



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®**

**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



## **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ**

**“DIAGNOSTICO ENERGETICO A LAS INDUSTRIAS  
DE TARIFAS A MAS DE 100KW Y MENOS A 100KW,  
PARA CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA  
MEDIANTE EL CODIGO DE RED.”**

**INGENIERIA ELECTRONICA**

**ALUMNO:**

**GONZÁLEZ CRUZ ROLANDO ANTONIO**

**ASESOR:**

**LEÓN OROZCO VICENTE**

**LUGAR Y FECHA:**

**TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A 23 DE ENERO DE  
2020**



# INDICE

**RESUMEN.....3**

**INTRODUCCION.....4**

**OBJETIVOS.....6**

**MARCO TEORICO**

- **CALIDAD DE ENERGIA.....7**
- **CODIGO DE RED.....11**
- **SUBESTACIONES ELECTRICAS.....20**
- **BANCO DE CAPACITORES.....22**
- **ANALIZADORES DE RED.....25**
- **TARIFAS EN MEDIA TENSION.....28**
- **CONCEPTOS BASICOS SOBRE ELECTRICA.....35**
  - **VOLTAJE.....35**
  - **CORRIENTE.....35**
  - **POTENCIAELÉCTRICA.....37**
  - **FACTOR DE POTENCIA.....42**

**DESARROLLO DEL PROYECTO.....44**

- **INSTALACIÓN DEL EQUIPO.....46**
- **CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO.....48**
- **RECABACION DE DATOS.....51**
- **CALCULO DE BANCO DE CAPACITORES.....57**

**CONCLUSION.....59**

**BIBLIOGRAFIA.....60**

**ANEXOS.....61**



## RESUMEN:

El presente trabajo que se llevó a cabo en la empresa Comisión Federal de Electricidad (CFE), fue realizar el cálculo y medición del factor de potencia a transformadores, conocer el factor con el que se encuentra trabajando ya que ayuda a saber que tan eficiente es la energía en la instalación. Los objetivos planteados fueron hacer una evaluación y diagnóstico del sistema de energía eléctrica, y a su vez generar una propuesta para mejorar el rendimiento y tener una mayor eficiencia del transformador con el que se está trabajando.

El procedimiento desarrollado para evitar el desperdicio de energía eléctrica fue primeramente una medición del sistema completo de cargas instaladas. En base a ello se establece un diagnóstico eléctrico cuyo plan de acción nos lleva a un ahorro de energía. Se generó un análisis y evaluación de cargas para establecer un plan de acción que nos llevó a un ahorro de energía eléctrica.

Se realizara un cálculo del factor de potencia de cada servidor requerido, este cálculo consiste en obtener datos del historial de facturas del servidor.

Para comprobar el cálculo se realizaran las mediciones del factor de potencia con el analizador de red Power Pad AMC Modelo 8335 con sensores de corriente de una capacidad de 5,000 Amperes con la finalidad de comprobar dichos cálculos y demostrarle al cliente lo que está consumiendo.



# INTRODUCCION

Desde hace algunos años se está tomando conciencia sobre “La Calidad de la Energía Eléctrica”. El consumo de energía eléctrica crece en la actualidad de forma considerable debido al desarrollo de nuevas tecnologías que están transformando la sociedad en general, lo que aumenta continuamente la productividad. Históricamente este desarrollo tecnológico va ligado con la utilización de la energía eléctrica, siendo cada vez más alto el porcentaje de uso del consumo de energía eléctrica.

Dentro del concepto de calidad de energía, la alteración en la “forma de la onda” tiene lugar en los propios procesos de producción, transporte y distribución, así como en la utilización de determinados receptores que generan perturbaciones; siendo estos factores inevitables pero si minimizables.

Actualmente las empresas de generación y distribución de energía eléctrica, tienen que afrontar dos importantes retos:

1. Aumentar la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica, para responder a la demanda creciente, debido a que los sistemas de generación y distribución están funcionando muy cerca del límite de su capacidad máxima.
2. Asegurar la calidad de la energía eléctrica suministrada, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos conectados a las redes de distribución, considerando también que la calidad de la energía eléctrica es de gran importancia para contribuir con el desarrollo tecnológico.

Hasta el momento no existe una definición completamente aceptada del término “Calidad del Suministro Eléctrico” o “Calidad de la Energía Eléctrica”, siendo los estándares internacionales más empleados los que marcan el rumbo de la definición:

- El estándar IEC 61000-4-30 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como las características de la electricidad en un punto dado de la red eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia.
- El estándar IEEE 1159/1995 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como la gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica.

En general, la calidad del suministro de energía eléctrica se puede considerar como la combinación de la disponibilidad del suministro de energía eléctrica, junto con la calidad de la tensión y la corriente suministradas, entendiéndose como la falta de calidad como la desviación de esas magnitudes de su forma ideal, por lo que, cualquier desviación se considera como una perturbación o como una pérdida de calidad.



El problema es complejo por naturaleza, ya que una característica importante de la electricidad, y que no se presenta en otros productos, es que su utilización por parte de los consumidores modifica sus características. La conexión de los aparatos de los clientes al sistema de distribución de energía eléctrica da origen a que circulen corrientes eléctricas proporcionales a las demandas de esos clientes. Estas corrientes al circular por los conductores de la red van a dar origen a caídas de tensión. La amplitud de la tensión suministrada a un cliente va a estar en función de las caídas de tensión acumuladas en todos los elementos de la red por la que se alimenta el cliente, y que va a estar afectada por su propia demanda y por la demanda simultánea de otros clientes. Como la demanda de cada cliente está variando continuamente, la tensión suministrada también lo hace en la misma forma.

La posibilidad de daños o averías en los elementos que componen el sistema de generación y distribución de la energía eléctrica, debido a múltiples causas, como condiciones climáticas, desgastes, envejecimientos, la propia actividad humana, el efecto de los animales u otros, también pueden afectar o interrumpir el suministro de energía eléctrica a los clientes. Por lo tanto, los factores que definen la calidad de la energía eléctrica dependen tanto del generador y del distribuidor como del propio cliente, por lo que, para asegurar unos niveles óptimos de calidad en el suministro eléctrico es necesaria la cooperación de todos los agentes que intervienen en el proceso.

El efecto más importante que produce la pérdida de la calidad de la energía eléctrica es el mal funcionamiento o la avería de los equipos conectados a la red de distribución. Los equipos eléctricos y electrónicos como los computadores personales, autómatas programables, equipos de iluminación, equipos de electrónica de consumo, etc., pueden funcionar de forma incorrecta si la energía eléctrica suministrada se interrumpe solamente durante unas décimas de segundo o incluso centésimas de segundo. Este mal funcionamiento de los equipos puede originar problemas importantes en un entorno residencial y/o comercial, pero los efectos económicos que pueden producir en los procesos industriales, como la parada o el daño de equipos, son de elevada magnitud.

Antes de que la electrónica irrumpiera en todo tipo de equipos industriales y de consumo, la compatibilidad significaba únicamente comprobar que la tensión y la frecuencia en la placa del equipo fuesen consistentes con la alimentación a la que este se conectaba. En la actualidad, y desgraciadamente, los equipos electrónicos proporcionan capacidades que requieren mayor atención en sus aplicaciones en los sistemas eléctricos. Fenómenos que antes eran secundarios como sobretensiones, distorsión armónica, variaciones de frecuencia, etc., son ahora significativos



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo del proyecto realizado en Comisión Federal de Electricidad (CFE) es determinar el consumo energético de las empresas que se encuentran en media tensión horaria y en media tensión ordinaria. A través de diagnósticos realizados en tiempo real, se identificarán los puntos del sistema que demanden mayor uso de la energía eléctrica, y a su vez, resaltar aquellos donde se desaprovecha y obtener con ellos un ahorro, tanto económico como ecológico.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Monitoreo y medición durante tres días:
  - Factor de potencia.
  - Red eléctrica de los siguientes parámetros: voltaje, amperaje, KW, KVA, KVAR, corriente, valores máximos, mínimos y promedios.
  
- Revisión y diagnóstico del transformador en cuanto a:
  - Voltajes de salida.
  - Tierra física.
  - Voltajes entre fases y con respecto a neutro.
  - Corriente y potencia en fases, neutro y tierra física.
  
- Revisión y diagnóstico de los tableros principales de protección:
  - Estado físicos de las barras, interruptores y cableados.
  - Puntos calientes de la instalación y conexiones.



# MARCO TEORICO

## CALIDAD DE ENERGIA

Actualmente, el estudio de calidad de energía eléctrica ha adquirido mucha importancia y tal vez la razón más importante es la búsqueda del aumento de productividad y competitividad de las empresas. Así mismo porque existe una interrelación entre la calidad de la energía eléctrica, la eficiencia y la productividad.

Para aumentar la competitividad, las empresas requieren optimizar su proceso productivo mediante:

- Utilización de equipos de alta eficiencia como: motores eléctricos, bombas, etc.
- Automatización de sus procesos mediante dispositivos electrónicos y de computación.
- Reducción de costos vinculados con la continuidad del servicio y la calidad de la energía.
- Reducción de las pérdidas de energía.
- Evitar costos por sobredimensionamiento y tarifas.
- Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos.

Un circuito eléctrico de corriente alterna consta, en su caso más sencillo, de una fuente de energía y de una carga eléctrica. La fuente proporciona energía eléctrica y la carga la transforma en otro tipo de energía. Siempre que la fuente proporcione una cantidad de energía por unidad de tiempo, es decir, una determinada cantidad de potencia eléctrica, la señal de tensión de la fuente forzará una señal de corriente a través del circuito.

Por tanto, cuando se habla de Calidad de la Energía Eléctrica, se está haciendo referencia tanto a la calidad de las señales de tensión y corriente, como a la continuidad o confiabilidad del servicio de energía eléctrica.

La creciente utilización de dispositivos basados en microelectrónica, los cuales son cada vez más susceptibles y menos inmunes al entorno electromagnético, ha incrementado en los últimos años el interés por las señales de tensión y corriente eléctrica; esto ha venido acompañando con el desarrollo de equipos de protección y una terminología especial para describir los fenómenos.



Es así como el concepto de Power Quality ha evolucionado en la última década a escala mundial. De hecho, se ha aumentado la importancia de un suministro de energía eléctrica basada en criterios que van más allá de la simple continuidad o confiabilidad del servicio, pasando a un espectro mucho más amplio que tiene que ver con grandes desarrollos científicos y tecnológicos en los campos de la interferencia y la compatibilidad electromagnética.

Por lo expuesto, ha causado confusión entre usuarios que no entienden por qué un equipo no trabaja como se esperaba. Muchas palabras ambiguas han sido usadas con significados múltiples o no muy claros. Por ejemplo, las palabras Pico o Impulsos de Tensión son usadas para describir una amplia variedad de perturbaciones que causan fallas o mala operación en un equipo. Un Supresor de Picos puede suprimir alguna clase de estos picos o impulsos electromagnéticos, pero no tendrá ningún efecto sobre otros.

Otro ejemplo muy común, es la creencia generalizada que un pararrayos tipo Franklin instalado en la parte superior de un edificio y conectado a tierra protege equipos eléctricos y electrónicos contra los efectos electromagnéticos que generan los rayos, ignorando el concepto de un sistema integral de protección contra rayos.

La Calidad de la Energía Eléctrica (CEL) en términos generales es un conjunto de propiedades inherentes tanto al servicio como a la señal de tensión o corriente eléctrica que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que otras. Por tanto, podemos afirmar que la CEL en su concepto más amplio debe considerar tanto la continuidad del servicio como las señales de tensión y corriente eléctrica, en un tiempo dado y en un espacio determinado de un sistema de potencia eléctrico.

La definición del termino Calidad de la Energía Eléctrica no es única y varía de país en país. Veamos algunas definiciones tomadas de instituciones que tratan sobre el tema en diferentes partes del mundo:

El Instituto EPRI (Electric Power Research Institute) de los Estados Unidos, por ejemplo, define la calidad de la Energía Eléctrica (Power Quality) como: “Cualquier problema de potencia manifestado en la desviación de la tensión, de la corriente o de la frecuencia, de sus valores ideales que ocasione falla o mala operación del equipo de un usuario.”

La norma IEC (61000-2-2/4) y la norma CENELEC (50160) definen la Calidad de la Energía Eléctrica como: “Una característica física del suministro de electricidad, la





cual debe llegar al cliente en condiciones normales, sin producir perturbaciones ni interrupciones en los procesos del mismo”.

Para la norma IEEE 1159 de 1995: “El termino se refiere a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctricas, en un tiempo dado y en una ubicación dada en el sistema de potencia”.

La CREG en Colombia en su Resolución 070 de 1998 conceptuó que: “El termino calidad de la potencia suministrada se refiere a las perturbaciones y variaciones de estado estacionario de la tensión y corriente suministrada por el Operador de Red. El termino calidad del servicio prestado se refiere a los criterios de confiabilidad del servicio.”

Algunos países han incluido en el concepto de Calidad de Energía Eléctrica – CEL tanto lo correspondiente al diseño, construcción y operación de la instalación eléctrica como la atención al usuario (facturación y reclamos).

A continuación se propone definir la CEL de la siguiente manera y, a partir de allí, desarrollar su concepto: La Calidad de la Energía Eléctrica – CEL, es un conjunto de características físicas de las señales de tensión y corriente para un tiempo dado y un espacio determinado, con el objetivo de satisfacer necesidades de un cliente”.

Algunos autores consideran que la entidad a la cual se aplica el concepto de Calidad de la Energía Eléctrica es solamente la señal de tensión. Esto sería cierto si se considera un sistema eléctrico lineal en el cual el generador alimenta una sola carga, mediante una fuente de tensión. Sin embargo, los sistemas eléctricos pueden ser enmallados y una carga (corriente) puede contaminar nuevamente la red de alimentación y esta a su vez aumentar a otra carga con una señal de tensión y corriente contaminada. Por ello lo más conveniente es involucrar en la Calidad de la Energía Eléctrica tanto a la fuente como a la carga, es decir las señales de tensión y corriente.

Las características físicas de la CEL, son la continuidad del servicio durante las 24 horas del día y los 365 días del año, la amplitud, frecuencia, forma de onda de la señal de tensión y corriente, las cuales están definidas por valores o índices en resoluciones, guías o normas nacionales e internacionales, dentro de rangos que son técnica y económicamente aceptables. La discontinuidad o variación de estos valores o índices, pueden causar degradación, mal funcionamiento o fallas en dispositivos,



equipos o sistemas eléctricos, electrónicos o de comunicación, que disminuyen la CEL y afectan técnica y económicamente a sus usuarios.

La calidad de energía eléctrica puede dividirse en dos grandes temas:

- La Calidad del Servicio de Energía Eléctrica, el cual tiene que ver directamente con el tiempo, es decir, la Continuidad del Servicio.
- La Calidad de la Potencia Eléctrica, que se refiere a las variaciones en la forma de onda, frecuencia y amplitud de las señales de corriente y tensión.

La calidad del servicio debe entenderse en este contexto como la continuidad de la señal de tensión y no, como otros lo consideran, atención al cliente, donde involucran todo lo referente a la administración, desde la preparación y entrega de las facturas de consumo de energía eléctrica, hasta la respuesta a las demandas telefónicas de los usuarios por desconexión del circuito.

Es importante aclarar aquí que, si bien la definición que se ha propuesto está acorde con la argumentación presentada, la aplicación del concepto de CEL es relativa, pues depende de las necesidades del usuario. Por ejemplo, para un usuario residencial urbano o rural la Calidad de la Energía Eléctrica está referida más a la continuidad que a la calidad de la señal, mientras que para un usuario industrial con equipos de control basados en microelectrónica la exigencia no solo es de calidad en la continuidad del servicio sino en las señales de tensión y corriente.

Con base en lo anterior se pueden caracterizar, cinco variables que definen la CEL:

- La amplitud.
- La frecuencia.
- La forma de la señal.
- El balance de las fases.
- La continuidad.



## CODIGO DE RED

Conforme a lo establecido en el artículo 12, fracción XXXVII de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), es atribución de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) la expedición y aplicación de la regulación necesaria en materia de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Por lo anterior, la CRE integra en estas Disposiciones Administrativas de Carácter General, en adelante “Código de Red”, los requerimientos técnicos mínimos para el desarrollo eficiente de los procesos de planeación, medición, Control Operativo, Control Físico, acceso y uso de la infraestructura eléctrica. Estos requerimientos técnicos mínimos se fijan de manera que el SEN alcance y mantenga una condición técnica en la que opera sin violar límites operativos y con suficientes márgenes de reserva de modo que pueda soportar la Contingencia Sencilla más Severa sin violación de límites operativos en post-Disturbios. Dicha condición técnica se denomina “nivel adecuado de Confiabilidad”.

Los Criterios contenidos en este Código de Red se basan en las siguientes premisas:

- El SEN debe ser controlado de tal modo que se maximice el tiempo en que se mantenga dentro de sus límites técnicos definidos en las condiciones normales de operación.
- El SEN debe ser operado de tal manera que sea capaz de soportar la Contingencia Sencilla más Severa en condiciones normales de operación, sin incumplir las condiciones de Suministro Eléctrico establecidas.
- La infraestructura física del SEN debe estar protegida contra daños ocasionados por la operación de sus elementos, fuera de límites técnicos establecidos.
- Un área eléctrica que haya sido aislada por la ocurrencia de un evento debe ser reintegrada de manera segura, eficiente y en el menor tiempo posible.
- La Ampliación y la Modernización de la infraestructura del SEN deben tener como objetivo la mejora continua de los niveles de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad.
- La interconexión de Centrales Eléctricas debe llevarse a cabo con el objetivo de mejorar los niveles de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEN.



- La conexión de Centros de Carga al SEN no debe afectar negativamente los niveles de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEN.
- Los sistemas de información y comunicaciones que utiliza el SEN deben promover la eficiencia de la industria eléctrica y funcionar dentro de un marco de Interoperabilidad y Seguridad de la Información.
- En general, debe contribuir a mantener y mejorar el desempeño del SEN y del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

## **A. Alcance del Código de Red**

### **A.1 Objetivo**

Los Criterios de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad incluidos en este documento, tienen como objetivo permitir e incentivar que el SEN se desarrolle, mantenga, opere, amplíe y modernice de manera coordinada con base en requerimientos técnicos-operativos, y de la manera más eficiente y económica. Lo anterior bajo los principios de acceso abierto y trato no indebidamente discriminatorio.

Asimismo, el Código de Red debe ser entendido como el documento que establece los requerimientos técnicos mínimos que los Integrantes de la Industria Eléctrica están obligados a cumplir con relación a las actividades de planeación y operación del SEN, así como establecer las reglas para la medición, el control, el acceso y uso de la infraestructura eléctrica. El Código de Red es de cumplimiento obligatorio para los Integrantes de la Industria Eléctrica y corresponderá a la CRE su interpretación y vigilancia.

### **A.2 Estructura**

El Código de Red está conformado por las Disposiciones Generales del SEN y por las Disposiciones Operativas del SEN. A su vez, las Disposiciones Operativas del SEN contienen Manuales y Procedimientos.

#### **A.2.1 Disposiciones Generales del SEN**

Las Disposiciones Generales del SEN (Disposiciones Generales) establecen los lineamientos y reglas de carácter general, que deben cumplir los Integrantes de la Industria Eléctrica para que el SEN alcance y mantenga su nivel adecuado de Confiabilidad. Las Disposiciones Generales tendrán prelación jerárquica dentro del Código de Red. El contenido de las Disposiciones Generales se detalla en los siguientes capítulos:



**El Capítulo 1** establece las Disposiciones Generales sobre las condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad y seguridad que son de observancia obligatoria en la elaboración de los programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión (RNT) y de las Redes Generales de Distribución (RGD). Lo anterior, observando en todo momento la política establecida por la Secretaría de Energía (SENER).

**El Capítulo 2** establece las Disposiciones sobre las condiciones operativas que se deben cumplir para asegurar que el SEN mantenga el Suministro Eléctrico en condiciones de seguridad y Continuidad.

**El Capítulo 3** describe las Disposiciones sobre los requerimientos técnicos que deben de cumplir las Unidades de Central Eléctrica que deseen interconectarse al SEN.

**El Capítulo 4** describe las Disposiciones sobre los requerimientos técnicos que deben de cumplir los Centros de Carga que pretendan o estén conectados al SEN.

**El Capítulo 5** establece las Disposiciones Generales de Red Eléctrica Inteligente en materia de telemetría y la integración de elementos para el Control Operativo del SEN que utilizan Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) bajo el principio de Interoperabilidad. También establece las Disposiciones Generales para la administración de la Seguridad Informática que minimice la situación de riesgo del SEN ante amenazas informáticas derivadas del aumento en el uso de las TIC.

**El Capítulo 6** se refiere a las Disposiciones que se deben considerar con respecto a las condiciones de operación de los sistemas que se encuentren eléctricamente aislados del Sistema Interconectado Nacional.

**Finalmente, el Capítulo 7** describe los lineamientos aplicables al Sistema Eléctrico de Baja California que debe cumplir con procedimientos y Disposiciones de carácter específico derivado de su enlace eléctrico internacional.

### **A.2.2 Disposiciones Operativas del SEN**

Las Disposiciones Operativas del SEN (Disposiciones) establecen las reglas, requerimientos, instrucciones, directrices, y procedimientos de carácter específico, y que deben cumplir los Integrantes de la Industria Eléctrica para que el SEN mantenga el Suministro Eléctrico dentro de los parámetros convenidos con los Centros de Carga.

Las Disposiciones se integran por Manuales y Procedimientos que contendrán los siguientes temas: a. Planeación para la Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución



- b. Requerimientos técnicos para la interconexión de Centrales Eléctricas
- c. Requerimientos técnicos para la conexión de los Centros de Carga
- d. Coordinación Operativa
- e. Definición de los Estados Operativos del SEN
- f. Comunicación y coordinación operativa g. Reducción de la Generación por Confiabilidad
  
- h. Restablecimiento del SEN
- i. Despacho de Generación
- j. Administración de Licencias

### **A.2.3 Prelación jerárquica**

Las Disposiciones Generales tienen prelación jerárquica dentro del Código de Red por lo que los documentos de menor jerarquía y que componen las Disposiciones Operativas deben de guardar consistencia con estos, como se observa en la Figura 1. Asimismo, los Manuales Regulatorios y Procedimientos que integran las Disposiciones Operativas estarán asociados a los distintos Capítulos que componen las Disposiciones Generales

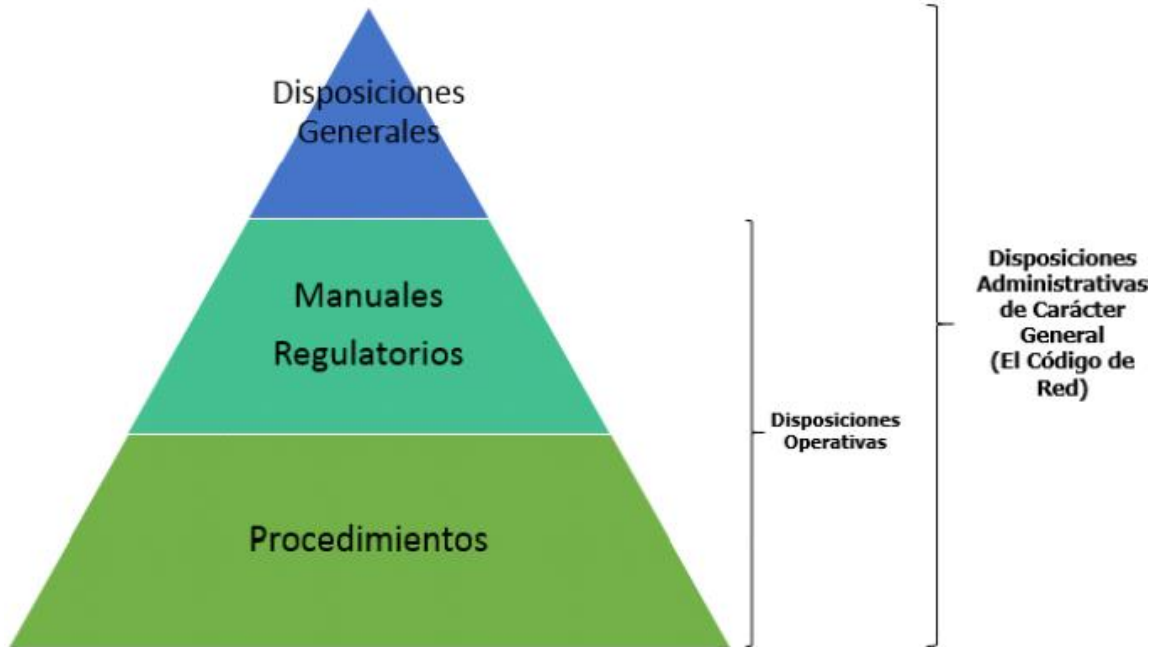


Figura 1. Prelación Jerárquica en el Código de Red.

## B. Gestión del Código de Red

### B.1 Revisión y Actualización del Código de Red

La CRE constituirá un Comité Consultivo de Confiabilidad, el cual iniciará a sesionar como máximo un año después de la expedición del presente Código de Red. El Comité Consultivo será un órgano propositivo y de opinión que tendrá por objeto contribuir al proceso de revisión, actualización, normalización y consulta pública de los manuales, procedimientos y criterios contenidos en el Código de Red. La CRE emitirá las Reglas de Operación del Comité Consultivo de Confiabilidad mediante una Disposición de Carácter General que debe de contener al menos los aspectos de su integración y funcionamiento. Las modificaciones que sean propuestas a través del Comité serán consideradas de la siguiente forma:



**a. Revisión y Actualización:** La CRE, con apoyo del Comité Consultivo de Confiabilidad, revisará los Criterios Técnicos Generales y las Disposiciones Operativas del SEN que componen el Código de Red de manera anual durante los primeros 5 años a partir de su publicación y posteriormente cada 3 años. Para lo anterior se tomarán en cuenta, entre otros aspectos, los desarrollos tecnológicos más recientes de la Industria Eléctrica. Asimismo los integrantes del Comité podrán proponer que el proceso de revisión se realice de manera anticipada, y en su caso, la CRE realizará la actualización correspondiente.

**b. Consulta Pública:** Antes de aprobar alguna actualización al Código de Red, la CRE podrá someter dicha actualización a un proceso de Consulta Pública para efecto de que los interesados no integrantes del Comité Consultivo de Confiabilidad, emitan su opinión y comentarios en un plazo no mayor a 30 días hábiles.

## **B.2 Supervisión y vigilancia del Código de Red**

La vigilancia del cumplimiento del Código de Red se sujetará a las Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de Verificación e Inspección de la Industria Eléctrica en las áreas de generación, transmisión, distribución de energía eléctrica; que al respecto expida la CRE. En ellas se establecerán indicadores, métricas y otros mecanismos de evaluación del comportamiento del SEN. La CRE podrá llevar a cabo los actos de verificación e inspección que determine necesarios por conducto de los servidores públicos que tenga adscritos o mediante Unidades de Inspección o por Unidades de Verificación cuando se trata de Normas Oficiales Mexicanas por ella emitidas.

## **B.3 Incumplimiento y sanciones**

Los Integrantes de la Industria Eléctrica que dejen de observar, de manera grave a juicio de la CRE, las disposiciones establecidas en el Código de Red, se sujetarán a las sanciones establecidas en el artículo 165, fracción I, inciso k), y fracción II, inciso c) de la LIE. Sin perjuicio de lo anterior, en función de la magnitud de la condición de incumplimiento, la CRE podrá determinar que el Integrante de la Industria Eléctrica que se encuentre en la condición de incumplimiento de los criterios establecidos en el Código de Red, además de sujetarse a la correspondiente sanción a que hace referencia el párrafo inmediato anterior, deberá presentar de manera obligatoria un Plan de Trabajo detallando las acciones que serán implementadas para asegurar el cumplimiento de aquellos Criterios sobre los cuales se haya detectado el incumplimiento. La magnitud de la condición de incumplimiento será evaluada por la CRE con el apoyo técnico del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), y considerará el impacto asociado a:

**a. Número de usuarios afectados**





- b. Tiempo de Interrupción del Suministro Eléctrico
- c. Energía no suministrada
- d. Corte manual de carga no controlable
- e. Otras.

El Plan de Trabajo tendrá carácter vinculatorio y deberá contener, al menos, la siguiente información: a. Las acciones específicas que serán implementadas para dar cumplimiento a los criterios que dejaron de observarse.

- b. El cronograma para implementar las acciones descritas en el punto anterior y para la entrega de reportes de avance a la CRE.
- c. La identificación de indicadores sobre el avance en la implementación de las acciones descritas.
- d. El plan de acción para eliminar las posibles barreras que impidan el desarrollo de las acciones específicas de acuerdo al cronograma propuesto.

El Plan de Trabajo deberá presentarse por conducto del correspondiente Representante Legal a través de la Oficialía de Partes Electrónica de la CRE, en un plazo no mayor a 30 días hábiles, contados a partir de la notificación del requerimiento que haga la CRE.

#### **B.4 Resolución de supuestos incumplimientos y controversias**

La CRE atenderá quejas, inconformidades y controversias relacionadas con la aplicación del Código de Red. Para ello, el o los interesados deberán presentar su solicitud considerando lo estipulado en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen el Procedimiento Único para la atención de controversias, quejas e inconformidades en materia energética; que al respecto expida la CRE.

#### **B.5 Casos Fortuitos o de Fuerza Mayor**

Significa cualquier acto o evento que imposibilite o retrase a los Integrantes de la Industria Eléctrica a cumplir con cualquiera de sus obligaciones establecidas en el Código de Red, siempre y cuando: esté más allá de su control, no sea resultado de la negligencia u omisión, y no pudo haber sido prevenido o evitado, mediante el ejercicio de la debida diligencia.

Sujeto al cumplimiento de las condiciones estipuladas anteriormente, Caso Fortuito o de Fuerza Mayor incluirá de manera enunciativa pero no limitativa los siguientes actos o eventos: (i) fenómenos de la naturaleza tales como tsunamis, terremotos; (ii) actos de terrorismo, sabotajes, actos de vandalismo y disturbios civiles; (iii) guerras (sean declaradas o no), insurrecciones y embargos comerciales entre países; (iv)



desastres de transportación y de producción, ya sean marítimos, ferroviarios, terrestres o aéreos; (v) huelgas u otras disputas laborales en los Estados Unidos Mexicanos que no sean motivadas por el incumplimiento de algún contrato y/o relación laboral por parte de la parte afectada; (vi) incendios; (viii) actos de una autoridad gubernamental que no hayan sido inducidos voluntariamente por la parte afectada o cualquiera de sus filiales (en el entendido que ninguna de las partes será considerado como filial de la otra parte), y que no sean resultado del incumplimiento de las obligaciones de la parte afectada; (ix) cambio en el Marco Regulatorio, e (x) interrupciones no intencionales provocadas por un tercero tales como: choque a estructura, derribo de antenas, de anuncios espectaculares, contactos eléctricos accidentales por trabajos en instalaciones cercanas a las instalaciones eléctricas, etc.

Caso Fortuito o de Fuerza Mayor no incluirá ninguno de los siguientes eventos: (i) dificultades técnicas y económicas; (ii) cambios en las condiciones de mercado; (iii) fallas de cualquiera de los subcontratistas, excepto cuando dicha falla sea causada por un acto que cumpla con los requerimientos de Caso Fortuito o Fuerza Mayor según se dispone anteriormente.

Cuando se presente un Caso Fortuito o de Fuerza Mayor que ponga en riesgo la integridad del SEN, el CENACE podrá suspender la operación del MEM de acuerdo con las Reglas del Mercado y podrá también dictar instrucciones extraordinarias para mantener la integridad del SEN con la finalidad de que éste recupere su Estado Operativo Normal. Dichas instrucciones prevalecerán sobre cualquier criterio establecido en el Código de Red y deben ser acatadas por los Transportistas, Distribuidores y los Participantes del Mercado.

## **B.6 Notificación de Caso fortuito o fuerza mayor**

Quien alegue un Caso Fortuito o Fuerza Mayor, deberá notificar a la Comisión que ha ocurrido un evento de Caso Fortuito o Fuerza Mayor, la duración aproximada del mismo y el efecto esperado en el SEN.

En ambos casos, la notificación se hará vía el Sistema de Información, telefónica y/o correo electrónico, tan pronto como sea posible, pero a más tardar al día natural siguiente de que tenga lugar el evento de Caso Fortuito o Fuerza Mayor y, por escrito, pero nunca después de los dos (2) días hábiles siguientes a la fecha en que la parte que invoque Caso Fortuito o Fuerza Mayor tuvo conocimiento de tales eventos.

No obstante lo anterior, si el Caso Fortuito o Fuerza Mayor interrumpiera las comunicaciones de manera que sea imposible hacer la notificación en los plazos aquí especificados, quien alegue Caso Fortuito o Fuerza Mayor efectuará dicha notificación tan pronto como sea razonablemente posible, una vez que se



restablezcan las comunicaciones, pero no después del segundo (2°) día hábil siguiente a dicho restablecimiento.

En caso de que cualquiera de las Partes no realice la notificación mencionada en esta condición, en el término establecido, perderá su derecho de alegar Caso Fortuito o Fuerza Mayor para excusarse del cumplimiento de sus obligaciones conforme al Código de Red. Quien alegue Caso Fortuito o Fuerza Mayor deberá de manera diligente presentar la información relevante que tenga a su disposición con relación al Caso Fortuito o Fuerza Mayor y deberá dar a la Comisión un estimado del tiempo que requerirá para subsanarlo.

Quien alegue Caso Fortuito o Fuerza Mayor deberá entregar avisos periódicos, al menos una vez por semana, durante el período en que continúe el evento de Caso Fortuito o Fuerza Mayor. Tales avisos mantendrán actualizada la información de cualquier cambio, desarrollo, progreso u otra información relevante respecto a tal evento de Caso Fortuito o de Fuerza Mayor. Quien alegue Caso Fortuito o de Fuerza Mayor deberá informar la terminación de sus efectos dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes.

### **B.7 Carga de la prueba**

Cuando alguna de las partes no acepte que ha ocurrido un Caso Fortuito o de Fuerza Mayor, la parte que declare su existencia tendrá la carga de la prueba.

### **B.8 Circunstancias no previstas**

En caso de que se presenten circunstancias no previstas en el Código de Red, los Integrantes de la Industria Eléctrica involucrados en dichas circunstancias podrán convenir y aplicar una solución de mutuo acuerdo. Esta solución debe ser comunicada a la CRE, para su revisión y en su caso, su aprobación. En caso de que no se logre alcanzar una solución de mutuo acuerdo, la CRE interpretará y resolverá lo conducente.



## SUBESTACIONES ELECTRICAS

Para poder distribuir correctamente la energía eléctrica a todos los puntos de nuestro planeta existen unas instalaciones que se conocen como subestaciones eléctricas, las cuales se encargan de producir y distribuir la energía. De esta forma, nuestros hogares pueden contar con luz, calefacción y electricidad de una forma global e inmediata.

En este artículo de Ecotrendies vamos a descubrirte qué son las subestaciones eléctricas para que, así, puedas conocer en qué consisten estas instalaciones que se hallan bajo nuestra tierra.

### ¿PARA QUÉ SIRVEN LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS?

Cuando hablamos de subestaciones eléctricas estamos haciendo referencia a una instalación que se lleva a cabo debajo del subsuelo y que tiene diferentes funcionalidades. Aquí te descubrimos los usos que cumplen estos dispositivos eléctricos:

Producir energía eléctrica

Convertir

Transformar

Regular

Repartir

Distribuir

Lo que hace esta subestación es modificar y regular la tensión que pueda haber en una infraestructura para que, así, la energía eléctrica se pueda distribuir por los diferentes puntos de los pueblos y las ciudades.

### TIPOS DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

#### SUBESTACIONES ELÉCTRICAS ELEVADORAS

Este tipo de subestaciones se encuentran en una zona bastante aproximada de la planta en la que se genera la corriente energética. Por tanto, en estas instalaciones hay transformadores que se encargan de convertir la energía eléctrica en una energía que sea idónea para los usos domésticos. Por tanto, la tensión se suele elevar hasta a 380 kv.



## SUBESTACIONES ELÉCTRICAS REDUCTORAS

Por otro lado, otro de los tipos de subestaciones eléctricas que existen son las reductoras, es decir, dispositivos que lo que hacen es reducir la tensión llegando a números tan bajos como los 2 kv, aunque, normalmente, se suele descender, como mucho, hasta los 13 kv. Con esta bajada lo que se persigue es que la energía pueda llegar a la zona de distribución y, desde ahí, alcanzar los centros de transformación.

Los dos tipos de subestaciones eléctricas se suelen instalar en las zonas de las afueras de las poblaciones o de las ciudades. De esta forma, no afectan en absoluto ni alteran el paisaje. Ten en cuenta que son instalaciones de grandes dimensiones y, por tanto, siempre se apuesta por instalarlas a las afueras para no alterar el día a día en la ciudad.

## PARTES DE LA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Vamos ahora a hablar de los elementos de las subestaciones eléctricas. Tienes que saber que, dentro de estas subestaciones, encontramos distintas partes que permiten que la energía pueda usarse y distribuirse correctamente. Aquí te dejamos un listado con los elementos más destacados:

**Transformador:** es el aparato que permite que la tensión se aumente o se disminuya dentro de un circuito eléctrico

**Interruptor de potencia:** se trata de un interruptor que lo que hace es mantener conectadas las corrientes eléctricas durante un tiempo bastante prolongado (semanas, meses, etcétera)

**Restaurador:** otro de los elementos de las subestaciones eléctricas es el restaurador que se trata de un aparato electromecánico que lo que hace es interrumpir las corrientes cuando ha habido un exceso de electricidad. Esto es ideal para los momentos en los que hay algún fallo en el circuito.

**Cuchillas fusibles:** estas cuchillas sirven para poder actuar cuando hay una sobre corriente. Son unas cuchillas que cuentan con un elemento fusible y que permite que la corriente llegue al punto de fusión y, por tanto, se pueda interrumpir el paso de la electricidad.

**Cuchillas desconectoras:** estas cuchillas suelen estar sostenidas de forma mecánica y tienen dos modos de funcionamiento, o bien de manera mecánica o, también, pueden funcionar de forma manual.

**Apartarrayos:** en las subestaciones también es importante contar con otro de los elementos imprescindibles que mantendrá alejado los rayos de la estación. Este mecanismo lo que hace es atraer rayos ionizados con el objetivo de que la descarga



eléctrica se haga en la tierra, de esta forma, se evita que la fuerza del rayo pueda causar algún tipo de accidente en la construcción o en las personas que trabajan en ella

**Tableros dúplex de control:** es otro de los elementos de las subestaciones. Son paneles que están hechos de material aislante y que están separados en cortas distancias

**Condensadores:** estos dispositivos conservan la energía que hay en un campo eléctrico

**Transformadores de instrumento:** y por último hablaremos de estos aparatos que lo que hacen es medir la corriente eléctrica

## BANCO DE CAPACITORES

Uno de los principales problemas que se pueden llegar a presentar en sistemas eléctricos, ya sea de baja, media o alta potencia es un bajo factor de potencia, lo que conlleva a un incremento en el gasto eléctrico y puede suponer penalizaciones por parte de la compañía suministradora de energía. Para contrarrestar este problema se recomienda recurrir a la instalación de bancos de capacitores, equipos que contribuyen a corregir el factor de potencia y mejorar el perfil de voltaje, tanto en sistemas de baja como de media y alta tensión.

Los bancos de capacitores se han utilizado por casi 50 años para lograr compensar los requerimientos de potencia reactiva y de elevación de tensión en los sistemas eléctricos de potencia, pues como ya mencionamos, son útiles para corregir el factor potencia y para mejorar el perfil de voltaje, sobre todo durante el arranque de motores y en la conexión de cargas eléctricas de gran magnitud. El **banco de capacitores** se trata de un dispositivo conformado por dos superficies conductoras separadas entre sí por un dieléctrico. Es la constitución del mismo lo que le da la propiedad de formar dipolos eléctricos por acción de un campo eléctrico y la capacidad de almacenar energía electrostática que en todo caso se relaciona con la carga que el propio dispositivo es capaz de almacenar.



Si bien, el uso de bancos de capacitores reduce los problemas derivados de las variaciones que la carga eléctrica puede llegar a presentar en el sistema, para que los dispositivos funcionen de manera adecuada se deben tomar en cuenta diferentes variables al momento de elegirlos, de lo contrario, su uso, en lugar de reducir los problemas, podría incrementarlos. La recomendación general es que se recurra a un especialista para que se encargue de la evaluación de la instalación y determine el objetivo del uso de capacitores en el sistema, ya sea corregir el factor de potencia, mejorar el perfil de voltaje, ayudar en el arranque de los motores o filtrar armónicos. El especialista se encargará de designar la localización del **banco de capacitores** y el tipo de cargas que se tienen en el punto en que se haga la conexión. Mediante la evaluación de los aspectos anteriores el especialista puede decidir si conviene instalar un banco fijo o uno ajustable, pues cada uno de ellos presenta diferencias de importancia en su funcionamiento.

Un **banco de capacitores** fijo siempre debe estar conectado a la línea de alimentación pero puede conectarse o desconectarse de los arrancadores de los motores dependiendo del tipo de aplicación para el que se esté utilizando. Este tipo de bancos se caracterizan por ser de gran utilidad en casos en que se requiere mejorar el factor de potencia de una carga o de un grupo de cargas que presenten una demanda constante de potencia reactiva. Por otra parte, un banco ajustable o automático, se adapta a las variaciones de carga gracias al conjunto de celdas capacitivas con valores distintos de los que se compone, agrupados entre sí para hacer frente a las variaciones en el sistema eléctrico.

En la corrección del factor de potencia de los bancos de capacitores intervienen las demandas de potencia real y la potencia reactiva, ambas suministradas hacia la carga. Estos valores se registran para poder hacer el cálculo de la relación entre ambas potencias, siendo la igualación de los kVA con los kilowatts producto de la disminución de la potencia reactiva que demanda la carga. Partiendo de este principio se puede identificar que el uso de bancos de capacitores para conseguir un ahorro energético se consigue reduciendo el consumo de potencia reactiva al minimizar la



magnitud de corriente de las cargas consumidas, o bien, mejorando el voltaje acercándolo al valor nominal para que la magnitud de corriente se reduzca.

En ambos casos, ya sea reduciendo la magnitud de corriente o limitando la pérdida eléctrica, se alcanza un ahorro energético que inevitablemente se traduce en ahorro económico, razón por la que la instalación de bancos de capacitores más que una ventaja es una necesidad actual. Es de importancia mencionar que además de la reducción del consumo eléctrico, los bancos de capacitores contribuyen a disminuir el desgaste de los equipos eléctricos, pues por su acción de limitar las cargas eléctricas se reduce el calor generado por la circulación de electricidad, por tanto se disminuyen los riesgos de sobrecalentamiento y prolongan la vida útil de los equipos y evitan sus fallas. En sistemas industriales, la instalación de bancos de capacitores supone otro tipo de ventajas, por ejemplo, evitar la depresión de voltaje en el arranque de motores o energización de cargas de gran magnitud y la mejora del voltaje, en el caso de un banco eficiente que actúe de manera rápida ante las variaciones de las cargas.

## ANALIZADORES DE RED

El **analizador de redes eléctricas** es un instrumento que permite analizar diferentes propiedades de una instalación. Se centra especialmente en los **parámetros de dispersión** (Parámetros-S) y los datos que arroja permiten llevar un control exacto del consumo de energía eléctrica.

El objetivo de las empresas, industrias y de cualquier usuario de energía eléctrica es el aumento de la eficiencia y la mejora de los costes, con el fin de ser más competitivo en el mercado. Para ello es necesario un **análisis técnico de la red eléctrica**, como lo es el **boletín eléctrico**. En materia de **reducción de costes** se puede intervenir en diferentes parámetros como el consumo de la energía eléctrica.





El **analizador de redes** dispone de alta tecnología y valora diferentes parámetros eléctricos con el fin de facilitar la gestión y el control de las instalaciones, posibilitando la mejora de la eficiencia energética.

### Funcionamiento del analizador de redes eléctricas

El equipo analizador de redes eléctricas está diseñado para ser colocado en **cualquier tipo de instalación**, existiendo por ejemplo un **analizador de redes para cuadro eléctrico**.

Tiene una **memoria interna** en la que se archivan los parámetros de medición. Un analizador de redes puede disponer de **distintos softwares**, con diferentes aplicaciones para cada tipo de análisis.

En el mercado existe una **amplia variedad de analizadores**. Son capaces de **exportar o mostrar los parámetros** eléctricos, y lo hacen de forma directa o indirecta a través de un display. También **transfieren por comunicación todas las magnitudes** eléctricas medidas y/o calculadas.

Algunos analizadores de redes pueden ser **expandibles o modulares**, también pueden disponer de funciones adicionales asociables a un parámetro eléctrico medido o calculado.

### Ventajas de instalar un analizador de redes

- **Ahorro de energía eléctrica**
  - Descubrir y evitar los **excesos de consumo** (kWH)
  - **Análisis de curvas de carga** para localizar los puntos de máxima demanda energética
  - Detección de **necesidades en la instalación**, como la necesidad de una batería de condensadores
  - Detección de **fraude en contadores** energéticos
- **Prevención de riesgos en la red eléctrica**



- Son aparatos de gran utilidad para la realización de **mantenimientos periódicos de la red eléctrica** en baja y media tensión. Miden curvas de arranque en motores, detección de saturación en el transformador de potencia, calidad insuficiente del suministro eléctrico...
- **Solución de problemas en la red**
  - Con el uso de los analizadores de redes es posible **solventar problemas** de fugas diferenciales, disparos ocasionales, resonancias, armónicos, recalentamiento de cables, desequilibrio en las fases...
  - Permite un diseño adecuado de los **filtros activos y pasivos de armónicos**, así como filtros de variadores de velocidad...

### Parámetros que mide el analizador de redes

1. **Flickers:** variación rápida de tensión que se presenta de forma repetitiva y permanente.
2. **Armónicos:** distorsión en la forma de onda sinusoidal de la corriente eléctrica provocada por un aparato que consume energía de forma no lineal.
3. **Distorsión armónica (THD) de corriente y tensión:** suma de la distorsión producida por todos los armónicos.
4. **Valor eficaz:** el valor eficaz de una corriente alterna es el valor que tendría una corriente continua que produjera la misma potencia al aplicarla sobre la misma resistencia.
5. **Potencia y factor de potencia:** la potencia es la cantidad de energía eléctrica que transporta el circuito por unidad de tiempo, y el factor de potencia permite comparar la energía extraída de la red con la energía útil que obtenemos tras su paso por la red.

### Tipos de analizador de redes

- **Analizador fijo con montaje en panel**

Los **analizadores fijos** se instalan en parte delantera de los tableros eléctricos, de forma que se tenga una visibilidad directa.

Aplicaciones:

1. Control de cuadros de distribución y acometidas de media y baja tensión.



2. Controles de alarma, programable las variables a examinar, valor máximo, valor mínimo y retardo.
3. Control de energía activa y reactiva mediante la medición de la salida de impulsos de parámetros eléctricos.

Algunos analizadores de este tipo pueden expandirse con módulos.

- **Analizador fijo con montaje en carril DIN**

Se instalan directamente **sobre el carril DIN** del cuadro eléctrico.

Aplicaciones:

1. Control de cuadros de distribución y acometidas en media y baja tensión.
2. Útil donde se necesite poner un analizador en el carril DIN por problemas de espacio.
3. Control de parámetros instantáneos, máximos y mínimos de los valores eléctricos medidos

Algunos de estos analizadores incluyen controles de alarma. Se trata de un aviso totalmente programable que responde ante valores máximos o mínimos de diversas variables.

- **Analizador de redes eléctricas portátil**

Analizan los principales parámetros en una red eléctrica, en **valor eficaz**, con **cuatro canales de tensión y cuatro de corriente**.

Aplicaciones:

1. El analizador eléctrico es un producto idóneo para la toma de mediciones en baja tensión durante grandes periodos de tiempo con el fin de valorare el nivel de calidad del suministro eléctrico disponible en cada punto de medida (tensión, flicker, armónicos...)
2. Se trata de un producto perfecto para el análisis, en especial la diferencia de tensión entre los inicios y finales en las líneas de distribución.
3. Como características a destacar, la sencillez en su instalación y la facilidad de uso del software.
4. Permite aplicar normas de calidad como la EN-50160 en las medidas obtenidas para definir el nivel de calidad.



## TARIFAS EN MEDIA TENSION

### Tarifa O-M (2018 - 2019)

Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 Kw.

#### 1.- Aplicación

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kW

#### 2.- Cuotas aplicables en el mes de diciembre de 2019

Las cuotas de esta tarifa se obtienen en los términos del Numeral 7 de las Disposiciones Complementarias a las Tarifas para Suministro y Venta de energía Eléctrica.

#### 3.- Mínimo mensual

El importe que resulta de aplicar 10 veces el cargo por kilowatt de demanda máxima medida.

#### 4.- Demanda contratada

La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 10 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

#### 5.- Temporadas de verano y fuera de verano

Para la aplicación de las cuotas en las regiones Baja California y Baja California Sur se definen las siguientes temporadas:

Verano:

Región Baja California: del 1 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Región Baja California Sur: del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Fuera de verano:

Región Baja California: del último domingo de octubre al 30 de abril.

Región Baja California Sur: del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril.

#### 6.- Demanda máxima medida



La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación. Cualquier fracción de kilowatt de demanda máxima medida se tomará como kilowatt completo.

Cuando la demanda máxima medida exceda de 100 kilowatts, el usuario deberá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa H-M. De no hacerlo, al tercer mes consecutivo en que exceda la demanda de 100 kilowatts, será reclasificado por el suministrador en la tarifa H-M, notificándolo al usuario.

### **7.- Depósito de garantía**

Resulta de aplicar 2 veces el importe del cargo por demanda máxima medida a la demanda contratada.

## **Tarifa H-M (2018 - 2019)**

Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más

### **1.- Aplicación**

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.

### **2.- Cuotas aplicables en el mes de Diciembre de 2019.**

Las cuotas de esta tarifa se obtienen en los términos del Numeral 7 de las Disposiciones Complementarias a las Tarifas para Suministro y Venta de Energía Eléctrica.

### **3.- Mínimo mensual**

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la demanda contratada.

### **4.- Demanda contratada**

La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.



En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

### 5.- Horario

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

### 6.- Periodos de punta, intermedio y base

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

Región Baja California

#### Del 1º de mayo al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 14:00 18:00 - 24:00	14:00 - 18:00
sábado		0:00 - 24:00	
domingo y festivo		0:00 - 24:00	

#### Del último domingo de octubre al 30 de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	



sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y festivo	0:00 - 24:00		

Región Baja California Sur

**Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre**

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 22:00
sábado		0:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
domingo y festivo		0:00 - 24:00	

**Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril**

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	



Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

**Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre**

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

**Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril**

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

### 7.- Demanda facturable

La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta





DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB es la demanda máxima medida en el periodo de base

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.300	0.150
Norte	0.300	0.150



Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

En las fórmulas que definen las demandas facturables, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.

Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa O-M.

### 8.- Energía de punta, intermedia y de base

Energía de punta es la energía consumida durante el periodo de punta.

Energía intermedia es la energía consumida durante el periodo intermedio.

Energía de base es la energía consumida durante el periodo de base.

### 9.- Depósito de garantía

Será de 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.



## CONCEPTOS BASICOS SOBRE ELECTRICA

### Voltaje

Se conoce como voltaje, diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica a la magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados o, también, se entiende como el trabajo por unidad de carga eléctrica que ejerce sobre una partícula un campo eléctrico, para lograr moverla entre dos puntos determinados.

Cuando se unen dos puntos que presentan diferencia de potencial eléctrico con un material conductor, se producirá un flujo de electrones, que llevará parte de la carga desde el punto de mayor al de menor potencial.

Dicha diferencia es el voltaje, y dicha corriente cesará en cuanto ambos puntos tengan el mismo potencial, a menos que se inyecte nueva energía mediante un generador o una fuente externa de algún tipo.

De ese modo, cuando se habla del voltaje de un solo punto, se lo refiere en comparación con cualquier otro cuerpo con que entre en contacto y cuyo potencial se asume igual a cero.

Para entender el voltaje se emplea a menudo una metáfora hidráulica, es decir, con agua. Imaginemos un recorrido circular de tuberías, por las cuales circula el agua (equivalente en este caso al flujo de electrones).

Las tuberías amplias serán materiales conductores, las estrechas serán aislantes o resistencias. Este recorrido estará movilizado por una bomba hidráulica (que para el ejemplo, equivale a la fuente de voltaje) empujando el agua en base a una diferencia de presión respecto a otro punto de la tubería. Dicha diferencia de presión es, justamente, equivalente a la tensión eléctrica.

Así, en conclusión, un circuito dotado de alto voltaje tendrá una mayor capacidad de trabajo (el agua se mueve con mayor fuerza, en el ejemplo anterior) y por lo tanto será más potente o incluso más peligroso.

### Corriente

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica que atraviesa un material conductor durante un periodo de tiempo determinado. Se expresa en C/s, culombios por segundo en el Sistema Internacional de Unidades, y la unidad se conoce como Amperio (A).



Para que exista corriente eléctrica, los electrones más alejados del núcleo del átomo de un material, tendrán que desligarse y circular libremente entre los átomos de dicho cuerpo. Este fenómeno también puede ocurrir, con variaciones, en la naturaleza, cuando las nubes cargadas desprenden chorros de electrones que circulan por el aire y causan los rayos.

### **Tipos de corriente eléctrica**

Dependiendo del sentido de la corriente y de la temporalidad, se pueden definir dos tipos de corriente eléctrica:

#### **Corriente continua (CC)**

La corriente continua es un tipo de corriente eléctrica de flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga, de un solo sentido de circulación de flujo, no varía desde el polo positivo hacia el polo negativo. Para denominar que una corriente es continua, es necesario que el flujo de corriente no cambie de sentido, más allá del tiempo transcurrido, siempre tiene que fluir en la misma dirección. La intensidad puede variar siempre y cuando conserve la misma polaridad.

#### **Corriente alterna (CA)**

La corriente alterna es un tipo de corriente eléctrica caracterizada por los cambios a lo largo del tiempo, tanto de magnitud como de dirección, a intervalos regulares. El voltaje de la señal alterna varía entre sus máximos y mínimos de manera cíclica, la mitad del ciclo es positivo y la otra mitad es negativo. Eso significa que la corriente circula en ambos sentidos, según sea positiva o negativa. Este ciclo se repite constantemente. Es el tipo de energía que usamos en nuestros hogares para alimentar todos los aparatos eléctricos, con una frecuencia constante de 50 Hercios. Fue desarrollada e impulsada por Nikola Tesla.

#### **Corriente monofásica**

La corriente monofásica se consigue cuando se toma una fase de corriente trifásica y un cable neutro, se trata de un sistema que utiliza la distribución, producción y consumo eléctrico en una sola fase, por lo que la tensión siempre cambia de forma conjunta.

Su uso más frecuente suele ser para motores eléctricos, calefacción o iluminación.

#### **Corriente trifásica**

La corriente trifásica es un sistema compuesto por 3 corrientes alternas que se encargan de la producción, distribución y consumo eléctrico, sus tensiones son alternas y se transportan por sistemas conductores conocidos como R, S y T.



La ventaja de este tipo de corriente es que es más económica que otras debido al ahorro en transformadores y líneas de transporte al ser hilos más finos que la corriente monofásica, consiguiendo mayor rendimiento en los motores.

### Efectos de la corriente eléctrica

Entre los efectos de la corriente eléctrica, son tres los que se definen de forma habitual:

**Efectos caloríficos.** Se producen por el aumento de temperatura del conductor debido al paso de la corriente eléctrica. Tiene aplicaciones básicas en estufas, hornillos, etc.

**Efectos químicos.** Se produce en conductores iónicos, donde la corriente produce cambios químicos, útiles por ejemplo en la electrólisis.

**Efectos magnéticos.** Toda corriente eléctrica que pasa por un conductor crea un campo magnético similar al producido por los imanes. Sus aplicaciones son infinitas, desde los motores eléctricos, televisiones, radios, voltímetros, amperímetros, etc.

**Efectos lumínicos.** Sucede cuando pasa la corriente a través de un filamento y se enciende una bombilla. En el caso de tubos fluorescentes o diodos luminosos, se produce una transformación de energía eléctrica en energía luminosa.

**Efectos fisiológicos.** Este efecto puede afectar a las personas y a los animales, originando electrocución. Un ejemplo de este efecto es el provocado por los aparatos de electromedicina.

### Potencia eléctrica

La **Potencia eléctrica** es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La potencia eléctrica se representa con la letra P y la unidad de medida es el Vatio (Watt)

Potencia en corriente continua

Cuando se trata de corriente continua (CC) la potencia eléctrica desarrollada en un cierto instante por un dispositivo de dos terminales, es el producto de la diferencia de potencial entre dichos terminales y la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo. Por esta razón la potencia es proporcional a la corriente y a la tensión. Esto es

$$P = W/t$$



Donde  $W$  es la energía.

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Entonces

$$P = U \cdot I \cdot t / t$$

Simplificando el tiempo queda.

$$P = U \cdot I$$

Donde  $I$  es el valor instantáneo de la corriente y  $V$  es el valor instantáneo del voltaje. Si  $I$  se expresa en amperios y  $V$  en voltios,  $P$  estará expresada en watts (vatios). Igual definición se aplica cuando se consideran valores promedio para  $I$ ,  $V$  y  $P$ .

Cuando el dispositivo es una resistencia de valor  $R$  o se puede calcular la resistencia equivalente del dispositivo, la potencia también puede calcularse como,

$$P = R \cdot I^2 = U^2 / R$$

Potencia en corriente alterna

El cálculo de la potencia eléctrica en circuito de corriente alterna se hace más complejo debido al desfase que provocan ciertos consumidores entre la corriente y la tensión.

Por esto cuando se trata de corriente alterna (AC) sinusoidal, el promedio de potencia eléctrica desarrollada por un dispositivo de dos terminales es una función de los valores eficaces o valores cuadráticos medios, de la diferencia de potencial entre los terminales y de la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo.

Si a un circuito se aplica una tensión sinusoidal  $V(t)$  con velocidad angular  $\omega$  y valor de pico  $V_0$  de forma que.  $V(t) = V_0 \cdot \sin(\omega t)$

Esto provocará, en el caso de un circuito de carácter inductivo (caso más común), una corriente  $I(t)$  desfasada un ángulo  $\phi$  respecto de la tensión aplicada.

$$I(t) = I_0 \cdot \sin(\omega t - \phi)$$

Para el caso puramente resistivo, se puede tomar el ángulo de desfase como cero. La potencia instantánea vendrá dada como el producto de las expresiones anteriores:

$$P(t) = V_0 \cdot I_0 \cdot \sin(\omega t) \cdot \sin(\omega t - \phi)$$

Aplicando trigonometría, la expresión anterior puede transformarse en la siguiente:

$$P(t) = U_0 \cdot I_0 \cdot \cos(\phi)$$

Sustituyendo los valores del pico por los eficaces:

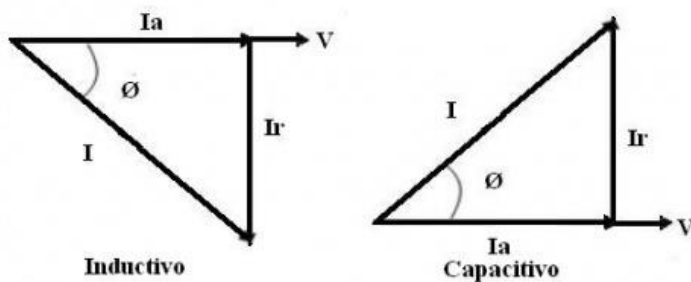


$$P(t) = V * I \cos(\varnothing) - V * I \cos(2\omega t - \varnothing)$$

Se obtiene así para la potencia un valor constante,  $V * I \cos(\varnothing)$  y otro variable con el tiempo  $V * I \cos(2\omega t - \varnothing)$ , al primer valor se le denomina potencia activa y al segundo potencia fluctuante.

Tanto en los circuitos inductivos como capacitivos la corriente se desfasa de la tensión en ángulo  $\varnothing$  esto provoca que aparezcan componentes activos y reactivos en la corriente eléctrica y que la corriente total o aparente del circuito sea la suma vectorial de ambos componentes, algo muy similar sucede con la potencia eléctrica del circuito.

La figura muestra el comportamiento de la tensión y la corriente en circuitos inductivos y capacitivos, aquí se puede apreciar que el componente activo de la corriente se encuentra en fase con la tensión y el componente reactivo se encuentra en cuadratura con ella.



Los valores de estas componentes pueden ser calculados de la siguiente forma.

$$I_a = I * \cos \varnothing$$

$$I_r = I * \sin \varnothing$$

El surgimiento de una componente activa y reactiva en la corriente, provoca que la potencia se comporte de igual modo dando lugar a que en los circuitos de corriente alterna aparezcan tres tipos de potencia.

Potencia total o aparente que se representa con la letra S.

Potencia reactiva que se representa con la letra Q.

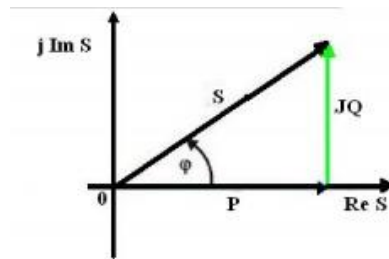
Potencia activa que se representa con la letra P.

Potencia aparente o total

La potencia aparente (S), llamada también "potencia total", es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva. Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es decir,



sin ningún tipo de carga conectada, mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (P).



La potencia aparente se representa con la letra “S” y su unidad de medida es el volt-ampere (VA). La fórmula matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

S = V \* I

Donde:

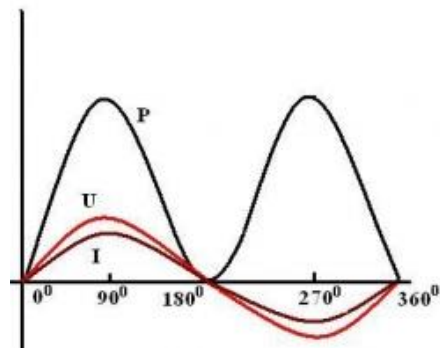
S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)

Potencia activa

Es la potencia en que el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo útil, los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Está dado por un numero real “La intensidad y la tensión en una resistencia por ejemplo un calefactor, conectada en un circuito de corriente alterna tienen la misma fase. La curva de potencia activa es siempre positiva.”







Cuando se conecta una resistencia (R) o carga resistiva en un circuito de corriente alterna, el trabajo útil que genera dicha carga determinará la potencia activa que tendrá que proporcionar la fuente de fuerza electromotriz (FEM). La potencia activa se representa por medio de la letra (P) y su unidad de medida es el watt (W).

Los múltiplos más utilizados del watt son: el kilowatt (kW) y el megawatt (MW) y los submúltiplos, el miliwatt (mW) y el microwatt (W).

La fórmula matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = I * U \cos \emptyset$$

Donde:

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)

$\cos \emptyset$  = cos del ángulo o factor de potencia.

Potencia reactiva

Potencia disipada por las cargas reactivas (Bobinas o inductores y capacitores o condensadores). Se pone de manifiesto cuando existe un trasiego de energía entre los receptores y la fuente, provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión en lo mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechable directamente por los receptores. Como está conformada por bobinas y capacitores es importante saber que las bobinas se toman positivas y los condensadores negativos. Estos se pueden sumar algebraicamente.

Generalmente está asociada a los campos magnéticos internos de los motores y transformadores. Se mide en KVarth. Como esta energía provoca sobrecarga en las líneas transformadoras y generadoras, sin producir un trabajo útil, es necesario neutralizarla o compensarla.

La potencia reactiva está en el eje imaginario Y y la activa en el eje real X, por lo cual forma un triángulo rectángulo cuya magnitud de la hipotenusa es denominado potencia "aparente".



La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan. La unidad de medida de la potencia reactiva es el volt-ampere reactivo(VAR). Está dada por números imaginarios.

La fórmula matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente:

$$P = I * U \text{ sen } \emptyset$$

Donde:

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)

sen  $\emptyset$  = seno del ángulo.

## Factor de potencia

Se define el Factor de Potencia (FP) de un circuito de corriente alterna, como la relación entre las potencias activa y aparente. Si las corrientes y tensiones son perfectamente senoidales, FP y Cos $\phi$  coinciden, siendo Cos $\phi$  el coseno del ángulo que forman los fasores de corriente y tensión, el que es determinado por la impedancia equivalente del sistema eléctrico.

A partir de esto, se puede entender el FP como una medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa. Por esta razón, en cargas puramente resistivas, FP = 1; y en elementos inductivos y capacitivos ideales sin resistencia, FP = 0. Suele decirse que el FP está adelantado o atrasado, lo que tiene el siguiente significado:

- FP adelantado: la corriente se adelanta con respecto a la tensión, lo que implica carga capacitiva, siendo la potencia reactiva negativa.
- FP atrasado: la corriente se retrasa con respecto a la tensión, lo que implica carga inductiva, resultando una potencia reactiva positiva.

En Chile, la legislación eléctrica vigente obliga a los consumidores, frente a los distribuidores, a no bajar su FP de 0,93 inductivo. Si no cumplen con dicha condición, se recarga en 1% de la factura total, por cada centésima que este factor baje de 0,93. Este tipo de recargo relaciona los consumos mensuales de energía activa y reactiva a través del Factor de Potencia medio mensual, calculado según la siguiente fórmula:



Esta metodología se aplica durante todo el año a los consumidores sometidos a regulación de precios.

### **Beneficios de controlar el factor de potencia**

Un buen factor de potencia permite optimizar técnica y económicamente una instalación. Evita el sobredimensionamiento de algunos equipos y conductores, mejorando su utilización. Entre los beneficios de un buen FP se puede mencionar los siguientes:

- Disminución de sección de conductores.
- Disminución de pérdidas técnicas en conductores.
- Reducción de la caída de tensión.
- Aumento de la potencia disponible.

El uso masivo de componentes electrónicos en la industria, computadores y equipos que incorporan fuentes de alimentación conmutadas, introducen importantes distorsiones en las formas de onda de las tensiones y corrientes, afectando también al FP.

La potencia reactiva a compensar, debe ser la adecuada a las necesidades de cada instalación eléctrica y debe considerar un análisis de la red que incluya, al menos, los siguientes aspectos:

- Factor de potencia de la instalación.
- Tensión en la red.
- Potencia consumida.
- Corriente en el conductor neutro.
- Distorsión armónica en tensión y en corriente.
- Armónicos significativos.

A menudo, es posible ajustar el FP de un sistema a un valor muy próximo a 1, práctica conocida como mejora o corrección del FP. Habitualmente, se realiza mediante la conexión de bancos de condensadores o inductancias. Ante la presencia de armónicas y controlar los problemas de resonancia, suelen emplearse filtros sintonizados, según sea el tipo de cargas que tenga la instalación. En determinadas ocasiones, se utilizan motores síncronos con los que se puede inyectar potencia capacitiva o reactiva, variando la corriente de excitación del motor.



## DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto se realizó de la siguiente manera:

En las primeras 2 semanas me proporcionaron información sobre la forma que se trabajaría y me capacitaron para utilizar los equipos así como las medidas de protección a continuación se mostrara como fue el procedimiento para la realización del proyecto.

Para las mediciones se utilizaron los siguientes materiales:

### **Multímetro:**



### **Características:**

Voltaje c.c. 200 mV - 600 V

Voltaje c.a. 2 V - 600 V

Corriente c.a. 2 A - 400 A

Resistencia 200 - 20 M

Temperatura en centígrados -40°C - 1,370°C

Temperatura en fahrenheit -40°F - 2,000°F

Para prueba de diodo y continuidad audible, medición de temperatura, rango automático, función de retención de datos, e incluye termopar.

### **Analizador de red AMC 8335**





## ESPECIFICACIONES

<b>MODELO</b>	<b>8335</b>
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tasa de muestreo	256 muestras/ciclo
Almacenamiento de datos	Tarjeta SD de 2 GB
Tensión (TRMS)	Fase - Fase: 2000 V; Fase - Neutro: 1000 V
Corriente (TRMS)	Pinza MN: 0 a 6 A/120 A o 0 a 240 A Pinza SR: 0 a 1200 A Pinza MR: 0 a 1000 Aca, 0 a 1400 Acc MiniFlex®: 10 a 1000 A AmpFlex®: 10 a 1000 A <sup>(1)</sup>
Frecuencia (Hz)	40 a 69 Hz
Otras mediciones	kW, kVAR, kVA, FP, FPD, kWh, kVARh, kVAh, factor K, flicker
Armónicos	1 <sup>o</sup> a 50 <sup>o</sup> , dirección, secuencia
Fuente de alimentación	Conjunto de baterías de NIMH de 9,6 V recargables (incluido) Fuente de CA externa: 110/230 Vca ±10% (50/60 Hz)
Autonomía de la batería	≥8 horas con la pantalla encendida; ≤35 horas con la pantalla apagada (modo de registro)
<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>	
Puerto de comunicaciones	USB con aislamiento óptico
Pantalla	LCD a color ¼ VGA (320 x 240)
Dimensiones	250 x 200 x 67 mm (9,8 x 7,8 x 2,6 pulg.)
Peso	1,95 kg (4,3 lbs)



### Materiales de protección:

- Guantes
- Lentes
- Casco

### Herramientas:

- Desarmadores
- Pinzas
- Cables
- Contactos
- Cintas de protección
- Entre otros

## Instalación del equipo

El equipo cuenta con distintos modos de conexión según el transformador lo requiera en este caso solo se utilizó la conexión de trifásica ya que fueron los más comunes que se revisaron. El conexionado se muestra en la fig. 1.3 y 1.4 de esa manera se llevaron a cabo las conexiones en dichos transformadores.



Fig. 1 funciones básicas del analizador

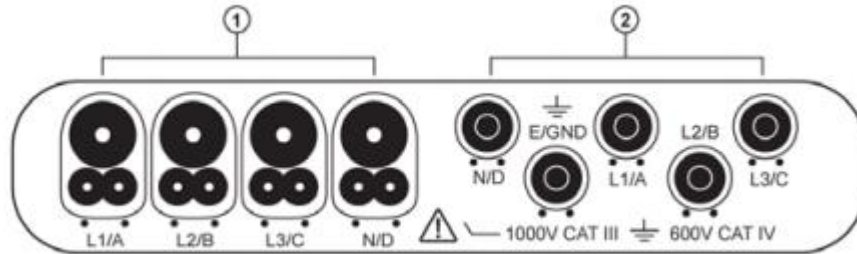


Fig.1.2 El equipo cuenta 4 Conectores de entrada de corriente para sensores amperimétricos y 5 Conectores de entrada de tensión.

### Red trifásica 3 ó 4 hilos:

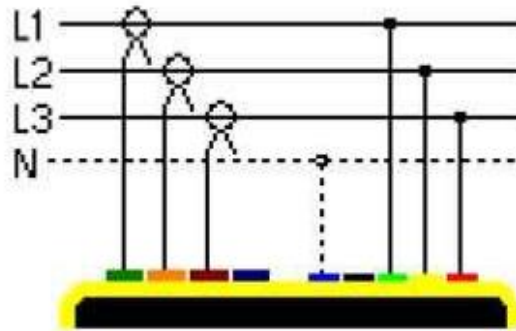


Fig. 1.3 conexión del analizador a transformadores trifásicos de 3 o 4 hilos.

### Red trifásica 5 hilos

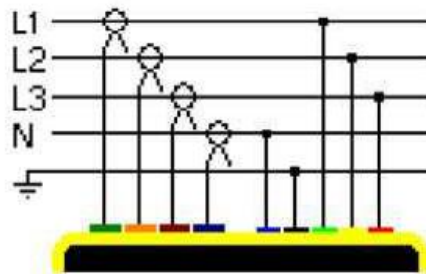


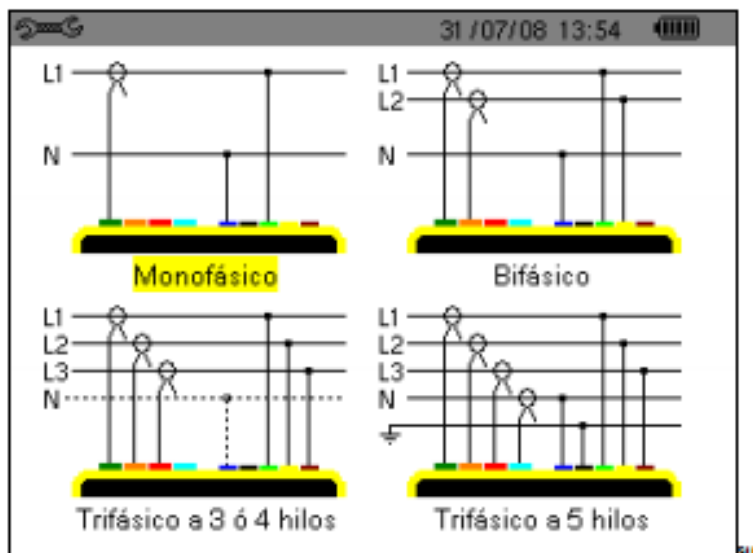
Fig. 1.4 conexión del analizador a transformadores trifásicos de 5 hilos

## Configuración del equipo

Una vez que se a instalado el equipo se configura según las conexiones se hayan realizado la configuración se hace de la siguiente manera.

### 3 $\phi$ Conexión

Define la conexión según el tipo de red.



Para configurar el tipo de conexión, proceda como sigue:

1. Seleccione monofásica, bifásica, trifásica 3 ó 4 hilos o trifásica 5 hilos pulsando las teclas y .
2. Valide pulsando (esta validación es obligatoria para la aplicación de la parametrización). El retorno al menú *Configuración* es inmediato.



## Sensor de corriente

Visualiza automáticamente el modelo de sensor de corriente conectado.

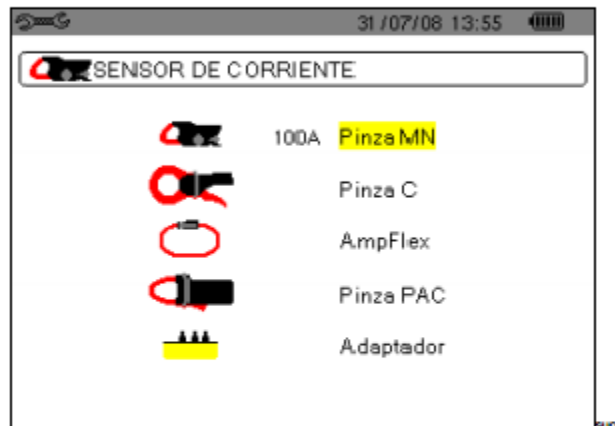


Figura 12: el menú Captador de corriente

Las posibilidades son:

- Pinza MN93 : 200 A.
- Pinza MN93A : 100 A o 5 A.
- Pinza C193 : 1000 A.
- Pinza PAC93 : 1000 A
- AmpFLEX™ A193 : 6500 A.
- Mini-AmpFLEX MA193 : 6500 A.
- Adaptador trifásico : 5 A.

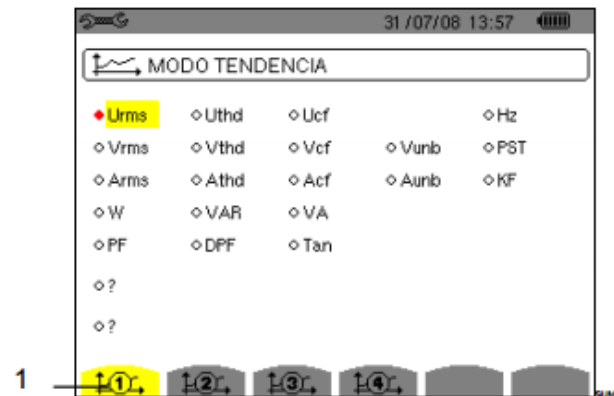
En esta parte seleccionamos que tipos de sensores de corriente son los que se está utilizando en nuestro caso los más utilizados fueron los AmpFlex y las pinzas MN estas se utilizaban cuando teníamos muy poca corriente ya que su lectura comienza a partir de los 0A hasta 100A como máximo.



## Modo tendencia

El C.A 8335 dispone de una función de registro – tecla - que permite registrar los valores medidos y calculados (Urms, Vrms, Arms, etc.). Según las necesidades, pueden parametrarse cuatro configuraciones independientes. Para seleccionar la configuración deseada, pulse las teclas del teclado correspondiente a los iconos , , , , (Figura ). La configuración activa es identificada por el icono sobre fondo amarillo.

A continuación un ejemplo de configuración :



En este ejemplo, sólo se registrarán los valores de Urms para la configuración 1.

- Para definir la configuración 1, pulse la tecla amarilla del teclado correspondiente al icono . El icono aparece sobre fondo amarillo.
- Para seleccionar los valores, desplace el cursor amarillo con las teclas y . Pulse para validar. La validación está marcada por la marca roja.

En esta parte se seleccionan los parámetros que queremos que nos lea, en nuestro caso siempre utilizamos la configuración uno y seleccionábamos todos los parámetros que se muestran en la imagen



Ahora lo que prosigue es guardar el archivo seleccionamos cuanto tiempo va a estar conectado el equipo al transformador, también se selecciona cada cuanto tiempo queremos que nos vaya tomando lectura y se le da un nombre para guardar, nosotros dejábamos el analizador durante tres días aproximadamente y seleccionábamos que nos lea a cada 10 minutos y de esa forma se guardaban.



Modo de la tendencia las configuraciones han sido definidas en la pantalla Configuración / Modo tendencia.

Fecha y hora del inicio de la medición

Fecha y hora de termino de la medición

Periodo de los intervalos de la toma de mediciones, 1s, 5s, 10s, 1min, 5min, 10min, 15min

Nombre de la Campaña

## RECABACION DE DATOS

Una vez terminada la instalación del equipo se dejan tres días recabando datos, luego de haber terminado de recabar los datos se retira el equipo y se descargan los datos en el cual se extrae un archivo raíz que se obtiene al conectar el analizador con la pc.



Archivo raíz.



Power Analyzer Control Panel - [C:\Users\Fipaterm\Desktop\8335\_214938\_2015\_8\_3.icp]

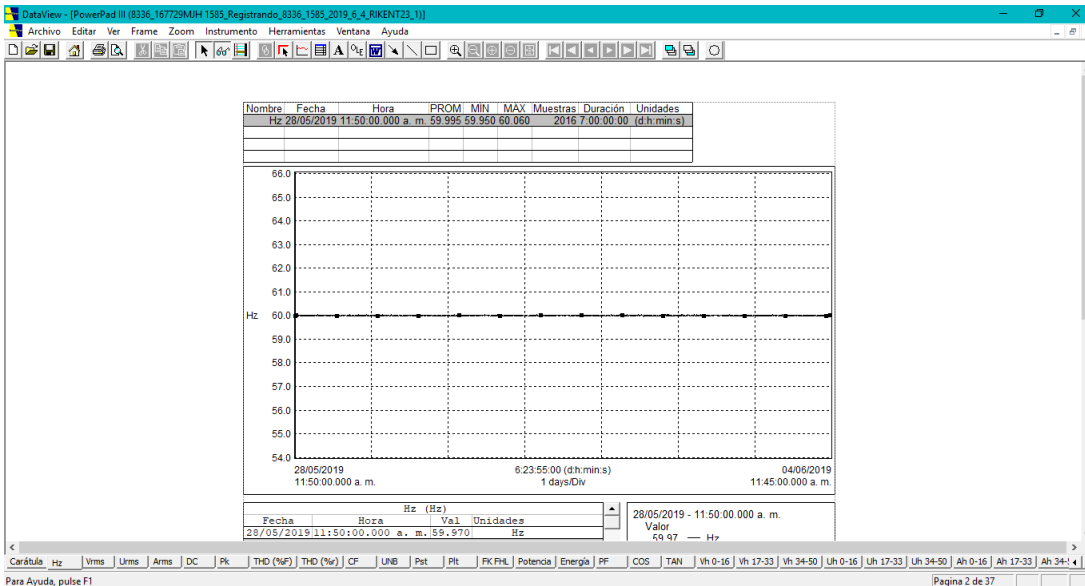
Archivo Ver Instrumento Herramientas Ventana Ayuda

Todos Registros Fotografías Alamas Transitorios Irupción Supervisión

Nombre	Dia de empiece	Hora de empiece	Dia de finalización	Hora de finalización
TERRANB	26/06/2015	11:10:00 a. m.	29/06/2015	10:00:00 a. m.
PROFNORM	01/07/2015	05:08:00 p. m.	08/07/2015	11:52:00 a. m.
UTECCFE	13/07/2015	01:05:00 p. m.	20/07/2015	12:10:00 p. m.
PFMALBAN	21/07/2015	05:00:00 p. m.	22/07/2015	05:00:00 p. m.
PFMA900V	22/07/2015	05:40:00 p. m.	23/07/2015	05:30:00 p. m.
PF4403	23/07/2015	06:00:00 p. m.	24/07/2015	06:00:00 p. m.
220PF4	24/07/2015	06:15:00 p. m.	27/07/2015	09:00:00 a. m.
TRITDR	28/07/2015	11:00:00 a. m.	30/07/2015	10:58:00 a. m.

En esta pantalla se muestra todos los registros las campañas o tendencias guardadas.

Luego de haber extraído la información del analizador este archivo raíz es exportado en una hoja de cálculo (Excel) y al dataview en la cual vamos a observar las gráficas de lectura de todos los parámetros que se hayan seleccionado según la configuración que hayamos elegido.



Informe dataview



Modelo 8335		Serie	T14938		Versión del Hardware 1.0, P.LD 1.1																							
Tendencia		TERRANS																										
Fecha		Inicio	Fin		Cálculo de valores reactivos, Con Armónicos																							
Fecha		Inicio	Fin		Cálculo de valores reactivos, Con Armónicos																							
Fecha		Inicio	Fin		Cálculo de valores reactivos, Con Armónicos																							
Fecha		Inicio	Fin		Cálculo de valores reactivos, Con Armónicos																							
10	20/06/2015	11:00:00 a.m.	59.99	215.8	216.1	215.4	1	1	1.1	1.41	1.41	1.41	124.2	124.9	124.6	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.9	1	1	...	...
11	20/06/2015	11:20:00 a.m.	59.99	215.9	216.1	215.5	1	1	1.1	1.41	1.41	1.41	124.3	125	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
12	20/06/2015	11:40:00 a.m.	59.99	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
13	20/06/2015	12:00:00 a.m.	59.99	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
14	20/06/2015	12:20:00 a.m.	59.99	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
15	20/06/2015	12:40:00 a.m.	59.99	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
16	20/06/2015	13:00:00 a.m.	59.99	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
17	20/06/2015	13:20:00 a.m.	59.99	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
18	20/06/2015	13:40:00 a.m.	59.97	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
19	20/06/2015	14:00:00 a.m.	59.97	216	216.3	215.5	1.1	1	1.1	1.41	1.41	1.42	124.3	125.1	124.5	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
20	20/06/2015	14:20:00 a.m.	59.99	216.5	216.9	215.9	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.4	124.1	123.7	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
21	20/06/2015	14:40:00 a.m.	59.99	216.9	214	215.9	1.1	1.2	1.2	1.41	1.41	1.41	123.4	124.1	123.5	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
22	20/06/2015	15:00:00 a.m.	59.99	216.3	214.2	215.9	1.1	1.2	1.2	1.41	1.41	1.41	123.3	124	123.4	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
23	20/06/2015	15:20:00 a.m.	59.99	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
24	20/06/2015	15:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
25	20/06/2015	16:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
26	20/06/2015	16:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
27	20/06/2015	16:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
28	20/06/2015	17:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
29	20/06/2015	17:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
30	20/06/2015	17:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
31	20/06/2015	18:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
32	20/06/2015	18:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
33	20/06/2015	18:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
34	20/06/2015	19:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
35	20/06/2015	19:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
36	20/06/2015	19:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	2	2	2	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
37	20/06/2015	20:00:00 a.m.	59.97	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
38	20/06/2015	20:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
39	20/06/2015	20:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
40	20/06/2015	21:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
41	20/06/2015	21:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
42	20/06/2015	21:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
43	20/06/2015	22:00:00 a.m.	59.97	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
44	20/06/2015	22:20:00 a.m.	59.97	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
45	20/06/2015	22:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
46	20/06/2015	23:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
47	20/06/2015	23:20:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
48	20/06/2015	23:40:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	
49	20/06/2015	24:00:00 a.m.	59.98	216.9	214.9	214.4	1.1	1.1	1.1	1.41	1.41	1.41	123.7	124.3	123.9	0	1.9	1.9	1.9	1.42	1.42	1.42	100	0.2	0.2	...	...	

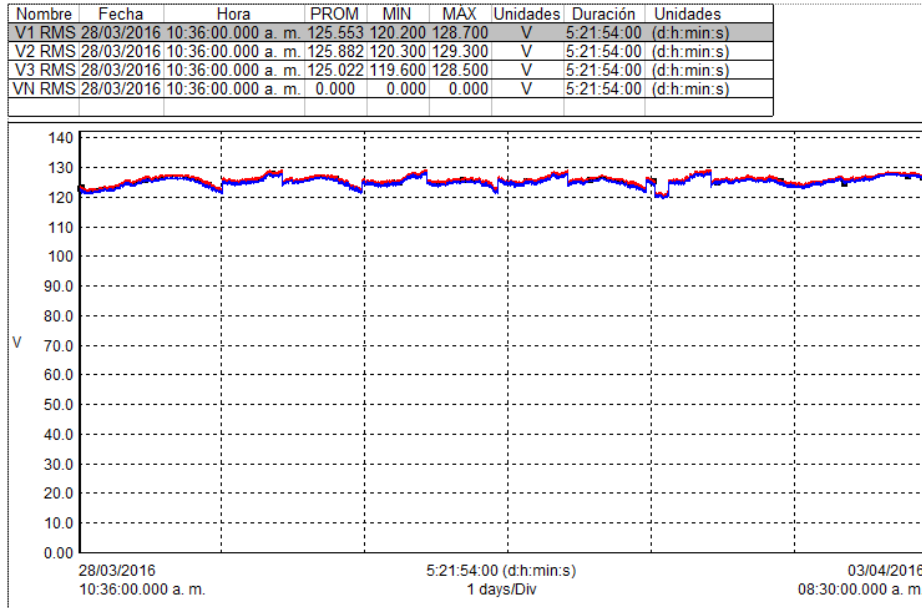
### Hoja de cálculo

Teniendo todos los datos se procede a realizar el informe para enseñarle al cliente en donde está teniendo problemas y en qué puntos puede mejorar para tener un mayor ahorro energético.

Con respecto al informe que se le ase llegar al usuario, son las siguientes graficas ejemplificadas ya que cada usuario tiene diferente subestación instalada.



### VOLTAJES F-N RMS



En esta imagen se aprecia la lectura del voltaje de línea

a neutro de las tres fases

- a. En Estado Operativo Normal, los Centros de Carga deberán soportar variaciones de tensión de manera permanente y seguir conectados de acuerdo a los valores de la Tabla 3.1.1.A.

Tensión nominal [kV]	Tensión máxima [kV]	Tensión mínima [kV]
400.0	420.0	380.0
230.0	245.0	218.5
161.0	170.0	152.9
138.0	145.0	131.1
115.0	123.0	109.2
85.0	92.0	80.7
69.0	72.5	65.5
34.5	38.0	32.7
23.0	25.0	21.8
13.8	15.0	13.1

Tabla 3.1.1.A. Valores máximos y mínimos de tensión que deben soportar los Centros de Carga de manera permanente.

**Nota 1.** Se toma como tensión máxima, el valor que soporta el aislamiento de los equipos del Centro de

Valores de rango en el que deben trabajar los transformadores



- b. En condiciones distintas al Estado Operativo Normal, los Centros de Carga deberán soportar variaciones de tensión de manera temporal hasta por 20 minutos y seguir conectados de acuerdo a los valores de la Tabla 3.1.1.B.

Tensión Nominal [kV]	Tensión Máxima [kV]	Tensión Mínima [kV]
400.0	440.0	360.0
230.0	253.0	207.0
161.0	177.1	144.9
138.0	151.8	124.2
115.0	126.5	103.5
85.0	93.5	76.5
69.0	75.9	62.1
34.5	37.9	31.0
23.0	25.3	20.7
13.8	15.1	12.4

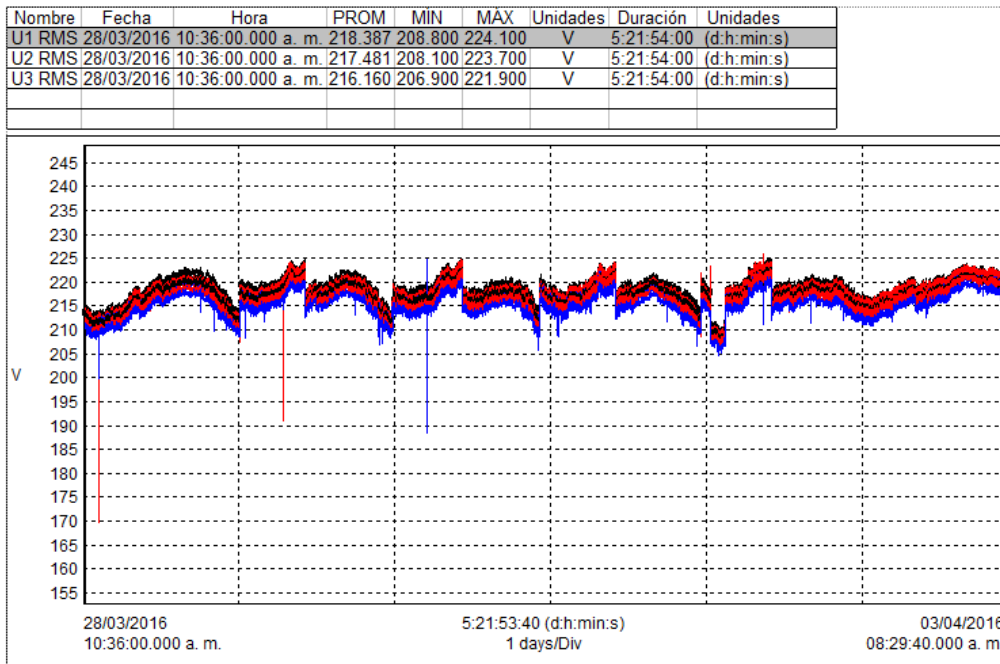
Tabla 3.1.1.B. Valores máximos y mínimos de tensión que deben soportar los Centros de Carga hasta por 20 minutos.

Nota 1. Se toma como tensión temporal máxima, el 110% del valor nominal de tensión.

Nota 2. Se toma como tensión temporal mínima, el 90% del valor nominal de tensión.

Valores de rango en el que deben trabajar los transformadores según el código de red

### VOLTAJES RMS "U"

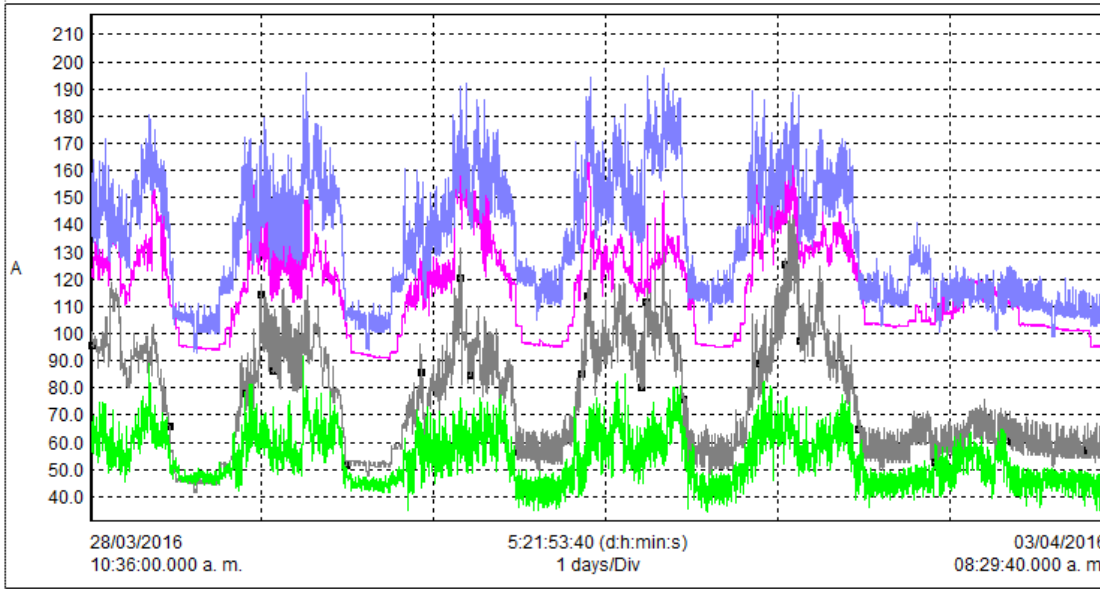


En esta imagen se aprecia la lectura del voltaje de línea a línea de las tres fases.



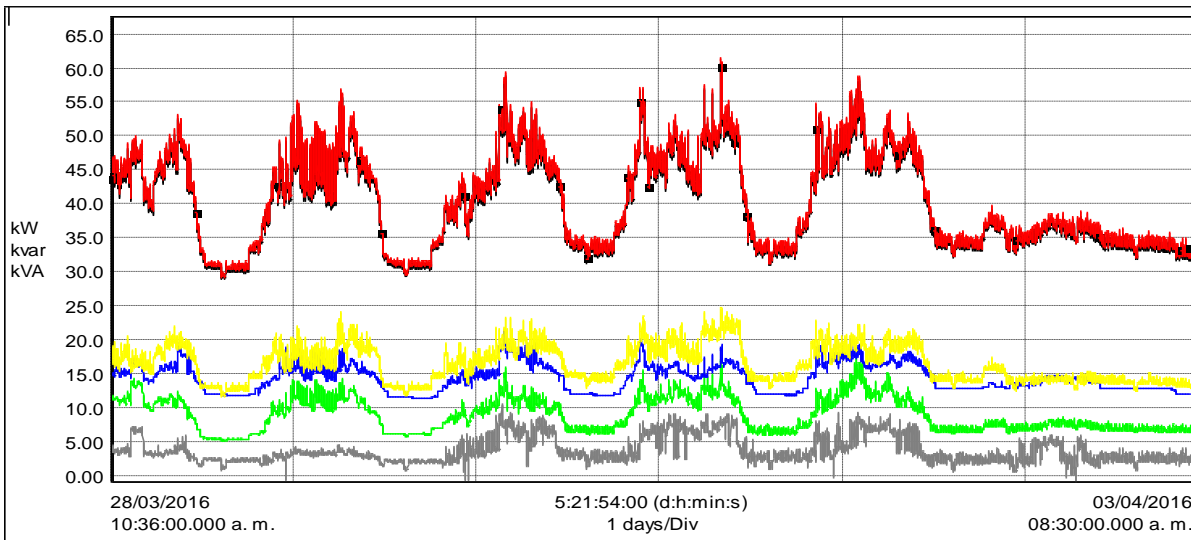
### Corriente Arms

Nombre	Fecha	Hora	PROM	MIN	MAX	Unidades	Duración	Unidades
A1 RMS	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	74.880	41.500	148.600	A	5:21:54:00	(d:h:min:s)
A2 RMS	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	115.658	90.700	173.200	A	5:21:54:00	(d:h:min:s)
A3 RMS	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	133.074	92.700	197.600	A	5:21:54:00	(d:h:min:s)
AN RMS	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	53.724	34.600	91.500	A	5:21:54:00	(d:h:min:s)



En esta imagen se puede observar la corriente de las tres líneas del transformador.

### Potencia



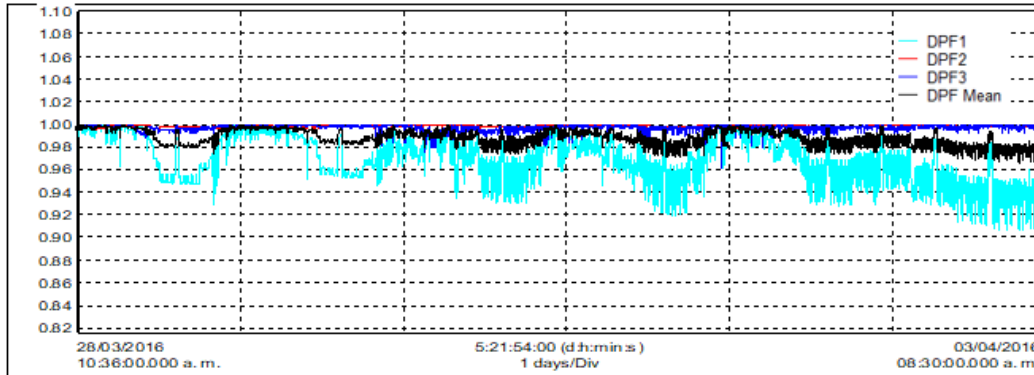
En esta imagen se observa el comportamiento de la potencia total, aparente y reactiva de las tres fases.





### Factor de Potencia

Nombre	Fecha	Hora	PROM	MIN	MAX	Unidades	Duración	Unidades
DPF Mean	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.988	0.966	1.000		5:21:54.00	(d.h.min:s)
DPF1	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.989	0.906	1.000		5:21:54.00	(d.h.min:s)
DPF2	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.999	0.993	1.000		5:21:54.00	(d.h.min:s)
DPF3	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.997	0.960	1.000		5:21:54.00	(d.h.min:s)
PF Mean	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.983	0.964	0.995		5:21:54.00	(d.h.min:s)
PF1	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.959	0.906	0.993		5:21:54.00	(d.h.min:s)
PF2	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.996	0.989	0.998		5:21:54.00	(d.h.min:s)
PF3	28/03/2016	10:36:00.000 a. m.	0.993	0.952	0.999		5:21:54.00	(d.h.min:s)



En esta imagen se ve como se a mantenido el factor de potencia en las tres líneas.

### Calculo de banco de capacitores

Para el cálculo de banco de capacitores se necesitan los siguientes datos:

- El factor de potencia
- Consumo de Kwh

Primero convertimos el factor de potencia a grados que es nuestro ángulo.

**$\text{Cos}^{-1}(\text{factor de potencia}) = \text{ángulo}$**

Luego el valor del ángulo que nos da ay que sacarle su tangente.

**$\text{Tan}(\text{ángulo}) = \text{valor}$**

Ese valor que nos da lo multiplicamos por el consumo kwh para calcular la potencia reactiva

**$(\text{Consumo Kwh}) * (\text{valor}) = \text{potencia reactiva hora}$**

Luego calculamos la tangente al factor de potencia que queremos trabajar, en este caso queremos que el transformador trabaje con un factor de potencia de 0.99

**$\text{Cos}^{-1}(0.99) = 8.1$**

**$\text{Tan}(8.1) = 0.142$**



Ahora que tenemos el valor de factor de potencia con el que se desea trabajar se multiplica por el consumo Kwh y el valor que nos dé lo restamos a la potencia reactiva hora que se calculó anteriormente.

**(Consumo Kwh)\*(0.142) = resultado**

**Resultado – potencia reactiva hora= capacitancia requerida**

Luego se divide el resultado que se obtuvo entre 24(horas) y 30(días) para obtener el valor del banco de capacitor requerido.

Eso son los resultados que se le hacen saber a los clientes.



## CONCLUSION

Como conclusión el trabajo realizado sobre diagnósticos energéticos nos dan parámetros de cómo están trabajando las subestaciones y ver cuáles son los puntos para mejorar la calidad del suministro eléctrico interno, la eficiencia energética eléctrica y el ahorro económico traducido en un bienestar social y ambiental.

Las mediciones realizadas por el analizador de redes nos da como resultados el factor de potencia con el que trabaja la subestación esos parámetros arrojados por el analizador nos sirven para ver si requieren un banco de capacitor o un filtro de armónico, así como ver si cumple con las normas y si están trabajando dentro del rango requerido según el código de red y según las normas de Comisión Federal de Electricidad ya que al no estar dentro de estos rangos son penalizados con multas, estas multas son puestas cuando su factor de potencia es debajo de del 0.9, existen empresas que su factor de potencia son de 0.6, por eso se dio este trabajo para ayudar a estas empresas dándoles propuestas para mejorar su calidad de energía.



## BIBLIOGRAFIA

- <https://www.mipodo.com/blog/diccionario/que-es-corriente-electrica/>
- <https://www.iecor.com/calidad-de-energia-electrica/>
- <https://www.cenace.gob.mx/Docs/MarcoRegulatorio/AcuerdosCRE/Resoluci%C3%B3n%20151%202016%20C%C3%B3digo%20de%20Red%20DOF%202016%2004%202008.pdf>
- <https://www.certalia.com/blog/que-es-analizador-redes-electricas>
- [https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2019&mes=12](https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2019&mes=12)
- <https://concepto.de/voltaje/#ixzz67tzMQ1bU>
- <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2696>



# ANEXOS



