléctricos y electrónicos, lo cual al paso del tiempo y conforme se fue teniendo acceso a adquirir nuevos aparatos, la carga original de esta se vio afectada.

A simple vista se puede observar que las dimensiones de las áreas de la casa en los planos son muy amplias y que la cantidad de elementos para colocar luminarias son muy pocos y que se necesita de luminarias que proporcionen buena iluminación para cubrirlas todas.

De igual manera al observar el número de contactos con los que cuenta la casa y la cantidad de cargas que se conectan, probablemente no alcancen para conectar todos los aparatos y se hace uso de extensiones o multicontactos que a su vez pueden generar sobre calentamientos en esos puntos específicos de la instalación eléctrica.

3.2 Diagrama Unifilar

El diagrama unifilar es una representación gráfica de toda la instalación desde la acometida, el interruptor general de cuchillas, interruptores termomagnéticos donde se realiza la derivación de circuitos y de los elementos de la instalación eléctrica.

La figura 3.5 incluye la simbología que se utiliza para el diagrama unifilar general y el real de la instalación de la casa.











Simbología	
 Apagador Sencillo	 Doble Apagador Sencillo
 Lámpara centro	 Doble contacto Polarizado
 Contacto Polarizado	 Acometida
 Interruptor	 Tierra Física
 Equipo de Medición	 Fusibles

Figura 3.5 Simbología utilizada en lo diagramas unifilares. (ANCE, 2019)

- Diagrama unifilar general

El diagrama unifilar general se apega a las especificaciones y las cargas localizadas en los planos mostrados en la figura 3.3, respecto a la normatividad.

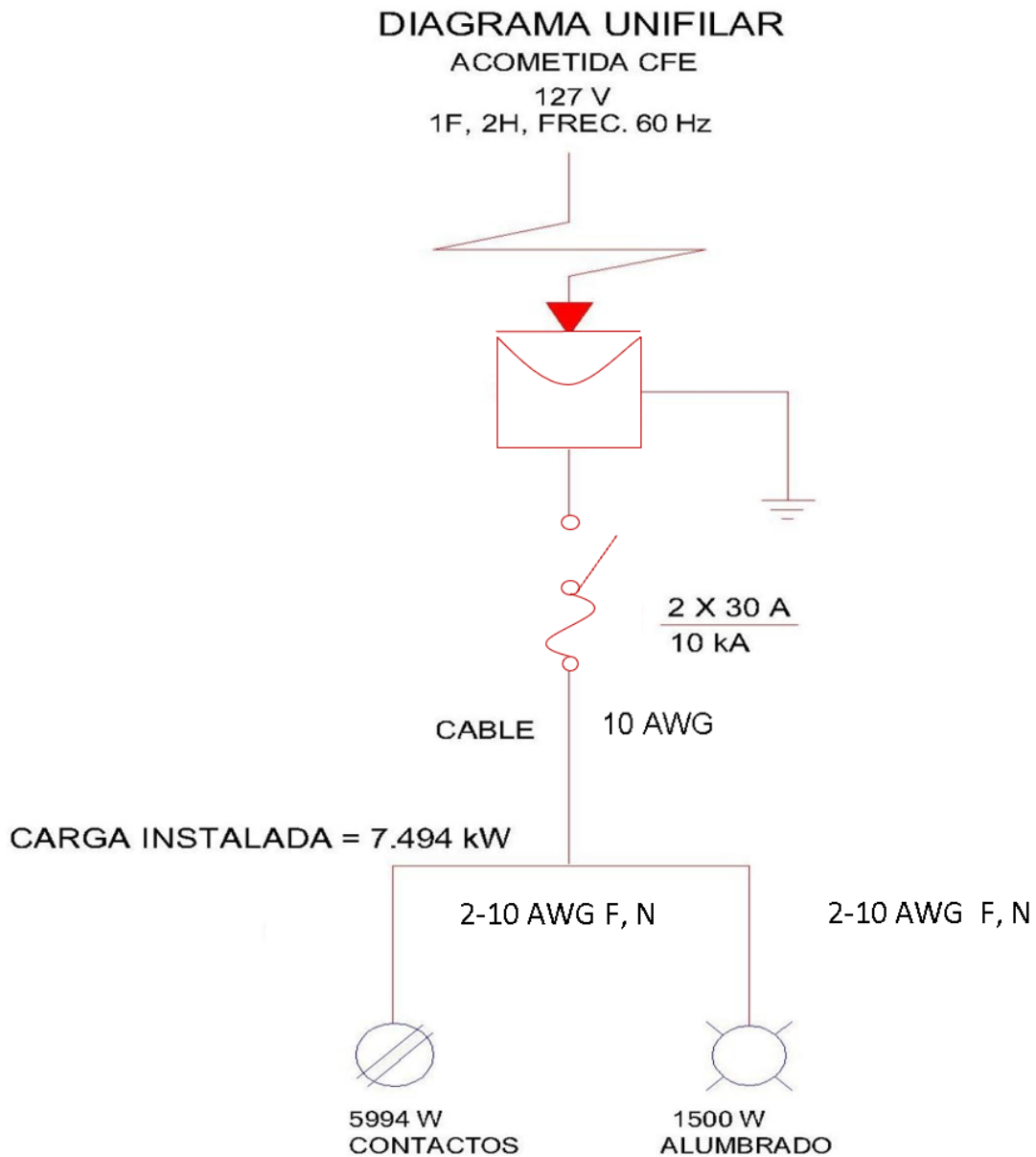


Figura 3.6 Diagrama unifilar general.

En el diagrama unifilar de la figura 3.6 se observa que le faltan muchas especificaciones, como corriente nominal y caída de tensión.

Debido a que la casa tiene 33 años de antigüedad y no se ha renovado la instalación en todo este tiempo ya no se cuenta con los datos necesarios para conocer las condiciones en las que se encontraba la instalación en el momento en el que se realizó su instalación.

- Diagrama unifilar real

Se le colocó el nombre de diagrama unifilar real a la figura 3.7, debido a que se hizo el levantamiento de las cargas reales conectadas en la actualidad en la casa habitación, sin tomar en cuenta el factor de demanda.

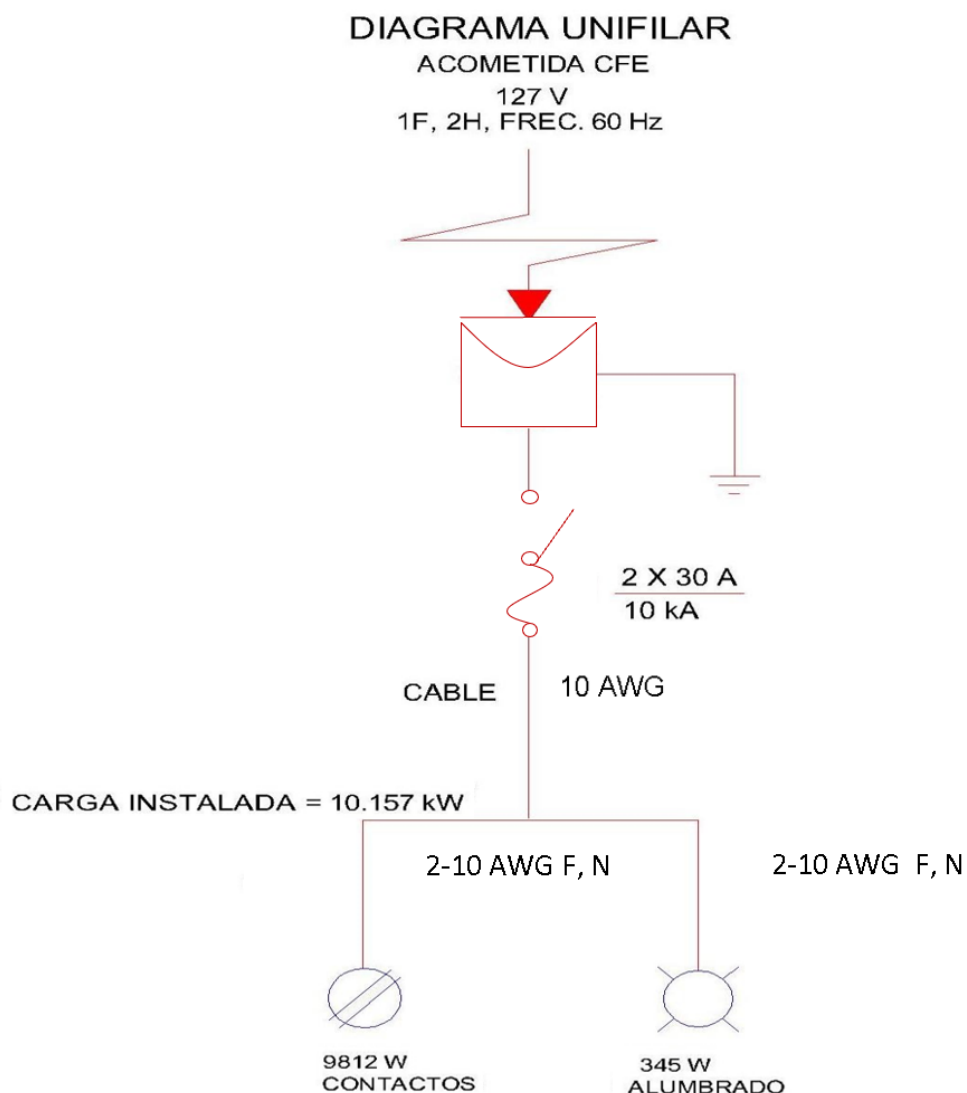


Figura 3.7 Diagrama unifilar con carga real actual sin factor de demanda.

Por lo tanto, se hace notar que la carga total instalada para la que fue diseñada la instalación hace 33 años a comparación con la carga que se utiliza en la actualidad ha incrementado por lo menos 2663 W, lo cual es un incremento considerable, de acuerdo a nuestro punto de referencia inicial con respecto a la carga como se menciona en el cuadro de cargas.

Al revisar el diagrama unifilar de la instalación eléctrica de la casa, se observa que le hacen falta componentes eléctricos que aseguren la integridad de las personas y del sistema, por lo cual se recomienda realizar una modificación en el cableado de la casa, ya que tanto para el circuito de iluminación como para el de contactos ocupa actualmente un calibre 10 AWG y tomando como referencia las recomendaciones de la NOM-001.-SEDE-2012, donde dice que para circuitos derivados de una instalación de una casa, se debe ocupar un calibre 14 AWG o 12 AWG para alumbrado, 12 AWG o 10 AWG para contactos, y como mínimo un conductor puesta a tierra 8 AWG.

También se recomienda tener la casa dividida en al menos dos circuitos derivados, uno para planta baja y otro para primer piso, con dos interruptores termomagnéticos al menos de 15 A cada uno, independiente del interruptor general de cuchillas con dos fusibles de 30 A cada uno, para que en caso de una falla y si los termomagnéticos llegaran a fallar y no accionar, los fusibles a través del hilo listón controlar la falla y evitar que esta llegue al transformador que suministra la energía eléctrica a la casa.

3.3 Consumo Energético con Respecto Al Recibo

- Consumo histórico

De los recibos de consumo de energía eléctrica que se encuentran en el anexo A emitidos por CFE se toman el registro histórico de consumos de energía en esa casa habitación a lo largo de los bimestres como se observa en la tabla 3.3 desde el mes de octubre del 2018 al mes de abril del 2021 para tener una perspectiva amplia de la situación que está presentando el hogar en relación consumo de energía y costos de la misma.

Tabla 3.3 Consumo histórico. (Recibo CFE, 2021)

Periodo	kWh	Importe
del 19 Oct 2018 al 17 Dic 2018	294	\$355
del 17 Dic 2018 al 18 Feb 2019	274	\$301
del 18 Feb 2019 al 22 Abr 2019	291	\$349
del 22 Abr 2019 al 20 Jun 2019	294	\$363
del 20 Jun 2019 al 20 Ago 2019	291	\$355
del 20 Ago 2019 al 21 Oct 2019	308	\$420
del 21 Oct 2019 al 17 Dic 2019	268	\$305
del 17 Dic 2019 al 19 Feb 2020	279	\$320
del 19 Feb 2020 al 21 Abr 2020	313	\$446
del 21 Abr 2020 al 19 Jun 2020	388	\$729
del 19 Jun 2020 al 20 Ago 2020	393	\$761
del 20 Ago 2020 al 20 Oct 2020	354	\$607
del 20 Oct 2020 al 17 Dic 2020	357	\$621
del 17 Dic 2020 al 17 Feb 2021	362	\$643
del 17 Feb 2021 al 22 Abr 2021	384	\$732

- Graficas de consumos bimestrales y curva anual

En la figura 3.4 y 3.5 podemos observar de forma gráfica los consumos que se han tenido en la casa habitación en los últimos meses y en el cual podemos analizar en que meses se consume más energía de lo habitual.

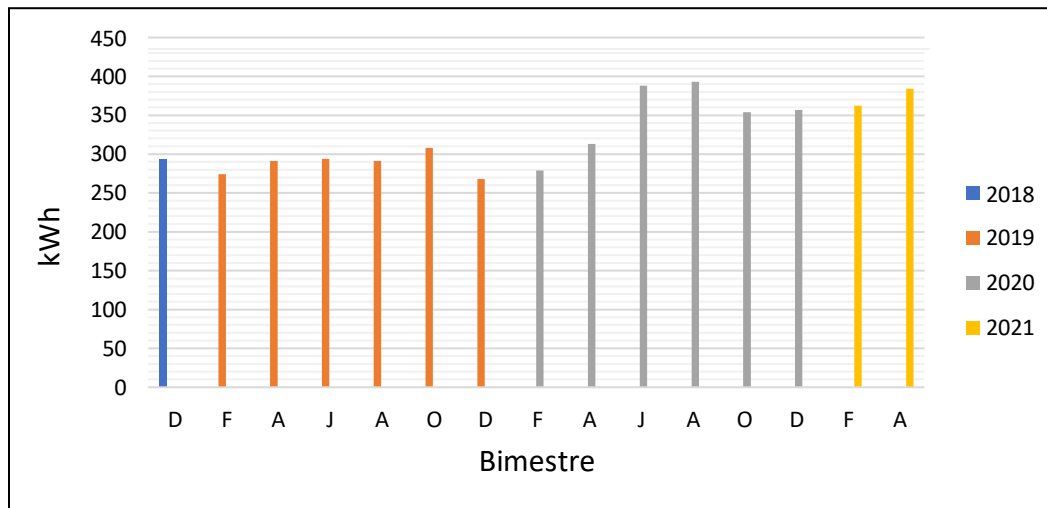


Figura 3.8 Grafica de consumos bimestrales.

En la figura 3.4 mostrada anteriormente se observa cómo han sido los consumos de energía eléctrica en la casa a lo largo de los años del 2018, 2019, 2020 y lo que va del año 2021.

En los años 2018, 2019 y el periodo de facturación de los meses de febrero y abril del 2020, donde todavía México no entraba en el periodo de cuarentena debido a la situación de emergencia sanitaria por COVID se observan que los consumos no llegaban a ser mayores a 313 kWh, lo cual al ser comparado con los meses posteriores en pandemia el consumo incrementó 75 kWh tan sólo en la facturación de los meses de abril a junio del 2021.

Lo cual se llega a analizar en la figura 3.5 de la curva anual, una curva lineal donde se observan perfectamente los altos consumos que ha llegado a tener los habitantes de la casa en los meses de pandemia, siendo abril del 2021 el mes con el pico más alto hasta el momento de consumo con 393 kWh.

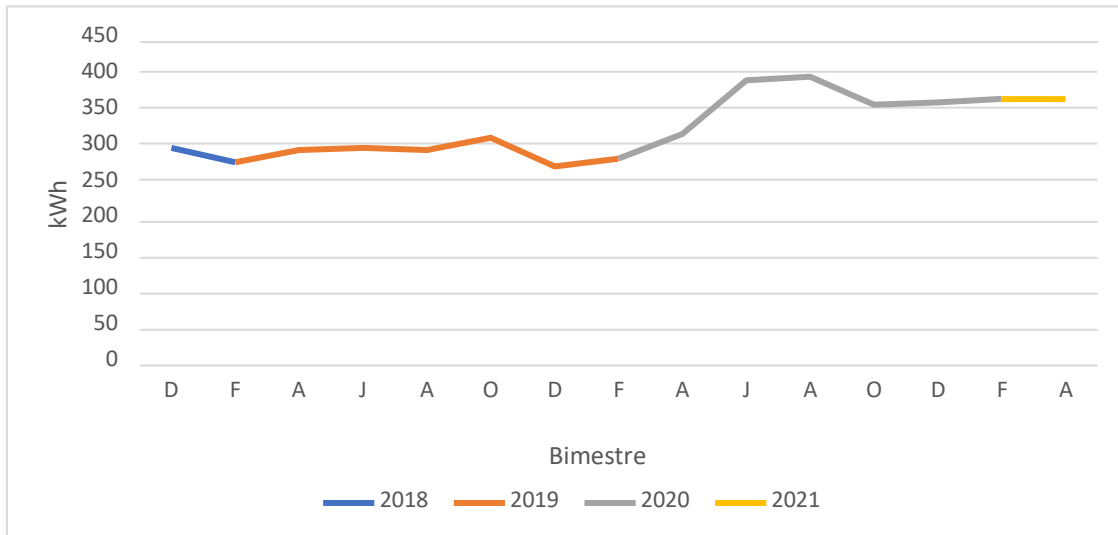


Figura 3.9 Curva anual del 2018 al 2021 de la casa habitación.

- Costos bimestrales

El mismo comportamiento que se tiene en la gráfica y la curva de las figuras 3.7 y 3.8 se puede observar en la gráfica de la figura 3.9 pero en relación a los costos trimestrales registrados, destacando desde el mes de junio del 2020 hasta abril del 2021 con los precios más elevados, debido a que en esos trimestres ya se encontraban en etapa de confinamiento por la pandemia y todos estaban realizando todas aquellas actividades que normalmente se hacen fuera de casa como las actividades escolares y trabajo desde casa.

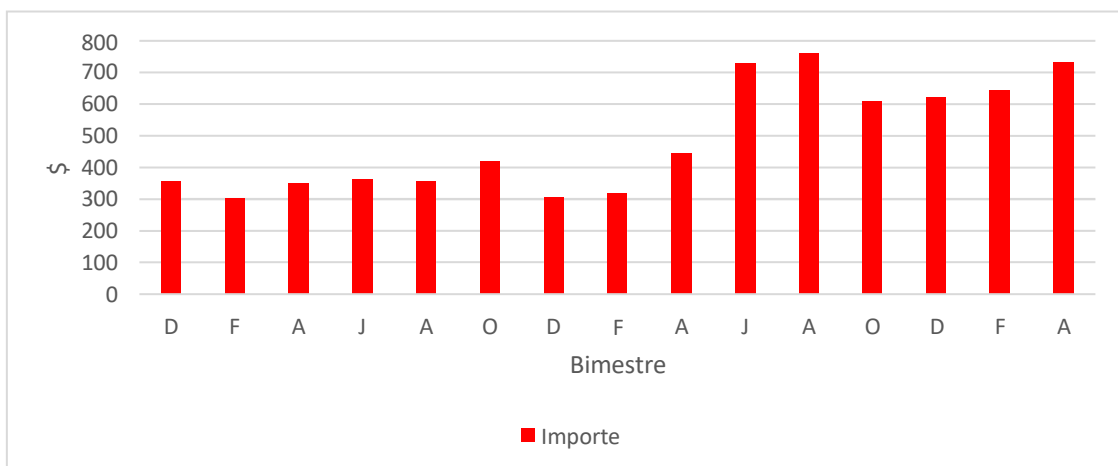


Figura 3.10 Gráfica de costos bimestrales.

3.4 Parametrización y Conexión del Analizador de Redes WM 40-96

Para la conexión del analizador de redes al sistema eléctrico del hogar, se debe contar con los siguientes accesorios:

- Modulo ethernet con memoria integrada modelo M C ETH M
- Transformador de Corriente

Se enlaza el analizador con el software “Carlo Gavazzi Universal Configuration Software 7” para PC.

El módulo de ethernet permite entablar esta conexión, la cual provee las herramientas de parametrización y transferencia de datos entre el software y el hardware.

Se procede a encender el analizador de redes y se ingresa a los ajustes básicos. Dentro de los ajustes nos dirigimos a las opciones de conexión ethernet para conocer las direcciones IP, la máscara de subred y la puerta de enlace predeterminada del equipo. Conociendo las direcciones del equipo antes mencionadas se vinculan con las direcciones del modem de internet de la casa habitación. Una vez que la conexión del analizador a la red de internet esta lista, al ejecutar el software Carlo Gavazzi UCS 7 la computadora detecta automáticamente al equipo.

Ya que el equipo está enlazado con el software se procede a realizar la parametrización y conexión correspondiente a un sistema de una fase a dos hilos con base en el diagrama del fabricante, tanto del analizador como del transformador de corriente como se muestra en el anexo B figura 13 (Selección del tipo de sistema: 1 fase)

Una vez que este el equipo conectado a la instalación al punto más cercano de medidor, a través del software Carlo Gavazzi UCS 7 se corrobora que el aparato esté funcionando y tomando lecturas en tiempo real.

Corroborando un correcto funcionamiento del equipo mediante el software, se procede a realizar la configuración del analizador de redes tomando en cuenta que el aparato

proporciona una lista de aplicaciones seleccionables que dependerán del alcance que el módulo ethernet nos permita acceder, esta lista de aplicaciones se encuentra en el anexo D.

De acuerdo a la lista de variables que se encuentra en el anexo C se procede a seleccionar las posibles variables a medir como lo son la tensión, corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia, VAR y los armónicos en la línea para este caso. Cuando son elegidas todas las variables necesarias, la configuración se enviará al equipo, se realiza un reinicio de variables y se actualiza la fecha y hora.

También se selecciona el tiempo requerido de la toma de lecturas por el equipo las cuales serán agrupadas en una base de datos que el usuario deberá descargar aproximadamente cada 2 o 3 días por cuestión de la memoria del equipo, una vez realizada la descarga de datos se debe realizar un reinicio de todas las variables para vaciar la memoria y asegurar un buen funcionamiento del equipo para que pueda tomar las lecturas posteriores.

3.5 Análisis de las Variables y sus Graficas Adquiridas

Variables mensuales obtenidas del analizador de redes WM 40-96 de Carlo Gavazzi.

- Tensión.

La toma de lecturas de tensión más significativas del sistema analizado en un periodo de tiempo de un mes refleja que los valores más altos con respecto al nivel otorgado por la compañía suministradora se ven reflejados en las horas matutinas donde la demanda de la población es menor o nula a comparación de las horas pico.

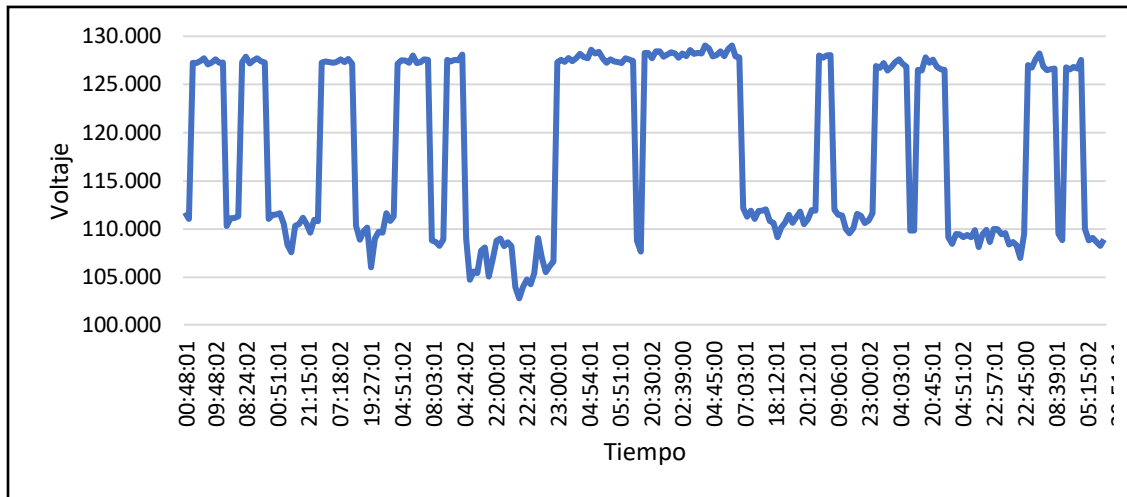


Figura 3.11 Gráfica de tensión mensual marzo-abril.

En la gráfica anterior se puede apreciar el balance de las medidas de tensión de cuatro semanas del 22 de marzo al 18 de abril cuyas gráficas semanales se encuentran en el anexo E.

El menor consumo de energía en la red se da dentro de los periodos de ,en cuyos lapsos de tiempo se tiene un nivel de tensión que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma NMX-J098-ANCE que indica máximo +5% y mínimo -10% de la tensión nominal de 120v, dando una máxima de 133v y 114v, mientras se presenta el nivel más bajo de tensión a las hora 22:24 horas con 102v estando fuera de la normatividad y el punto más alto a las 4:45 y a las 7:03 horas con 129v, este encontrándose dentro de los parámetros.

- Corriente.

Las lecturas de corriente registradas mensuales en estas lecturas la corriente está dada por la carga conectada en la casa habitación a lo largo de este periodo de tiempo, cuyos niveles de corriente cambian conforme a la utilización de los aparatos eléctricos con los que se cuenta.

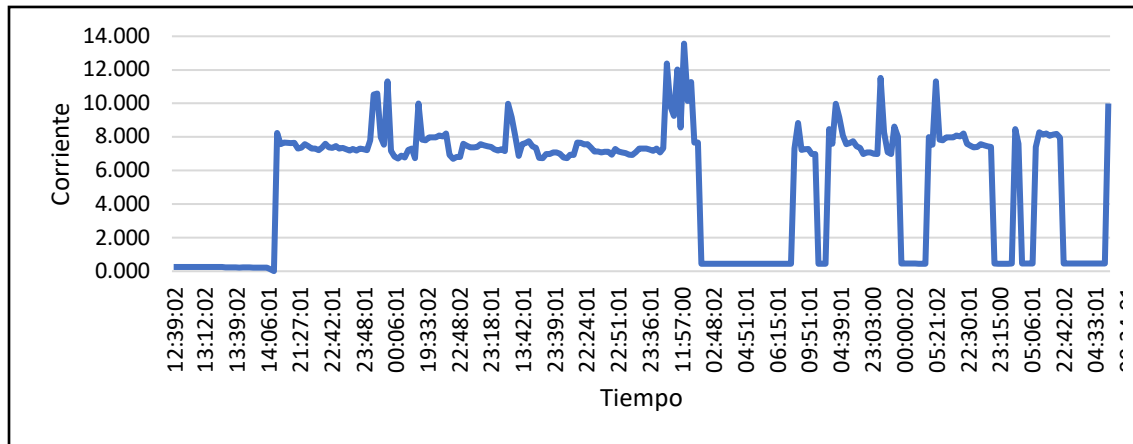


Figura 3.12 Gráfica de corriente mensual marzo-abril.

A partir de las 4 de la tarde la corriente se incrementa de una forma abrupta ya que se tiene el mayor número de equipos conectados lo cual genera una mayor demanda de corriente eléctrica al sistema.

Esta demanda de corriente considerable continua con un patrón de aumento por las tardes noche, esto se debe a que en este lapso de tiempo hay un consumo continuo.

En este periodo también se observa que hay noches donde no se utilizan la máxima cantidad de equipos, pero la demanda de corriente sigue siendo considerable y constante.

Las gráficas semanales se encuentran ubicadas en el anexo F.

- Potencia.

En la siguiente figura se muestra la gráfica de la potencia consumida por la casa habitación dentro de un mes, divididas en 4 semanas cuyas gráficas semanales se encuentran en el anexo G.

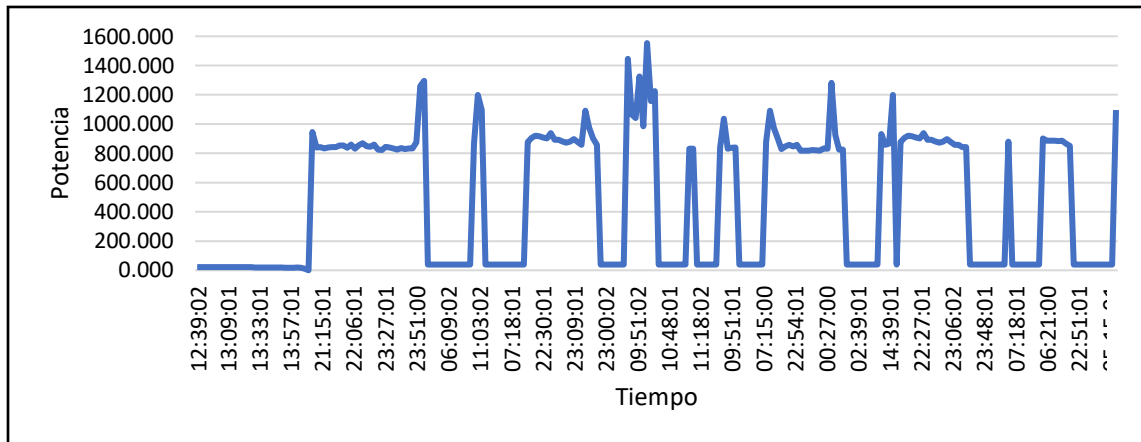


Figura 3.13 Gráfica de potencia consumida mensual marzo-abril.

Se puede observar que los mayores momentos de consumo eléctrico se suscitan por la tarde noche, momento en el que se encuentra el mayor número de habitantes de la casa habitación y por ende se utiliza la mayor parte de equipos eléctricos al mismo tiempo.

Es posible observar en las gráficas que en los lapsos de las 4 de la tarde hasta las 12 de la noche es el punto de mayor consumo ya que es cuando se realizan el mayor número de actividades simultaneas que requieren de una mayor demanda de corriente, además se notan momentos de alto consumo en un horario de 8 de la mañana a medio día en los cuales se realizan actividades de limpieza que requieren una alta demanda de corriente.

A partir de las 12 de la noche se puede observar una tendencia descendente de la potencia, ya que a esta hora el uso de los equipos va reduciéndose debido a que son horas de descanso, sin embargo, la potencia demandada en la madrugada mantiene un valor mínimo, eso debido a todos los equipos que permanecen en estado de reposo lo cual requiere una cantidad de potencia mínima.

También se observa que en un horario entre las 8 y las 11 de la mañana comienza un crecimiento exponencial del consumo de energía ya que es el horario en que inician las actividades diarias.

Las gráficas semanales se encuentran ubicadas en el anexo G.

- Volt amperes reactivos (VAR).

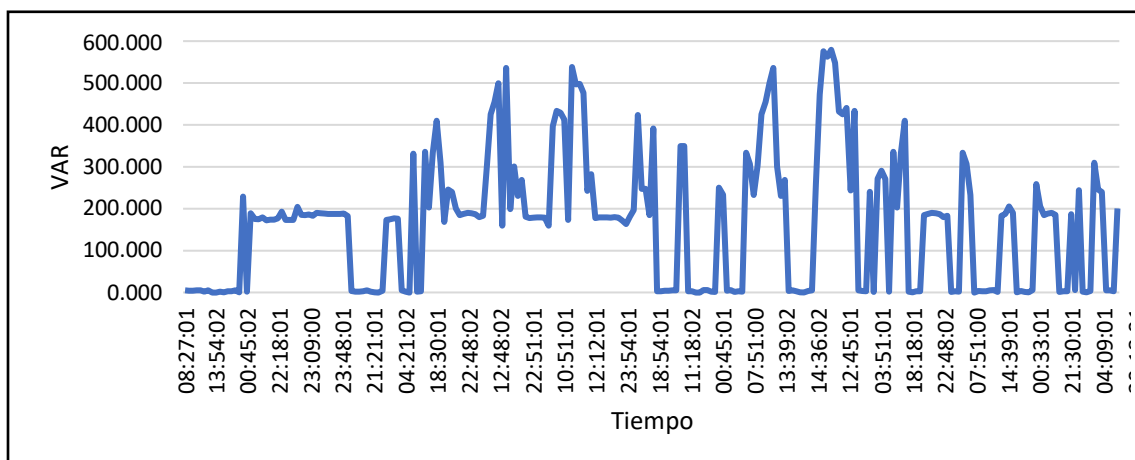


Figura 3.14 Gráfica de los volt-amper reactivos mensual marzo-abril.

En la gráfica anterior se muestran los valores de la potencia reactiva que se presenta en las cargas inductivas como capacitivas del hogar. En el caso de las cargas inductivas estas encuentran presente en los motores de los electrodomésticos que se encuentran en la casa habitación ya sea en la lavadora o licuadora, mientras que las cargas capacitivas están presentes generalmente en los aparatos electrónicos.

Esta potencia está presente en menor cantidad que la potencia activa como se puede observar en el día 22 de mayo de las 12 a las 13 horas la potencia activa tiene un valor muy bajo por lo tanto la potencia reactiva es menor que ella. Mientras que en los siguientes días el valor de la potencia activa como de la potencia reactiva aumentan considerablemente pero siempre siendo la potencia reactiva menor a la potencia activa.

Esta relación de potencias es muy útil conocerla ya que son factores que repercuten de manera directa con el factor de potencia ya que si se tiene un menor valor de potencia reactiva se tiene un mayor factor de potencia.

Un valor de potencia reactiva bajo indica que nuestra carga no genera reactivos y por lo tanto la energía que consumimos es completamente transformada en un trabajo útil. Mientras que si se tiene un gran valor de potencia reactiva el desperdicio de energía es mayor.

Las gráficas semanales se encuentran ubicadas en el anexo H.

- Factor de potencia (FP).

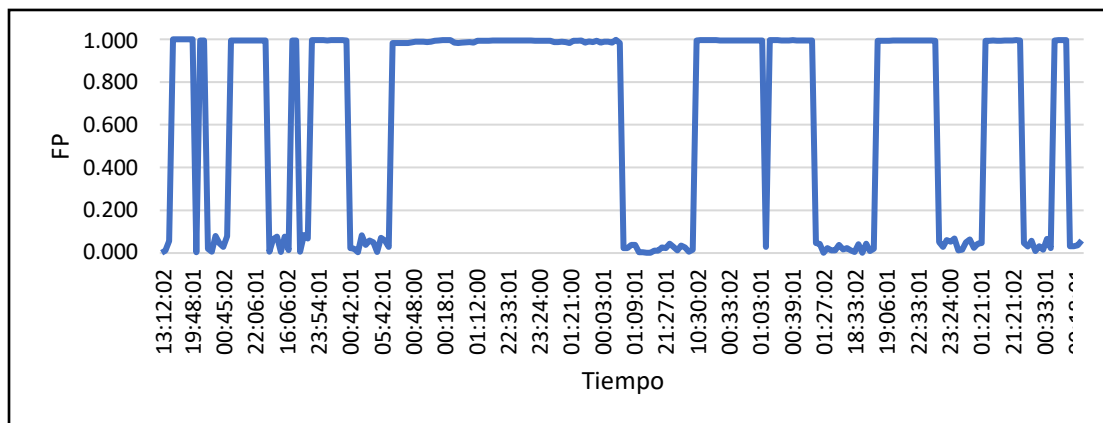


Figura 3.15 Gráfica del factor de potencia mensual marzo-abril.

Analizando las lecturas obtenidas del factor de potencia se muestra en las gráficas anteriores que se llegaron a tener valores óptimos entre el rango de 0.90 a 1.0 los cuales son ideales ya que estar entre estos parámetros nos indican que toda la energía que la casa habitación está consumiendo, está siendo transformada en trabajo. En la figura se muestra que en distintos periodos de la semana se llega a tener un valor óptimo de 1 lo cual brinda distintos beneficios como son:

- Las pérdidas eléctricas por efecto Joule disminuyen en los conductores.
- Las penalizaciones por parte de CFE se evitan por lo cual existe una reducción del costo de la facturación.
- Las pérdidas debido a las caídas de tensión se reducen.

Aun cuando se presentan valores óptimos, también se llegaron a tener lecturas por debajo del rango ideal las cuales se presentan en horas tanto matutinas como vespertinas.

Estos factores bajos llegan a presentarse si se cuenta con un gran número de motores funcionando en tiempo real o si se cuenta con una gran cantidad de refrigeradores y aires acondicionados. Como no se cuentan con estos equipos en la casa habitación analizada ni se cuentan con negocios de este tipo que el transformador de la cuadra tenga que alimentar, estos valores tan bajos se pueden atribuir a que se tenga una red eléctrica en malas condiciones físicas, así como un mal estado físico de los equipos instalados.

Este factor de potencia tan bajo es posible de corregir si la compañía suministradora instala bancos de capacitores ya sean variables o fijos.

Las gráficas semanales se encuentran ubicadas en el anexo I.

- Total Harmonic Distortion (THD).

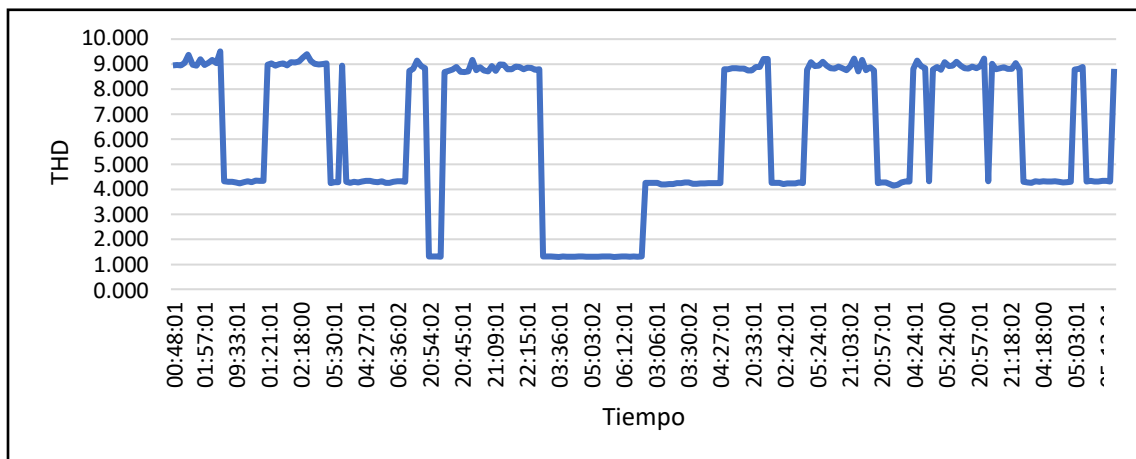


Figura 3.16 Gráfica de armónicos mensual marzo-abril.

En las figuras 3.37, 3.38, 3.39 y 3.40 se muestran los valores que se generan por la distorsión armónica total, la cual nos indica que tanto se distorsiona la forma de onda

senoidal. Esta forma senoidal limpia proviene directamente de la energía que CFE provee y se comienza a distorsionar cuando es consumida por cargas de tipo no lineales. Las cargas no lineales contienen electrónica en su etapa de entrada y al alimentarse por una tensión senoidal requieren una corriente no senoidal o distorsionada. Algunos ejemplos de cargas no lineales son:

- Computadoras.
- Cargadores de baterías.
- Reguladores.

Esta distorsión es causada en los múltiplos de la frecuencia fundamental (60 Hz), como lo pueden ser para el quinto armónico una frecuencia de 300 Hz o en el caso del séptimo armónico una frecuencia de 420 Hz.

La distorsión total armónica es el porcentaje que se acumula de todos los tipos de armónicos, si esta distorsión es muy alta puede provocar problemas en los centros de carga como una resonancia en los bancos de capacitores. Estos valores de distorsión permisibles están limitados conforme la norma IEEE 519 "Prácticas recomendadas y requerimientos para el control de armónicas en sistemas eléctricos de potencia" dependen de la relación de cortocircuito por lo que entre mayor sea, mayor será el límite permisible que tenga la distorsión armónica.

Las gráficas semanales se encuentran ubicadas en el anexo J.

3.6 Calculo de la Caída de Tensión y Perdidas de Potencia

- Caída de Tensión

Datos:

$$V_N = 127 V$$

$$I_N = 12.6 A$$

$$L = 15 m$$

Los valores de R y de X_L se obtienen de la Tabla 9. Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75°C. Tres conductores individuales en un tubo Conduit, de la NOM-001-SEDE-2012.

Calculo de la caída de tensión para un conductor de calibre 8 AWG.

$$e\% = \frac{2 * \sqrt{R^2 + X_L^2} * I_N * L}{V_N * 10} = \frac{2 * \sqrt{0.171^2 + 2.56^2} * 12.6 * 15}{127 * 10} = 0.7636\%$$

Calculo de la caída de tensión para un conductor de calibre 10 AWG.

$$e\% = \frac{2 * \sqrt{R^2 + X_L^2} * I_N * L}{V_N * 10} = \frac{2 * \sqrt{0.164^2 + 3.9^2} * 12.6 * 15}{127 * 10} = 1.1618\%$$

Calculo de la caída de tensión para un conductor de calibre 12 AWG.

$$e\% = \frac{2 * \sqrt{R^2 + X_L^2} * I_N * L}{V_N * 10} = \frac{2 * \sqrt{0.177^2 + 6.6^2} * 12.6 * 15}{127 * 10} = 1.9651\%$$

- Perdidas de Potencia

Datos:

$$I_{Max} = 12 A$$

$$L = 15 m$$

Para el calculo de las perdidas de potencia se consideran los conductores desnudos de cobre de los temples, duro, semiduro y suave, cuya resistencia es obtenida capitulo 2.4.1 Conductores desnudos de cobre, del manual eléctrico de Viakon.

Calculo de las perdidas de potencia para un conductor 8 AWG.

$$Suave = 12^2 * 2.0611 * 0.015 = 4.4519 w$$

$$Semiduro = 12^2 * 2.1323 * 0.015 = 4.6057 w$$

$$Duro = 12^2 * 2.1434 * 0.015 = 4.6297 w$$

Calculo de las perdidas de potencia para un conductor 10 AWG.

$$Suave = 12^2 * 3.2773 * 0.015 = 7.0789 w$$

$$Semiduro = 12^2 * 3.3892 * 0.015 = 7.3206 w$$

$$Duro = 12^2 * 3.4089 * 0.015 = 7.3632 w$$

Calculo de las perdidas de potencia para un conductor 12 AWG.

$$Suave = 12^2 * 5.2102 * 0.015 = 11.2540 w$$

$$Semiduro = 12^2 * 5.3800 * 0.015 = 11.6208 w$$

$$Duro = 12^2 * 5.4202 * 0.015 = 11.7076 w$$

Con el calculo del porcentaje de la caída de tensión y las perdidas de potencia que se presentan en los conductores de calibres 8 AWG, 10 AWG y 12 AWG se observa que entre más grueso es el calibre del conductor las perdidas se reducen a comparación de

un calibre más delgado pero ya que esta diferencia es poca entre cada uno de los conductores y que el precio de un conductor de mayor grosor es más costoso con respecto a un conductor de un calibre menor, se recomienda el cambio de conductores de luminarias y contactos pasando de calibre 10 AWG a 12 AWG conforme a la corriente que circula a través de ellos referido a la tabla 310-15(b)(16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados basados en una temperatura ambiente de 30 °C, de la NOM-001-SEDE-2012.

3.7 Cantidad de Conductores Admisibles

La instalación eléctrica del hogar cuenta con una tubería de media pulgada para los conductores con la cual se calculará la cantidad permisibles de los calibres 8 AWG, 10 AWG y 12 AWG que pueden trabajar de manera adecuada dentro de ella.

Para esto se considera el factor de relleno de la tubería de media pulgada este valor se obtiene de la Tabla 4. Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo Conduit Artículo 356. Tubo Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-B), de la NOM-001-SEDE-2012 indicando un valor de 81 milímetros cuadrados.

El factor de relleno se divide entre el área aproximada de cada conductor obtenida de la Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos, de la NOM-001-SEDE-2012.

Datos:

$$FR = 81 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area } 8 \text{ AWG} = 28.19 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area } 10 \text{ AWG} = 15.68 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area } 12 \text{ AWG} = 11.68 \text{ mm}^2$$

$$8 \text{ AWG} = \frac{81 \text{ mm}^2}{28.19 \text{ mm}^2} = 2.87 \text{ Conductores}$$

$$10 \text{ AWG} = \frac{81 \text{ mm}^2}{15.68 \text{ mm}^2} = 5.16 \text{ Conductores}$$

$$12 \text{ AWG} = \frac{81 \text{ mm}^2}{11.68 \text{ mm}^2} = 6.93 \text{ Conductores}$$

Obteniendo la cantidad de conductores admisibles para una tubería de media pulgada se observa que el conductor de calibre 10 AWG con el que ya se cuenta en la instalación eléctrica entra dentro de los parámetros permisibles ya que son 3 conductores dentro de la tubería y la cantidad máxima es de 5 conductores.

3.8 Diagrama Unifilar Propuesto

Se propone este diagrama unifilar mediante la aplicación del factor de demanda por lo cual para obtenerlo se divide la demanda máxima del sistema en un intervalo de tiempo que se obtiene de la figura 3.12 gráfica de potencia consumida mensual marzo abril donde muestra una potencia máxima de 1550 w entre la carga total instalada en el sistema.

$$Fd = \frac{Dms}{Pins} = \frac{1550 \text{ w}}{10157 \text{ w}} = 0.15$$

Debido a que el factor de demanda es muy pequeño utilizaremos el valor 0.6 para ello multiplicamos este valor por la carga total instalada que es de 10157 watts, posteriormente se calcula la corriente nominal del circuito.

$$P = 10157 * 0.6 = 6094.2 \text{ w}$$

$$I = \frac{P}{(127 * 0.9)} = \frac{6094.2 \text{ w}}{(127 * 0.9)} = 53.31 \text{ A}$$

Obteniendo la corriente nominal del circuito se calcula la corriente nominal de los circuitos

derivados con los que cuenta la instalación eléctrica, para ellos se procede a realizar el cuadro de cargas conectadas en cada uno de los circuitos.

Tabla 3.4 Cuadro de Cargas de los Circuitos Derivados

CUADRO DE CARGAS							
Circuito	Carga alimentada	Cantidad	Carga (W)	Voltaje (V)	No. fases	No. Hilos	Carga (kW)
C1 Planta Baja	Alumbrado	9	207	127	1	2	0.207
	Refrigerador	1	130	127	1	2	0.13
	Televisión	1	110	127	1	2	0.11
	Modem	1	27	127	1	2	0.027
	Teléfono	1	13	127	1	2	0.013
	Receptor cable	1	16	127	1	2	0.016
	Barra de sonido	1	65	127	1	2	0.065
	Regulador	1	925	127	1	2	0.925
	Licuada	2	950	127	1	2	0.95
	Lavadora	1	640	127	1	2	0.64
	Microondas	1	1500	120	1	2	1.5
C2 Primer Piso	Alumbrado	6	138	127	1	2	0.138
	Televisión	3	330	127	1	2	0.330
	Teléfono	1	13	127	1	2	0.13
	Regulador	2	1850	127	1	2	1.850
	Consola de videojuegos	4	547	127	1	2	0.547
	Blu-ray	1	165	127	1	2	0.165
	Amplificador musical	1	950	120	1	2	0.95
	Bocina	1	150	127	1	2	0.15
	Sistema desonido	1	97	120	1	2	0.097
	Receptor luminaria inteligente	1	8	127	1	2	0.008
	Plancha	1	1200	127	1	2	1.2
PC	2	126	127	1	2	0.126	
Total			10157				10.157

Obteniendo la carga conectada de cada uno de los circuitos derivados se procede a conocer la corriente para ello se multiplica la carga conectada por el factor de demanda.

- Cálculo de corriente de la planta baja:

$$P = 4583 * 0.6 = 2749.8 \text{ w}$$

$$I = \frac{P}{(127 * 0.9)} = \frac{2749.8 \text{ w}}{(127 * 0.9)} = 24.05 \text{ A}$$

- Cálculo de la caída de tensión en el circuito derivado de la planta baja con un conductor de calibre 10 AWG:

$$e\% = \frac{2 * \sqrt{R^2 + X_L^2} * I_N * L}{V_N * 10} = \frac{2 * \sqrt{0.164^2 + 3.9^2} * 24.05 * 15}{127 * 10} = 2.21\%$$

- Cálculo de corriente para el circuito derivado del primer piso:

$$P = 5574 * 0.6 = 3344.4 \text{ w}$$

$$I = \frac{P}{(127 * 0.9)} = \frac{3344.4 \text{ w}}{(127 * 0.9)} = 29.25 \text{ A}$$

- Cálculo de la caída de tensión en el circuito derivado del primer piso con un conductor de calibre 10 AWG:

$$e\% = \frac{2 * \sqrt{R^2 + X_L^2} * I_N * L}{V_N * 10} = \frac{2 * \sqrt{0.164^2 + 3.9^2} * 29.25 * 15}{127 * 10} = 2.69\%$$

El diagrama unifilar propuesto toma en cuenta el factor de demanda de 0.6 a la carga conectada dividida en dos circuitos derivados con sus respectiva simbología eléctrica.

DIAGRAMA UNIFILAR PROPUESTO

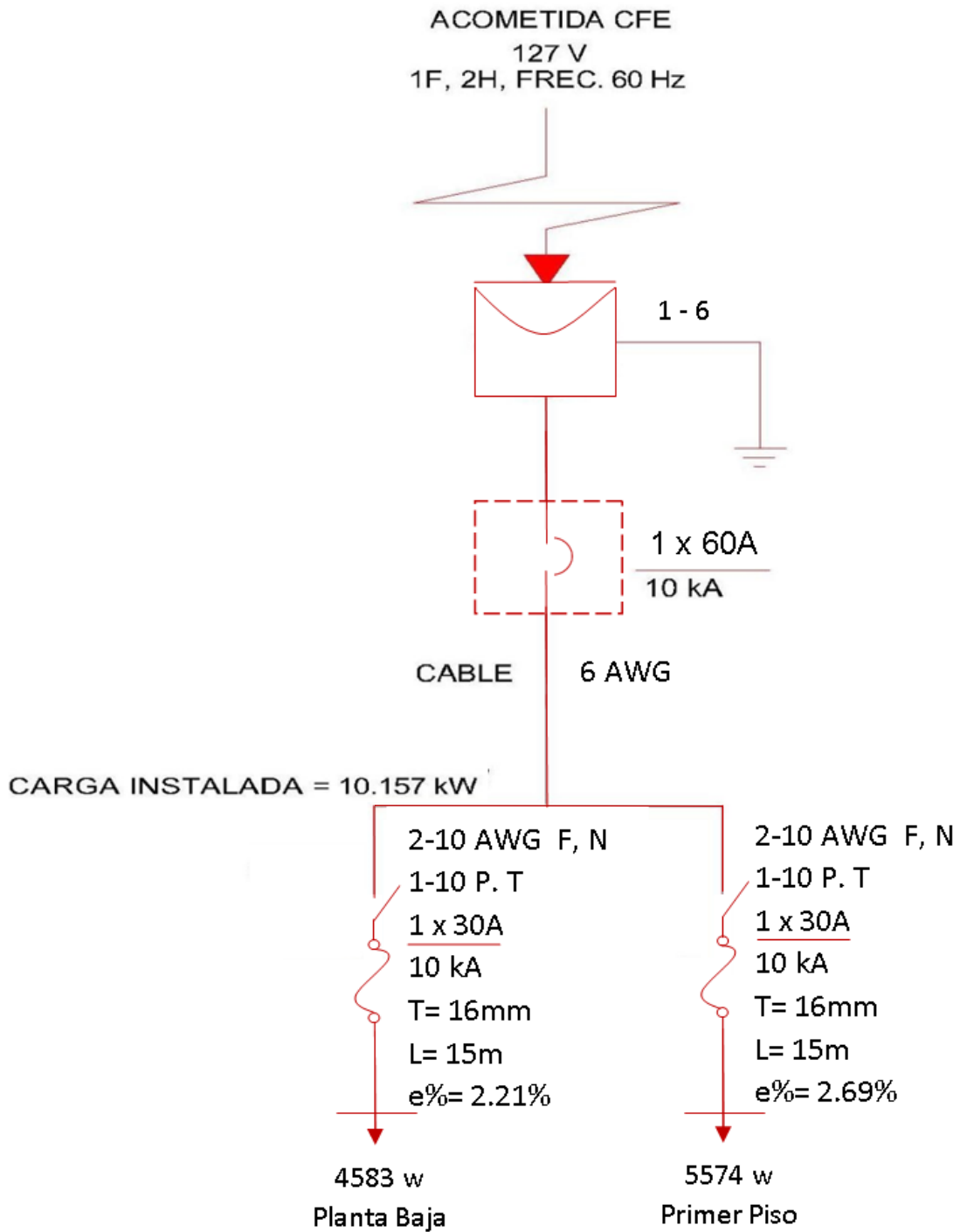


Figura 3.17 Diagrama Unifilar Propuesto.

3.9 Iluminación

La iluminación es una de las partes más importante para lograr reducir la facturación, para eso se propone modificar todas las lámparas ahorradoras por lámparas de tecnología LED, ya que éstas con el paso del tiempo resultan ser una muy buena opción para interiores, debido a su bajo consumo en watts y alto rendimiento en vida útil y nivel de iluminación que proporcionan.

- Nueva disposición de lámparas.

En la figura 3.4 se muestra un cuadro comparativo de lámparas, donde se muestran todas las especificaciones técnicas requeridas que a simple vista nos muestran las ventajas y desventajas que tienen una con respecto de la otra. La información técnica completa de las lámparas ocupadas en el cuadro comparativo se pueden consultar en el anexo L.

Tabla 3.5 Nueva disposición de lámparas.

COMPARATIVA DE LAMPARAS								
Lámpara	Unidades	Lámpara actual	Lámparas nuevas					
		Fluorescente	Led 1	Led 2	Led 3	Led 4	Led 5	Led 6
Tipo/ Modelo		Ecosmart	Philips	Philips	Osram	Ecosmart	Megaluz	Sunco
Cantidad de lámparas		1	1	1	1	1	1	1
Flujo luminoso	Lúmenes	1600	1521	800	800	800	900	800
Potencia	Watts	23	13.5	8	8	9	9	8
Vida útil	Horas	10000	15000	25000	25000	10000	50000	15000
Costo lampara	\$	50	65	31	53	23.5	54	51

En la tabla comparativa de las posibles lámparas nuevas a utilizar contra la lámpara actual, se observa que la diferencia que se da a notar más de la anterior lámpara con respecto a las demás es la potencia en watts y la vida útil de la lámpara, siendo una lámpara con una cantidad considerable de watts y con una vida útil corta.

Considerando que en este caso de estudio se pretende reducir los costos de consumo con respecto a la potencia, las de menor consumo son las Led 2, 3 y 6, pero comparadas con el costo que tienen individualmente, de estas tres la más económica es la Led 2, de la marca philips, siendo philips una marca conocida y con buenas referencias en el mercado de las luminarias. Las demás luminarias también son una buena recomendación y cumplen con una cantidad de consumo menor a 23w, la diferencia entre ellas sería el considerar la vida útil y los lúmenes, por ejemplo, siendo estas dos variables más que se podrían tomar en cuenta para la elección de cualquier otra luminaria.

3.10 Propuesta del Programa para Lograr un Ahorro Energético en la Casa Habitación

En la figura 3.16 se puede observar de forma general las fases y acciones a realizar en cada una de ellas que se explican detalladamente a continuación.

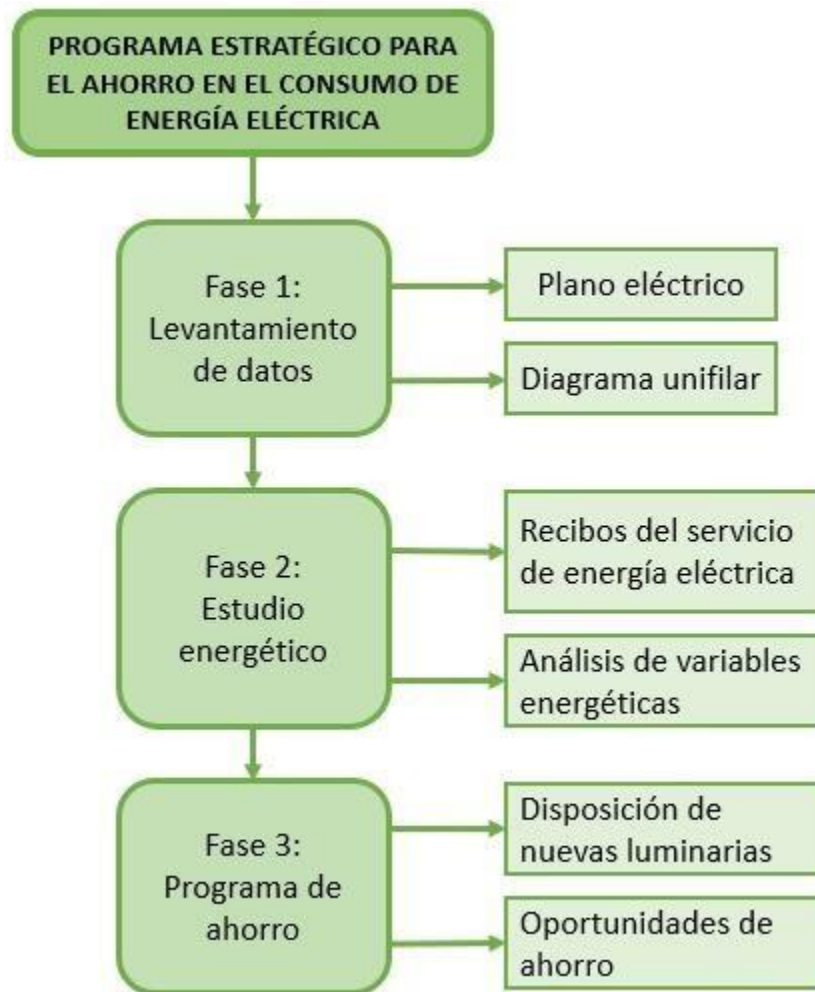


Figura 3.18 Diagrama de flujo del programa de ahorro de energía.

Fase 1

- Para el programa de ahorro de energía primero se hace el levantamiento de las cargas eléctricas que se tienen conectadas en las distintas áreas del hogar como los electrodomésticos en la cocina, equipos de limpieza en el patio, los aparatos

electrónicos en la sala y cuartos que se utilizan en el día a día y de las lámparas que haya en toda la casa. Los datos más importantes a considerar de los aparatos se encuentran en las especificaciones técnicas (placa de datos) ya que en ella se indican los parámetros eléctricos a los que deben de ser conectados como tensión y corriente, pero a su vez también la mayoría de ellos deben contener la potencia que consumen al estar conectados que son los watts representados con una W, o en algunos casos los kWh o Wh, de estas dos variables W y Wh, es recomendable utilizar los W para el cuadro de cargas que se realiza en forma de lista como se muestra en el punto 3.1 en el apartado de cuadro de cargas reales de este trabajo, en donde se pone el nombre de la carga, cantidad de estas y los watts totales, y al final se realiza la sumatoria de los watts obteniendo como resultado la carga total instalada en la instalación de la casa.

- Se realiza la inspección visual de las condiciones generales en las que se encuentra la instalación eléctrica en general, como cantidad y disposición de contactos y luminarias, calibre y tipo de conductores, corroborando si la instalación cuenta con circuitos derivados y sus protecciones correspondientes, hasta llegar al interruptor general. Plasmándose en el plano de la instalación que se encuentra en el punto 3.1 en el apartado de plano de la casa habitación dividido en planta alta y planta baja, y en el diagrama unifilar que se encuentra en el apartado de diagrama unifilar general y real, en este se representa de forma gráfica y simplificada los flujos y relaciones entre todos los elementos de la instalación eléctrica.

Fase 2:

- Se recopilan los recibos de energía eléctrica emitidos por CFE en donde se procederá a analizar que sucede con los consumos y tarifas cobradas con base a los registros históricos que lleva CFE de cada una de las instalaciones que abastece. Con esos registros históricos se percatará si realmente ha incrementado el consumo reflejado en los kWh del recibo y percibir la diferencia

del incremento de los costos a pagar. Todos esto se muestra en el punto 3.3 de este trabajo.

- Aquí es donde se ocupa el analizador de redes, siendo este el que nos da un panorama más amplio con el registro de lecturas de las cuales se podrá observar gráficamente las variables eléctricas, las horas de consumo más significativas y bajo qué condiciones está trabajando la instalación. Todo esto bajo el régimen del análisis basado a los usos y costumbres que tienen los habitantes de la casa actualmente, encontrando el porqué del incremento en los costos del recibo y así personalizar los cambios que se deben de realizar para disminuir los consumos y por ende los costos en el recibo eléctrico en esta casa habitación específicamente pero aplicable en otras.

Fase 3:

- Se implementa la disposición de nuevas lámparas.
- Modificar los hábitos personales ya que esas acciones a la larga generan grandes cambios.

De acuerdo con lo analizado en la gráfica de la potencia mensual registrada en el sistema, se recomienda aprovechar la luz natural por las mañanas para realizar las actividades sin tener que encender las lámparas, compensando el consumo de las luminarias no utilizadas, por el requerido de los equipos eléctricos o electrónicos que se ocupan normalmente para realizar las tareas de limpieza en el hogar debido a los valores registrados de potencia en horarios matutinos generan un incremento equivalente al del horario nocturno en dónde ya no se cuenta con la luz del sol y que realmente se necesita el uso de las lámparas, de igual manera se recomienda encenderlas sólo cuando sea necesario y por lo tanto apagar las que no se estén ocupando.

De ser posible, pintar de colores claros las áreas de la casa en donde se realicen actividades que requieran una mayor precisión, para evitar un mayor desgaste al ojo humano como pueden ser, lugares de estudio, sitios donde se pueda correr algún accidente como la cocina y el baño donde se utilizan artefactos punzocortantes, ya que los colores oscuros no reflejan la luz y tienden a absorberla.

Desconectar todos aquellos aparatos electrónicos y electrodomésticos que no se ocupen y no tengan la necesidad de estar conectados, porque, aunque no estén encendidos o funcionando con normalidad algunos de ellos llegan a contar con funciones en estado de reposo las cuales demandan energía eléctrica, esto se observa en la gráfica de potencia ya que en las horas cuando los habitantes duermen sigue habiendo un consumo mínimo.

En cuestión de las luminarias reemplazar las actuales por lámparas de tecnología LED, ya que tomando en consideración los watts que consumen estas lámparas y su precio razonable comparado con la vida útil de estas, el costo de energía será menor.

Ocupar los aparatos electrodomésticos de acuerdo al instructivo y mantenerlos en un buen estado de funcionamiento para que su demanda de energía sea únicamente el establecido por el fabricante.

Ya que los aparatos eléctricos que cuentan con motores generan reactancias inductivas y los equipos electrónicos que cuentan con capacitores generan reactancias capacitivas reflejadas en la gráfica de voltamperes reactivos y por lo tanto en la gráfica del factor de potencia.

CAPITULO 4


ESTUDIO ECONÓMICO

4.1 Costo de la Energía

(CFE, 2021). De acuerdo con la página de CFE y el costo de la energía en sus distintas tarifas en el hogar, se toman como referencia los costos de la energía que se tienen en el mes de mayo en la tarifa 1, que es en la que se tiene el contrato con la compañía y en la que se realiza el cobro de la energía, según su nivel tarifario con respecto a la carga instalada. Para realizar el cuadro comparativo del costo de la energía con las lámparas actuales y las nuevas posibles lámparas, es indispensable tomar a esta como referencia.

Tarifa 1

Consultar tarifas de:

Servicio doméstico

1.- Aplicación

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, para cargas que no sean consideradas de alto consumo de acuerdo a lo establecido en la Tarifa DAC, conectadas individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda.

Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa de uso general.

2.- Cuotas aplicables

Elige el
mes que
deseas
consultar

de
2021

Consumo básico	0.863	por cada uno de los primeros 75 (setenta y cinco) kilowatts-hora.
Consumo intermedio	1.046	por cada uno de los siguientes 65 (sesenta y cinco) kilowatt-hora.
Consumo excedente	3.058	por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

3.- Mínimo mensual

El equivalente a 25 (veinticinco) kilowatts-hora.

4.2 Comparativa de Precios de Conductores

En la tabla 4.1 se puede observar el costo del cambio del conductor para las luminarias, contactos y interruptores tomando como referencia los cálculos realizados en el tema 3.6 del capítulo tres pasando de un conductor de calibre 12 a uno de calibre 10.

Se indican los metros necesarios para el cambio de conductor de calibre 10 AWG con el que ya cuenta la instalación eléctrica a un conductor 12 AWG adecuado a la corriente que demandan los equipos, en esta tabla se puede observar que el costo del calibre 12 AWG es menor al de calibre 10 AWG y como las pérdidas analizadas en el tema 3.6 del capítulo son mínimas entre uno y otro calibre se recomienda utilizar el calibre 12 que presenta un ahorro en el costo del conductor.

Tabla 4.1 Comparativa de costos por conductor.

COMPARATIVA DE COSTOS DE CONDUCTORES				
	Luminarias	Interruptores	Contactos	Total
Metros	104	78.4	68	250.4
Precio del Conductor Calibre 10 AWG Marca IUSA				\$4957.5
Precio del Conductor Calibre 12 AWG Marca IUSA				\$3150

4.3 Comparativa de Precios de Lámparas

- Comparativa de costos por cada lámpara

En la tabla 4.2 se retoma el análisis de las lámparas del punto 3.7 del capítulo tres, donde se observan los costos de energía que tienen todas las lámparas, siendo la lámpara actual fluorescente la que tiene el costo más elevado a pagar con \$36.224 pesos al año por lámpara en cuestión al cobro de la energía y las lámparas led 2, 3 y 6 quedando con un costo de energía al año de \$12.06 pesos siendo este el más bajo en comparación a las otras lámparas led sugeridas, todos estos datos sombreados con color rojo.

Ahora, tomando en cuenta las mismas lámparas led 2, 3 y 6 la que menor gasto en lámparas implica es la led 2, siendo esta la única que hasta el momento sigue cumpliendo con el objetivo de ahorro económico. Pero se toma en cuenta la utilización con respecto a la vida útil y el costo de las lámparas, el led 4 también perfila para considerarse como una buena opción. Sombreadas con color amarillo para su identificación.

Al tomar en cuenta el costo de la inversión total por lámpara al año, la lámpara led 4 es la que resulta ser la más económica con casi \$11.47 pesos a invertir, esto se señala en

los recuadros sombreados de color azul.

Pero la lámpara led 2 no se descarta aún por completo, porque se toma un último punto a considerar para hacer la mejor elección, Por último, se considera el tiempo de vida útil y este corresponde de la siguiente manera. la lámpara led teniendo una durabilidad aproximada de dos años y diez meses, y la lámpara led número 4 únicamente de un año y un mes.

Es por ello que si comparamos el costo de la energía, la lámpara led 2 es más ahorradora que es lo que se buscaba desde el principio. Y realmente la diferencia de \$3.15pesos entre la lampara led 2 y la 4, se compensa por el tiempo de vida útil que tiene la lámpara led 2.

Tabla 4.2 Comparativa de costos por lampara.

COMPARATIVA DE COSTOS								
Lámpara	Unidades	Lámpara actual	Lámparas nuevas					
		Fluorescente	Led 1	Led 2	Led 3	Led 4	Led 5	Led 6
Tipo/Modelo		Ecosmart	Philips	Philips	Osram	Ecosmart	Megaluz	Sunco
Cantidad de lámparas		1	1	1	1	1	1	1
Flujo luminoso	Lúmenes	1600	1521	800	800	800	900	800
Potencia	Watts	23	13.5	8	8	9	9	8
Vida útil	Horas	10000	15000	25000	25000	10000	50000	15000
Costo lámpara	\$	50	65	31	53	23.5	54	51
\$Energía tarifa1	Julio	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863
No. Horas encendidas	HRS	5	5	5	5	5	5	5
Consumos								
Energía costo/Día	\$ kW/Hrs	0.099	0.058	0.035	0.035	0.039	0.039	0.035
Energía costo/Mes	\$ kW/Hrs	2.977	1.748	1.036	1.036	1.165	1.165	1.036
Energía costo/Bimestral	\$ kW/Hrs	5.955	3.495	2.071	2.071	2.330	2.330	2.071
Energía costo/Año	\$ kW/Hrs	36.224	21.262	12.6	12.6	14.175	14.175	12.6
Utilización/Vida útil								
Utilización=5hrs/Día=5*365								
Utilización	Hrs/Año	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825
Utilización/Vida útil	Lam/Año	1.141	1.200	2.281	2.281	2.281	2.028	2.281
Costo lámparas/Año	\$	43.84	54.17	13.59	23.23	10.30	26.63	22.36
Costo total inversión	\$	46.81	55.92	14.62	24.27	11.47	27.8	23.39
Gastos Bimestral-Anual								
Gasto total bimestral	\$	49.79	57.67	15.66	25.30	12.63	28.96	24.43
Gasto total anual	\$	80.06	75.43	26.19	35.83	24.48	40.80	34.96
Tiempo de vida útil								
	Días	416.667	625	1041.66	1041.66	416.667	2083.33	625
	Meses	13.889	20.833	34.722	34.722	13.889	69.444	20.833
	Años	1.142	1.712	2.854	2.854	1.142	5.708	1.712
		Fluorescente	Led 1	Led 2	Led 1	Led 2	Led 1	Led 2

- Comparativa de costos por cambiar todas las lámparas de la casa.

Se presenta la tabla 4.2 con los costos generales de la inversión de las quince lámparas nuevas de tecnología LED da una cifra total de \$219.37 pesos MXN con una vida útil de 34 meses, al considerar el precio de la inversión de las lámparas actuales fluorescentes es de \$702.19 pesos MXN con una vida útil de 13 meses, se tiene que por una diferencia de \$482.82 pesos MXN menos se compra una lampara LED que te consume menos watts.

Tabla 4.3 Comparativa de costos por el total de las lámparas.

COMPARATIVA DE COSTOS								
Lampara	Unidades	Lámpara actual	Lámparas nuevas					
		Fluorescente	Led 1	Led 2	Led 3	Led 4	Led 5	Led 6
Tipo/Modelo		Ecosmart	Philips	Philips	Osram	Ecosmart	Megaluz	Sunco
Cantidad de lámparas		15	15	15	15	15	15	15
Flujo luminoso	Lúmenes	1600	1521	800	800	800	900	800
Potencia	Watts	23	13.5	8	8	9	9	8
Vida útil	Horas	10000	15000	25000	25000	10000	50000	15000
Costo lámpara	\$	50	65	31	53	23.5	54	51
\$Energía tarifa1	Julio	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863
No. Horas encendidas	HRS	5	5	5	5	5	5	5
Consumos								
Energía costo/Día	\$ kW/Hrs	1.49	0.87	0.52	0.52	0.58	0.58	0.52
Energía costo/Mes	\$ kW/Hrs	44.66	26.21	15.53	15.53	17.48	17.48	15.53
Energía costo/Bimestral	\$ kW/Hrs	89.32	52.43	31.07	31.07	34.95	34.95	31.07
Energía costo/Año	\$ kW/Hrs	543.37	318.93	189.00	189.00	212.62	212.62	189.00
Utilización/Vida útil								
Utilización=5hrs/Día=5*365								
Utilización	Hrs/Año	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825
Utilización/Vida útil	Lam/Año	1.14	1.20	2.28	2.28	2.28	2.03	2.28
Costo lámparas/Año	\$	657.53	812.59	203.84	348.49	154.52	399.45	335.34

Costo total inversión	\$	702.19	838.80	219.37	364.03	172	416.93	350.88
Gastos Bimestral-Anual								
Gasto total bimestral	\$	746.85	865.02	234.90	379.56	189.47	434.4	366.41
Gasto total anual	\$	1200.90	1131.52	392.83	537.49	367.14	612.07	524.34
Tiempo De Vida Útil								
	Días	416.67	625	1041.67	1041.67	416.67	2083.33	625
	Meses	13.89	20.83	34.72	34.72	13.89	69.44	20.83
	Años	1.14	1.71	2.85	2.85	1.14	5.71	1.71
		Fluorescente	Led 1	Led 2	Led 1	Led 2	Led 1	Led 2

4.4 Resumen de Costos

En la tabla 4.3 se observa de manera precisa cuánto costaría implementar uno de los pasos más sencillos pero importante del programa estratégico para el ahorro de energía eléctrica, ya que con el cambio de lámparas resulta ser accesible en cuanto a costos comparado con lo redituable que llegará a ser posteriormente, viéndose reflejado en el recibo eléctrico.

Tabla 4.4 Costo total por inversión de nuevas lámparas.

Cantidad	Concepto	Marca	Precio por unidad	Precio total	Precio total + IVA (16%)
15 pzs.	Lámparas LED	Philips	\$ 31 MXN	\$ 400 MXN	\$ 465 MXN
	Costo de la energía bimestral			\$ 31.07 MXN	\$ 36.04 MXN
Total					\$ 501.04 MXN

Se toma como referencia el precio del analizador de redes y del módulo de Ethernet que este necesita.

Al observar los precios en la tabla 4.4 se toma en cuenta que el realizar un diagnóstico energético con el análisis de las variables en un determinado tiempo resulta ser costoso y por esa razón se cree que en la actualidad no hay tales empresas dedicadas a los diagnósticos energéticos en casa habitación.

Tabla 4.5 Costos del analizador de redes.

Cantidad	Concepto	Marca	Precio total	Precio total + IVA (16%)
1	Analizador de redes WM 40-96	Carlo Gavazzi	\$ 21,747.35 MXN	\$ 25,226.93 MXN
1	Modulo Ethernet MCETHM	Carlo Gavazzi	\$ 14,995.12 MXN	\$ 17,394.34 MXN
Total				\$ 42,621.27 MXN

Tabla 4.6 Costo de trabajo de ingeniería.

Concepto	Precio total
Sueldo de un mes de un ingeniero electricistas para realizar el estudio de ingeniería.	\$ 120,000 MXN

La mayoría de los diagnósticos energéticos que realizan el personal que se dedica a esta área, suelen realizarlos en industrias, ya que, si uno no cuenta con el elemento adecuado para realizar este tipo de medición de variables y más que es por un periodo de tiempo mínimo de un mes, la adquisición de cualquier analizador de redes por muy sencillo que sea resulta tener altos costos.

Por eso en la tabla 4.6 se puede observar cuanto cobraría un ingeniero electricista por realizar este tipo de análisis de variables en una casa habitación ya que incluye la renta del analizador de redes por un mes como tiempo mínimo para lograr realizar el estudio.

CONCLUSIONES

Para un hogar la propuesta del programa estratégico para el ahorro del consumo de energía eléctrica se concluye con base al análisis de las lecturas de las variables eléctricas obtenidas mediante el analizador de redes Carlo Gavazzi WM 40-96 durante la etapa de confinamiento en el caso de estudio, tomándolas como referencia en la implementación de las medidas necesarias para lograr reducir de manera significativa los consumos y costos en la facturación del recibo de energía eléctrica que se verá reflejado en la economía familiar.

Después de la inspección visual y de haber realizado los planos, diagramas unifilares y cuadros de carga de la instalación eléctrica del hogar, se identificaron las principales oportunidades de ahorro de energía eléctrica en la casa habitación, las cuales son utilizadas para adaptarse estratégicamente en el programa de ahorro en el consumo de energía eléctrica así mismo se propone un nuevo diagrama unifilar tomando en consideración todos los parámetros calculados.

A través del analizador de redes se logró realizar la medición de las variables eléctricas en un periodo de tiempo determinado de un mes, como lo son tensión, corriente, potencia, factor de potencia, volt-ampere reactivos y la distorsión total de armónicos. Procediendo a su interpretación por periodo de tiempo en horas del día en donde se observaron los comportamientos críticos en la instalación eléctrica con respecto al tipo de cargas que se utilizan.

Mediante el análisis de los componentes eléctricos que conforman la casa habitación a través de un levantamiento de cargas y la realización de planos estructurales de la casa analizada, así como el estudio de las variables obtenidas por el analizador de redes WM 40-96 de Carlo Gavazzi se permitió proponer las nuevas modificaciones en las luminarias por unas nuevas de tecnología led las cuales permitirán obtener la mejor iluminación posible y reduciendo la demanda energética junto con los nuevos hábitos de consumo eléctrico propuestos para ampliar las oportunidades que se pueden aprovechar para

mejorar y distribuir los picos de demanda de energía

Resaltando en este programa los usos y costumbres sobre la energía eléctrica que tienen los habitantes de la casa en la nueva normalidad, las actividades que regularmente se realizaban fuera de casa se adaptaron para que se llevaran a cabo desde ella, dejando de lado la importancia del control de la demanda eléctrica y este programa estratégico permite observar un nuevo comportamiento en la demanda y el costo, viéndose reflejado en el recibo.

Por medio del cálculo de las pérdidas de potencia y la caída de tensión del calibre del conductor 10 AWG con el que se cuenta y del calibre 12 AWG que se plantea a cambiar se puede observar con el estudio socioeconómico que aun cuando las pérdidas existentes son pocas el precio del conductor recomendado es menor con respecto al conductor con el que se cuenta, presentando un ahorro económico.

El ahorro de energía eléctrica logrado mediante el programa estratégico implicó un uso más consciente y racional de los equipos eléctricos, en consecuencia, se obtiene una disminución en la facturación eléctrica. Así como una modernización de las luminarias que su costo beneficio se verá reflejado a través del tiempo. Por otra parte, la renovación de equipos por unos de mejor calidad y mayor eficiencia brindará más seguridad a la instalación eléctrica actual.

REFERENCIAS

Amazon. (2021). Sunco lighting a15 foco led, 8w (equivalente 60w), luz del día (5000k), 800 lúmenes, regulable, casquillo e26, iluminación interior - paquete de 10. https://www.amazon.com.mx/SuncoLightingPackiluminaci%C3%B3ndecorativa/dp/B07CBYSBJL/ref=asc_df_B07CBYSBJL/?tag=gledskshopmx20&linkCode=df0&hvadid=360486507346&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=12908400827881226044&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010095&hvtargid=pla475101357246&psc=1

Alvarado, J (2017). Carga, demanda y energía eléctrica: Conceptos fundamentales para la distribución de electricidad. Recuperado de: <http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energía-electricidadconceptosfundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad>

Asociación de Normalización y certificación, A.C. (2014). NMX-J-098-ANCE-2014.

Comisión Federal de Electricidad. (s/f). Consejos de ahorro de energía. Recuperado de: <http://www.cfe.mx/paese/ahorroenergía/Pages/default.aspx>

Comisión Federal de Electricidad. (2021). Esquema tarifario vigente. Recuperado de <http://www.app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Tarifas/Tarifa1.aspx>

Comisión Federal de Electricidad. (2021). Esquema tarifario vigente. Recuperado de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Tarifas/Tarifa1A.aspx>

Espinosa Lara, R. (2000). Características de la carga. Sistemas de distribución. (p.p. 55-66). Recuperado de: https://www.academia.edu/25321635/Sistemas_de_Distribuci%C3%B3n_Roberto_Espinosa_y_Lara

FIDE. (2020). Hogar. Recuperado de: https://www.fide.org.mx/?page_id=17183

FIDE. (2020). Que es un diagnostico energético. Recuperado de: https://www.fide.org.mx/?page_id=39580

Fluke Corporation. (2021). ¿Qué es un multímetro digital?. Recuperado de: <https://www.fluke.com/es-mx/informacio/blog/eléctrica/que-es-un-multimetrodigital>

Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República. (2003). Información Básica de las Tarifas Eléctricas en México Recuperado de http://bibliodigitalbd.senado.gob.mx/bistream/handle/123456789/1709/Tarifas_Electricas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Homedepot. (2021). Foco led globo philips 13.5 watts 1521 lúmenes luz fría blanca. Recuperado de: <https://www.homedepot.com.mx/iluminacion/focos/leds/philips-globo-led-g40-100-240v-if128969>

Lumikon. (2017). ¿Cómo funciona mi foco ahorrador? Recuperado de: <https://www.lumikon.com.mx/blogs/glosario-de-iluminacion/como-funciona-mi-foco-ahorrador>

Ministerio de Industria, Energía y Minería. (s/f). Diagnosticos energéticos. Recuperado de: <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/-/diagnosticos-energeticos>

MaesWell. (2021). Uso y Aplicación de los analizadores de redes eléctricas. Recuperado de <https://app.maeswell.com/2017/06/analizador-de-redes-electricas/>

Mercado Libre. (2021). Foco Led Osram Classic 8w Luz Blanca. Recuperado de: <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-811887170-foco-led-osram-classic-8w-luz-blanca>

Ondulec S.L Suministros eléctricos. (2019). Principales elementos de una instalación eléctrica. Recuperado de: <https://www.onulec.com/blog/novedades-onulex/209-elementos-de-una-instalación-eléctrica>

LBA INDUSTRIAL. (2018). ¿Qué son las lámparas LED? Recuperado de: <http://www.lbaindustrial.com.mx/lamparas-led/>

Revista Energy Management. (2012). Seguridad en instalaciones eléctricas. Recuperado de: <https://e-management.mx/seguridad-en-instalaciones-electricas/>

Norma Mexicana, A.N.C.E NMX-j-136 ANCE (2019). Abreviaturas y símbolos para el diseño e interpretación de diagramas, planos y equipos eléctricos.

GLOSARIO

ANCE: Asociación de Normalización y Certificación A.C.

CLF: Lámpara Fluorescente Compacta

Datasheet: Hoja técnica de datos.

FIDE: Fideicomiso para el ahorro de energía

LED: Diodo Emisor de Luz

NOM: Norma Oficial Mexicana

PC: Por sus siglas en inglés computadora personal.

SEN: Sistema Eléctrico Nacional

Software: Soporte lógico al sistema formal de un sistema informático.

THD: Distorsión total armónica

Watts [W]: Unidad de medición de la potencia eléctrica.

Watts hora [Wh]: Unidad de medición de la potencia eléctrica por tiempo.

VAR: Volt ampere reactivo.

Vatímetro: Contador de electricidad, dispositivo que mide el consumo de energía que se tiene en una instalación eléctrica o circuito, calibrado para lecturas dadas en kilovatio-hora [kWh].

ANEXOS

Anexo A

Recibo de luz del 20 de agosto del 2020 al 20 de octubre del 2020



Comisión Federal de Electricidad®

TEBESA B DE NOGUEZ

IGUALA Y OCEANO PACIFICO
EL PUERTO, C.P. 54140
TLALNEPANTLA DE BAZ, MEX.

NO. DE SERVICIO : 576790200658
RMU : 54140 79-02-08 XAXX-010101 001 CFE

LÍMITE DE PAGO: 08 NOV 2020

CORTE A PARTIR:
09 NOV 2020

TARIFA: 01 **NO. MEDIDOR:** 944KRO **MULTIPLICADOR:** 1

PERIODO FACTURADO: 20 AGO 20 - 20 OCT 20

CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

TOTAL A PAGAR:
\$607
(SEISCIENTOS SIETE PESOS M.N.)

¡PAGA EL RECIBO DE LUZ DESDE TU CELULAR!

APP CFE CONTIGO



¡El pago se realizó con éxito!

¡DESCÁRGALA YA!





Concepto	Lectura actual		Lectura anterior		Total periodo	Precio (MXN)	Subtotal (MXN)
	Medida	Estimada	Medida	Estimada			
Energía (kWh)		13678		13324	354		
Básico					150	0.847	127.05
Intermedio					130	1.022	132.86
Excedente					74	2.997	221.77
Suma					354		481.68

Este gráfico refleja tu nivel de consumo. A menor uso, mayor apoyo.



Concepto	Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista			Importe (MXN)	Desglose del importe a pagar	
	\$	\$/kW	\$/kWh		Concepto	Importe (MXN)
Suministro	136.70	0.00	0.00	136.70	Energía	481.68
Distribución	0.00	0.00	285.93	285.93	IVA 16%	77.07
Transmisión	0.00	0.00	59.44	59.44	Fac. del Periodo	558.75
CENACE	0.00	0.00	2.83	2.83	DAP(2)	48.16
Energía	0.00	0.00	237.89	237.89	Diferencia por redondeo	0.38
Capacidad	0.00	0.00	186.56	186.56	Total	\$607.29
SCnMEM(1)	0.00	0.00	1.98	1.98		

Apoyo Gubernamental 429.65

(1) SCnMEM: Costos relacionados con los servicios del Mercado. (2) DAP: Derecho al Alumbrado Público. (3) Cargos o créditos: Diversos conceptos que se pueden incluir en el aviso recibo relacionados con el suministro.



Fecha, hora y lugar de impresión: 01 OCT 20 02:52:11 hrs. Av. San Rafael No. 211 A Col. Santa Cecilia Tlalnepanitla Tlalnepanitla Edo. Mex. Mexico CP. 54130

54140 79-02-08 XAXX-010101 001 CFE

01 576790200658 201108 000000607 2



32DL50E013233330 Repartir -346-



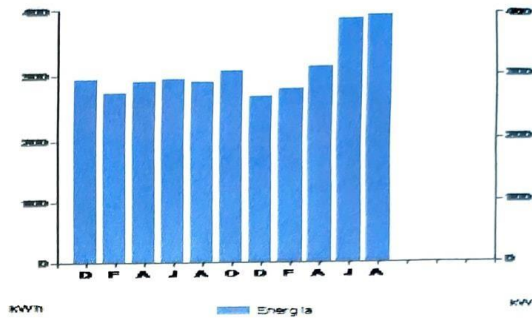

\$607

(SEISCIENTOS SIETE PESOS M.N.)

PORTE PAGADO
CONTAR
CASH-SURE
AUTORIZADO POR SEPOMEX

CONSUMO HISTÓRICO

Periodo	kWh	Importe	Pagos	Pendientes de Pago
del 19 JUN 20 al 20 AGO 20	393	\$751.00	\$751.00	
del 21 ABR 20 al 19 JUN 20	388	\$729.00	\$729.00	
del 19 FEB 20 al 21 ABR 20	313	\$446.00	\$446.00	
del 17 DIC 19 al 19 FEB 20	279	\$320.00	\$320.00	
del 21 OCT 19 al 17 DIC 19	268	\$305.00	\$305.00	
del 20 AGO 19 al 21 OCT 19	308	\$420.00	\$420.00	
del 20 JUN 19 al 20 AGO 19	291	\$355.00	\$355.00	
del 22 ABR 19 al 20 JUN 19	294	\$363.00	\$363.00	
del 18 FEB 19 al 22 ABR 19	291	\$349.00	\$349.00	
del 17 DIC 18 al 18 FEB 19	274	\$301.00	\$301.00	
del 19 OCT 18 al 17 DIC 18	294	\$355.00	\$355.00	



En esta temporada de estar en casa, cuida tu consumo de energía eléctrica, te recomendamos:

- Tener apagados el mayor número de focos que te sea posible.
- Utilizar la iluminación natural.
- Abrir puertas y ventanas (de esta manera correrá el aire).

Pensando en ti y en el bienestar de tu familia, nuestro compromiso es seguir

¡Conectados Contigo!

Instancias y recursos a disposición de los usuarios para atender quejas:



¡AVISO IMPORTANTE!

Corte a partir de los 09 NOV 2020.
 Su consumo de energía eléctrica está dentro del rango de consumo EXCEDENTE, que es mayor a 280 kWh bimestrales.
 Le invitamos a que se registre en nuestro portal y disfrute de la comodidad de nuestros servicios en línea.

Conoce los servicios de los diferentes suministradores: <http://usuariocalificado.cre.gob.mx/UsuarioCalificado/ListadoSuministrador>



¡MEDIOS AUTORIZADOS DE COBRANZA!



Recibo de luz del 20 de octubre del 2020 al 20 de febrero del 2021



CFE Suministrador de Servicios Básicos
Río Ródano No. 14, colonia Cuauhtémoc,
Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,
Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

TAMPICO 10
IGUALA Y OCEANO PACIFICO
EL PUERTO, C.P. 54140
TLALNEPANTLA DE BAZ, MEX.

TOTAL A PAGAR:
\$621

(SEISCIENTOS VEINTIUN PESOS M.N.)

NO. DE SERVICIO : 576790200658
RMU : 54140 79-02-08 XAXX-010101 001 CFE

LÍMITE DE PAGO: 03 ENE 2021

CORTE A PARTIR:
04 ENE 2021

TARIFA: 01 **NO. MEDIDOR:** 944KR0 **MULTIPLICADOR:** 1

PERIODO FACTURADO: 20 OCT 20 - 17 DIC 20



**¡PAGA EL RECIBO DE LUZ
DESDE TU CELULAR!**



APP CFE CONTIGO



¡DESCÁRGALA YA!



Concepto	Lectura actual		Lectura anterior		Total periodo	Precio (MXN)	Subtotal (MXN)
	Medida	Estimada	Medida	Estimada			
Energía (kWh)	14035		13678		357		
Básico					150	0.851	127.65
Intermedio					130	1.028	133.64
Excedente					77	3.011	231.84
Suma					357		493.13

Este gráfico refleja tu nivel de consumo. A mayor uso, mayor apoyo.

Costos de la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista					Desglose del importe a pagar	
Concepto	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	136.70	0.00	0.00	136.70	Energía	493.13
Distribución	0.00	0.00	288.35	288.35	IVA 16%	78.90
Transmisión	0.00	0.00	59.94	59.94	Fac. del Periodo	572.03
CENACE	0.00	0.00	2.86	2.86	DAP(2)	49.31
Energía	0.00	0.00	239.90	239.90	Diferencia por redondeo	0.29
Capacidad	0.00	0.00	188.14	188.14	Total	\$621.63
SCnMEM(1)	0.00	0.00	2.00	2.00		

Apoyo Gubernamental 424.76

(1) SCnMEM: Costos relacionados con los servicios del Mercado. (2) DAP: Derecho al Alumbrado Público. (3) Cargos o créditos: Diversos conceptos que se pueden incluir en el aviso recibo relacionados con el suministro.



Fecha, hora y lugar de impresión: 21 DIC 20 01:51:07 hrs. Av. San Rafael No. 211 A Col. Santa Cecilia Tlalneptantla Tlalneptantla Edo. Mex. Mexico CP. 54130



54140 79-02-08 XAXX-010101 001 CFE
01 576790200658 210103 00000621 5

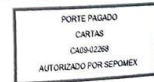


32DL50E013233330

Repartir



\$621

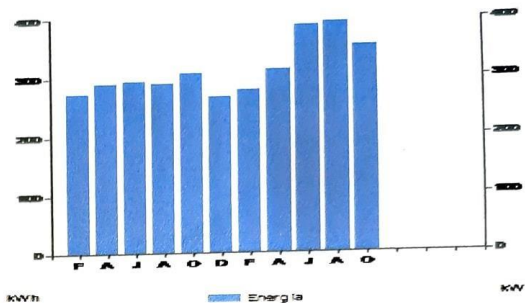


(SEISCIENTOS VEINTIUN PESOS M.N.)

-350-

CONSUMO HISTÓRICO

Período	kWh	Importe	Pagos	Pendientes de Pago
del 20 AGO 20 al 20 OCT 20	354	\$607.00	\$607.00	
del 19 JUN 20 al 20 AGO 20	393	\$751.00	\$751.00	
del 21 ABR 20 al 19 JUN 20	388	\$729.00	\$729.00	
del 19 FEB 20 al 21 ABR 20	313	\$446.00	\$446.00	
del 17 DIC 19 al 19 FEB 20	279	\$320.00	\$320.00	
del 21 OCT 19 al 17 DIC 19	268	\$305.00	\$305.00	
del 20 AGO 19 al 21 OCT 19	308	\$420.00	\$420.00	
del 20 JUN 19 al 20 AGO 19	291	\$355.00	\$355.00	
del 22 ABR 19 al 20 JUN 19	294	\$363.00	\$363.00	
del 18 FEB 19 al 22 ABR 19	291	\$349.00	\$349.00	
del 17 DIC 18 al 18 FEB 19	274	\$301.00	\$301.00	



En esta temporada de estar en casa, cuida tu consumo de energía eléctrica, te recomendamos:

- Tener apagados el mayor número de focos que te sea posible.
- Utilizar la iluminación natural.
- Abrir puertas y ventanas (de esta manera correrá el aire).

Pensando en ti y en el bienestar de tu familia, nuestro compromiso es seguir

¡Conectados Contigo!

071

Instancias y recursos a disposición de los usuarios para atender quejas:



¡AVISO IMPORTANTE!

Corte a partir de los 04 ENE 2021.
Su consumo de energía eléctrica está dentro del rango de consumo EXCEDENTE, que es mayor a 280 kWh bimestrales.
Le invitamos a que se registre en nuestro portal y disfrute de la comodidad de nuestros servicios en línea.

Conoce los servicios de los diferentes suministradores: <http://usuariocalificado.cre.gob.mx/UsuarioCalificado/ListadoSuministrador>



¡MEDIOS AUTORIZADOS DE COBRANZA!



Anexo B

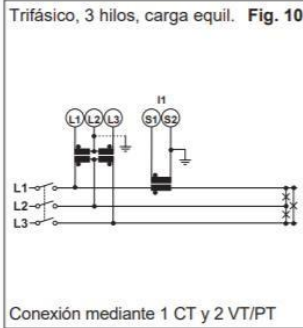
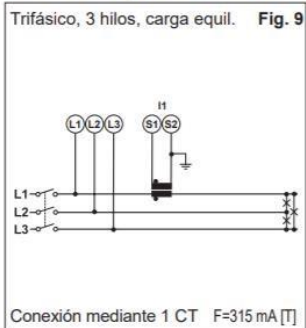
Data sheet del analizador de redes WM 40/96 Carlo Gavazzi

WM40 96

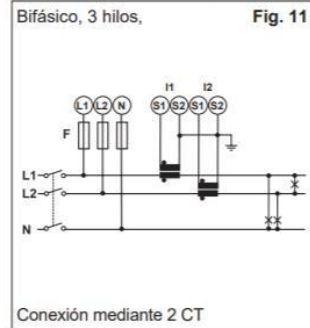
CARLO GAVAZZI

Diagramas de Conexión

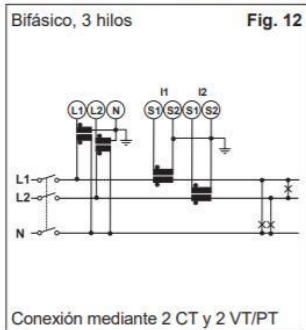
Selección del tipo de sistema: 3 fases 1



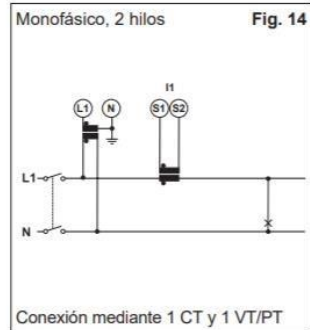
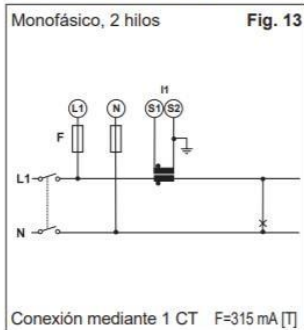
Selección tipo de sistema: 2 fases



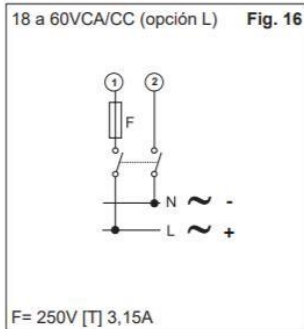
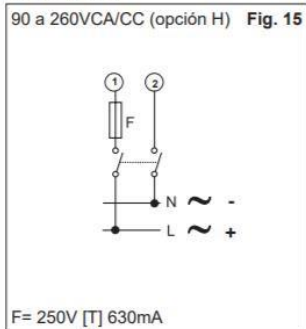
Selección tipo de sistema: 2 fases (cont.)



Selección del tipo de sistema: 1 fase



Alimentación



Anexo C

WM40 96



Listado de variables que pueden ser conectadas para:

- Puerto de comunicación (todas las variables)
- Salidas analógicas (todas las variables con la excepción de "totalizadores" y "contador de horas de funcionamiento")
- Salidas de pulso (sólo "energías")
- Salidas de alarma (excepto "totalizadores", "contador horario" y "Máx.")

No	Variable	Sist. monof. (1P)	Sist. bifás. (2P)	Sist. trifás. 3 hilos, equilib. (3P.1)	Sist. trifás. 2 hilos, equilib. (3P.2)	Sist. trifás. 3hilos, desequilib. (3P)	Sist. trifás. 4 hilos, desequilib. (3P.n)	Notas
1	VL-N sys	O	X	X	X	#	X	sys= sistema= Σ (1)(2)(3)
2	VL1	X	X	X	X	#	X	(1)(2)(3)
3	VL2	O	X	H	H	#	X	(1)(2)(3), (H)=VL1
4	VL3	O	O	H	H	#	X	(1)(2)(3), (H)=VL1
5	VL-L sys	#	#	X	X	X	X	sys= sistema= Σ (1)
6	VL1-2	#	X	X	P	X	X	(1)(2)(3), (P)=VL1*1.73
7	VL2-3	#	O	X	P	X	X	(1)(2)(3), (P)=VL1*1.73
8	VL3-1	#	O	X	P	X	X	(1)(2)(3), (P)=VL1*1.73
9	Asys	O	X	O	O	X	X	
10	An	#	X	O	O	O	X	
11	AL1	X	X	X	X	X	X	(1)(2)(3)
12	AL2	O	X	R	R	X	X	(1)(2)(3), (R)=AL1
13	AL3	O	O	R	R	X	X	(1)(2)(3), (R)=AL1
14	VA sys	O	X	X	X	X	X	sys= sistema= Σ (1)(2)(3)
15	VA L1	X	X	X	X	O	X	(1)(2)(3)
16	VA L2	O	X	U	U	O	X	(1)(2)(3) U= VAL1
17	VA L3	O	O	U	U	O	X	(1)(2)(3) U= VAL1
18	var sys	X	X	X	X	X	X	sys= sistema= Σ (1)(2)(3)
19	var L1	X	X	X	X	O	X	(1)(2)(3)
20	var L2	O	X	V	V	O	X	(1)(2)(3) V= VAR1
21	var L3	O	O	V	V	O	X	(1)(2)(3) V= VAR1
22	W sys	O	X	X	X	X	X	sys= sistema= Σ (1)(2)(3)
23	WL1	X	X	X	X	O	X	(1)(2)(3)
24	WL2	O	X	S	S	O	X	(1)(2)(3), (S)=WL1
25	WL3	O	O	S	S	O	X	(1)(2)(3), (S)=WL1
26	PF sys	O	X	X	X	X	X	sys= sistema= Σ (1)
27	PF L1	X	X	X	X	O	X	(1)(2)(3)
28	PF L2	O	X	T	T	O	X	(1)(2)(3), (T)=PFL1
29	PF L3	O	O	T	T	O	X	(1)(2)(3), (T)=PFL1
30	Hz	X	X	X	X	X	X	(1)(2)(3)
31	Sec. fase	O	O	X	O	X	X	

(X) = disponible; (O) = no disponible; (#) no disponible (la paginación relevante no se visualiza)

(1) Valor mín. y máx. con almacenamiento de datos; (2) Cálculo de "dmd" y almacenamiento de datos; (3) Cálculo de "dmd-max" y almacenamiento de datos (5) En los 4 cuadrantes (ind/cap) (6) C1, C2 y C3 pueden ser establecidas como agua fría, agua caliente, calefacción remota o gas dependiendo de la configuración de la entrada.

Anexo D

CARLO GAVAZZI

Lista de variables que pueden ser conectadas para:

- Puerto de comunicación (todas las variables)
- Salidas analógicas (todas las variables con la excepción de "totalizadores" y "contador de horas de funcionamiento")
- Salidas de pulso (sólo "energías")
- Salidas de alarma (excepto "totalizadores", "contador horario" y "Máx.")

No	Variable	Sist. monof. (1P)	Sist. bifás. (2P)	Sist. trifás. 3 hilos, equilib. (3P.1)	Sist. trifás. 2 hilos, equilib. (3P.2)	Sist. trifás. 3hilos, desequilib. (3P)	Sist. trifás. 4 hilos, desequilib. (3P.n)	Notas
32	Asy VLL	O	O	X	O	X	X	Asimetría
33	Asy VLN	O	X	O	O	O	X	Asimetría
34	Horas de func.	X	X	X	X	X	X	
35	kWh (+)	X	X	X	X	X	X	Total
36	kvarh (+)	X	X	X	X	X	X	Total (5)
37	kWh (+)	X	X	X	X	X	X	Parcial o por tarifa
38	kvarh (+)	X	X	X	X	X	X	Parcial o por tarifa (5)
39	kWh (-)	X	X	X	X	X	X	Total
40	kvarh (-)	X	X	X	X	X	X	Total (5)
41	kWh (-)	X	X	X	X	X	X	Parcial
42	kvarh (-)	X	X	X	X	X	X	Parcial (5)
43	C1 (entrada 4)	X	X	X	X	X	X	Total (6)
44	C2 (entrada 5)	X	X	X	X	X	X	Total (6)
45	C3 (entrada 6)	X	X	X	X	X	X	Total (6)
46	C. de disparo	X	X	X	X	X	X	Total
47	kWh Agua	X	X	X	X	X	X	Total
48	A L1 THD	X	X	X	X	X	X	(2) (3) (4)
49	A L2 THD	O	X	F	F	X	X	(2)(3)(4), (F)=AL1THD
50	A L3 THD	O	O	F	F	X	X	(2)(3)(4), (F)=AL1THD
51	V L1 THD	X	X	X	X	O	X	(2)(3)(4)
52	V L2 THD	O	X	X	G	O	X	(2)(3)(4), (G)=VL1THD
53	V L3 THD	O	O	X	G	O	X	(2)(3)(4), (G)=VL1THD
54	V L1-2 THD	#	X	X	#	X	X	(2) (3) (4)
55	V L2-3 THD	#	O	X	#	X	X	(2) (3) (4)
56	V L3-1 THD	#	O	X	#	X	X	(2) (3) (4)
57	A L1 TDD	X	X	X	X	X	X	(2) (3) (4)
58	A L2 TDD	O	X	X	X	X	X	(2) (3) (4)
59	A L3 TDD	O	O	X	X	X	X	(2) (3) (4)
60	K-Factor	X	X	X	X	X	X	(2) (3) (4)

(X) = disponible; (O) = no disponible; (#) no disponible (la página relevante no se visualiza) (2) Cálculo de "dmd" y almacenamiento de datos; (3) Cálculo de "dmd-max" y almacenamiento de datos (5) En los 4 cuadrantes (ind/cap) (6) C1, C2 y C3 pueden ser establecidas como agua fría, agua caliente, calefacción remota o gas dependiendo de la configuración de la entrada.

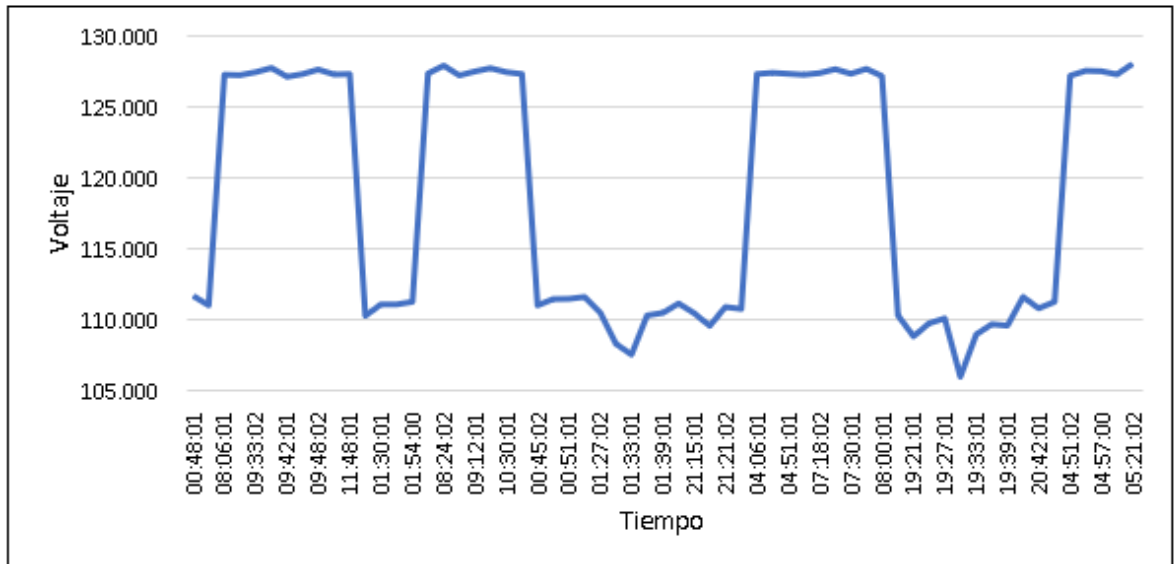
Lista de aplicaciones seleccionables

Selección	Notas
A Asignación de costes	Medición de energía consumida (Conexión fácil)
B Control de costes	Medición de energía consumida parcial y de agua y de gas (Conexión fácil)
C Asignación compleja de costes	Medición de energía consumida y generada (total, parcial y basados en las tarifas) y de agua y de gas
D Solar	Medición de energía consumida y generada con funciones básicas de analizador de redes
E Análisis complejo de costes y calidad de la red	Medición de energía consumida y generada (total y parcial) y analizador de redes
F Análisis de costes y calidad de la red	Energía consumida y analizadores de calidad de la Red (Conexión fácil)
G Análisis avanzado de energía y calida de la red para generación de potencia	Análisis completo de contadores y de calida de la red

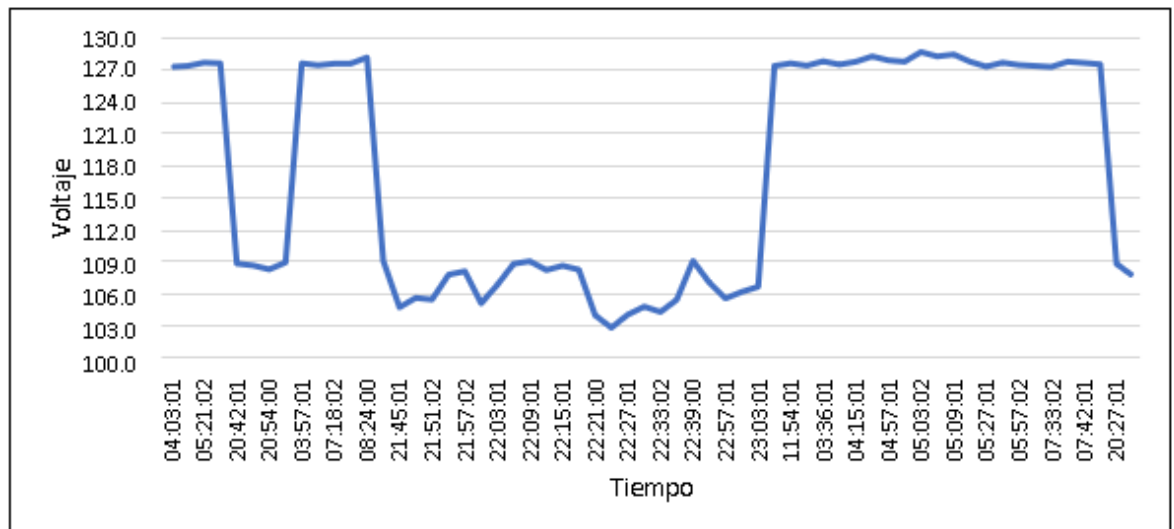
Anexo E

Lecturas de tensión obtenidas en el sistema durante 4 semanas

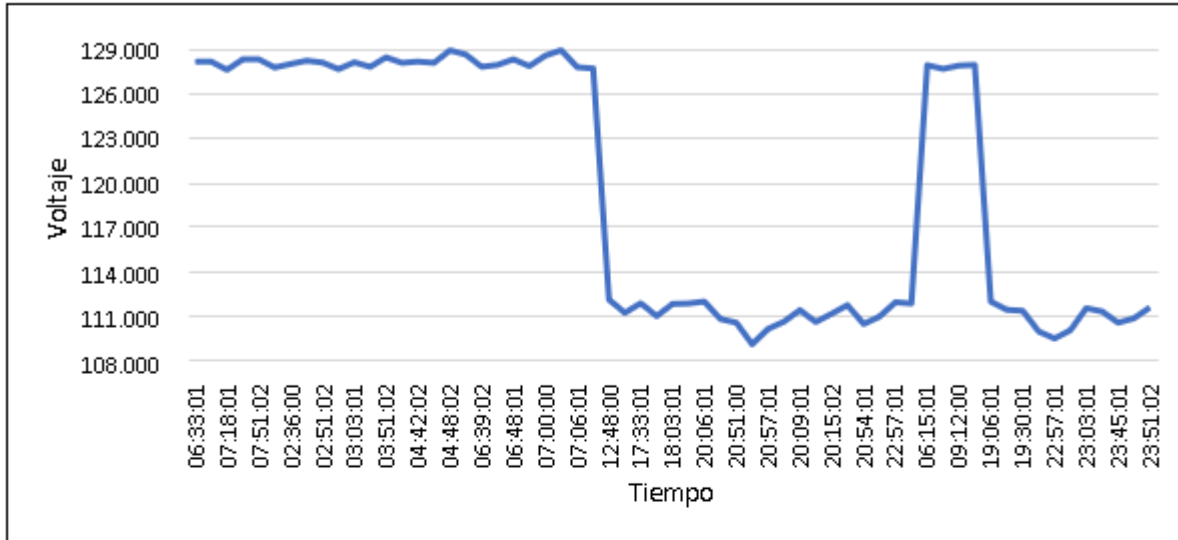
Gráfica de tensión semana del 22 al 28 de marzo.



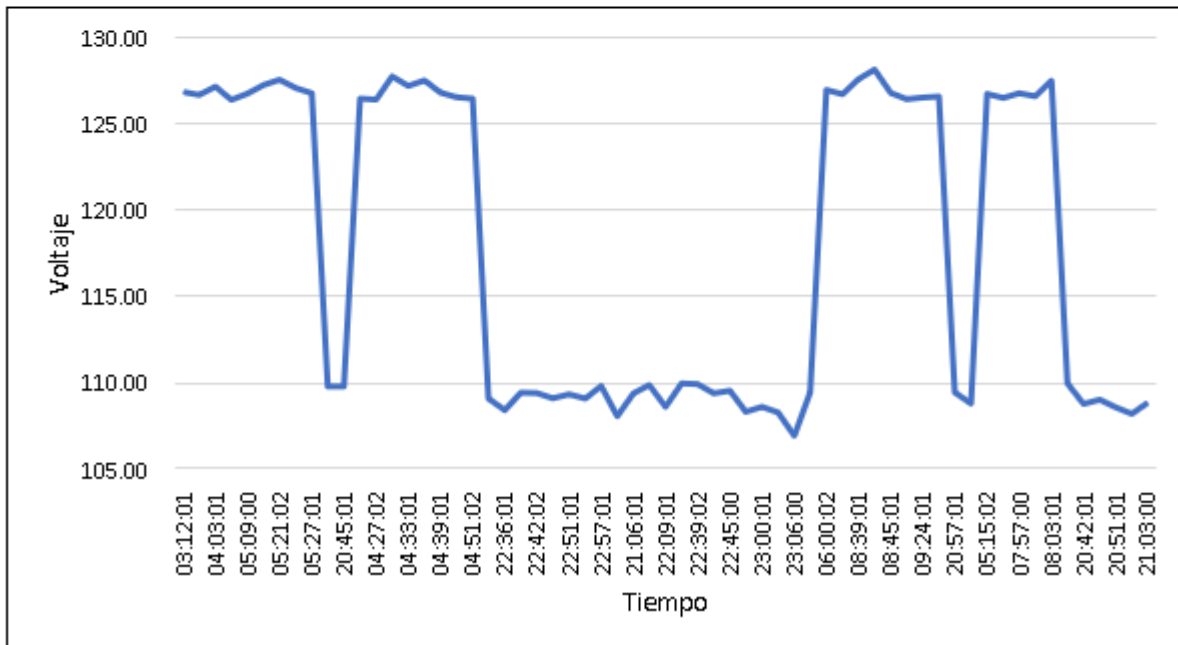
Gráfica de tensión semana del 29 de marzo al 4 de abril.



Gráfica de tensión semana 5 al 11 de abril.



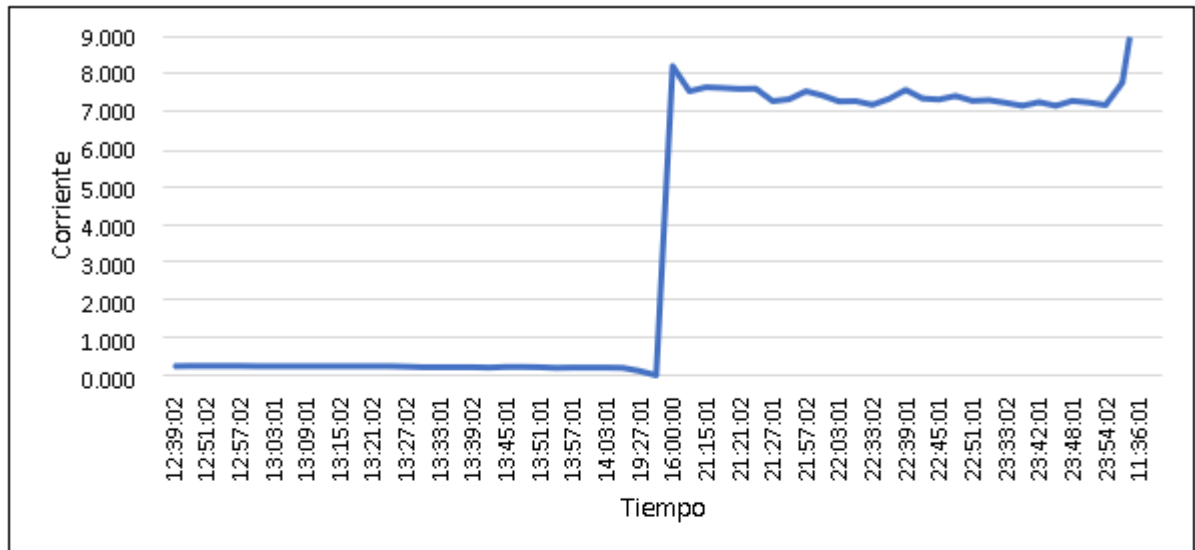
Gráfica de tensión semana del 12 al 18 de abril.



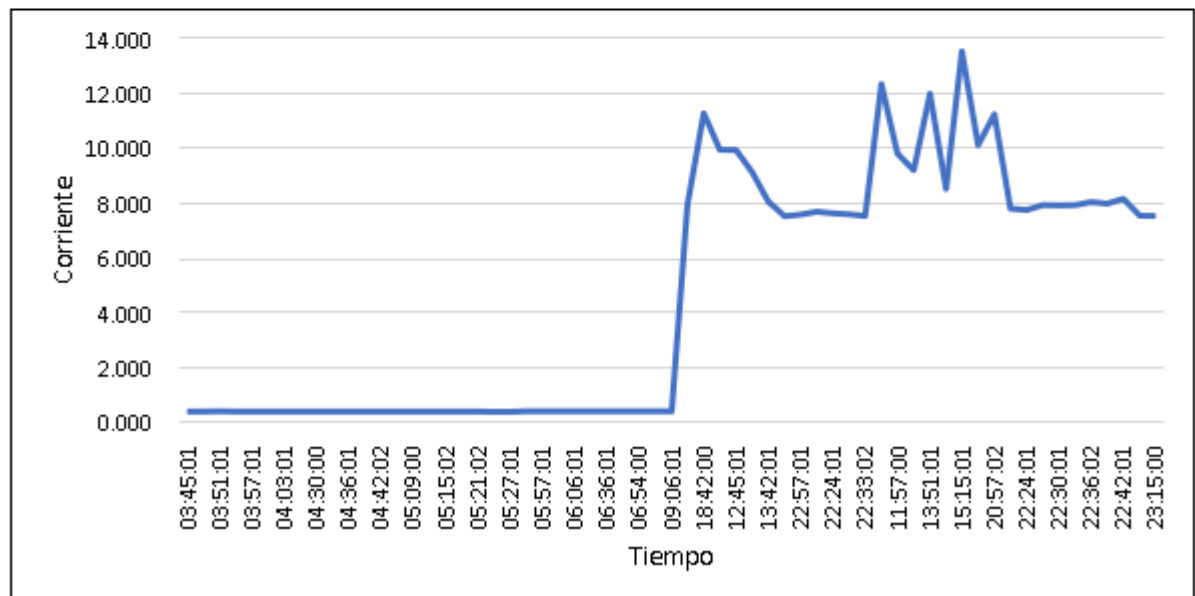
Anexo F

Lecturas de corriente obtenidas en el sistema durante 4 semanas.

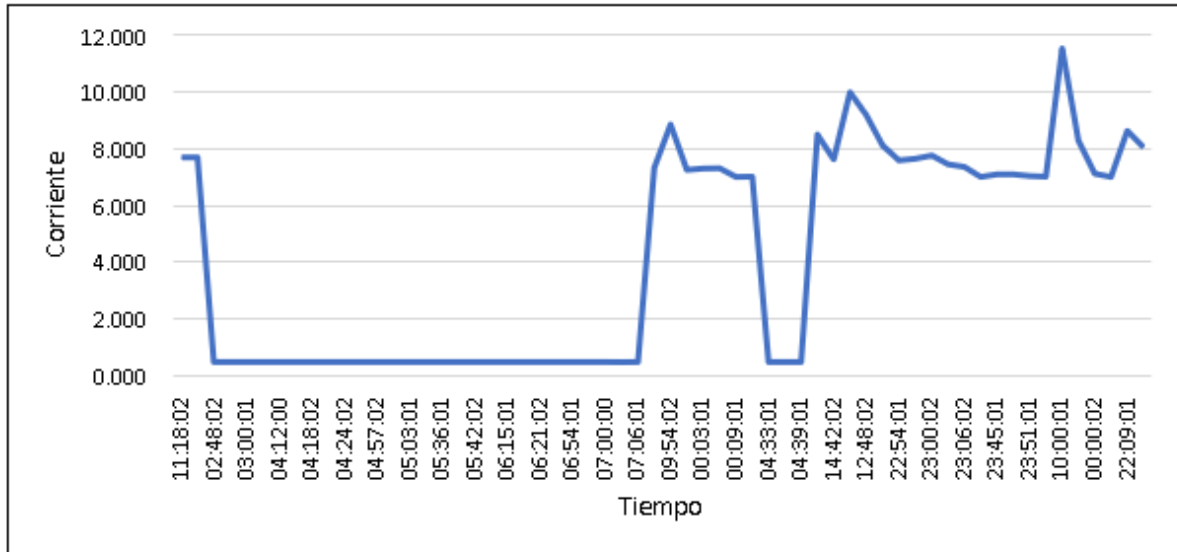
Gráfica de corriente.



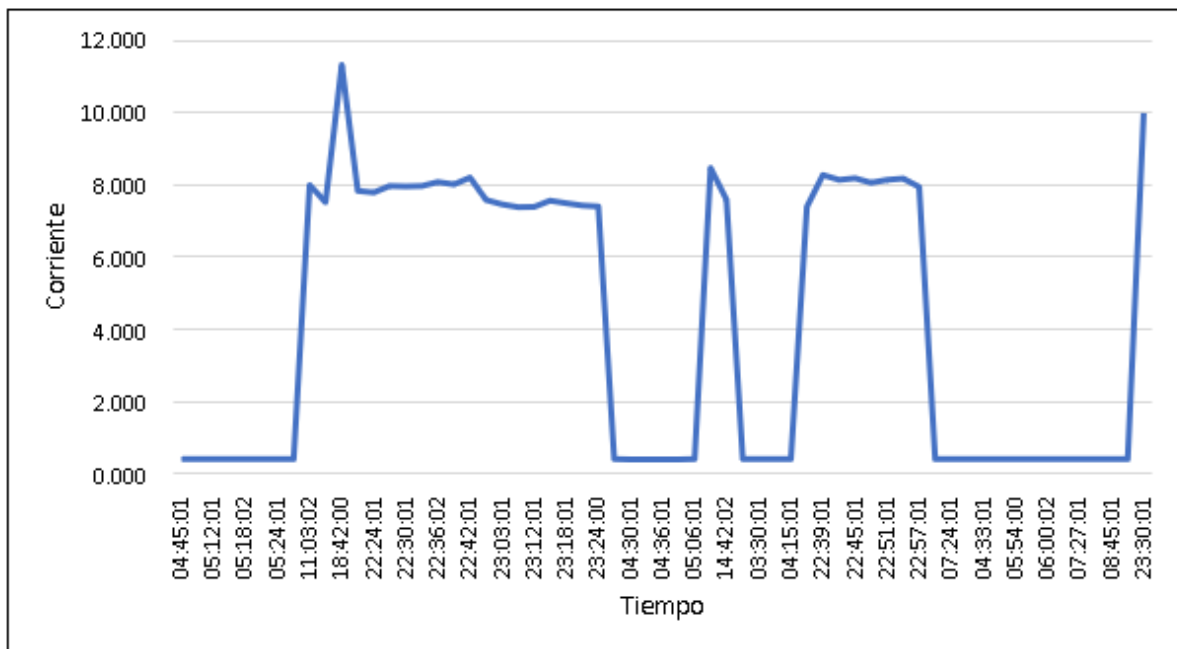
Gráfica de niveles de corriente.



Gráfica de niveles de corriente.



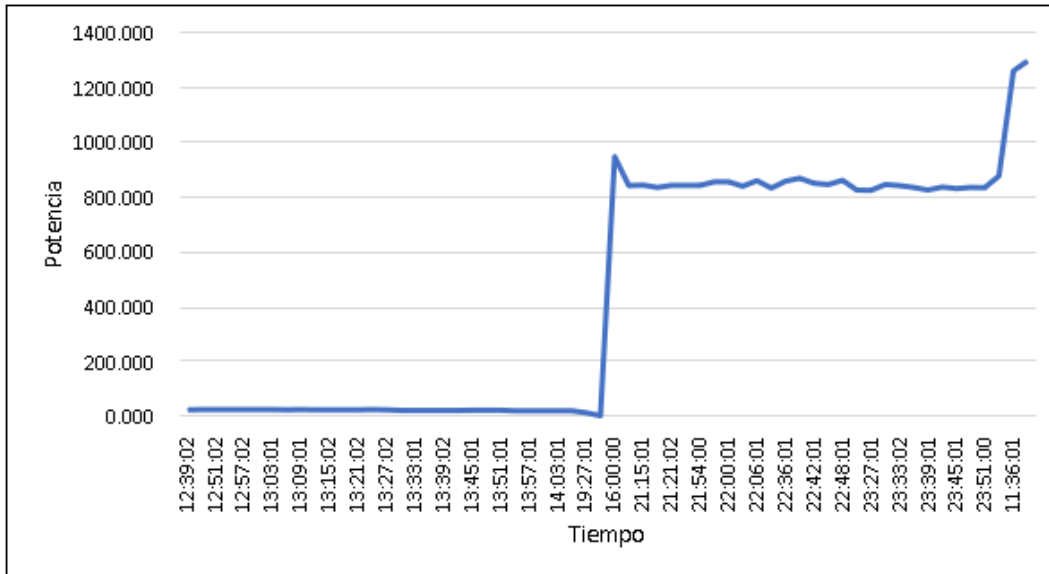
Gráfica de niveles de corriente.



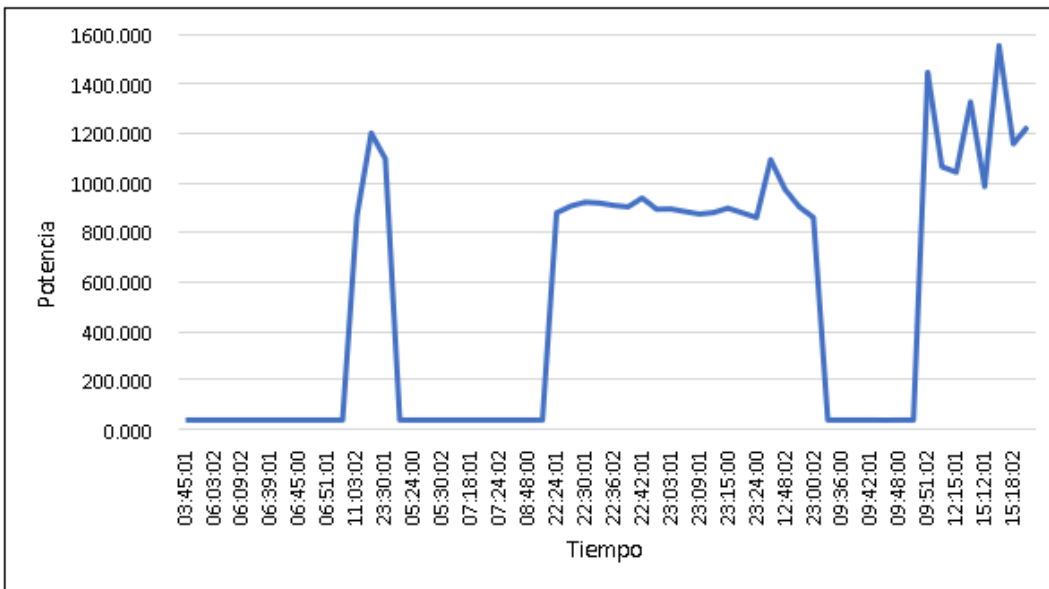
Anexo G

Lecturas de potencia obtenidas en el sistema durante 4 semanas.

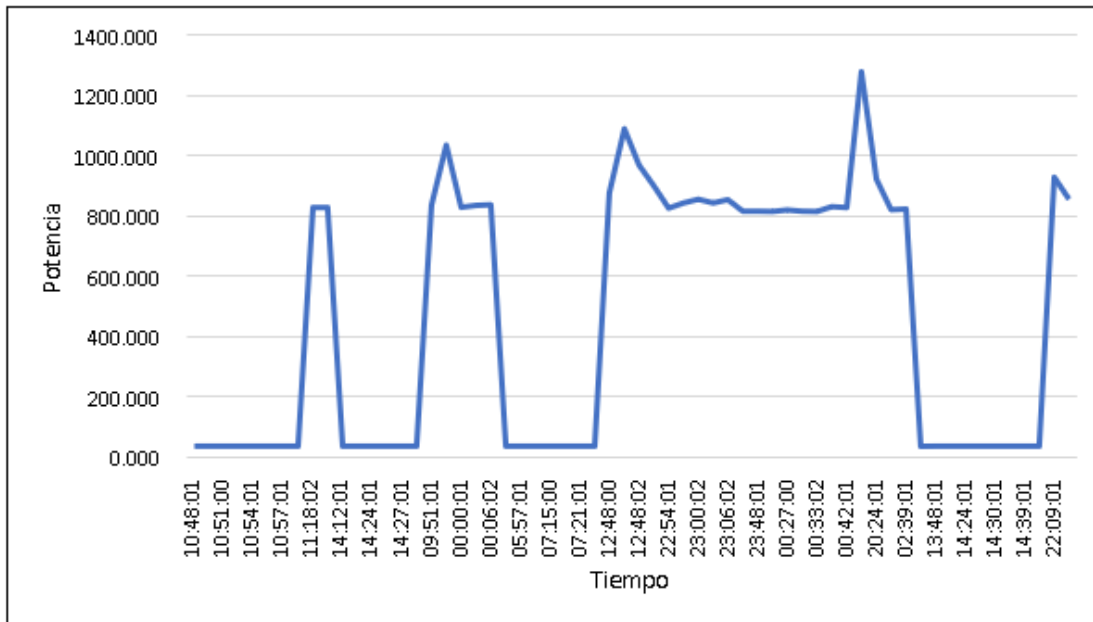
Gráfica de potencia.



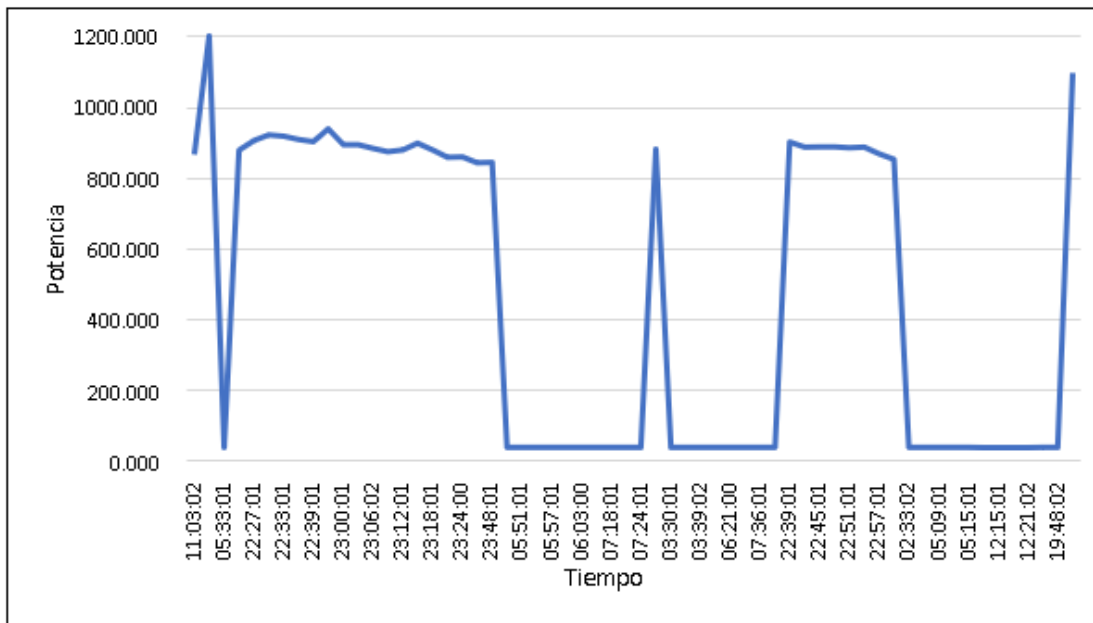
Gráfica de potencia.



Gráfica de potencia.



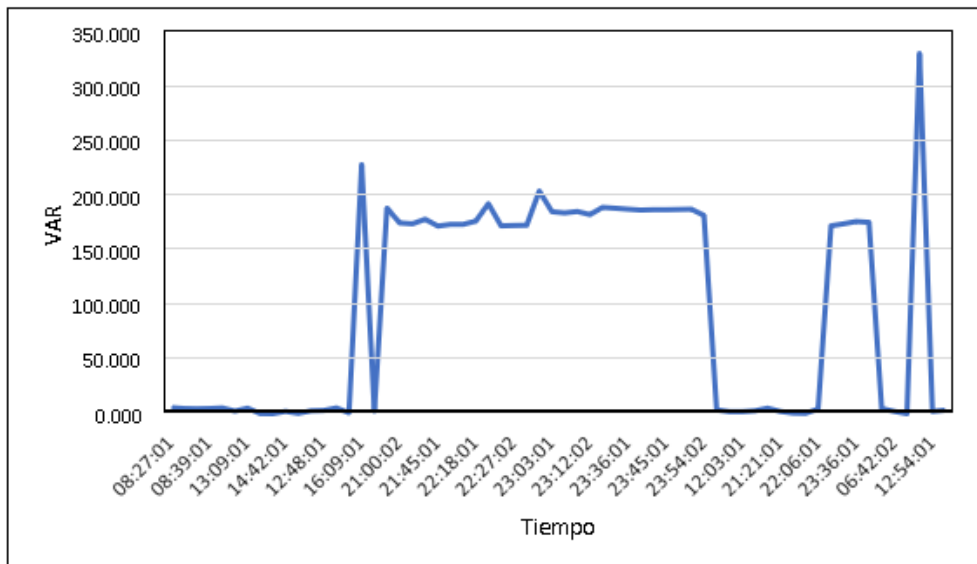
Gráfica de potencia.



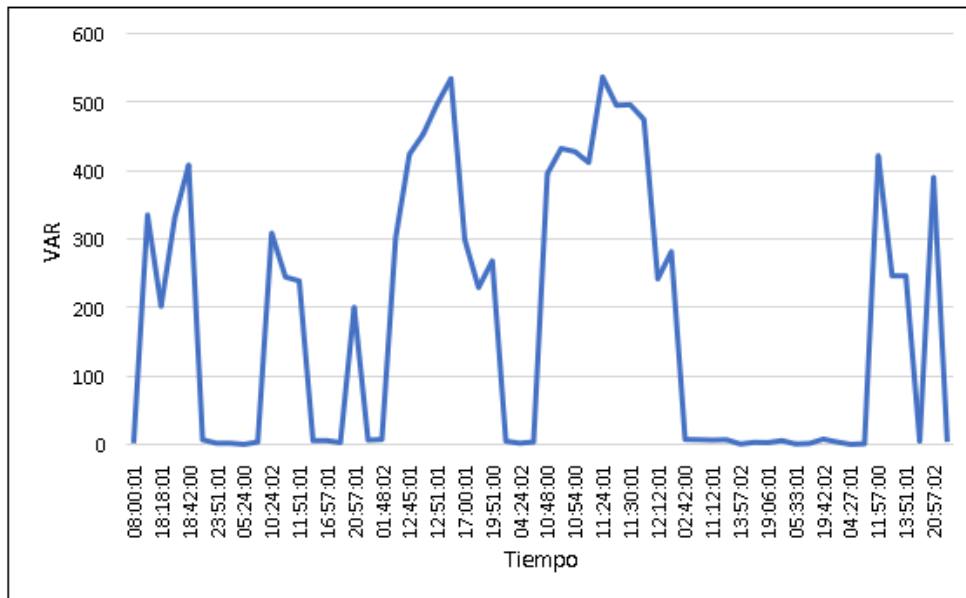
Anexo H

Lecturas de volt ampere reactivos obtenidos en el sistema durante 4 semanas.

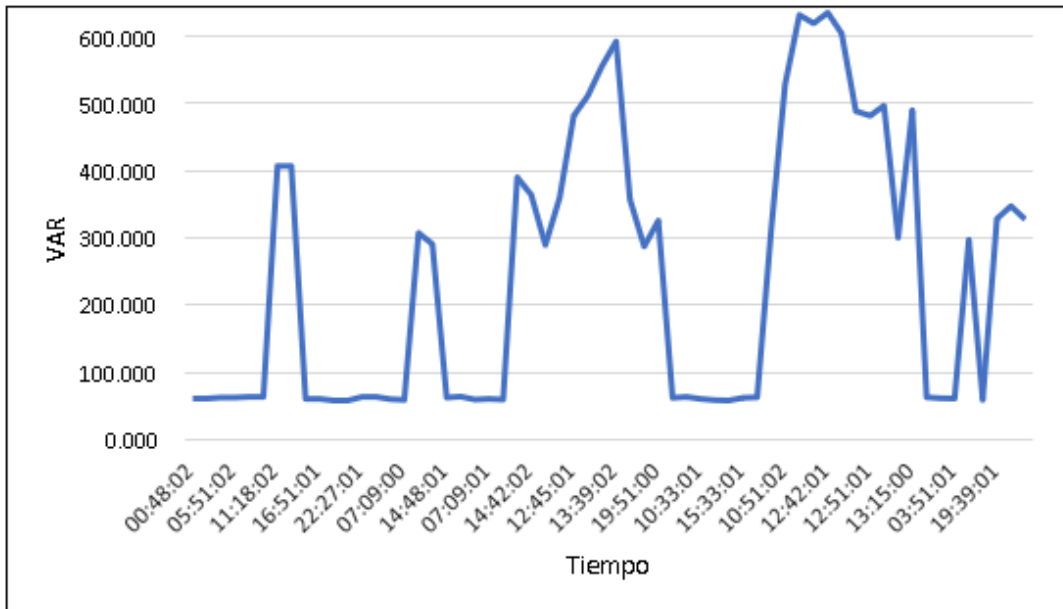
Gráfica de volt amperes reactivos.



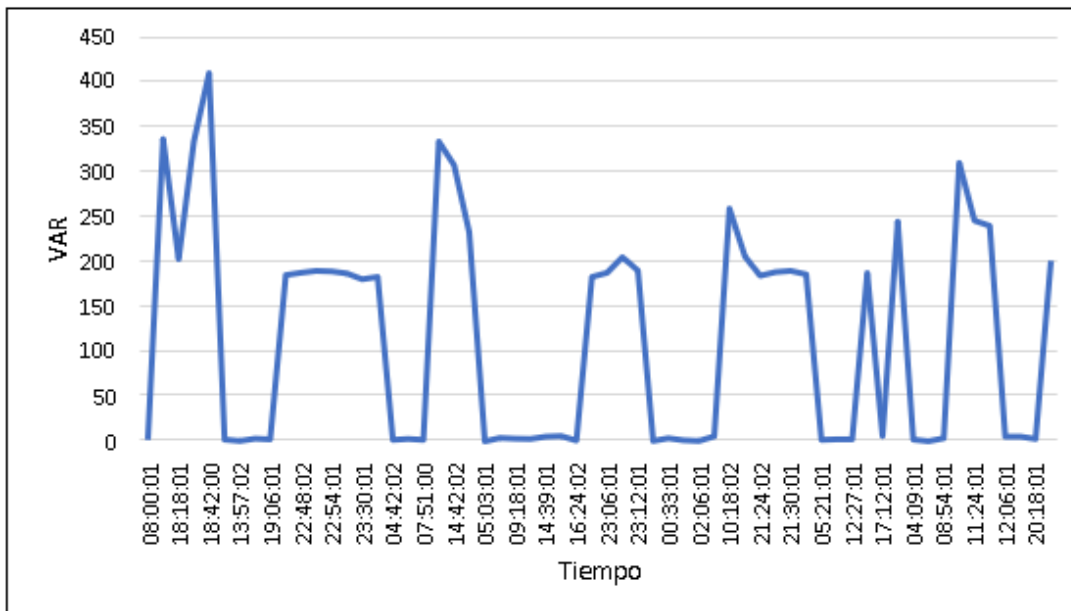
Gráfica de volt amperes reactivos.



Gráfica de volt amperes reactivos.



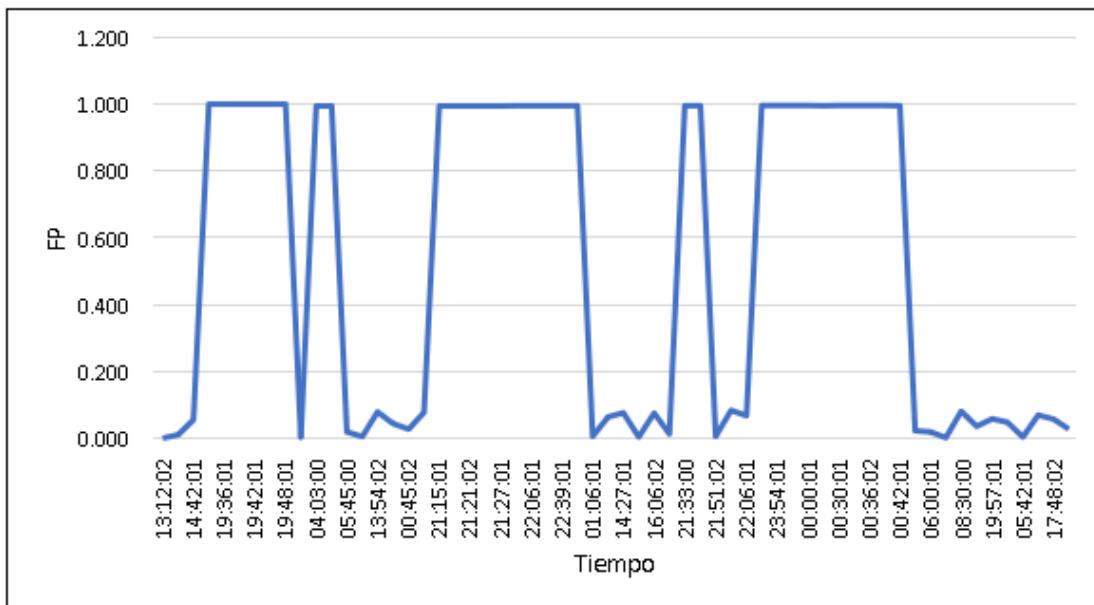
Gráfica de volt amperes reactivos.



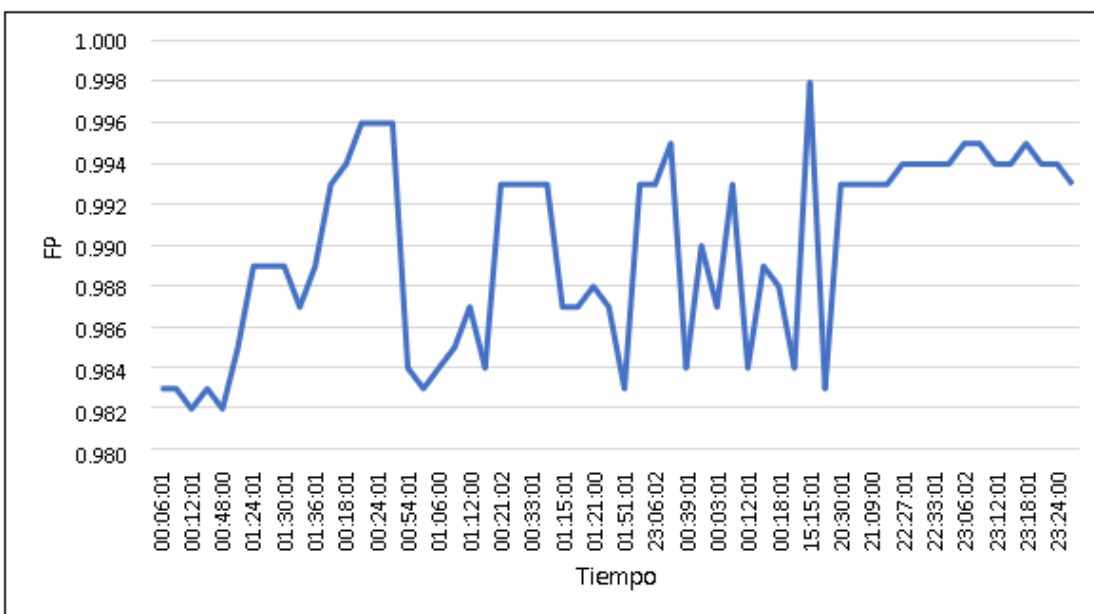
Anexo I

Lecturas obtenidas de factor de potencia en el sistema durante 4 semanas

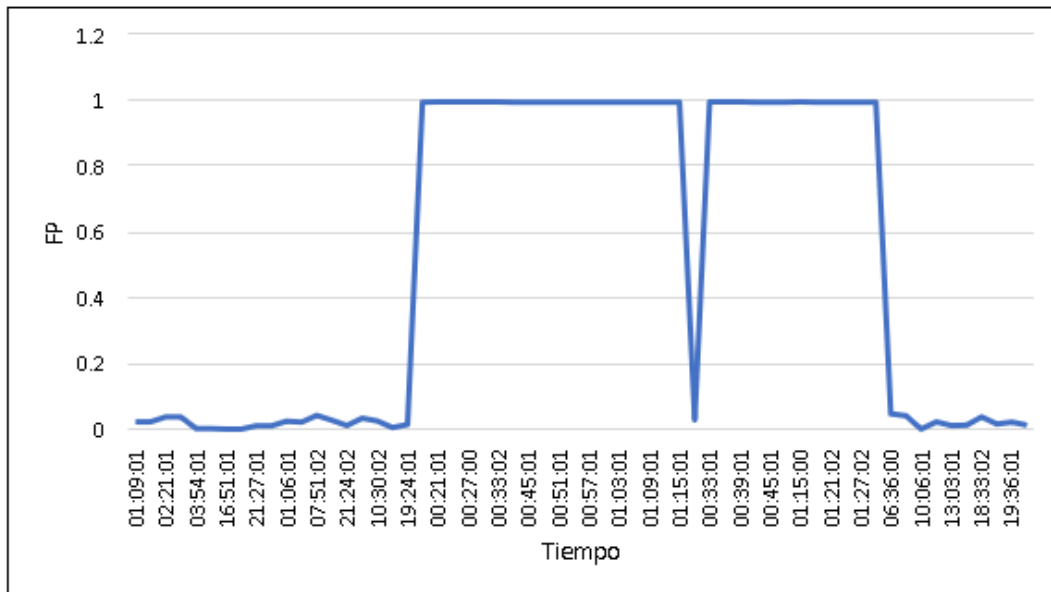
Gráfica de factor de potencia.



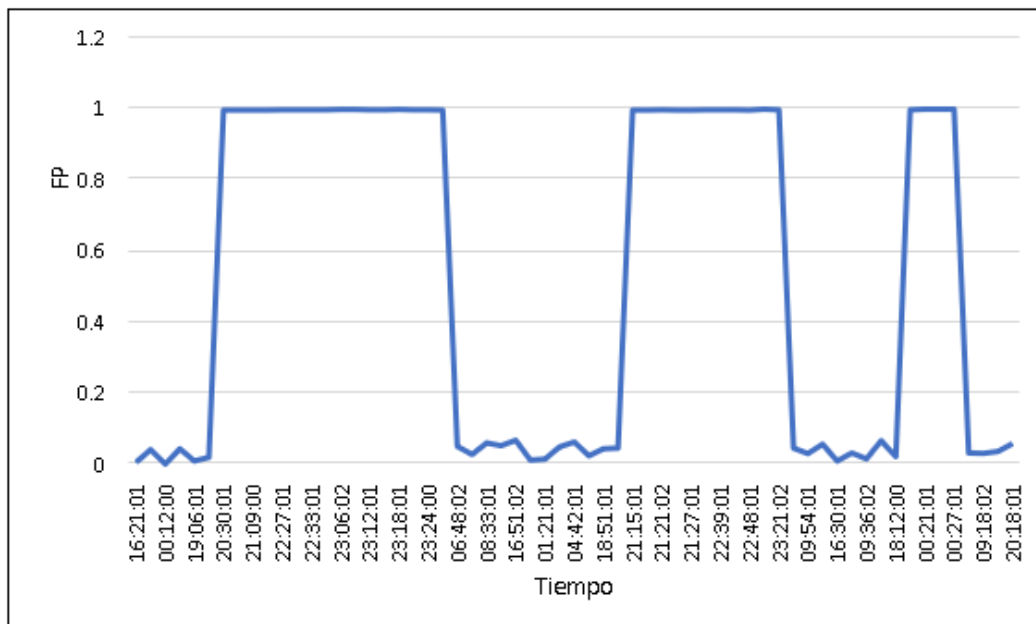
Gráfica de factor de potencia.



Gráfica de factor de potencia.



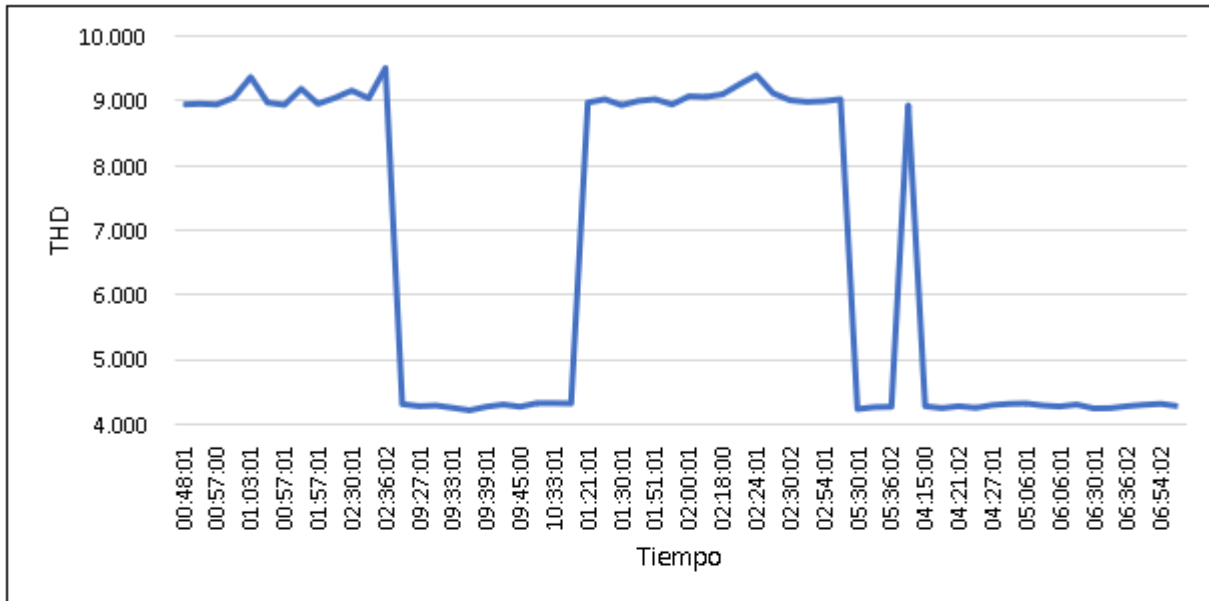
Gráfica de factor de potencia.



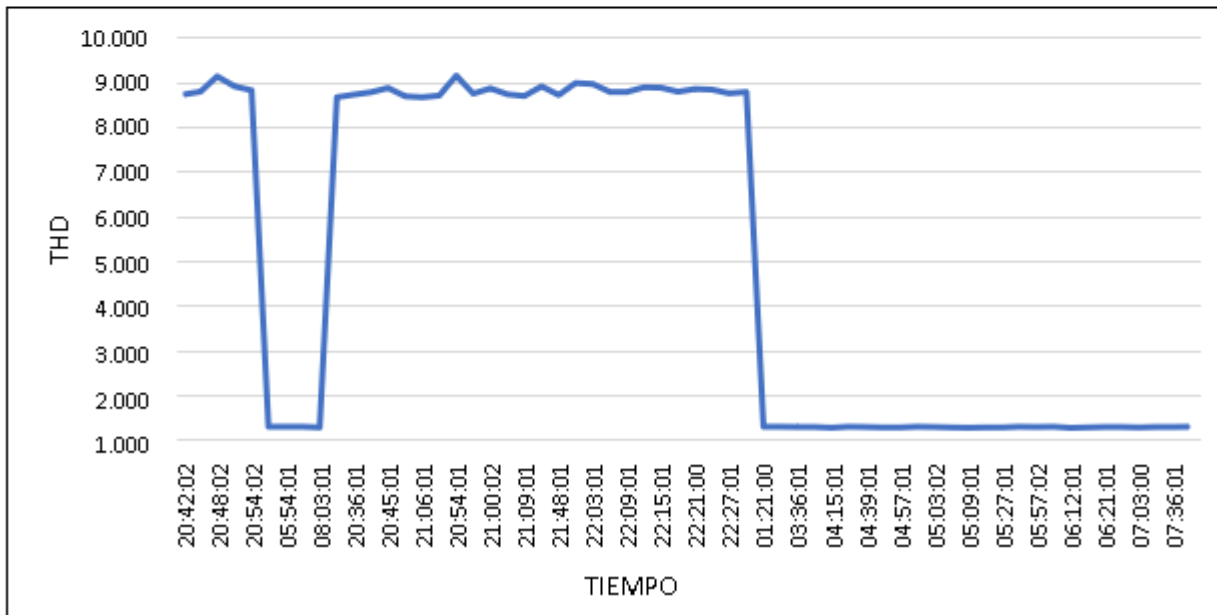
Anexo J

Lecturas obtenidas del nivel de calidad de la energía en el sistema durante 4 semanas

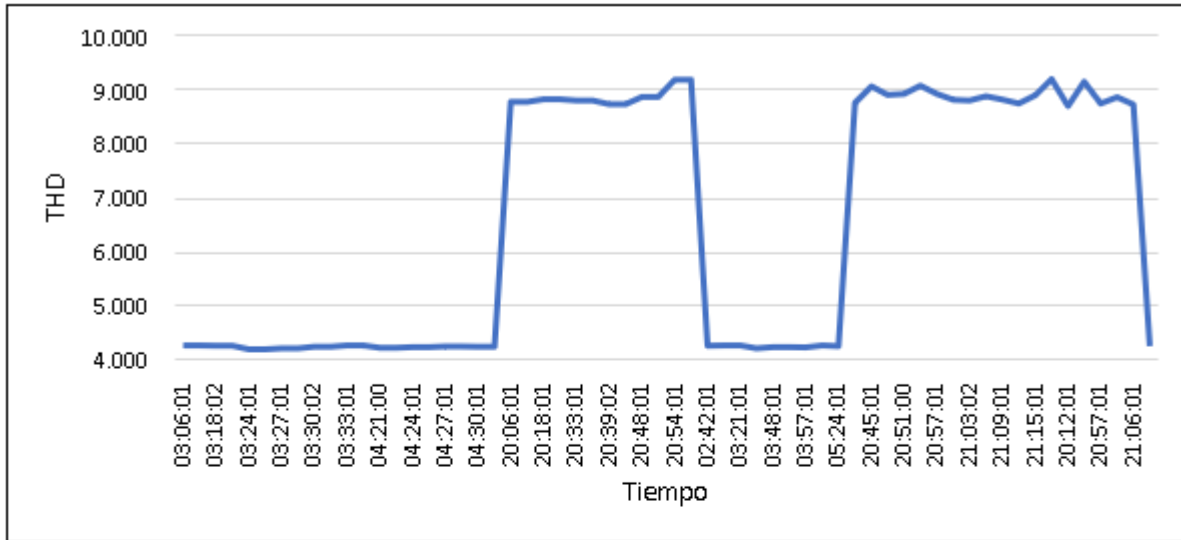
Gráfica de niveles de calidad de energía.



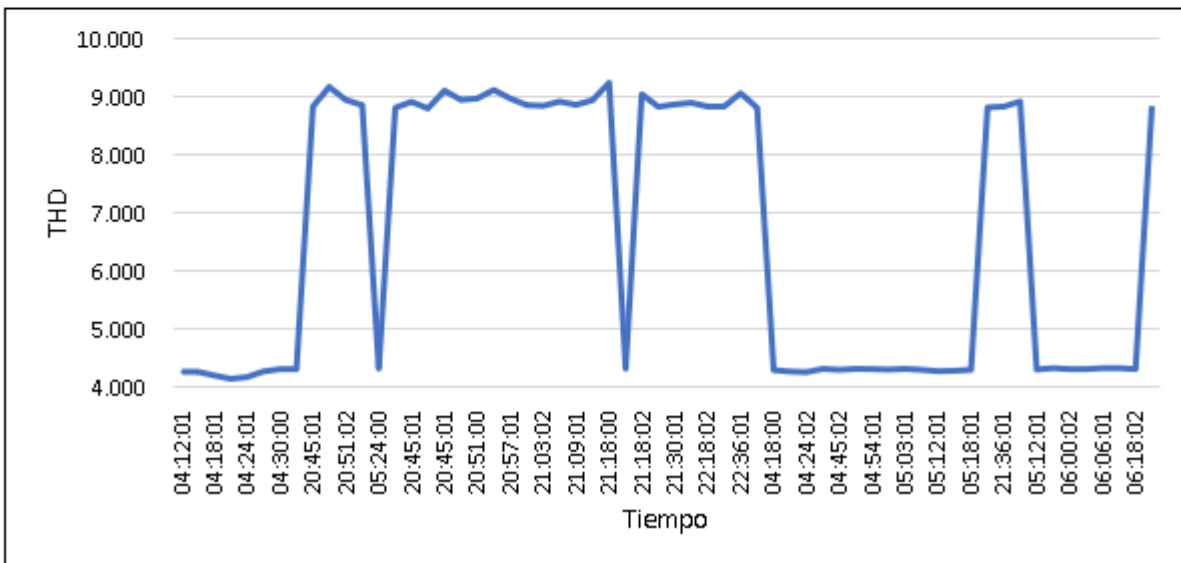
Gráfica de niveles de calidad de energía.



Gráfica de niveles de calidad de energía.



Gráfica de niveles de calidad de energía.



Anexo K

**Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.
Tres conductores individuales en un tubo conduit.**

Area mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X_L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a $FP = 0.85$ para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a $FP = 0.85$ para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Anexo L

2.4 Conductores desnudos

2.4.1 CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE

a) ESPECIFICACIONES PARA ALAMBRE DESNUDO DURO, SEMI-DURO Y SUAVE

Estos conductores se utilizan en instalaciones aéreas de distribución de energía eléctrica en alta o baja tensión, en barras colectoras de subestaciones y en sistemas de tierra.

Los alambres de cobre ofrecen una gran resistencia mecánica, sobre todo en temple duro y semiduro, y dado

que el cobre es un material resistente a la corrosión, se les usa en áreas salinas o de alta contaminación.

NOTA: No hay normas para alambres de temple duro, ni para semiduro, en calibre 19 AWG y menores.

CALIBRE AWG	SECCIÓN TRANSVERSAL		DIÁMETRO NOMINAL		PESO NOMINAL	DURO		SEMI-DURO		SUAVE
	mm ²	Circular- mils	mm	Pulg.	kg/km	RESISTENCIA A 20°C y C.C. Ohm/km	ESFUERZO A RUPTURA MPa	RESISTENCIA A 20°C y C.C. Ohm/km	ESFUERZO A RUPTURA MPa	RESISTENCIA A 20°C y C.C. Ohm/km
4/0	107.20	211 600	11.684	0.460 0	953.2	0.165 5	340	0.164 7	340	0.160 8
3/0	85.01	167 800	10.404	0.409 6	755.8	0.208 7	350	0.207 7	345	0.202 8
2/0	67.43	133 100	9.266	0.364 8	599.5	0.263 2	365	0.261 8	350	0.255 7
1/0	53.48	105 600	8.252	0.324 9	475.5	0.331 7	375	0.330 1	360	0.322 4
1	42.41	83 690	7.348	0.289 3	377.0	0.422 9	385	0.420 6	365	0.406 5
2	33.63	66 360	6.543	0.257 6	289.9	0.533 2	395	0.530 5	370	0.512 8
3	27.67	52 620	5.827	0.229 4	237.1	0.672 3	405	0.688 7	380	0.646 4
4	21.15	41 740	5.189	0.204 3	188.0	0.847 8	415	0.843 2	380	0.815 3
5	16.77	33 090	4.620	0.181 9	149.0	1.066 9	420	1.063 3	385	1.027 9
6	13.30	26 240	4.115	0.162 0	118.2	1.347 8	430	1.340 9	385	1.296 3
7	10.55	20 820	3.665	0.144 3	93.8	1.699 8	435	1.691 0	390	1.634 5
8	8.37	16 510	3.254	0.128 5	74.4	2.143 4	440	2.132 3	390	2.061 1
9	6.63	13 090	2.906	0.114 4	59.0	2.702 8	440	2.688 7	395	2.598 8
10	5.26	10 380	2.588	0.101 9	46.8	3.408 9	445	3.389 2	395	3.277 3
11	4.17	8 230	2.304	0.090 7	37.1	4.298 1	450	4.275 1	400	4.134 0
12	3.31	6 530	2.052	0.080 8	29.4	5.420 2	455	5.380 0	400	5.210 2
13	2.63	5 180	1.829	0.072 0	23.3	6.834 3	455	6.788 2	400	6.571 8
14	2.08	4 110	1.628	0.064 1	18.5	8.615 9	455	8.573 2	405	8.284 5
15	1.65	3 260	1.450	0.057 1	14.7	10.866 6	460	10.810 8	405	10.446 7
16	1.31	2 580	1.290	0.050 8	11.6	13.701 4	460	13.629 2	410	13.176 4
17	1.04	2 050	1.151	0.045 3	9.24	17.277 7	460	17.189 1	410	16.614 9
18	0.823	1 620	1.024	0.040 3	7.32	21.785 8	460	21.647 2	415	20.949 1
19	0.653	1 290	0.912	0.035 9	5.81	—	—	—	—	26.415 3
20	0.519	1 020	0.813	0.032 0	4.61	—	—	—	—	33.302 1
21	0.410	812	0.724	0.028 5	3.66	—	—	—	—	41.996 8
22	0.324	640	0.643	0.025 3	2.88	—	—	—	—	52.955 3
23	0.258	511	0.574	0.022 6	2.30	—	—	—	—	66.801 1
24	0.205	404	0.511	0.020 1	1.82	—	—	—	—	84.223 2
25	0.162	320	0.455	0.017 9	1.44	—	—	—	—	106.205 9
26	0.128	253	0.404	0.015 9	1.14	—	—	—	—	133.895 6
27	0.102	202	0.361	0.014 2	0.908	—	—	—	—	168.873 0
28	0.081	159	0.320	0.012 6	0.715	—	—	—	—	212.936 9
29	0.064	128	0.287	0.011 3	0.575	—	—	—	—	268.517 0
30	0.051	100	0.254	0.010 0	0.450	—	—	—	—	338.599 2
31	0.040	79.2	0.227	0.008 9	0.359	—	—	—	—	426.858 1
32	0.032	64.0	0.203	0.008 0	0.285	—	—	—	—	538.412 1
33	0.025	50.4	0.180	0.007 1	0.226	—	—	—	—	678.838 9
34	0.020	39.7	0.160	0.006 3	0.179	—	—	—	—	1 079.449 0

Anexo M

Artículo 350 – Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm2	mm2	mm2	mm2	mm2
12	¾	12.5	123	74	65	38	49
16	½	16.1	204	122	108	63	81
21	¾	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1½	40.3	1276	765	676	395	510
53	2	51.6	2091	1255	1108	648	836
63	2½	63.3	3147	1888	1668	976	1259
78	3	78.4	4827	2896	2559	1497	1931
91	3½	89.4	6277	3766	3327	1946	2511
103	4	102.1	8187	4912	4339	2538	3275
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—

Anexo N






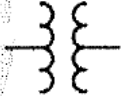


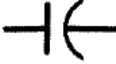
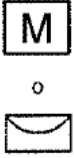
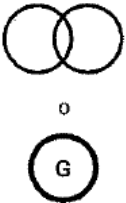
Tabla 5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Area aproximada
	mm2	AWG o kcmil	mm	mm2
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
	1.31	16	3.759	11.10
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	6.63	8	8.28	53.87
	8.37	6	9.246	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
	42.4	1	14.78	171.6
	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
	85.0	3/0	18.29	262.7
	107	4/0	19.76	306.7
	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.62	556.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9
	SF-2, SFF-2	355	700	33.38
380		750	34.24	920.8
405		800	35.05	965
456		900	36.68	1057
507		1000	38.15	1143
633		1250	43.92	1515
760		1500	47.04	1738
887		1750	49.94	1959
1013		2000	52.63	2175
SF-1, SFF-1		0.824	18	2.311
	1.31	16	2.756	4.968
RFH-1, XF, XFF	0.824	18	2.692	5.161
TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	2.997	7.032
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3.378	8.968
TW, THHW, THW, THW-2	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.470	55.68
	6.63	8	5.994	28.19
RHH*, RHW*, RHW-2*	2.08	14	4.140	13.48
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	3.31	12	4.623	16.67
Tipo: RHH*, RHW*, RHW-2*, THHN, THHW, THW, RHH, RHW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN2, XF, XFF				

Anexo O

NMX-J-136-ANCE-2007
14/52

4.3 Símbolos nacionales para diagramas unifilares para Subestaciones

Número de figura	SÍMBOLOS NACIONALES	
	Título	Símbolo
4.3.1	Apartarrayos	
4.3.2	Interruptor	
4.3.3	Interruptor termomagnético (automático)	
4.3.4	Desconectador	
4.3.5	Desconectador fusible	
4.3.6	Transformador	
4.3.7	Transformador de potencial	
4.3.8	Transformador de corriente	
4.3.9	Capacitor	
4.3.10	Equipo de medición	
4.3.11	Grupo generador	

Anexo P

Ficha técnica de las lámparas

- Foco led globo philips 13.5 watts 1521 lúmenes luz fría blanca.

Información del producto

Foco LED globo Philips, otorga una agradable luz blanca fría de 6500 K y es adecuado para sistemas existentes con soporte E27. Pueden sustituir el uso de lámparas incandescentes, halógenas y de bajo consumo, brindando un ahorro mayor de energía y minimizando el costo de mantenimiento. Otorga una vida útil nominal de 15000 horas con un consumo energético de solamente 13.5 watts, igualando la eficacia de lámparas de 100 watts de potencia.

Garantía en piezas y componentes con vigencia de 90 días a partir de la fecha de compra o en la que el cliente reciba su producto, válida en tiendas The Home Depot.

¿Encontraste información incorrecta del producto? Notifícanos aquí

Largo	12.8 cm	Ancho	9.5 cm
Profundidad	9.5 cm	Diámetro	9.5 cm
Espesor	0 mm	Material	Vidrio
Color	Blanco	Acabado	Mate
Peso	.125 kg	Garantía proveedor	3 años
Modelo	Standard ledglobe13.5-100w g30 e27 cdl w nd mx	Capacidad / tamaño	1521
No. de piezas	1	Tipo	Led
Potencia	13.5 w	Horas de vida	15000
Tipo de sistema	Led	Accesorios	No
Tipo de corriente	100-240 v	Montaje	Sí
Flujo luminoso	1521	Luz	Fría
Tipo de foco	Globo	Tipo de socket	E27
Alto	12.8 cm	Smart	No
Consumo	13.5 w	Formato	G30
Paquete	1	Lumenes	1521

- Foco led 8 w 60 w luz fría 8 piezas

Información del producto

Foco led consume 8 watts equivalentes a 60 watts, su uso proporciona una luz brillante de 800 lúmenes que ayuda a ahorrar hasta un 86% de energía. Brinda hasta 50,000 ciclos de encendido y apagado, permitiendo un encendido instantáneo con luz fría, por su diseño se puede usar en luminarias abiertas. El foco led está fabricado para ofrecer una adecuada emisión de luz, funcionalidad, durabilidad y alta calidad a cualquier lugar que lo requiera. El paquete contiene 8 piezas.

¿Encontraste información incorrecta del producto? Notifícanos aquí

Largo	10.1 cm	Ancho	5.5 cm
Profundidad	5.5 cm	Diámetro	0 cm
Espesor	0 mm	Material	Plástico
Color	Blanco	Acabado	Mate
Peso	.034 kg	Garantía proveedor	3 años
Modelo	9290020463	Capacidad / tamaño	8w
No. de piezas	1	Tipo	A19
Potencia	110-130 v w	Horas de vida	25000
Tipo de sistema	Led	Accesorios	No
Tipo de corriente	127 v	Luz	Fría
Lúmenes	800	Incluye foco	Sí
Tipo de foco	Led	Tipo de socket	E26
Alto	10.1 cm		

- Foco Led Osram Classic 8w Luz Blanca

Descripción

LED CLASSIC A19 SUPERSTAR®

Familia de lámparas de LED ideales para iluminación general, disponibles en dos temperaturas de color: Luz Cálida (3000 K) y Luz de Día (6500 K). Cuentan con una vida útil de 25 000 horas de vida y multivoltaje (100-240 V~).

Equivalencia a 60W de un Incandescente
 Flujo Luminoso 800lm
 Temperatura de Color 6500K (Luz Blanca)
 Hasta 85% de Economía
 Hasta 25 000 hrs de vida útil
 Multivoltaje 100 - 240 V

- Foco led a19 ecosmart 9 watts 800 lúmenes luz blanca 10 piezas.

Información del producto

Foco LED A19 Ecosmart, brinda una iluminación agradable en toda clase de espacios interiores como baños, oficinas, cocinas, habitaciones, entre otros. Su tecnología proporciona una luz blanca de 5,000 K, con intensidad de 800 lúmenes y 9 watts de potencia en equivalencia a 60 watts, con una corriente de 120 volts. Tiene una vida útil de 10,000 horas. Ahorra costos de energía en comparación con otras lámparas. El empaque incluye 10 piezas.

Garantía limitada de 3 años. Devuelve el producto defectuoso a cualquier tienda The Home Depot junto con el recibo para reclamaciones de la garantía. La duración de la garantía limitada se basa en un uso diario promedio de 3 horas. La garantía limitada se anula en caso de uso inadecuado del producto, de acuerdo con la declaración de precaución.

¿Encontraste información incorrecta del producto? Notifícanos aquí

Largo	11.10 cm	Ancho	27.68 cm
Profundidad	11.81 cm	Diámetro	5.52 cm
Material	Plástico	Color	Blanco
Acabado	Mate	Peso	.68 kg
Garantía proveedor	3 años	Modelo	Esa1960swnd10
No. de piezas	10	Tipo	A19
Potencia	9 w	Horas de vida	10000
Accesorios	No	Tipo de corriente	120 v
Montaje	No	Luz	Cálida
Tipo de foco	Led	Tipo de socket	E26
Alto	11.10 cm	Smart	No
Lumenes	800	Contenido del empaque	1 empaque con 10 focos

- Foco Led Osram Classic 8w Luz Blanca.

Descripción

*** VENTRONIC TIENDA OFICIAL ***

FOCO 9W Barra

- >Luz Blanca: 48 leds
- >Consumo: 9 wats
- >Equivalencia: 45 watts
- >Flujo Luminoso: 900lm
- >Temperatura: 6500k
- >Vida Util: 50,000 Horas
- >Ángulo de Luz: 360°
- >Tipo de luz: Omnidireccional
- >Tipo de le: SMD
- >Frecuencia: 50/60 hz

- Sunco lighting a15 foco led, 8w (equivalente 60w), luz del día (5000k), 800 lúmenes, regulable, casquillo e26, iluminación interior - paquete de 10.

Especificaciones técnicas

Fabricante	Sunco Lighting
Número de parte	SCA155K10PK
Tamaño	Paquete de 10
Color	5000k Luz del día
Material	Plástico
Forma	Bombilla
Voltaje	120 Voltios
Vataje	8 watts
Cantidad de paquetes de artículos	10
Tipo de bombilla	LED
Flujo luminoso	800 lm
Certificación	Energy Star Qualified, Lighting Facts, UL Listed
Características especiales	Resistencia ante el impacto, Regulable
Uso	Uso general
Incluye baterías	No
¿Se necesitan baterías?	No