

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MANUALES DE USO EN EQUIPOS
ANALIZADORES DE REDES, CERTIFICADORES DE CABLE
ESTRUCTURADO Y MEDIDORES DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.



Modalidad de Grado: PASANTÍA

Director interno: Oscar David Flórez

Director Externo: Gerardo Ramos Morales

Presentado por: Leydy Yohana Ramos Cristiano

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Eléctrica

2018

RESUMEN

El presente proyecto de grado, se desarrolló bajo la modalidad de pasantía en la empresa INECTEL S.A.S., la cual desarrolla funciones de consultoría y obras en el área eléctrica, ejecutando proyectos de exigencia con excelentes resultados. Desempeña funciones de diseño de redes de media y baja tensión, adicionalmente de iluminación interna y alumbrado público. Por normas de calidad, la empresa se encarga de verificar que las redes se encuentren en el mejor estado posible y proyectarse a futuras problemáticas, planteando soluciones a corto y largo plazo.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo enmarcó el desarrollo de unos documentos que facilitarían el uso de equipos para el análisis de los sistemas eléctricos y de telecomunicaciones, en el área donde la empresa realiza actividades de construcción y de mejoramiento.

Inicialmente se analizó la metodología implementada por parte de los operarios y su manera de ejecutar las mediciones. Basándose en las normas técnicas del sector eléctrico para el uso de instrumentos de medición, tanto nacionales como internacionales, se establecieron hitos de manejo del equipo y del registro de datos, para posteriormente plasmarlos en un manual, que contiene un lenguaje comprensible para su lectura.

Conjuntamente al diseño de los manuales se hizo la verificación en campo de la funcionalidad de las guías, de manera que se corroborarán los objetivos y la aplicación de los mismos, por lo tanto, esto representó una solución a la empresa, en pro de las mejoras en la parte de gestión de calidad.

Palabras Clave:

Normas, calidad, seguridad, análisis, sistemas, eléctricos, telecomunicaciones, manual, lenguaje, verificación, equipos, manejo.

ABSTRACT

The present grade project, it developed under the intership form in the company INECTEL S. A. S., which develops functions of consultancy and works in the electrical area, executing demand projects with excellent results. It redeems functions of design of networks of medium and low tension, additionally of internal lighting and public system of illumination. For quality norms, the company is in charge of verifying that the networks are in the best possible state and to be projected to future problematic, raising solutions to shortly and long term.

In accordance with the previous thing, the present work framed the development of a few documents that were facilitating the use of teams for the analysis of the electrical systems and of telecommunications, in the area where the company realizes activities of construction and of improvement.

Initially there was analyzed the methodology implemented on the part of the workers and its way of executing the measurements. Being based on the technical norms of the electrical sector for the use of measuring devices, both national and international, there were established milestones of handling of the team and of the record of information, later to capture them in a manual, which contains an understandable language for its reading.

Jointly to the design of the manuals it did the cross-check to itself in field of the functionality of the guides, so that the targets will be corroborated and the application of the same ones, therefore, this represented a solution to the company, to the advantage of the progress in the part of quality management.

Key words: Normativity, quality, safety, analysis, systems, electric, telecommunications, manual, language, verification, equipment, management.

CONTENIDO

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3. OBJETIVOS.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. JUSTIFICACIÓN.....	9
5. METODOLOGÍA	10
DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN LA PASANTÍA	11
6. ANALIZADOR DE CALIDAD DE SUMINISTRO EN REDES.....	11
6.1 HISTORIA.....	11
6.2 NORMAS PARA LA MEDICIÓN DE VALORES DE CALIDAD DE SUMINISTRO	11
6.2.1 NORMAS INTERNACIONALES.....	12
1.1.2 NORMAS NACIONALES	16
1.2 NORMAS DE SEGURIDAD	16
1.3 DISEÑO DE MANUAL PARA EL ANALIZADOR DE CALIDAD DE SUMINISTRO KEW-6310 – ANÁLISIS	17
2. CERTIFICADOR DE CABLEADO ESTRUCTURADO	21
2.1 NORMAS DE CERTIFICACIÓN	21
2.1.1 NORMAS INTERNACIONALES.....	21
2.2 DISEÑO DEL MANUAL DEL CERTIFICADOR DE CABLEADO ESTRUCTURADO DTX 1800 – ANÁLISIS	24
3. MEDIDOR DE PUESTA A TIERRA MI-2088.....	25
3.1 NORMAS TÉCNICAS	25
3.1.1 NORMAS INTERNACIONALES.....	25
3.2 NORMAS DE SEGURIDAD	28
3.3 DISEÑO DEL MANUAL DEL MEDIDOR PARA SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA MI-2088 – ANÁLISIS	29
9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- IMPLEMENTACIÓN DE LOS MANUALES.....	30
10. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS	30
11. CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33

Lista de Figuras

Figura 1. Botones función del analizador KEW 6310	
Fuente: Elaboración propia	18
Figura 2. Descripción de los terminales del analizador KEW 6310	18
Figura 3. Descripción de la manera correcta de instalar la mordaza	18
Figura 4. En los avisos se explica los posibles letreros que salgan durante una medición.	
Fuente: Elaboración propia	19
Figura 5. Gráfico de explicación del dip	
Fuente: www.kew-ltd.co.jp/en/products/detail/00099/ (KYORITSU, s.f.)	20
Figura 6. Descripción con imágenes de los pasos que el usuario va a realizar.	20
Figura 7. Disposición de conectores UTP	
Fuente: Norma TIA 568-C	22
Figura 8. Ejemplo de puesta a tierra para un sistema de telecomunicaciones	
Fuente: Norma ANSI 607.....	23
Figura 9. Identificación de los botones del certificador DTX 1800	
Fuente: elaboración propia Manual Guía.....	24
Figura 10. Elementos necesarios para realizar la certificación de par trenzado.	
Fuente: elaboración propia Manual Guía.....	25
Figura 11. Ejemplo de una medición de resistencia de aislamiento entre punto a tierra y los otros conductores.	26
Figura 12. Prueba en conductores de protección para puesta a tierra y conductores equipotenciales.	27
Figura 13. Partes del medidor de puesta a tierra MI-2088	29
Figura 14. Guía para la conexión del medidor para la prueba de resistividad.	
Fuente: Modificación a gráfico de la norma EN 61557.....	30
Figura 15. Pasos antes del uso de un equipo	31

Lista de Tablas

Tabla I. Límites de Distorsión de Voltaje	12
Tabla II. Límites para cargas de 120 V	13
Tabla III. Comparación entre la Clase A y la Clase B de medición.	14
Tabla IV. Rango de parámetros de calidad de energía eléctrica para la Medida Clase A.....	14
Tabla V. Rango de parámetros de calidad de energía eléctrica para la Medida Clase B	15
Tabla VI. Requisitos de exactitud para medición de corriente y voltaje	15
Tabla VII. Clasificación, denominación y valores de la tensión nominal.....	16
Tabla VIII. Categorías de cable especificados por la norma TIA 568	21
Tabla IX. Valores de resistencia de aislamiento de acuerdo a reglamentación.	27
Tabla X. Valores máximos de resistencia de tierra permisibles.	28

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los datos entregados constantemente por los sistemas eléctricos y de comunicaciones, permiten prever futuras complicaciones en las redes, pues al tener un monitoreo constante de las mismas, se pueden predecir comportamientos que se encuentren dentro de rangos normales, o también aquellos que no lo están.

El crecimiento de la sociedad genera necesidad de desarrollar redes más robustas y con nuevas tecnologías de alimentación de energía y comunicación entre ellas; pero esto conlleva a la creación de sistemas de control para verificar el correcto funcionamiento de las redes. Por ello los equipos de medición, entran a jugar un papel importante en la vigilancia de los parámetros base, y su registro. Debido a la implantación de más funciones en los equipos de medida, su manipulación muchas veces no es la más sencilla, llevando a un mal uso de los instrumentos, generando peligro a los operarios y no aprovechando su funcionalidad.

Por ello el uso de manuales donde se describe el trabajo realizado por el equipo y las diferentes formas de uso, contribuyen a un perfil de eficiencia dentro del ámbito laboral. Esto incluye el manejo de un lenguaje conciso y esquemático que genere una interacción entre el lector y el instrumento a manipular.

Para un entendimiento general del equipo, se desarrolla un análisis entre las normas bajo el cual fue desarrollado, de manera que sean claros los límites, rangos y valores que se le van a introducir, todo amparado por estándares vigentes.

En este proyecto se busca realizar una metodología que permita ejecutar mediciones de calidad en sistemas de energía y comunicaciones utilizando instrumentos de medición (analizador de red eléctrica, medidor de puesta a tierra y certificador de par trenzado) que cuente con las características normativas generales; con el fin de efectuar un manual para una serie de pruebas que permitan entender y analizar las perturbaciones o fallas que están afectando el sistema.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El constante crecimiento de las redes exige una evaluación continua de manera que se tenga unos altos estándares de calidad, y para ello es indispensable el uso de equipos que estén monitoreando el estado de las instalaciones. Existen muchos equipos en el mercado que ofrecen variedad de servicios e incluso algunos que son multifuncionales, recogiendo los datos necesarios en un solo equipo y procesándolos para determinar soluciones óptimas y con el menor tiempo posible.

El uso de los instrumentos de medición para la verificación del estado de las redes e instalaciones eléctricas también es vital en la identificación de parámetros básicos que atenten a la seguridad de las personas. Por ello son importantes las instrucciones que se deben seguir en la aplicación de cada instrumento ante diferentes escenarios.

Teniendo en cuenta que no todo el personal que manipula los instrumentos cuenta con algún conocimiento de los mismos y no se tienen instrucciones claras de su empleo, esto se puede asumir como un riesgo para los trabajadores y para la empresa que está realizando algún trabajo en obra.

Por otra parte, muchos de los manuales manejan términos muy técnicos y poco claros al momento de realizar medidas y analizar los datos, y no se tienen claros los límites a los que puede estar sometidos cada equipo.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un manual de uso en equipos como analizador de redes, certificador de cable estructurado y medidor de resistencia de puesta a tierra, con el fin de brindar una herramienta clara del uso de los equipos, incluso a personas no tan cercanas a este campo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, revisar y comparar las normas técnicas internacionales (IEC), de carácter internacional (EN, DIN, ISO, UL, entre otras) y normas técnicas nacionales (NTC) aplicables a analizadores de redes de potencia, certificadores de cable estructurado y medidores de resistencia de puesta a tierra.
- Realizar una adaptación de los requisitos a un lenguaje simple, que no permita pluralidad de interpretaciones, de fácil entendimiento y que no induzcan a error al usuario para la medición respectiva y las precauciones a tener en cuenta.
- Proponer a través de un documento escrito los requisitos técnicos de seguridad mínimos que deban aplicarse a analizadores de redes de potencia, certificadores de cable estructurado y medidores de resistencia de puesta a tierra, incluyendo los referentes normativos.

4. JUSTIFICACIÓN

Partiendo de la necesidad de brindar un manejo adecuado a los equipos de medición, se propone el diseño de manuales que estén abiertos a todo entendimiento, con un lenguaje fácil de asimilar y sea una guía clara para el personal del uso de los mismos. La interpretación correcta de los datos entregados por los instrumentos pueden facilitar el diagnóstico de problemas en las redes, llevando a prever contingencias y/o mostrando alternativas en beneficio al usuario; ya sea limitando la duración de la inactividad de la red o buscando mantener el buen estado de las instalaciones para un excelente funcionamiento.

Se pretende describir la realización de mediciones individuales ya sean obligatorias o no, en la instalación eléctrica, las cuales ayudan a eliminar los errores, mantener un buen estado de la instalación, conectar cargas, etc. Del mismo modo se desea introducir en cada caso los parámetros más relevantes a medir y los valores límites estipulados por la Norma.

Conjuntamente se desea transmitir algunos consejos y recomendaciones a todo el personal, con la intención de darles pautas hacia el correcto manejo del equipo de medida.

Adicionalmente, la pasantía propuesta en este documento busca fortalecer y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el pregrado de Ingeniería Eléctrica interviniendo directamente en el estudio, análisis y planteamiento a métodos de incrementar la calidad de los servicios prestados y minimizando los riesgos al que están expuestos los seres humanos ante la interacción con elementos eléctricos.

5. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo, parte de una investigación bibliográfica con base en normas nacionales e internacionales, con énfasis en reglamentación de seguridad y manejo de instrumentos de medición. Este estudio tiene como punto de partida los manuales técnicos de los equipos, identificando así, los componentes y su funcionamiento. También se obtendrá información de los tipos de tecnologías y valores nominales que normalmente exponen los equipos al examinar dichas instalaciones, esto con el fin de abarcar el tema de la manera más eficiente.

Una vez definidas y analizadas las funciones de cada equipo se presenta una estructura para el manejo del instrumento y sus posibles escenarios de uso, sin pasar por alto la forma de conexión. Se espera que manual de uso cumpla con los lineamientos en cuanto a estructura del documento como definiciones, condiciones y parámetros técnicos implementado por la norma. Los manuales van dirigidos al personal que manipula los elementos, como también a los que son ajenos a este tipo de trabajo, presentando una guía muy didáctica y fácil de entender.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN LA PASANTÍA

6. ANALIZADOR DE CALIDAD DE SUMINISTRO EN REDES

El analizador de calidad de suministro es un instrumento indispensable en el análisis de redes, dado la multifuncionalidad que brinda. Puede realizar medidas de valores instantáneos, de demanda, monitorear ondas y vectores, analizar armónicos o fluctuaciones producidas, sobretensiones y permite calcular capacidades para sistemas eléctricos.

6.1 HISTORIA

En 1920, General Electric desarrolló uno de los primeros analizadores de calidad de suministro, donde las perturbaciones producidas en el sistema, eran traducidas en impulsos que a su vez se plasmaban en un papel. El dispositivo contaba con un motor de reloj de cuerda que era el que movía la tira de papel de un carrete a otro, y con un par de electrodos se plasmaba en el papel con un arco dependiendo de los cambios que el sistema presentaba.

Entre los años 1960 y 1970, se realizó un contador de sobretensiones que podían capturar una forma de onda de tensión, utilizando un osciloscopio digital. Adicionalmente los datos registrados pasaron de ser unas marcas graficas a forma cuantitativas, ayudando a un mejor análisis de los hechos.

La salida de los monitores de calidad, basados en los microprocesadores de la época de los 70's permitieron un la impresión de texto en una cinta de papel, donde se describía las perturbaciones por el tipo de evento (SAG, interrupción y demás) y la magnitud de voltaje.

Para la década de los 80's los instrumentos de monitoreo evolucionaron, se les adicionó una pantalla gráfica y contaban con un elemento para almacenar las capturas (memoria digital). Capturaba eventos transitorios y eventos de estado estacionario.

Los analizadores surgieron en los 90's, para realizar estudios más completos de los sistemas y almacenar los datos de manera continua. Pero el continuo crecimiento de los sistemas ha requerido una tecnología más avanzada en este tipo de instrumentos, de manera que la recopilación de datos. De ahí surge la necesidad de guardar la cantidad de valores obtenidos durante las mediciones y el análisis de los mismos.

Por ello, la nueva tecnología en estos equipos está orientada hacia el cumplimiento de la nueva demanda de sistema de información, es decir, que la información sea procesada de manera rápida y precisa. Por ello el tipo de comunicación en los instrumentos debe ser avanzada.

6.2 NORMAS PARA LA MEDICIÓN DE VALORES DE CALIDAD DE SUMINISTRO

Las normas tanto nacionales como internacionales dan unos límites y unos parámetros a tener en cuenta, para que la medida cumpla con los rangos normales y se genere un análisis real de los sistemas. Cabe resaltar que los valores cambian, dependiendo de las características del sistema, las necesidades y las condiciones. A su vez, se pretende que la persona que manipule los instrumentos no corra ningún peligro.

6.2.1 NORMAS INTERNACIONALES

6.2.1.1 Norma IEEE estándar 519 de 1992-2014: Recomendaciones prácticas y requerimientos para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia.

La norma está enfocada en la regulación y limitación de los armónicos de tensión y corriente, producidos por cargas no lineales. Se establecen pasos claros durante las mediciones de los armónicos, como por ejemplo:

- Revisar los niveles y límites admisibles en el equipo
- Realizar observación en tendencias a tiempo de voltajes y corrientes, para generar modelos de comportamiento del sistema.
- Realizar medición de corrientes y voltajes con sus ángulos de fase, ya sea con cargas o sin ellas.

Configuración en el equipo:

- Revisión de la **exactitud** del equipo, de manera que no sea mayor al 5% del límite permisible.
- Se establece la **selectividad** del equipo, es decir la capacidad para determinar los armónicos que se encuentran a diferentes frecuencias.

“Una manera práctica de asegurar una buena selectividad es definir los requerimientos para una mínima atenuación de la frecuencia inyectada, mientras el instrumento es situado (afinado) a una frecuencia $f_h = 60 \text{ Hz}$ ”¹

- Revisión de los intervalos de toma de los datos. El equipo permite establecer tiempos de corte de la medida.
- Concordancia con valores medidos y los establecidos para el diseño, como se observa a continuación:

THD: es la distorsión armónica de voltaje total en porcentaje del voltaje de frecuencia fundamental.

En la Tabla I se observan algunos de los valores que la norma establece, para comparación con los medidos, en caso que se realice el diseño de sistemas.

Tabla I. Límites de Distorsión de Voltaje

Voltaje de Barra en Punto de Conexión Común	Distorsión de Voltaje Individual (%)	Distorsión de Voltaje Total THD
69 kV y por debajo	3	5
69.001 V a 161 kV	1.5	2.5
161.001 V y por encima	1	1.5

Fuente: Norma IEEE 1159- 1995: Guía para el monitoreo de calidad de potencia

¹ Norma IEEE 1159- 1995

6.2.1.2 Norma IEEE estándar 1159 de 1995: Guía para el monitoreo de calidad de potencia

En esta norma se logró establecer técnicas de uso de instrumentos y la interpretación de los datos obtenidos, bajo ciertas condiciones a tener presente antes y durante las pruebas. Como por ejemplo:

- Localización de los puntos a monitorear
- Determinar los límites y rangos de medición
- Tiempos de medición

Lo anterior, es vital a la hora de realizar una prueba, debido a la necesidad de establecer los rangos donde posiblemente se va a encontrar el valor medido. Resaltando que los límites varían con el tipo de medición a realizar. En la norma IEEE 1159 se expone unos umbrales aproximados en los que se puede encontrar la variable, como se observa en la

Tabla II.

Tabla II. Límites para cargas de 120 V

Perturbación	Límites	Valor sugerido	Observaciones
Desequilibrio de tensión	Tensión de fase	2%	Desequilibrio de tensión < 3%
Variación de frecuencia		60 Hz	
Armónico		5% THD	Límite según IEEE 519
Transitorios		200 V	Aprox. 2 veces la tensión nominal fase-neutro
Sags		108 Vrms	Menos del 10% de la tensión nominal
Swell		126 Vrms	Más del 5% de la tensión nominal
Ruido		1,5 V	1% de tensión fase-neutro
Sección de Tensión neutro-tierra			
Swell	Tensión neutro-tierra	3 Vrms	
Transitorios		20 V pico	10-20% de la tensión fase-neutro
Ruido		1,5 Vrms	Susceptibilidad del equipo
Sección de Corriente			
Corriente fase-neutro	Corriente	I carga/ I nom	
Corriente de tierra		0,5 A	Límite de seguridad
Armónicos		20% (pequeños clientes) 5% (grandes clientes)	Límite según IEEE 519

Fuente: Norma IEEE 1159- 1995: Guía para el monitoreo de calidad de potencia

6.2.1.3 Norma IEC 61000-4-15: Medición de flickers- Especificaciones de diseño y funciones

Esta norma describe las especificaciones que deben cumplir los equipos y a su vez las mediciones, de manera que el análisis sea el apropiado. El analizador debe medir la severidad del parpadeo durante un tiempo corto (aproximadamente 10 minutos) y así mismo debe comunicarlo. La

precisión de la medida debe ser de +5% cuando se somete a una onda cuadrada o a señales de frecuencia de red modulada.

1.1.1.1 Norma IEC 61000-4-30 Técnica de ensayo y medición- Métodos de medición de calidad de potencia

Esta norma es importante al momento de manipular un analizador de red, dado que en ella se describen los parámetros de calidad de energía a medir y sus comportamientos habituales, entre ellos se tienen: la frecuencia, huecos de tensión, flickers, interrupciones de voltaje, desequilibrios de tensión, armónicos y cambios rápidos de tensión.

La norma establece intervalos de recopilación y tiempos de monitoreo, con el fin de garantizar una similitud entre los datos entregados por el equipo y los valores base ya establecidos. Lo anterior, bajo las mismas condiciones.

Se define claramente dos tipos de mediciones: la Clase A y la Clase B. A continuación se observa un cuadro de comparación:

Tabla III. Comparación entre la Clase A y la Clase B de medición.

Medición Clase A	Medición Clase B
<ul style="list-style-type: none"> • Se usa cuando es necesarios medidas precisas • Se usan medidores estipulados en la NTC 5000 • El equipo debe tener un ancho de banda característico y una frecuencia de muestreo suficiente para la incertidumbre especificada • Tiempos de 10 ciclos para un sistema eléctrico de 50 Hz • Tiempos de 12 ciclos para un sistema eléctrico de 60 Hz • Intervalos de agregación: 3segundos, 10 minutos y 2 horas 	<ul style="list-style-type: none"> • Se usa para estudios estadísticos, solución de problemas y otros donde el valor de incertidumbre es bajo. • Cada fabricante de medidores debe incluir sus rangos de incertidumbre que puedan influir en la medición. • Se debe especificar la clase de potencia para los diferentes parámetros.

Fuente: Elaboración propia, basado en la norma IEC 61000-4-30

Para cada tipo de medida la norma establece un rango de parámetros, dentro de los cuales las variables pueden moverse. A continuación se observan:

Tabla IV. Rango de parámetros de calidad de energía eléctrica para la Medida Clase A

Parámetros de Calidad de Energía Eléctrica	Rango de variación
Frecuencia	51-69 Hz
Voltaje (estado estable)	0-150 % Voltaje de entrada
Flicker	0-20 parpadeos
Desbalances	0-5 %
Armónicos (THD)	Valores IEC 61000-2-4 clase 3
Interarmónicos	Valores IEC 61000-2-4 clase 4
Señales de tensión	0-9 % de la tensión de entrada
Transitorios de tensión	6 kV pico
Transitorios rápidos	4 kV pico

Fuente: Norma IEC 61000-4-30

Tabla V. Rango de parámetros de calidad de energía eléctrica para la Medida Clase B

Parámetros de Calidad de Energía Eléctrica	Rango de variación
Frecuencia	51-69 Hz
Voltaje (estado estable)	0-150 % Voltaje de entrada
Desbalances	0-5 %
Armónicos (THD)	Valores IEC 61000-2-4 clase 3
Interarmónicos	Valores IEC 61000-2-4 clase 4
Señales de tensión	0-9 % de la tensión de entrada

Fuente: Norma IEC 61000-4-30

Para cada clase de medición se tiene unos errores máximos permitidos, tanto para la variable corriente como para la de tensión, con unos parámetros ya fijos como la frecuencia, condiciones nominales de funcionamiento, temperatura, tensión de alimentación, etc. Por ello la norma expone una tabla con esas condiciones mencionadas.

Tabla VI. Requisitos de exactitud para medición de corriente y voltaje

Clase	Medición	Condición	Máximo error
A	Tensión	$U_m \geq 1\% U_{Nom}$ $U_m < 1\% U_{Nom}$	5% U_m 0.05% U_m
	Corriente	$I_m \geq 3\% I_{Nom}$ $I_m < 3\% I_{Nom}$	$\pm 5\% I_m$ $\pm 0.15\% I_m$
	Potencia	$P_m < 150 W$ $P_m > 150 W$	$\pm 1.5 W$ $\pm 1\% P_m$
B	Tensión	$U_m \geq 3\% U_{Nom}$ $U_m < 3\% U_{Nom}$	5% U_m 0.15% U_m
	Corriente	$I_m \geq 10\% I_{Nom}$ $I_m < 10\% I_{Nom}$	$\pm 5\% I_m$ $\pm 0.5\% I_m$

Fuente: Norma IEC 61000-4-30

1.1.1.2 Norma EN 50160: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución

En esta norma se definen los rasgos importantes que debe tener la tensión entregada por una red general de distribución en baja y media tensión, en condiciones normales de consumo para el cliente. Reitera que la tensión de alimentación debe ser cercana a la tensión nominal para un correcto funcionamiento de los equipos, contemplando también las condiciones ambientales y adecuada instalación y manejo.

Aquí se describen las causas de un bajo rendimiento de las fuentes de iluminación, como por ejemplo, las variaciones con límites permisibles $\pm 10\%$ y en la práctica con límites de $\pm (3-4)\%$ producen consecuencias negativas en la iluminación.

1.1.2 NORMAS NACIONALES

1.1.2.1 NTC 5000: Calidad de Potencia Eléctrica

En la norma se describen los términos fundamentales acerca de Calidad de Potencia Eléctrica. Realizan el análisis de cada parámetro involucrado en las perturbaciones que generan anomalía en el sistema. Para la medición de estas variables se remiten a indicar que los pasos a seguir se encuentran en las normas IEC 61000-4-30, IEC 1159 y IEC 61000-4-15, mencionadas anteriormente.

1.1.2.2 NTC 1340: Tensiones y Frecuencia nominales en sistemas de energía eléctrica en redes de servicio público

En la norma se establecen los valores nominales y rangos permisibles de la tensión de alimentación en sistemas de transmisión, distribución y uso final de la energía. E la Tabla VII se expone los valores de suministro en condiciones normales.

Tabla VII. Clasificación, denominación y valores de la tensión nominal.

Clasificación	Nivel	Tensión Nominal (V)		Tensión máxima (% de la nominal)	Tensión mínima (% de la nominal)	
		Sistemas Trifásico de 3 ó 4 conductores	Sistemas Monofásico de 2 ó 3 conductores			
Baja Tensión $V_n < 1 \text{ kV}$	Nivel 1 $V_n < 1 \text{ kV}$	-	120	+5	Clientes Urbanos: -8 Clientes rurales: -10	
		120/208	-			
		-	120/240			
		127/220	-			
		220	-			
		277/480	-			
Media Tensión $1 \text{ kV} \leq V_n < 57,5 \text{ kV}$	Nivel 2 $1 \text{ kV} \leq V_n < 30 \text{ kV}$	4 160	-	+5	-10	
		-	7 620			
		11 400	-			
		13 200	-			
		13 800	-			
Alta Tensión $57,5 \text{ kV} \leq V_n \leq 230 \text{ kV}$	Nivel 3 $30 \text{ kV} \leq V_n < 57,5 \text{ kV}$	34 500	-	+5	-5	
		44 000	-			
		Nivel 4 $57,5 \text{ kV} \leq V_n < 220 \text{ kV}$	57 500			-
			66 000			-
			110 000			-
Extra Alta Tensión $230 \text{ kV} < V_n$	-	115 000	-	-	-	
		220 000	-			
		230 000	-			

NOTA La clasificación por niveles es de tipo informativo y corresponden con la regulación CREG 082/2002 o la resolución que la modifique o sustituya.

Fuente: Norma NTC 1340

1.2 NORMAS DE SEGURIDAD

1.2.1.1 Norma IEC 61010-1: Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso de laboratorio.

Los procedimientos previos a realizar una medición con el equipo, deben ser muy claros, de manera que se minimice el riesgo de accidentes laborales de la mejor manera posible. Por ello la norma describe el tipo de protección contra shocks eléctricos.

- Equipos energizados externamente:

- Clase I: Su protección incluye una conexión a tierra, de manera que una parte metálica expuesta a las personas, en momento de falla pase a ser un elemento peligroso.
- Clase II: Su protección incluye doble aislación o reforzamiento de la aislación básica, no incluye conexión a tierra.
- Equipos energizados Internamente:
 - Tipo B: protección contra corriente de fuga permitida y confiabilidad de la protección de tierra
 - Tipo BF
 - Tipo CF

Pruebas a realizar:

- ✓ Verificación de protección a tierra, es decir, prueba de continuidad a tierra.
- ✓ Verificación aislamiento dieléctrico.
- ✓ Verificación de aislación de tierra.
- ✓ Verificación de corrientes de fuga.

Categorías de sobretensión

El analizador se encuentra dentro de la CATEGORIA III, es decir, va a estar en contacto con equipos en instalaciones fijas de conmutación y distribución. Se medirán redes trifásicas y monofásicas, incluyendo paneles de control y circuitos industriales.

1.3 DISEÑO DE MANUAL PARA EL ANALIZADOR DE CALIDAD DE SUMINISTRO KEW-6310 – ANÁLISIS

El diseño del manual de uso del analizador de calidad de suministro KEW 6310, inicia con una descripción del equipo, resaltando los botones de función y entradas de los accesorios necesarios para las mediciones pertinentes. Además, de una presentación de los iconos de la pantalla y sus significados.

Botones		Detalles
	Power	Encendido / Apagado del instrumento
	LCD ON/OFF	Muestra / Oculta la información en el LCD
	Cursor	Seleccionan ajustes, alternan las pantallas
	ENTER	Confirma Entradas
	ESC RESET	Cancela cambios en los ajustes, limpia datos de integración/ demanda datos con los cursores
	PRINT SCREEN	Guarda la pantalla actual en archivos con formato BMP
	DATA HOLD KEY LOCK	- Mantiene la lectura actual en pantalla. Las mediciones continúan aunque la pantalla esté "congelada". - Una pulsación larga (2seg) desactiva todas las teclas para evitar un uso incorrecto de las mismas. Otra pulsación las reactivará (2seg).
	Menu Botones	W: Mide valores instantáneos
		Wh: Mide valores de integración
		DEMANDA: Mide valores de demanda
		W: Onda: Mide ondas
		H: Analiza componentes armónicos
		QUALITY: Guarda Swell/ Dip/ Int/ transito con información de tiempos
		SEP UP: Básicos/ Medición/ Registro/ Otros Ajustes
	Function	Ejecuta la función mostrada F1 F2 F3 F4 Botones (De izquierda a derecha)

Figura 1. Botones función del analizador KEW 6310
Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Descripción de los terminales del analizador KEW 6310
Fuente: Elaboración propia

En el manual se incluyen notas importantes del manejo del equipo, así como algunos consejos a tener en cuenta en el momento de la medición. Como por ejemplo, la forma de instalar las mordazas para medir corriente, como se observa en la Figura 3.

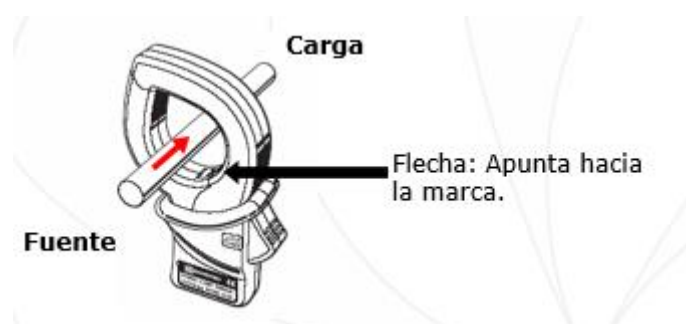


Figura 3. Descripción de la manera correcta de instalar la mordaza
Fuente: www.kew-ltd.co.jp/en/products/detail/00099/ (KYORITSU, s.f.)

En el manual se van a encontrar las guías para las medidas como:

- *Medida del valor instantáneo (W)*: Admite la medición de valores medios, mínimos y máximos de valores instantáneos de tensión, corriente y potencia eléctrica.
- *Medida del valor de integración (WH)*: Admite la medición de potencias activas, aparentes y reactivas en cada canal.
- *Medida de la demanda (DEMAND)*: Admite la medición de la demanda basándose en unos valores objetivos previamente establecidos. Para indicar al usuario si el valor excede los límites establecidos, se usan gráficos para describir el comportamiento.
- *Función onda*: Las tensiones y corrientes se pueden representar en forma de vectores y ondas por cada canal.
- *Análisis de armónicos*: Admite la medición y el análisis de los componentes armónicos de las tensiones y corrientes.
- *Calidad de Suministro*: Admite la medición de swell, dip, int, transitorios, corriente de irrupción y flicker.
- *Medición de transitorio*
- *Medición de la corriente de irrupción*
- *Cálculo de capacidad*

En cada una de las guías se explica que configuraciones se deben tener en cuenta para que el valor medido se encuentre dentro del margen correcto y análisis sea verídico. De la misma forma, se explican los avisos que posiblemente pueden aparecer en la pantalla, para que el usuario esté atento a la solicitud o la corrección de los errores.

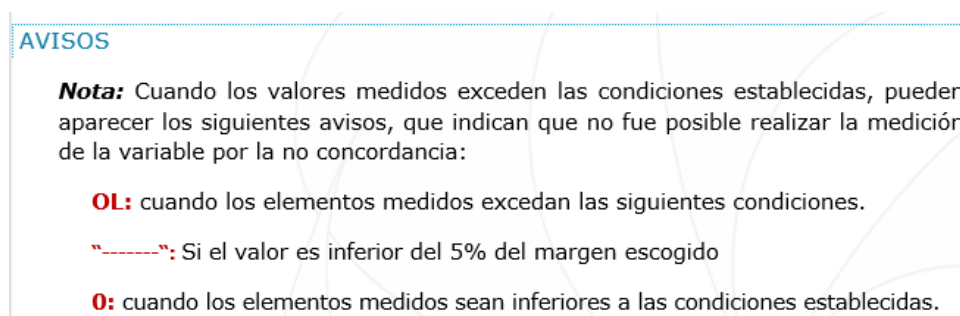


Figura 4. En los avisos se explica los posibles letreros que salgan durante una medición.
Fuente: Elaboración propia

Se cuentan con gráficos de ejemplo para explicar los valores que saldrán en la pantalla, de manera que el usuario pueda entender la forma en que el analizador toma el valor y lo que significa. Como se observa en la Figura 5.

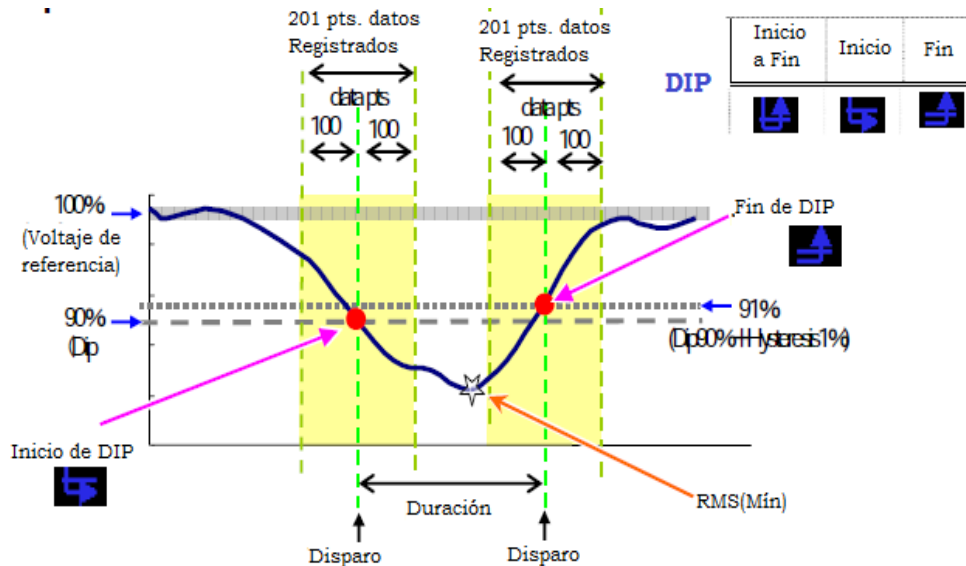


Figura 5. Gráfico de explicación del dip
 Fuente: www.kew-ltd.co.jp/en/products/detail/00099/ (KYORITSU, s.f.)

El lenguaje del manual adapta gráficos simples, de fácil entendimiento y que no induzcan a error al usuario para la medición respectiva y las precauciones a tener en cuenta. Un ejemplo de esto, se observa en la Figura 6.

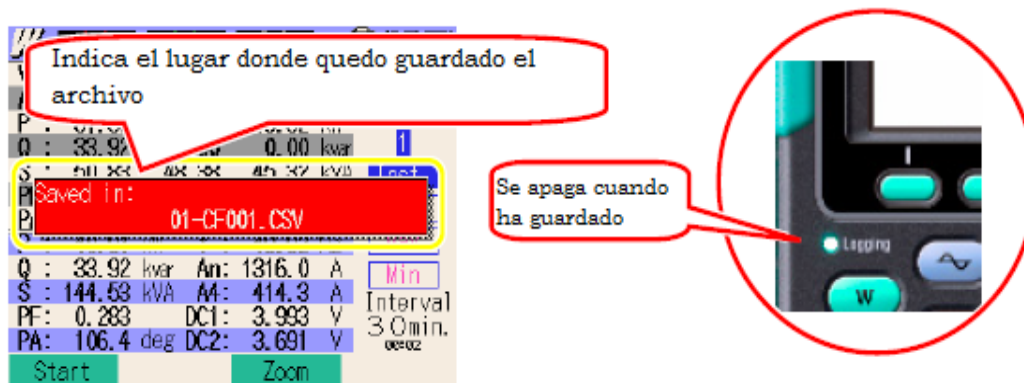


Figura 6. Descripción con imágenes de los pasos que el usuario va a realizar.

El manual cuenta con un formato de lista de chequeo, usado antes de realizar cualquier medición para comprobar el estado de los equipos y llevar un registro de manipulación de los mismos. Se puede observar en el **Anexo 1**.

2. CERTIFICADOR DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Es un equipo manual usado para certificar, solucionar problemas y tomar registro de las instalaciones de cable estructurado. Lo anterior, con el fin de garantizar la calidad de los componentes instalados e implementar acciones correctivas para dar al usuario un sistema con el mejor rendimiento. Los parámetros monitoreados, en el caso de los cables de cobre son: la pérdida de retorno, la longitud, la atenuación, la diafonía y retardo de propagación. Y los parámetros monitoreados en los cables de Fibra óptica son: la longitud y la atenuación.

2.1 NORMAS DE CERTIFICACIÓN

2.1.1 NORMAS INTERNACIONALES

2.1.1.1 ANSI/TIA/EIA-568-C Commercial Building Telecommunications Cabling Standard

La norma especifica los requerimientos que debe tener un sistema de cableado, sin tener en cuenta sus aplicaciones y fabricantes. Se definen las condiciones mínimas de cableado dentro de una oficina para cable de cobre y fibra óptica. Igualmente define las topologías y distancias recomendadas de los cables de pares trenzados.

Hay varias categorías de cables:

Tabla VIII. Categorías de cable especificados por la norma TIA 568

Categoría	Características cable UTP	
	Resistencia	Ancho de banda
Cat 3	100 ohm UTP	16 MHz
Cat 4	100 ohm UTP	20 MHz
Cat 5	100 ohm UTP	100 MHz
Cat 5E	100 ohm UTP	100 MHz
Cat 6	100 ohm UTP	200 MHz
Cat 6A	100 ohm UTP	500 MHz

Fuente: Norma TIA 568-C

Los cables UTP son terminados en los conectores de telecomunicaciones en “jacks” modulares de 8 contactos, en los que se admiten dos tipos de conexiones, llamados T568A y T568B.

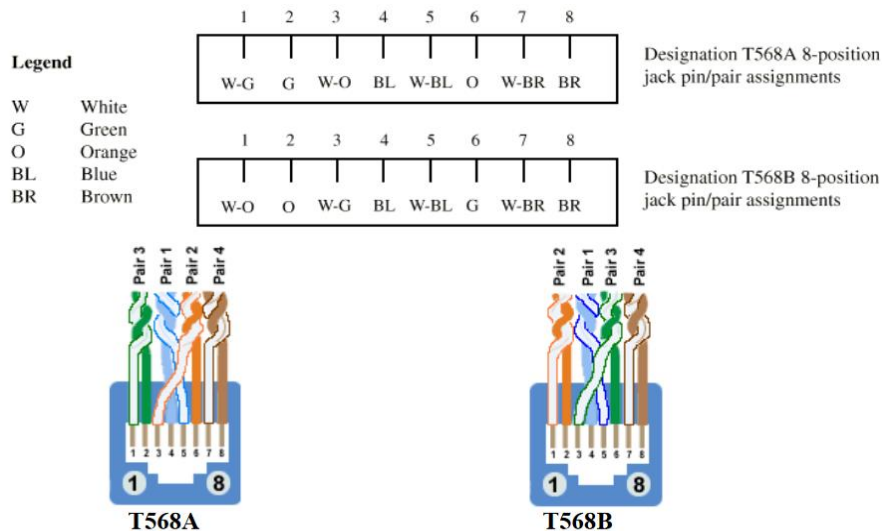


Figura 7. Disposición de conectores UTP
Fuente: Norma TIA 568-C

Los cables UTP deben tener ciertas características mecánicas para un buen funcionamiento dentro de la instalación, como lo son:

Diámetro: No mayor a 1.22 mm

Pares: Los pares deben ser de 4 pares únicamente.

Colores:

- **Par 1:** Azul- Blanco
- **Par 2:** Naranja – Blanco
- **Par 3:** Verde – Blanco
- **Par 4:** Marrón – Blanco

Radio de curvatura: 25.4mm (1 pulgada) para que los forros del cable no sufran ningún daño o deterioro

2.1.1.2 ANSI/J-STD-607 Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Buildings.

El propósito primordial de la norma es establecer un camino adecuado y con capacidad suficiente para llevar las corrientes eléctricas y voltajes temporales hacia la tierra. Estas trayectorias a tierra son más cortas de menor impedancia que las de la construcción, pero vitales a la hora de proteger la vida de las personas y aumentar la vida útil de los equipos.

Algunos de los términos que se resaltan en esta norma son:

- **Conductor de enlace equipotencial para telecomunicaciones (BCT):** Conductor de cobre aislado que conecta el sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones con el sistema de puesta a tierra general de la estructura.
- **Barra de tierra principal de telecomunicaciones (TMGB):** Es una extensión dedicada del sistema de electrodos de tierra del edificio para la estructura de telecomunicaciones.

- **Barra de tierra para telecomunicaciones (TGB):** Es el punto central de conexión a tierra de los equipos de telecomunicaciones.
- **Conductor central de enlace equipotencial de Telecomunicaciones (TBB):** Es un conductor que une los TGBs con el TMGB, para reducir las diferencias de potencial.

A tener en cuenta:

- Todos los elementos metálicos que no lleven corriente en el sistema de cableado estructurado deberán ser aterrizados. Ejemplo los racks, bandejas o conduits.
- Cualquier doblez que se deba realizar a los cables no debe ser mayor a 2,54 cm.

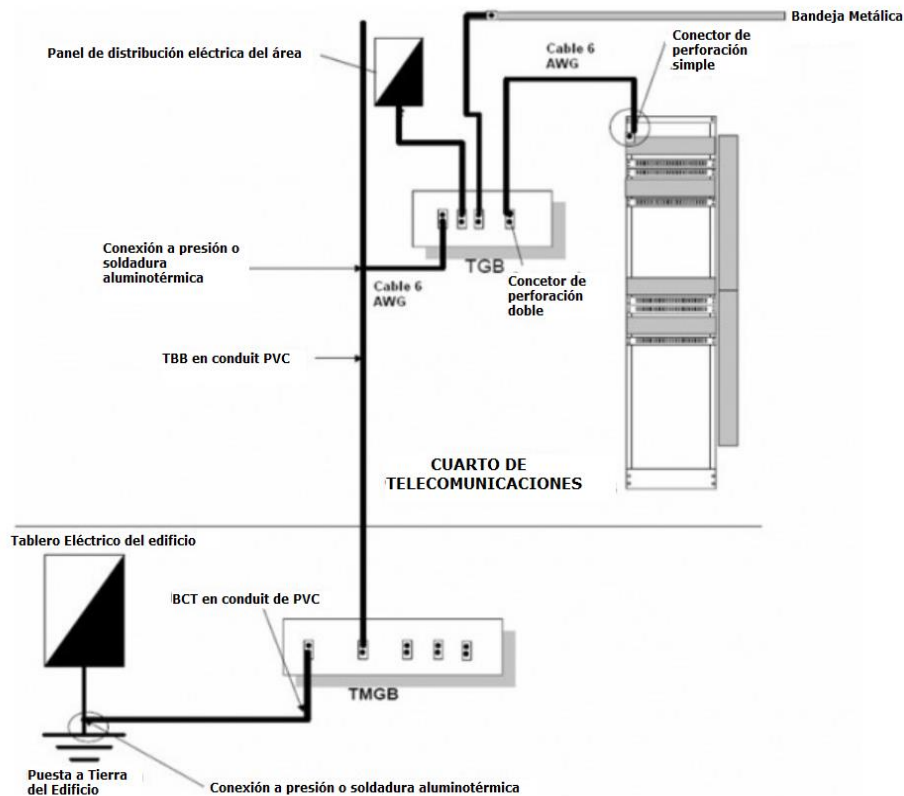


Figura 8. Ejemplo de puesta a tierra para un sistema de telecomunicaciones

Fuente: Norma ANSI 607

2.1.1.3 CAN / CSA-C22.2 N° 1010.1: Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use, Part 1: General Requirements

La norma establece unos requisitos para garantizar que el diseño y los métodos de construcción utilizados brinden la protección apropiada para el operador y el área cerca, contra:

- Descargas eléctricas o quemaduras
- Riesgos mecánicos
- Temperatura excesiva
- Propagación del fuego desde el equipo

- Efectos de la radiación, incluidas las fuentes de láser, la presión sónica y ultrasónica
- Gases liberados, explosión e implosión

Conjuntamente, especifica los métodos para verificar, mediante inspección y prueba de tipo, que el equipo cumple con los requisitos de esta norma. Donde las condiciones ambientales deben tenerse en cuenta en los equipos diseñados para ser seguros en uso en interiores, en altitud hasta 2 000 m, en temperaturas de 5°C a 40°C, donde hay presencia de humedad, donde las fluctuaciones de la tensión de la red no deben exceder $\pm 10\%$ de la tensión nominal y teniendo en cuenta las sobretensiones transitorias según CATEGORÍAS DE INSTALACIÓN (CATEGORÍAS DE SOBRETENSIÓN) I, II y III.

2.2 DISEÑO DEL MANUAL DEL CERTIFICADOR DE CABLEADO ESTRUCTURADO DTX 1800 – ANÁLISIS

El certificar de cableado estructurado permite diagnosticar los fallos, localizando exactamente el punto que está generando inconvenientes, identificando si la causa es una instalación incorrecta y si los materiales no son de la calidad necesaria. El orden que se lleva, es analizar el estado de las instalaciones y luego la medición correspondiente. Posteriormente se entrega un informe con el estado actual de la red confirmada con los datos ya tomados y en caso de poseer fallas se realizan las recomendaciones necesarias.

El diseño del manual inicia con una descripción del equipo, resaltando los botones de función y los terminales necesarios para las mediciones pertinentes. Además, de una presentación de los iconos de la pantalla y sus significados.



Figura 9. Identificación de los botones del certificador DTX 1800
Fuente: elaboración propia Manual Guía

En el manual se da explicación clara de las partes del equipo y sus ajustes, para un funcionamiento adecuado. Antes de realizar la prueba es pertinente:

1. Realizar las configuraciones propias de la medición, como: el tipo de medida, los límites, tipo de cable, entre otras.
2. Realizar un chequeo de los elementos necesarios para la prueba, como se observa a continuación:

MEDIDA PARA LA CERTIFICACIÓN DE PAR TRENZADO

Para realizar esta medida se debe tener al alcance los siguientes elementos:



Figura 10. Elementos necesarios para realizar la certificación de par trenzado.

Fuente: elaboración propia Manual Guía

El manual cuenta con un formato de lista de chequeo, usado antes de realizar cualquier medición para comprobar el estado de los equipos y llevar un registro de manipulación de los mismos. Se puede observar en el **Anexo 2**.

3. MEDIDOR DE PUESTA A TIERRA MI-2088

Es un instrumento para la medición de sistemas de puesta a tierra y de aislamiento enfocado a estructuras. Aunque puedes realizar la toma de otras cantidades y pruebas especiales.

3.1 NORMAS TÉCNICAS

3.1.1 NORMAS INTERNACIONALES

3.1.1.1 Norma EN 61557: Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta 1 000 V en c.a. y 1 500 V en c.c. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección.

En esta norma se constituyen tanto los requisitos que debe cumplir un medidor de sistema de puesta a tierra, para la comprobación de instalaciones, y los que deben cumplir las medidas como tal.

1. Resistencia de aislamiento
2. Resistencia de conexión a tierra
3. Resistencia a tierra

A continuación se exponen algunos de los requerimientos más importantes:

Resistencia de Aislamiento:

Esta prueba tiene como objetivo la prevención descargas eléctricas, midiendo el nivel de aislamiento entre los conductores. En general, se mide entre conductores bajo una tensión y entre cada conductor bajo una tensión y tierra.

No olvidar, que al momento de medir la resistencia de aislamiento entre conductores bajo tensión y tierra, es necesario desconectar toda lo asociado a la instalación. Deben dejarse todos los fusibles, cerrar los breaker y los interruptores de circuito final. Antes de la prueba, es necesario tomar medidas para impedir que la tensión de prueba dañe dispositivos sensibles a la tensión.

Conforme a IEC 60364.6.61 los valores de resistencia deben ser superiores a 1 megaohmio para una tensión de prueba de 1.000 V; 0,5 megaohmios para 500 V y 0,25 megaohmios para 250 V.²

Algunas pautas establecidas por la norma son:

- El error máximo no debe exceder el +/- **30%**.
- Se debe usar voltaje de prueba **DC**, algunos instrumentos son capaces de suministrar 1000, 500 o 250 V, todo depende de la tensión nominal del circuito.
- En caso de condensador de 5 μ F conectado en paralelo con la resistencia medida ($R_i = U_n \cdot 1000 \Omega / V$), el resultado de la prueba no debe diferir del que no tiene condensador, más del 10%.
- La tensión de prueba no debe exceder el valor de 1,5 de la tensión nominal.
- La corriente de prueba que fluye a la resistencia probada de $U_n \cdot 1000 \Omega / V$ debe ser de al menos 1mA.
- La corriente de prueba no excederá el valor de 15 mA mientras que la componente AC no debe exceder 1,5 mA.
- El voltaje externo a.c. o d.c. de hasta 1,2* U_n conectado al equipo de prueba por 10 segundos no deberá dañar el equipo.

En la norma se exponen algunos ejemplos de la medida de este parametro, como se observa en la Figura 11.

- Separately all three phase conductors L1, L2 and L3 against neutral one N.
- Separately all three phase conductors L1, L2 and L3 against protection conductor PE.
- Phase conductor L1 separately against L2 and L3.
- Phase conductor L2 against L3.
- Neutral conductor against protection conductor PE.

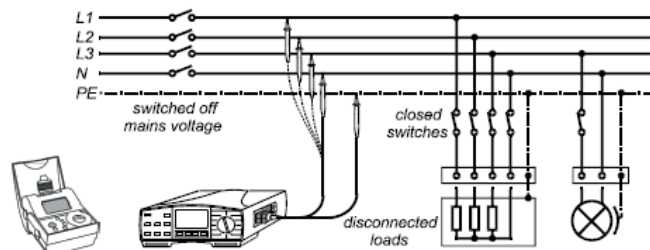


Figura 11. Ejemplo de una medición de resistencia de aislamiento entre punto a tierra y los otros conductores.

Fuente: Norma EN 61557

² Norma IEC 60364.6.61

Los valores menores de resistencia de aislamiento se definen en las normas pertinentes y se observan en la tabla a continuación:

Tabla IX. Valores de resistencia de aislamiento de acuerdo a reglamentación.

Tensión nominal del sistema	Tensión C.C. nominal de prueba (V)	Resistencia de aislamiento permitida (MΩ)
Baja tensión de seguridad	250	0.25
Tensión hasta 500 V, excepto bajas tensiones de seguridad	500	0.5
Tensiones superiores a 500 V	1000	1

Fuente: Norma EN 61557

Conexión de la Resistencia de tierra y el vínculo equipotencial:

La norma permite realizar la prueba bajo ciertos parámetros.

- El error máximo no debe exceder el +/- 30%.
- Se pueden usar tensiones de prueba de CA o CC dentro de 4 hasta 24 V.
- El equipo de prueba debe permitir la inversión de la polaridad de la tensión de prueba en caso de tensión de prueba de CC.
- La corriente de prueba debe ser superior a 200 mA dentro del rango de medición mínimo.
- El rango mínimo de medición debe incluir el rango 0,2 hasta 2Ω.
- Resolución de 0,01Ω se garantizará en los instrumentos digitales, mientras que la indicación clara de que se rebasa ese límite deberá estar presente en los instrumentos simples.
- En el caso de conductores de prueba compensados o resistencia externa adicional, esto debe indicarse.
- La tensión externa de hasta el 120% de la tensión nominal, conectada al equipo de prueba, no debe dañar el equipo ni causar ningún peligro para un operador, pero es posible que el posible fusible en el equipo pueda explotar.

La prueba consiste en que el generador interno del instrumento (batería) envía una corriente que circula por circuito de prueba pasando por un amperímetro y una resistencia interna R_{int} . El voltímetro mide la caída de tensión y el instrumento calcula la resistencia R_x . Lo anterior se puede apreciar en la Figura 12.

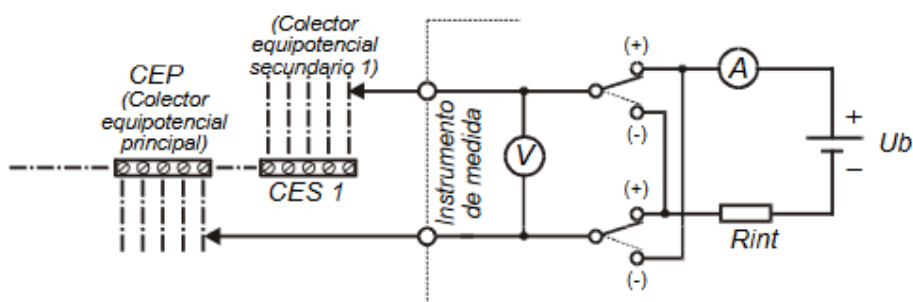


Figura 12. Prueba en conductores de protección para puesta a tierra y conductores equipotenciales.

Fuente: Norma EN 61557

Resistencia de Tierra:

“Es la resistencia del electrodo de tierra, la cual encuentra la corriente mientras intenta circular a su través, hacia el terreno. Depende de las características de la superficie de dicho electrodo (óxidos en su superficie etc.) y de la propia resistencia del terreno dicho electrodo (óxidos en su superficie, etc.) y de la propia resistencia del terreno, principalmente en la parte que rodea al electrodo.”³

La norma entrega unos valores máximos de resistencia de tierra permisible, según el tipo de terreno que se tenga y el diferencial.

Tabla X. Valores máximos de resistencia de tierra permisibles.

Max. R tierra permisible en función del diferencial y tipo de local			
Dif. normal	Local seco (50v)	Local húmedo (25v)	
10mA	5000Ω	2500Ω	
30mA	1666Ω	833Ω	
100mA	500Ω	250Ω	
300mA	166Ω	83Ω	
500mA	100Ω	50Ω	
Dif. selectivo			
100mA	250Ω	125Ω	
300mA	83Ω	41Ω	
500mA	50Ω	25Ω	

Fuente: Norma EN 61557

Dependiendo del tipo de elementos de medición, se puede realizar la medida de resistencia de tierra de diferentes maneras, puede ser con pinzas, con picas o con la combinación de ambos elementos.

3.1.1.2 Norma DIN –VDE 0413

Esta norma habla básicamente de las mismas recomendaciones de la norma anterior, dado que esta versión de la norma va aplicada a Alemania.

3.1.1.3 Norma IEC 60364.6.61

La norma establece los requisitos de prueba con comprobación de instalaciones. Esta norma hace referencia a la norma EN 61557, ya explicada anteriormente.

3.2 NORMAS DE SEGURIDAD

3.2.1.1 Norma IEC 61010-1: Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso de laboratorio.

Los procedimientos previos a realizar una medición con el equipo, deben ser muy claros, de manera que se minimice el riesgo de accidentes laborales de la mejor manera posible. En esta norma se explica las pautas a tener en cuenta al momento de manipular el medidor. Para ver más detalles ir al numeral **7.3.1.1** Norma IEC 61010-1: Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso de laboratorio.

³ Definición Norma EN 61557

3.3 DISEÑO DEL MANUAL DEL MEDIDOR PARA SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA MI-2088 – ANÁLISIS

El diseño del manual de uso del medidor de sistemas de puesta a tierra MI-2088, inicia con una descripción del equipo, resaltando los botones de función y entradas de los accesorios necesarios para las mediciones pertinentes. Además, de una presentación de los iconos de la pantalla y sus significados.

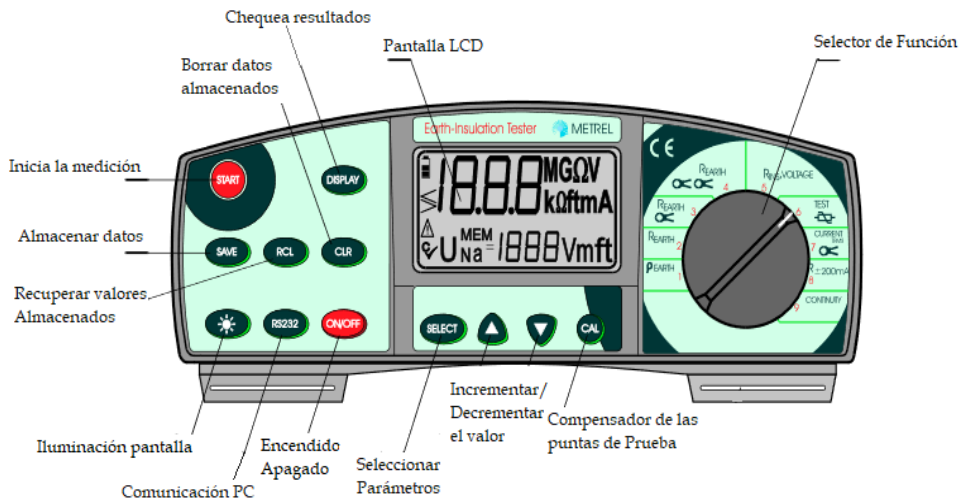



Figura 13. Partes del medidor de puesta a tierra MI-2088
Fuente: Modificación a gráfico de (Metrel, 2016)

Antes de las pruebas, se le dan recomendaciones al usuario de manera que se haga un buen uso del equipo, como se observa a continuación:

 **Recomendaciones:**

- La tensión máxima permitida entre los terminales de ensayo y tierra es de 300V
- La tensión máxima permitida entre los terminales de ensayo es 600V
- La corriente máxima permanente en los terminales de ensayo C1-C2/P es de 0,3A

El lenguaje del manual se desarrolla con imágenes, gráficos y elementos visuales que facilitan el manejo del equipo, sin correr el riesgo de que el usuario introduzca elementos no aptos del medidor, o realice acciones erróneas sobre el mismo.

Los gráficos van diferenciados con colores en las conexiones, como se observa en la Figura 14.

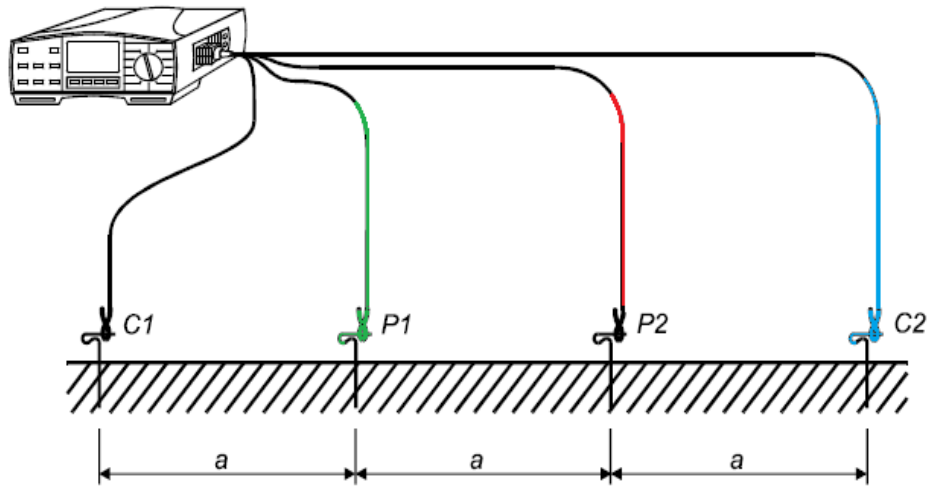


Figura 14. Guía para la conexión del medidor para la prueba de resistividad.
Fuente: Modificación a gráfico de la norma EN 61557

En este manual se desarrolló un programa para la toma de **Resistencia de aislamiento**, de manera que el usuario ingrese los datos entregados por el medidor y se pueda realizar una verificación de los datos, con los valores establecidos en la norma NTC 2050. Para ver la explicación del programa, remítase a **Anexo 3**. De igual forma, encontrará los formatos realizados para la toma de datos y la lista de chequeo de los elementos que componen el medidor MI-2088.

9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- IMPLEMENTACIÓN DE LOS MANUALES

Para la implementación de los manuales, se debía buscar a alguien que no estuviera muy familiarizado con los equipos, ni con las medidas a realizar. A la persona se le entregó el manual, sin ninguna recomendación específica, únicamente se le indico, que escogiera una de las pruebas y la realizara siguiendo el manual al pie de la letra.

Efectivamente, el funcionario no tuvo errores en la interpretación del manual y desarrolló la medición de resistencia de puesta a tierra, sin ninguna ayuda adicional. Para ver las fotografías de la prueba realizada, ver **Anexo 4**.

10. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Durante la implementación de los manuales se realizó una evaluación de utilidad, para analizar la importancia del texto al momento de tomar una medida, verificando el cumplimiento del objetivo proporcionando criterios y recomendaciones para facilitar a los funcionarios y a los empleadores el manejo de los equipos. La interpretación y aplicación de los manuales fueron los índices de evaluación, dando un reporte positivo en ambos casos.

Asimismo, se observaron ítems referentes a la evaluación de riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y en lo concerniente a medidas preventivas aplicables, encontrando un bajo nivel de riesgo.

Las instrucciones para la instalación, disposición y utilización idónea de un equipo de trabajo vienen en el manual de instrucciones elaboradas (véanse los Anexos). Es preciso recordar que dichas instrucciones están encaminadas a reducir al mínimo posible los riesgos pero la eficacia

de esta reducción depende, por tanto, de su grado de aplicación. Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus condiciones de uso sean las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no representa un peligro para terceros.

Como aporte a la empresa, se entrega un texto de calidad, comprobado y verificado, que incrementará la eficiencia a la hora de manipular un equipo, dado que no se generara una incertidumbre en el momento de realizar una medida específica.

Los pasos clave a tener en cuenta para el uso, de un analizador de calidad de suministro, de un certificador de cableado estructurado o de un medidor de puesta a tierra, son:

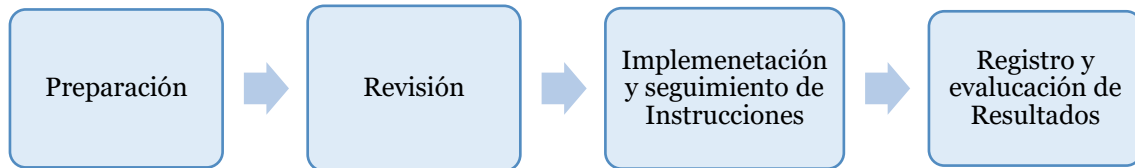


Figura 15. Pasos antes del uso de un equipo

En la Figura 15 se dan los pasos a tener en cuenta, antes de iniciar una medición.

11. CONCLUSIONES

El análisis de las normas tanto nacionales e internacionales relacionadas con cada equipo descrito, permiten enmarcar un contexto general, al momento de configurar el instrumento, realizar las mediciones y analizar los datos obtenidos. Se encontraron normas que van relacionadas aunque unas más enfocadas a la parte de verificación y las otras a requisitos para realizar las pruebas. Como sucede con la norma IEC 60364.6.61, que establece un seguimiento mediante: inspección visual, comprobación de los elementos, medidas de funcionamiento del equipo y pruebas funcionales de sus partes. Por otro lado, se tiene la norma Europea EN 61557 establece los requisitos para realizar pruebas, establece requisitos del equipo (los mismos de la norma IEC 60364.6.61) y adicionalmente una medidas específicas como: medida de resistencia de aislamiento, resistencia a tierra, secuencias de fase, entre otras.

El uso de manuales técnicos debe incluir explicaciones gráficas, pensando en las personas que no saben manipular los instrumentos. Y la mayoría de veces el uso del lenguaje técnico obstaculiza el objetivo de forjar una conexión entre el lector y el texto, por ello el uso de palabras simples no afecta en el manejo técnico del equipo. Pero es de vital importancia, que se manejen las configuraciones de los límites de trabajo del instrumento, para no generar error en la medición.

Los formatos de inspección previa fueron implantados como guía para realizar un completo y exitoso monitoreo de los equipos antes del inicio de cada prueba. En el manual se explican de manera detallada cada paso a seguir, con el fin de hacerlo más dinámico, se ilustró cada contenido del documento. Los equipos aportan un amplio campo de visión, para establecer una ruta de medición y vigilancia, y posteriormente realizar un análisis apropiado y concluyente que pueda dar soluciones y consejos en las futuras intervenciones a las redes.

BIBLIOGRAFÍA

- KYORITSU. (s.f.). *KYORITSU ELECTRICAL INSTRUMENTS WORKS, LTD*. Obtenido de <https://www.kew-ltd.co.jp/en/products/detail/00099/>
- Metrel. (2016). *Metrel MI 2088 comprobador de tierra, continuidad y aislamiento*. Obtenido de <http://www.metrel.es/productos/comprobadores-de-seguridad-de-ie/comprobadores-multifuncion/mi-2088-comprobador-de-tierra-continuidad-y-aislamiento.html>
- Standar Council of Canada. (2017). Obtenido de Standards Council of Canada: <https://www.scc.ca/en/standardsdb/standards/5365>
- BIBLIOGRAPHY 5000, N. T. (27 de 02 de 2013). CALIDAD DE LA POTENCIA ELECTRICA - CPE-. BOGOTÁ: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- 519, e. I. (1992). RECOMMENDED PRACTICES AND REQUERIMENTS FOR HARMONIC CONTROL IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS. NEW YORK: IEEE.
- IEC 61000-4-15: "Medición de flickers- Especificaciones de diseño y funciones". NEW YORK: IEEE
- IEC 61000-4-30: Técnica de ensayo y medición - Métodos de medición de calidad de potencia. NEW YORK: IEEE
- 61010, C. E. (s.f.). Aenor. Obtenido de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0047601#.Wdp8zVvWzIV>
- ROA, O. M. (2014). METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE A NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES PARA LA UNIVERSIDAD DE LA COSTA -CUC. BARRANQUILLA.
- IEEE Std 81 (1983) "Guía para el monitoreo de calidad de potencia". NEW YORK: IEEE.
- IEEE Std 1159 (1995) "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System". NEW YORK: IEEE.
- UNE-EN 61557 (2012) "Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c." MADRID: AENOR.
- ISO/IEC 11801. (1983) "Information technology – Generic cabling for customer premises". Switzerland: IEC.
- TSB-67 (1995). "Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted Pair Cabling Systems"
- NTC 1340 (2013). "Tensiones y frecuencia nominales en sistemas de energía eléctrica en redes de servicio público." BOGOTÁ: ICONTEC.
- EN 50160: "Características de la tensión suministrada por las redes de Distribución"
- ANSI/TIA/EIA-568-C Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
- ANSI/J-STD-607 Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Buildings*
- EN 61557: Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta 1 000 V en c.a. y 1 500 V en c.c. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección.