ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE 15-02

ESTABLECER INDICATIVOS DE CALIDAD DE ENERGÍA

DURACION DE LA ACTIVIDAD: 1 sesión (8 horas)
GRUPOS DE TRABAJO: individual

Materiales de formación devolutivos: (Equipos/Herramientas)		Materiales de formación (consumibles)		Ambientes de aprendizaje tipificados
Descripción	**Cantidad**	**Descripción**	**Cantidad**	
Analizador de red Pinza calidad de energía	4 4	No se requieren		Ambiente 2: Distribución de Energía Eléctrica

ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

1. ESTRUCTURAS O CONJUNTOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Se entiende por calidad de la energía cuando la energía eléctrica es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes (Téllez 2007). La mala calidad de la energía eléctrica es cuando hay presencia de las siguientes perturbaciones: variaciones de voltaje, interrupciones, armónicos, en general eventos transitorios en sistemas eléctricos. Se ha encontrado que la mayoría de los problemas referidos a la calidad de la energía eléctrica están relacionados con problemas directos en las instalaciones eléctricas y no con el suministro eléctrico.

La calidad de la energía se mide en distintos puntos de la red y en especial en los puntos comunes de conexión (PCC) entre generación-transformación-distribución y con los distintos tipos de clientes (usuarios), para identificar problemas específicos de regulación de voltaje, variaciones de la forma de onda, armónicos, etc.

Se considera que hay dos tipos básicos de problemas en la calidad de la energía:

- Los que crean la interrupción de cargas eléctricas o de circuitos completos.
- Los que causan perdidas en la operación del equipo eléctrico y el sistema de suministro eléctrico.

La calidad de energía también se puede definir como el proceso **energizar y poner a tierra** el equipo sensible de una manera adecuada para la operación del equipo (IEEE 1100, 1992, IEEE 1159, 1995).



FIGURA 1 PIRÁMIDE CALIDAD ENERGÍA

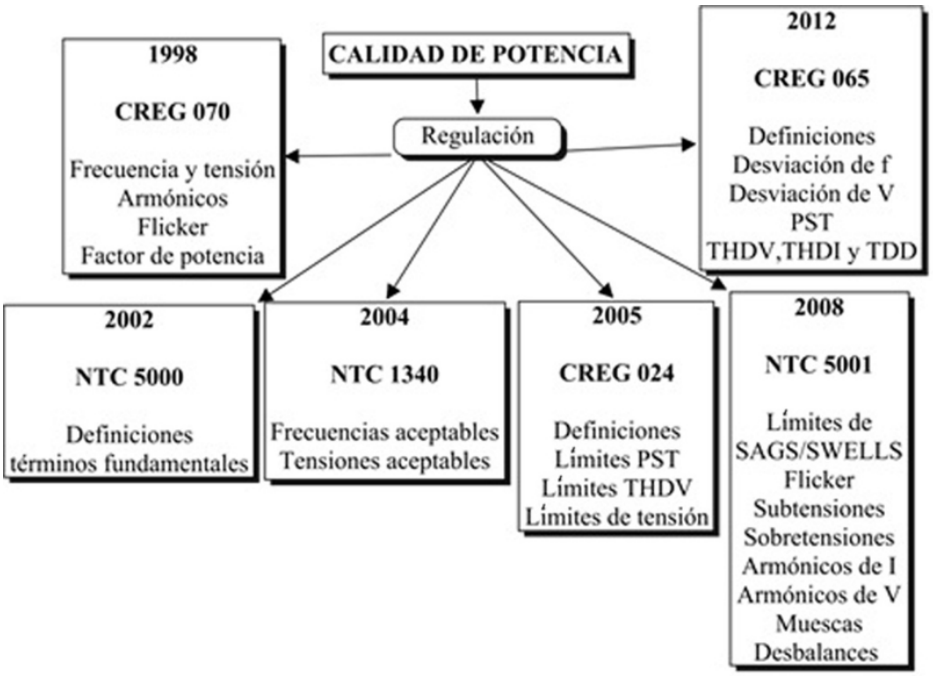
En la figura 1 se muestra la pirámide de calidad de energía, donde se observa que la base de la calidad de energía son los sistemas de puesta a tierra, un sistema eléctrico con diseño seguro permitirá la disminución de fallas relacionadas con interrupciones, eventos transitorios y variaciones en los parámetros fundamentales.

Para minimizar los problemas de calidad de la energía se busca que la potencia entregada sea constante, se mantenga dentro de los ámbitos de voltaje y frecuencia y posea una forma de onda senoidal libre de contenido armónico. Por lo tanto, las variaciones en la tensión, las distorsiones armónicas y los transitorios eléctricos suelen ser los principales responsables de causar problemas de calidad de energía. La relación entre la calidad de energía y los sistemas de puesta a tierra son cada vez de más interés en investigaciones científicas, como aporte se menciona (Malagón y col., 2013), donde se exponen una serie de buenas prácticas de ingeniería orientadas a la mitigación de las perturbaciones de tipo transitorio, creadas por el impulso electromagnético generado durante la descarga a tierra de un rayo. Estas perturbaciones se ven a menudo reflejadas como sobretensiones y sobre corrientes, las cuales inciden fuertemente sobre la operación de las instalaciones eléctricas de uso final. Las recomendaciones que se plantearon se relacionan con los sistemas de puesta a tierra descritos en la norma IEC (IEC 62305-3 y 62305-4, 2010). Estas prácticas o recomendaciones se orientan a su puesta en marcha durante la etapa de diseño y construcción de la instalación.

A continuación, veremos los referentes normativos que regulan la calidad de la potencia eléctrica.

1.1 REGULACIONES VIGENTES SEGÚN CREG

El objetivo de las **Resoluciones** son verificar el real cumplimiento de las condiciones eficiencia y de seguridad de las instalaciones eléctricas frente a los riesgos eléctricos y económicos que se generan.



SOLICITUDES DE CABETO SOLUCIONES

La gerencia no está muy enterada del tema regulatorio que rige la calidad de la energía o de la potencia en Colombia. Le solicitan a usted que prepare algunas posibles respuestas a preguntas que la gerencia le tendrá en una reunión con los directivos.



Revisar los documentos "*Resoluciones y normas*" ubicado en la carpeta " *Recursos aprendiz* ". De una visión general a los documentos y entérese de la información que contiene.

En el **Documento Respuesta "NORMATIVIDAD RELATIVA A CALIDAD DE LA ENERGIA"**:

✓ Responda lo comprendido en las preguntas del documento respuesta.

1.2 RESOLUCIÓN CREG 195 DE 2020

La energía reactiva en Colombia no tiene costo siempre que no se supere en proporción la mitad a la energía activa, eso conlleva a que el factor de potencia no sea mayor a 0,9. La resolución CREG 015 del 2018 establece los cobros, además éste se incrementa por un múltiplo M, creciendo así mes a mes desde 1 hasta 12, si los excesos de consumo de energía reactiva inductiva y capacitiva se evidencian por diez días en un periodo de un mes, lo que elevará considerablemente cualquier valor de cobro de energía reactiva.

> ***Artículo 16. Transporte de energía reactiva.*** *Los OR o los usuarios finales pagarán por el transporte de energía reactiva cuando superen los límites establecidos en cada caso, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 12.*
>
> *El OR podrá conectar equipos de medida de energía reactiva para identificar a aquellos usuarios que por su consumo de energía reactiva estén obligados al pago de la misma conforme a lo establecido en esta disposición y a la instalación del medidor correspondiente.*
>
> ***Parágrafo 1.*** *Durante el mes siguiente al de entrada en vigencia de la presente resolución, los comercializadores de energía deben enviar información relativa a la aplicación del capítulo 12 de la Resolución CREG 015 de 2018, incluyendo lo dispuesto en este artículo, a todos sus usuarios no residenciales y a aquellos que tengan medición de energía activa y reactiva.*
>
> *A partir de la fecha, la misma información deberá ser entregada a los usuarios que realicen cambio de comercializador o que efectúen proceso de conexión a un sistema.*
>
> ***Parágrafo 2.*** *A partir de los consumos de enero de 2020 la variable M, de que trata el Capítulo 12 de la Resolución CREG 015 de 2018, se reiniciará con un valor igual a 1 y permanecerá fijo en este valor hasta diciembre de 2021. A partir de enero de 2021 se contarán los doce meses antes de su incremento.*

1.3 RESOLUCIÓN CREG 015 DE 2018

Mediante esta resolución se adopta la metodología, fórmulas tarifarias y otras disposiciones para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional, SIN.

1.4 URE: USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA



Es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible.

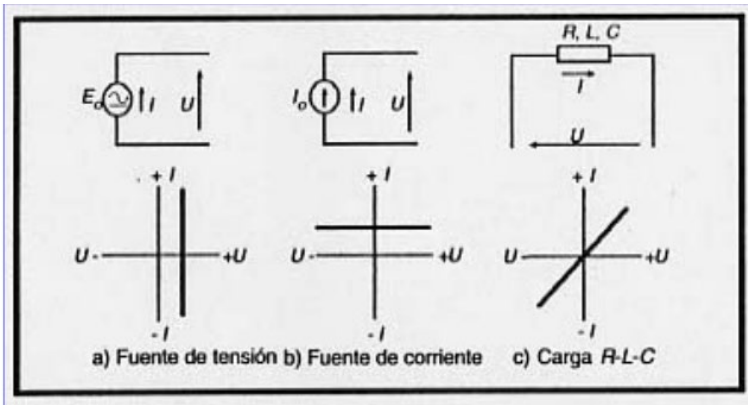
Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

2. TIPOS DE CARGA

Cargas lineales

Tensión y corriente relacionadas por un factor constante a igual frecuencia.
Las cargas lineales están formadas por:

- Fuentes de tensión
- Fuentes de corriente
- Elementos pasivos:
  - Resistencias
  - Inductancias
  - Capacitancias



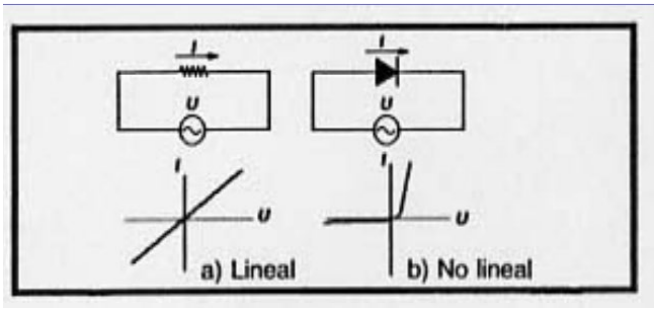
Cargas no lineales

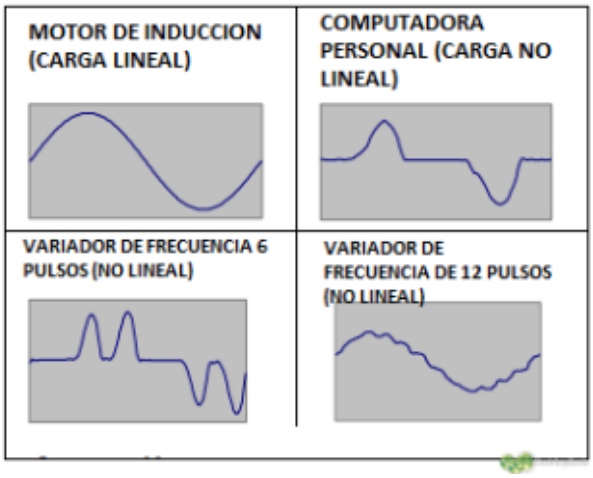
Una carga se considera no lineal si su impedancia cambia con una condición externa, por ejemplo, por el voltaje aplicado como pasa con diodos, con la corriente como pasa con los transistores o con la frecuencia como pasa con los filtros activos. La impedancia cambiante significa que la respuesta de la carga no será sinusoidal incluso cuando esté conectada a un voltaje sinusoidal.

En el pasado las cargas no lineales se encontraban principalmente en aplicaciones industriales pesadas como hornos de Arco, grandes unidades de frecuencia variable, VFD, rectificadores, pesados para refinación electrolítica etc. Hoy en día también se encuentran en las nuevas tecnologías de conversión de energía, como la fuente de alimentación conmutada. SMPS, que se puede encontrar en prácticamente todos los dispositivos electrónicos de alimentación computadoras servidores monitores impresoras fotocopiadoras sistemas de telecomunicaciones. Equipo de transmisión, Máquinas bancarias, celulares, iPads, etc.

El SMPS es una excelente fuente de alimentación. pero también es una carga altamente no lineal Su proliferación los ha convertido en una parte sustancial de la carga total de la mayoría de los edificios comerciales.

En la siguiente figura se muestran ejemplos de la corriente de varios tipos de equipos, la forma más común de corriente distorsionada es una forma de onda de pulso con un alto factor de cresta.

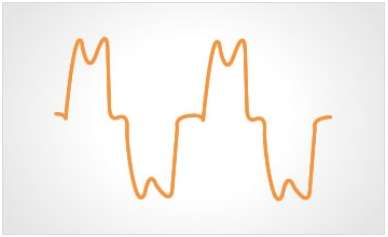






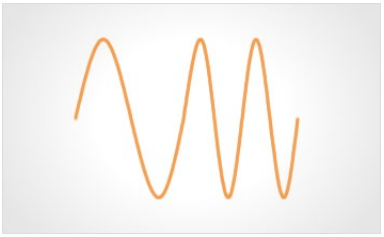
3. FENÓMENOS TÍPICOS

DISTORSIÓN ARMÓNICA



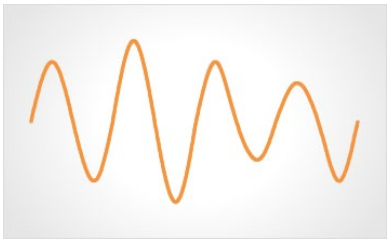
Los armónicos son señales de tensión o corriente sinusoidales que tienen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia del sistema de alimentación (50 o 60Hz). Las formas de onda distorsionadas pueden ser descompuestas en la suma de la frecuencia fundamental y los armónicos. La distorsión armónica se origina por las características no lineales de los equipos y cargas de un sistema de potencia.

VARIACIONES DE FRECUENCIA



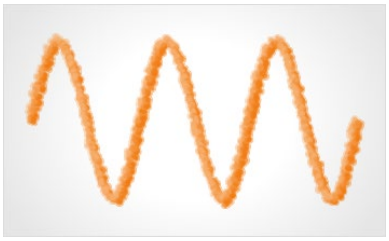
Las variaciones de la frecuencia son definidas como la desviación de la frecuencia fundamental de su valor nominal especificado (50Hz para la Argentina o 60Hz para los Estados Unidos). La frecuencia está directamente relacionada con la velocidad de rotación de los generadores que componen el sistema. En los modernos sistemas de potencia interconectados, son raras las variaciones significativas de frecuencia.

ALTIBAJOS DE TENSION



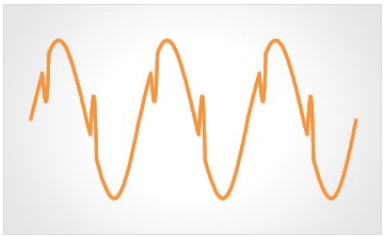
Las fluctuaciones de tensión son variaciones sistemáticas de la envolvente de la tensión cuyas magnitudes no excede ciertos rangos de tensión especificados. Las cargas que muestran variaciones rápidas y continuas de la magnitud de la corriente pueden causar variaciones de tensión que son frecuentemente denominadas "flicker". El término flicker se deriva del impacto de las fluctuaciones en las lámparas al ser percibidas como titilaciones.

RUIDO



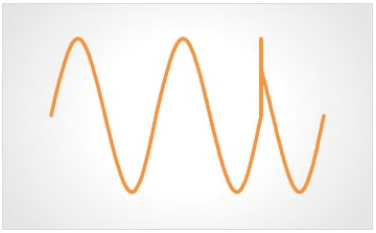
EI ruido es definido como una señal eléctrica indeseada con contenido espectral de banda amplia, menor de 200 kHz, superpuesta a la tensión o corriente de los conductores de fase o conductores de neutro. El ruido se acopla a la señal de potencia a través de cuatro mecanismos que son: acoplamiento capacitivo, acoplamiento inductivo, ruido conducido e interferencias de radiofrecuencias.

MUECAS



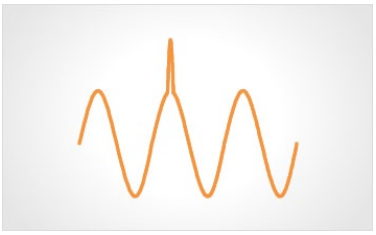
Conocidas también como hendiduras, las muescas son perturbaciones periódicas en la forma de onda de tensión, causadas por la operación normal de los dispositivos de la electrónica de potencia, cuando la corriente es conmutada de una fase a otra. Debido a que las muescas o hendiduras ocurren continuamente, estas pueden ser caracterizadas mediante un espectro armónico de tensión.

SALTOS DE FASE



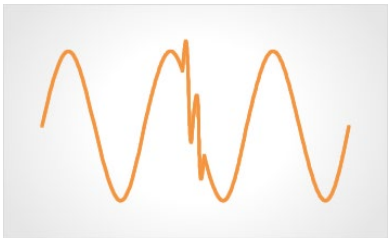
Son el desplazamiento en el tiempo de una onda con respecto a otra de la misma frecuencia y contenido armónico. Es extraño observarlos de manera aislada y suelen generalmente estar vinculados con los altibajos de tensión. Se originan en la conexión y desconexión de fuertes cargas, maniobras de líneas en paralelo, aumento o disminución de la potencia de cortocircuito del sistema, establecimiento e interrupción de cortocircuitos, etc.

IMPULSOS



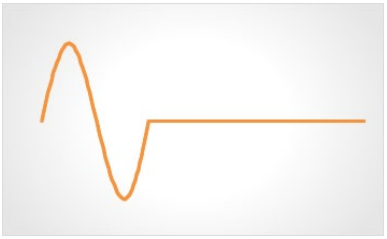
Son cambios súbitos y unidireccionales (positivos o negativos) en las condiciones de estado estable de la tensión, la corriente o ambos y de frecuencias diferentes a la frecuencia del sistema de potencia. Son de moderada y elevada magnitud, pero de corta duración, generalmente medida en microsegundos. Normalmente están caracterizados por sus tiempos de ascenso (1 a 10 µsec) y descenso (20 a 150 µsec) y por su contenido espectral.

OSCILACIONES



Son cambios repentinos en las condiciones de estado estable de la tensión, la corriente o ambos, con polaridades positivas y negativas y de frecuencias diferentes a la frecuencia de operación del sistema de potencia. Estos tipos de transitorios se describen por su contenido espectral, duración y magnitud. Por su frecuencia se clasifican en: transitorios de alta, media y baja frecuencia.

INTERRUPCIONES



Una interrupción ocurre cuando la tensión de alimentación o la corriente de carga decrecen a menos del 10% de su valor normal. Para un período de tiempo de entre 0,5 ciclos a 3 segundos, se denominan momentáneas, de 3 segundos a un minuto, temporarias y mayores a 1 minuto, sostenidas. Las principales causas de interrupciones son aperturas de interruptores, operación defectuosa de interruptores y seccionadores, conductores cortados, etc.

En el **Documento Respuesta 2 "ELEMENTOS Y SEÑALES EN CALIDAD DE ENERGIA"**:

- ✓ Fíjate en los elementos que tienes en tu casa. Responde las preguntas.
- ✓ De acuerdo con las formas de onda mostradas, identificar con el nombre que corresponda los fenómenos observados.

ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO.

Los referentes de las normas en Colombia provienen de normas internacionales De aceptación en los 2 frentes del mundo: El estadounidense con la IEEE y el europeo con la IEC.

En el **Documento Respuesta 2 "REFERENTE INTERNACIONAL DE CALIDAD DE ENERGIA"**:

- ✓ Realiza una investigación para obtener y luego consultar en las normas IEEE519, IEC61000 y defina los valores máximos y mínimos permitidos para la distorsión armónica que allí se establecen.

EVIDENCIAS.

Las evidencias de esta actividad pueden ser desarrolladas en su cuaderno o imprimiendo este documento y escribiendo sobre él. En todo caso deben ser subidas a la plataforma en el enlace correspondiente en un único archivo comprimido .RAR.

Evidencia para entregar: **DR_15-02 Documento Respuesta que incluye 2 documentos**

ACERCA DE LA ACTIVIDAD.

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor	Sergio Andres Garcia Peña	Instructor	Electricidad CDITI	12 de abril de 2023

DR_15-02 Documento Respuesta

NORMATIVIDAD RELATIVA A CALIDAD DE LA ENERGIA

Nombres:	Documento:	Código ficha:	Programa:	Fecha: DD/MM/AA

Res. CREG_070-1998: Es claro que este documento está dirigido a la relación entre los OR, comercializadores y usuarios.

En la empresa se va mucho la energía y quieren saber cómo la resolución clasifica la duración de las interrupciones.

Instantáneas:

Transitorias:

Temporales:

La empresa tiene un consumo de 450 MWh mes. ¿Cuál es la precisión de los equipos de medida mínima a utilizar?

Res. CREG_024-2005: ¿Como se clasifican las variaciones de corta duración según su duración y magnitud típica?

Res. CREG_065-2012: Se habla de los límites de los indicadores de calidad de potencia.

Para nivel 1: cuales son niveles permitidos para THDV_95 Districón armónica individual por semana:

¿Qué es I_{SC} / I_L ?

¿Qué se habla sobre la calibración de medidores?

Norm. NTC_1340-2004 ¿Cuáles son las frecuencias máximas y mínimas aceptadas durante el 100% de una semana?

¿Cuáles son las tensiones nominales en nivel uno máximas y mínimas permitidas?

Norm. NTC_5000-2013 ¿Qué podeos encontrar en esta norma?

Norm. NTC_5001-2008 ¿Qué es un SAG? Complete con un gráfico.

¿Qué es un Swell? Complete con un gráfico.

¿Qué es una subtensión? Complete con un gráfico.

¿Qué es una sobretensión? Complete con un gráfico.

¿Qué es un Flicker? Complete con un gráfico.

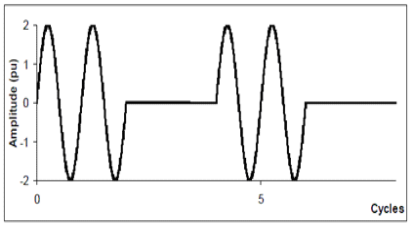
DR_15-02 Documento Respuesta

ELEMENTOS Y SEÑALES EN CALIDAD DE ENERGIA

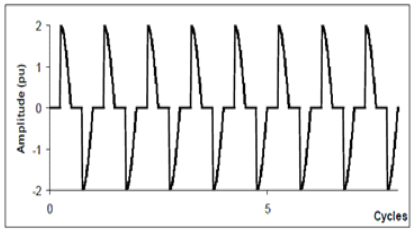
Nombres:	Documento:	Código ficha:	Programa:	Fecha: DD/MM/AA

¿Qué tipos de artefactos se corresponden con una carga lineal?, escribe por lo menos 3 elementos

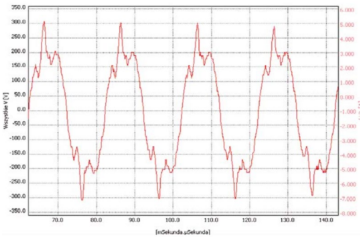
¿Cuáles serían los que representan una carga no lineal? escribe por lo menos 3 elementos? escribe por lo menos 3 elementos



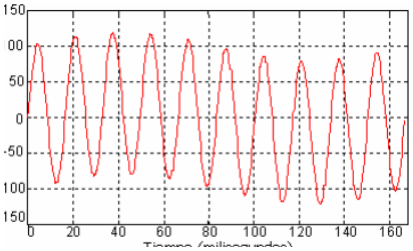
Tipo:



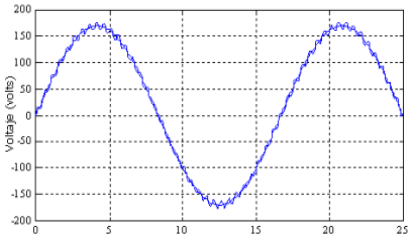
Tipo:



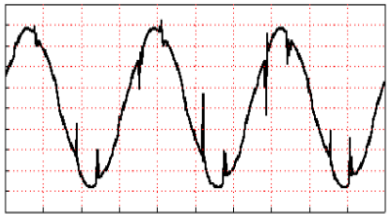
Tipo:



Tipo:



Tipo:



Tipo:

DR_15-02 Documento Respuesta

REFERENTE INTERNACIONAL DE CALIDAD DE ENERGIA

IEEE519:

IEC61000:

