

twilight

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIAL

Manual

NO-PQA7000

Sistema analizador de calidad de energía portátil todo en uno PQA7000,
NEO Messtechnik



MANUAL de referencia técnica

V1.5

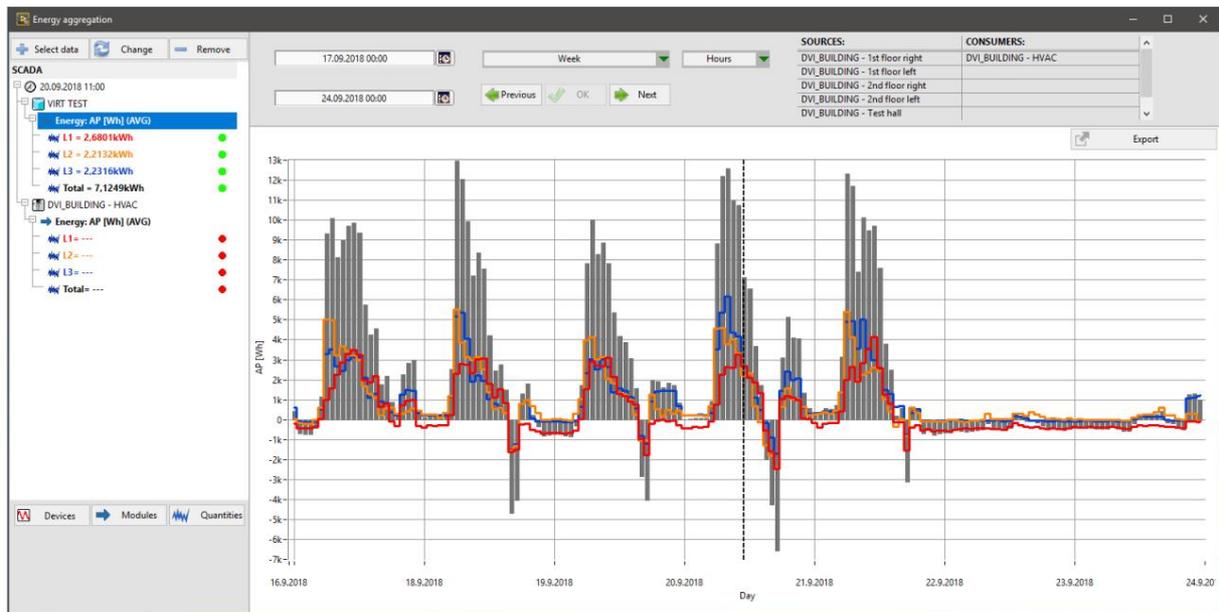


Tabla de contenido

1	Introducción.....	5
2	Analizador de calidad de energía basado en computadora.....	6
2.1	Principio básico y conversión A/D	6
2.1.1	Frecuencia de muestreo, ancho de banda y filtro antialiasing.....	7
2.1.2	Amplificador – aislado y no aislado.....	8
2.1.3	Categorías de seguridad - Liderando en seguridad	8
2.1.4	Rango de medición.....	9
3	Análisis de potencia.....	11
3.1	Medición de voltaje	11
3.2	Medición de corriente	13
3.3	Calibración y corrección del sensor NEO.....	14
3.4	Medición de frecuencia.....	15
3.5	Cálculo de potencia	15
3.6	Cálculo y cableado estrella-triángulo.....	18
3.7	Cálculo de energía y eficiencia.....	20
3.8	Agregación temporal de datos de calidad de la energía	21
4	Medición de la calidad de la energía.....	22
4.1	La evolución de la red eléctrica	22
4.2	El futuro de la calidad de la energía.....	23
4.3	Armónicos, interarmónicos, THD	23
4.4	Frecuencias más altas y supraarmónicos	30
4.5	Parpadeo y cambios rápidos de voltaje	32
4.6	Componentes simétricos y desequilibrio.....	35
4.7	Eventos de voltaje y señalización.....	41
4.8	Grabación transitoria.....	42
4.9	Perturbaciones y valores de ½ período	43
4.10	Grabación transitoria versus grabación de perturbaciones	44

4.11 Dinámica de sistemas	45
4.12 Unidad de medida de fase.....	45
4.13 RoCoF.....	48
4.14 Medición de impedancia de red hasta 150 kHz	49
4.15 Resonancias / Oscilaciones	50
4.16 Interferencia del PLC	51
4.17 Subarmónicos y componentes de CC	52
4.18 Mitigación y propagación de la calidad de la energía.....	52
5 Manuales y enlaces adicionales	53
6 Servicios y capacitación	54
6.1 Calibración regular	54
6.2 Servicios	54
6.3 Historial de revisiones	55

¡Gracias!

Muchas gracias por invertir en nuestro instrumento único. Son de primera calidad.

Instrumentos diseñados para brindarle años de servicio confiable. Esta guía ha sido...

Preparado para ayudarle a sacar el máximo provecho de su inversión, desde el día que la retira de la caja, y que se extiende por años en el futuro.

@ NEO Messtechnik GmbH. Reservados todos los derechos.

Este manual es una publicación de NEO Messtechnik GmbH. Reservados todos los derechos, incluida la traducción. Este documento contiene información protegida por derechos de autor. Queda prohibida su reproducción, adaptación o traducción sin autorización previa por escrito, salvo en los casos permitidos por las leyes de derechos de autor. Se reconoce que todas las marcas comerciales y marcas registradas son propiedad de sus respectivos dueños. La información del producto, los datos técnicos y las especificaciones que se incluyen en este manual representan el estado técnico en el momento de su redacción. Sujeto a cambios sin previo aviso.

NOTA:

NEO Messtechnik GmbH no se responsabiliza de ningún error contenido en este documento. NEO Messtechnik NO OFRECE GARANTÍAS DE NINGÚN TIPO CON RESPECTO A ESTE DOCUMENTO, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS.

NEO MESSTECHNIK RENUNCIA ESPECÍFICAMENTE A LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN Y

ADECUACIÓN PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR. NEO Messtechnik no será responsable de ningún daño directo, indirecto, especial, incidental o consecuente, ya sea por contrato, agravio o cualquier otra teoría legal, en relación con la entrega de este documento o el uso de la información que contiene.

1 Introducción

En este manual de referencia técnica nos gustaría ofrecerle una inmersión profunda en la tecnología mundo de NEO Messtechnik. Este manual está destinado a discutir los conocimientos fundamentales de Medición de potencia y calidad de la energía y profundiza en el análisis de datos. de acuerdo con normas y estándares bien conocidos y establecidos de la industria.

Además, nos gustaría ofrecerle un enfoque práctico combinando este elemento esencial Información con ejemplos de aplicación utilizando las soluciones de hardware y software NEO adecuadas. A lo largo de este documento haremos referencia a otros manuales de NEO como el Manual del Software o el Manual de sensores de corriente. Para obtener una visión completa de la calidad de la energía sin esfuerzo. Medición y análisis: solo podemos recomendarle encarecidamente que observe más de cerca estos manuales también. Toda la información y los enlaces necesarios se pueden encontrar en el último capítulo de este manual.

Medir y analizar en la industria de la energía y la calidad de la energía nunca ha sido tan fácil.

¡Móvil y sin esfuerzo, y nos gustaría acompañarte en nuestro viaje!

2 Analizador de calidad de energía basado en computadora

Los instrumentos de medición de calidad de energía NEO Messtechnik se utilizan para medir y analizar Parámetros y calidad de la red eléctrica según normas internacionales IEC 61000-4-7, IEC 61000-4-15, EN 50160 e IEC 61000-4-30. Los analizadores cumplen plenamente con la norma IEC 61000-4-30, clase A.

2.1 Principio básico y conversión A/D

El rendimiento del hardware, incluido el ancho de banda, la precisión y la resolución, ha aumentado drásticamente en los últimos 10 años hasta el punto en que el rendimiento de las computadoras...

Los digitalizadores basados en tóner son comparables a los instrumentos tradicionales. Hoy en día, prácticamente todos los instrumentos comunes...

Las mediciones y aplicaciones complejas, como las FFT y las rutinas de procesamiento de señales, pueden hacerse en menos tiempo y a un menor coste debido a la disminución de los precios de la medición

Componentes. Además, estos componentes están estrechamente integrados con el software. Es fácil reconfigurar el sistema informático para adaptarse a las demandas cambiantes del usuario.



Actualmente, el analizador está implementado en varias plataformas de hardware. Los siguientes puntos son:

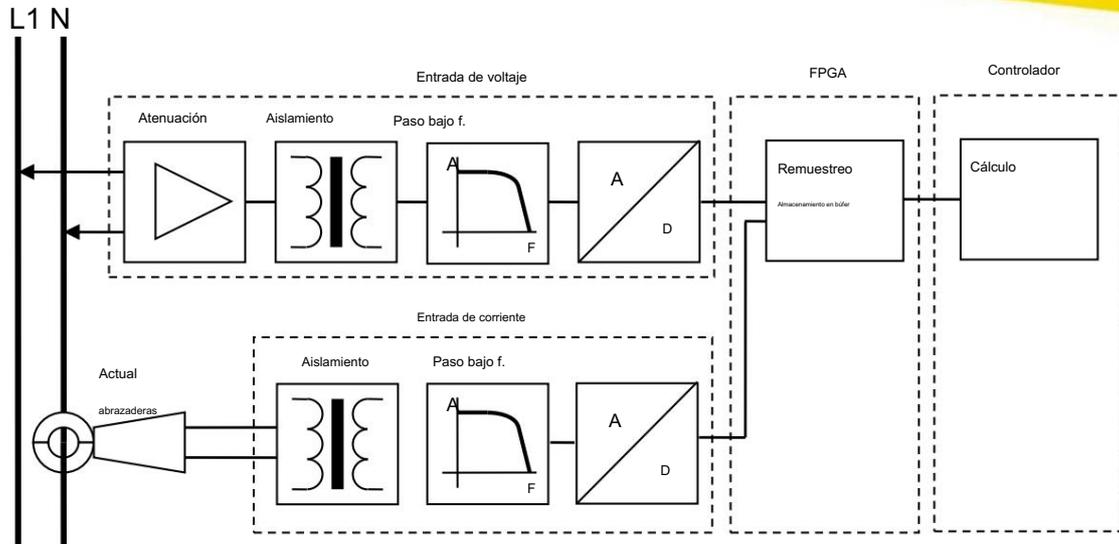
Común para cualquier plataforma HW: el ordenador está equipado con el complemento de adquisición de datos.

Placa DAQ. El proceso DAQ del software del instrumento utiliza una frecuencia de muestreo básica de hasta 1 MS/s por canal. Los módulos para el acondicionamiento de señales de tensión y corriente proporcionan...

Atenuación/amplificación, aislamiento y filtrado antialiasing. Módulos para acondicionamiento de señales.

Son programables a través de líneas digitales y permiten una amplia selección de rango de entrada y un anti-aliasing.

Configuración de frecuencia de corte.



2.1.1 Frecuencia de muestreo, ancho de banda y filtro antialiasing

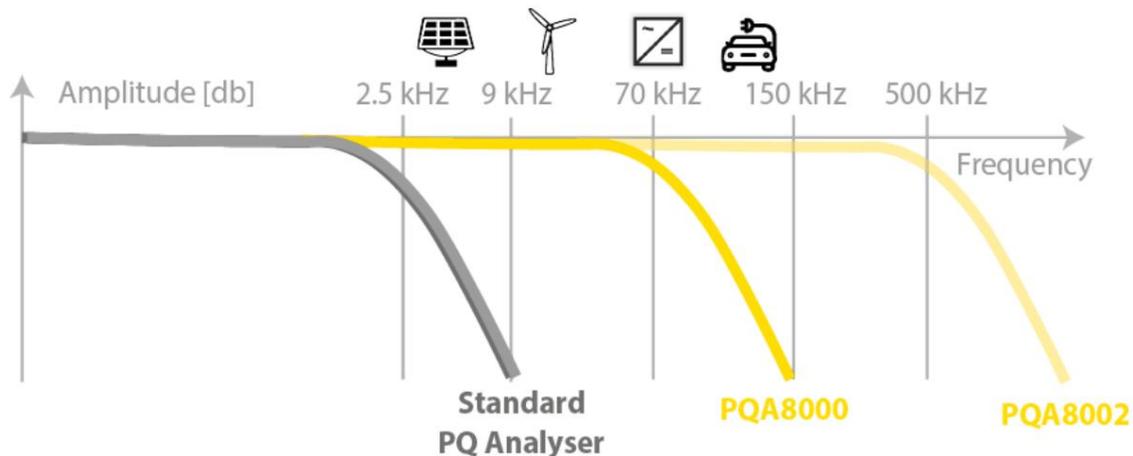
Los analizadores PQ convencionales, incluso si están certificados como Clase A, no son suficientes para los sistemas modernos.

Aplicaciones de medición. Utilizamos los mejores componentes disponibles para garantizar la máxima seguridad.

Categoría y la máxima precisión. Los instrumentos NEO ofrecen un gran ancho de banda (hasta 1 MHz).

y corregir el comportamiento dependiente de la frecuencia de los sensores de corriente y voltaje, así como

Electrónica integrada para lograr los mejores resultados de medición posibles.



El instrumento utiliza filtros analógicos y digitales. Independientemente de la frecuencia de muestreo elegida,

Se aplicará un filtro antialiasing automático. Por ejemplo, si configura la frecuencia de muestreo en

124 kS/s, el ancho de banda libre de alias (-3 dB) será de 70 kHz. Para más información sobre

Para conocer la frecuencia de muestreo, el filtro y el ancho de banda de su instrumento, consulte las especificaciones técnicas.

al final del manual del producto.

2.1.2 Amplificador – aislado y no aislado

Todas las entradas de alto voltaje de los instrumentos NEO están aisladas. Entradas de corriente (vía bajo voltaje)

Las entradas) normalmente no están aisladas, ya que el aislamiento lo proporcionan los sensores de corriente utilizados.

Diferencias entre amplificadores aislados y no aislados

Si bien los amplificadores de un solo extremo son fáciles de usar debido a que su segundo pin está conectado a tierra,

Sólo son adecuados para medir fuentes de tensión flotante y, por lo tanto, tienen dos

Desventajas: la influencia de los bucles de tierra y la falta de aislamiento. Amplificadores diferenciales.

Utilizando entradas separadas de tierra se evitan los bucles de tierra antes mencionados, aunque se trata

con el problema del voltaje de modo común.

Beneficios del aislamiento

Los amplificadores aislados eliminan todas estas desventajas, como los bucles de tierra y el modo común.

voltaje ya que están aislados de la carcasa y de la placa principal del dispositivo de medición

y por lo tanto son una solución segura y confiable para manejar picos de voltaje, fallas y otros

perturbaciones.

2.1.3 Categorías de seguridad - Liderando en seguridad

Las sobretensiones desde las líneas eléctricas hasta las fábricas pueden ser más altas que los voltajes operativos normales.

Para evitar cualquier tipo de accidente eléctrico, NEO Messtechnik enfatiza la importancia de un

Diseño de instrumentos seguros. De hecho, las entradas de alto voltaje del PQA 8000...

Los instrumentos (CAT IV 600 V) están aislados hasta 6 kVp, manteniendo al mismo tiempo una alta precisión.

(0,05 %) y alta velocidad de muestreo (hasta 2 MS/s). Esta es una tecnología líder a nivel mundial.

Categorías de seguridad

– CATEGORÍA I:

Esta categoría es para mediciones de voltajes de circuitos secundarios especialmente protegidos.

Estas mediciones de voltaje incluyen niveles de señal, equipos especiales y piezas de energía limitada.

de equipos, circuitos alimentados por fuentes de bajo voltaje reguladas y electrónica.

– CATEGORÍA II:

Esta categoría se refiere a la distribución eléctrica a nivel local, como la proporcionada por una empresa de suministro de energía eléctrica.

toma de corriente de pared o enchufe las cargas (por ejemplo, voltaje de 115 CA para EE. UU. o voltaje de 200 CA para

Europa). Los ejemplos de la categoría de medición II son las mediciones realizadas en

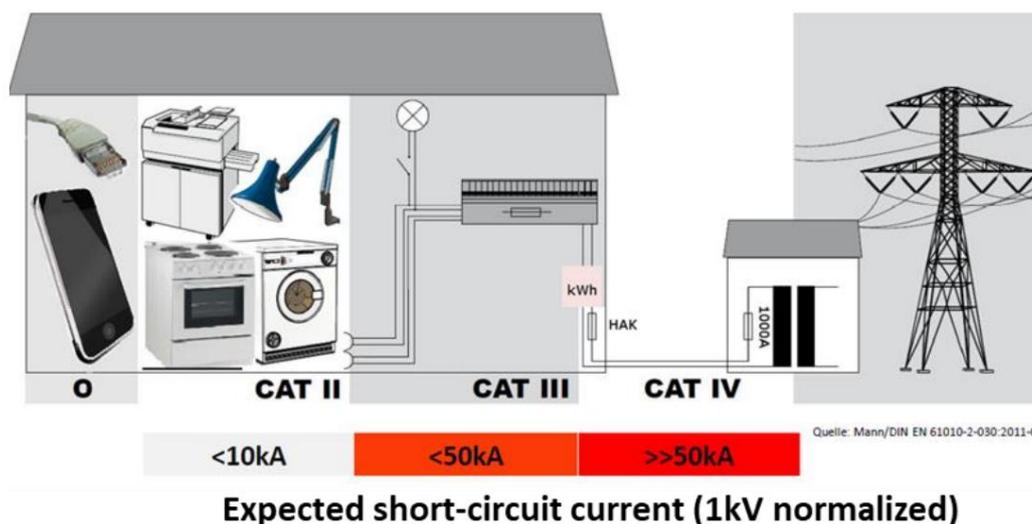
electrodomésticos, herramientas portátiles y módulos similares.

– CAT III (1000 V):

Esta categoría se refiere a mediciones en equipos cableados en instalaciones fijas, Cuadros de distribución y disyuntores. Otros ejemplos son el cableado, incluyendo cables, barras... barras, cajas de conexiones, interruptores, tomas de corriente en la instalación fija y motores estacionarios con permanente conexiones a fijado instalaciones. Cualquier tipo de medición en vehículos eléctricos también necesita especificaciones de CAT III.

– CAT IV (600 V):

Esta categoría se refiere al origen de la instalación o mediciones del nivel de servicio en la red primaria. dispositivos de protección de corriente y unidades de control de ondulación.



2.1.4 Rango de medición

La selección del rango de medición correcto para los canales de entrada es vital para el acondicionamiento posterior. y análisis de señales. Los amplificadores configurables permiten al usuario seleccionar la medición correcta. rango a través del software.

En este punto nos gustaría analizar con más detalle cómo el rango seleccionado es vital para el Precisión y resultados confiables.

- Al elegir un rango que sea menor que la señal de entrada esperada, la señal superará el rango de entrada y esto da como resultado una sobrecarga del canal.
- Si se elige un rango demasiado grande, la inexactitud dentro de este rango de medición resultará La incertidumbre del valor de la señal de lectura es alta. No es posible obtener lecturas correctas.

La medición más precisa y confiable se logra con un amplificador DAQ cuidadosamente seleccionado rango que cumple con el rango de señal esperado.

Rango de medición y resolución con un convertidor de 24 bits

Con la siguiente tabla queremos hablar de la importancia de elegir el correcto

Rango de amplificación para señales de entrada de voltaje mediante un convertidor de 24 bits.

Número de bits	Pasos discretos	Resolución más pequeña para el rango de entrada de		
		+/- 1 V	+/- 5 V	+/- 10 V
8	256	7,813 mV	39,1 mV	78,1 mV
12	4096	0,488 mV	2,441 mV	4,883 mV
14	16384	0,122 mV	0,610 mV	1,221 mV
16	65536	0,031 mV	0,153 mV	0,305 mV
24	16777216	0,119 μ V	0,596 μ V	1,192 μ V

- Este convertidor de 24 bits que utilizamos disuelve una señal analógica en 16777216 señales discretas diferentes. valores, lo que da como resultado la resolución más alta para sus aplicaciones de medición.
- Elegir el rango correcto en realidad significa aprovechar la mejor resolución disponible. ofrecido por el convertidor.

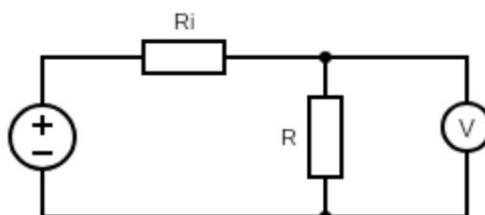
3 Análisis de potencia

3.1 Medición de voltaje

Como el voltaje se define como la diferencia de potencial eléctrico de dos puntos, se utilizan voltímetros.

En paralelo con estos dos puntos para determinar el voltaje en un circuito eléctrico. Entrada típica

Las impedancias de los voltímetros se pueden indicar en el área M .



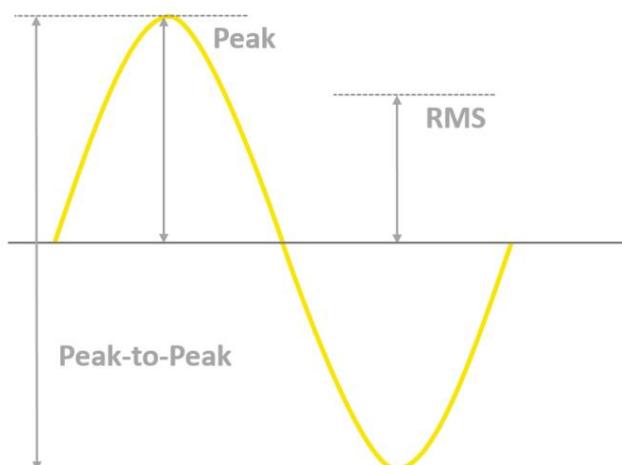
La medición de señales de voltaje con dispositivos DAQ requiere conocimiento sobre el rango de entrada señales (μV hasta kV), utilizando los amplificadores adecuados, seleccionando el rango de medición correspondiente

y tenga en cuenta fenómenos como bucles de tierra, perturbaciones y señales de ruido. Elegir el

El amplificador correcto, también en términos de tensión de aislamiento, ya se ha discutido en anteriores capítulos, ya que es muy importante para una configuración de medición segura y confiable. El alto voltaje

Las entradas del instrumento PQA 8000 (CAT IV 600V) están aisladas hasta 6kVp .

Valor pico, promedio y RMS de una señal



- El valor promedio (matemático) de una señal se calcula durante un período de tiempo determinado y es igual a cero para señales sinusoidales puras.
- El valor RMS (Root mean square) es la raíz cuadrada de la media aritmética del cuadrado de los valores de función que definen las formas de onda continuas. Resulta en la misma energía que la Voltaje DC bajo carga óhmica.

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1} u^2(n)}{N}}$$

- El valor pico describe el valor más alto de un período y en las hojas de datos también se indica como Tensión de CC de una entrada. Dividiendo el valor pico entre la raíz cuadrada de 2 se obtiene el valor eficaz (RMS).
valor de una señal de onda sinusoidal.
- El valor Pico a Pico suma el pico positivo y negativo de un período.
- El factor de cresta es la amplitud de pico dividida por el valor RMS de la forma de onda.

$$= \frac{U_{pp}}{2}$$

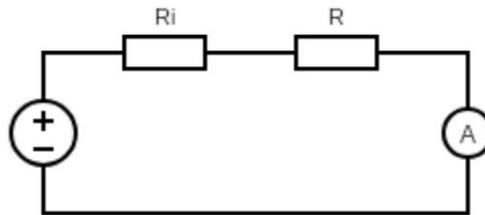
3.2 Medición de corriente

La corriente eléctrica fluye básicamente cuando un circuito eléctrico está cerrado y la diferencia de potencial de

Una fuente de energía, por ejemplo, una batería, se puede equalizar. Para medir la corriente a un nivel básico.

Los amperímetros se utilizan en serie con el circuito eléctrico, por lo que es necesario abrirlo.

La impedancia de entrada de los amperímetros debe ser lo más baja posible para no afectar el circuito real demasiado.



Pasando de este enfoque tan básico a aplicaciones en el campo de la energía y la potencia utilizando DAQ

Amplificadores, la corriente eléctrica se puede medir tanto directa como indirectamente.

- El método directo implica abrir el circuito/conductor para conectar un sensor en serie. El

El sensor es una resistencia Shunt, una resistencia con un valor de resistencia muy bajo y de gran precisión.

El valor actual de la corriente se determina mediante la caída de tensión en el shunt.

y la Ley de Ohm.

- Los métodos indirectos permiten realizar mediciones de corriente a través del campo magnético, sin necesidad de apertura del circuito y con ello aislamiento galvánico del sensor del conductor.

Los sensores de corriente que funcionan con estos principios indirectos incluyen bobinas de Rogowski y Hall.

pinzas compensadas o transductores de flujo cero entre otros.



Se puede realizar una discusión más profunda de estos principios y de los sensores de corriente NEO. se pueden encontrar en el Manual del sensor de corriente en nuestro sitio web.

3.3 Calibración y corrección del sensor NEO

Todos los sensores de corriente ofrecidos por NEO Messtechnik están probados en la industria para diferentes aplicaciones.

Utilizamos los mejores sensores disponibles pero también los mejoramos en función de la frecuencia y

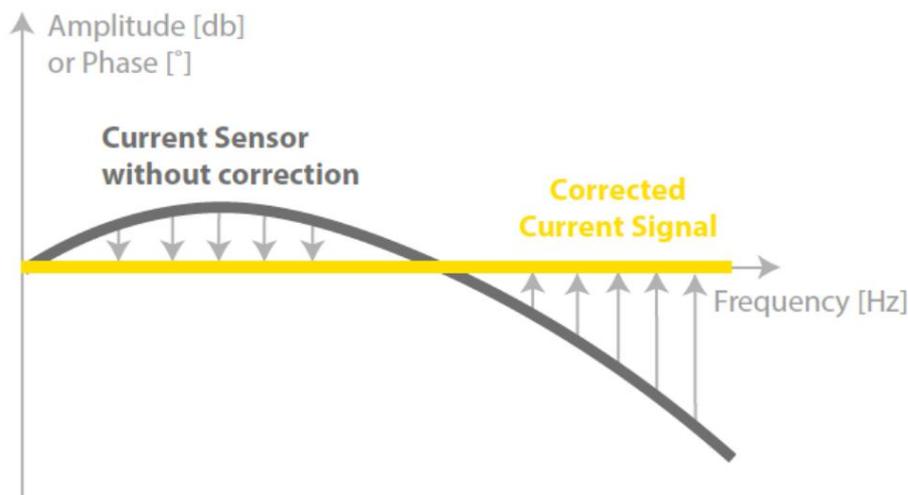
Calibración y corrección dependiente del rango de medición.

CALIBRACIÓN DEPENDIENTE DE LA FRECUENCIA

La integración del sensor NEO calibra cada sensor en un amplio ancho de banda de frecuencia y

Corrige la dependencia de la frecuencia

Desfase y amortiguamiento de amplitud. Esto permite una alta precisión desde CC hasta alta frecuencia.
mediciones.



CALIBRACIÓN DEPENDIENTE DEL RANGO DE MEDICIÓN

Además, los sensores se calibrarán para cada rango de medición utilizando múltiples puntos.

La calibración normalmente cubrirá puntos del 1% al 100% del rango de medición nominal.

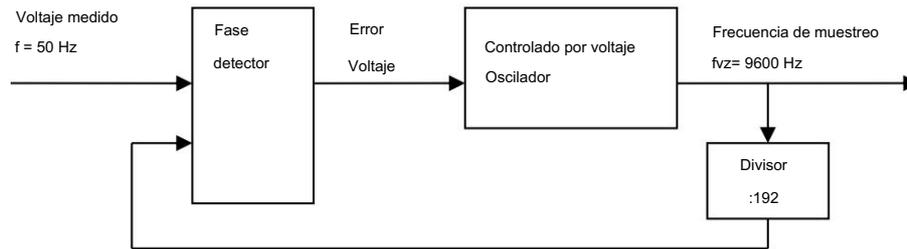
Esto mejorará la precisión y exactitud, especialmente con corriente baja (por ejemplo, 1% de la corriente nominal).
rango de medición).

Todos los sensores se entregarán con una calibración estándar, lo que mejora la precisión.

en comparación con las especificaciones nominales, mientras que la calibración NEO se realizará en cada sensor individual y debe pedirse por separado.

3.4 Medición de frecuencia

El bucle de bloqueo de fase (PLL) se utiliza para sincronizar la frecuencia de muestreo con la frecuencia de Señales de tensión medidas, como se describe en la siguiente imagen. Según la norma IEC61000-4-30, la ventana de tiempo básica es de 10 ciclos (200 ms para señal de 50 Hz).



El principio del bucle de enganche de fase

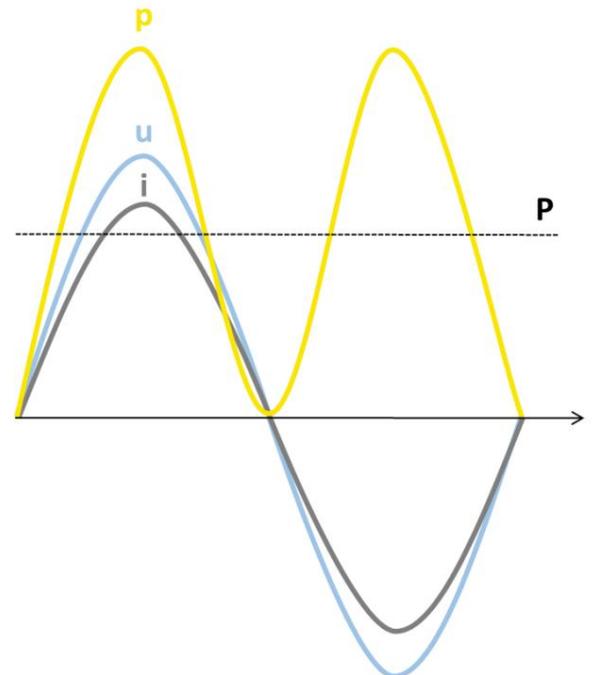
3.5 Cálculo de potencia

La potencia eléctrica es el producto de la corriente y el voltaje en cada instante que ocurre, que es igual a la suma matemática utilizando la integral sobre el tiempo de ciclo T. Su unidad es Watt [W].

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) \cdot i(t) dt$$

Por otra parte, también puede entenderse como la
flujo de energía en un período de tiempo determinado, como poder sobre
Un cierto tiempo resulta en energía.

$$W = \int P dt$$



El cálculo de potencia se basa en lo mencionado anteriormente.
fórmula, aunque el cálculo correcto y

La interpretación significativa de estos resultados depende de
la consideración de diversos factores desafiantes.

Estos incluyen características de los sistemas medidos (CA o CC), el número de sistemas
y fases (monofásicas o trifásicas) o la influencia de inversores, etc.

En las siguientes páginas hablaremos sobre la medición de potencia y el cálculo de diferentes
sistemas (DC, monofásicos o trifásicos) y para diferentes aplicaciones.

Cálculo de potencia con NEO Messtechnik

La determinación se realiza en el dominio de la frecuencia con base en el período de tiempo.

realizar un análisis FFT del voltaje y la corriente eléctrica, para 10 ciclos y una cierta frecuencia de muestreo, la amplitud de voltaje/corriente y cos phi de cada armónico.

De este modo, es posible considerar los desplazamientos del amplificador o del transductor (amplitud o fase) a lo largo del todo el rango de frecuencias distorsionando las cantidades medidas y corrigiéndolas automáticamente.

Al realizar esta determinación en el dominio de la frecuencia también se sincronizan completamente todos los PQ. parámetros con la frecuencia fundamental del sistema medido.

Una vez corregidos los valores de FFT, se suman los valores RMS de cada armónico de voltaje/corriente. hasta el respectivo valor total de tensión/corriente RMS según:

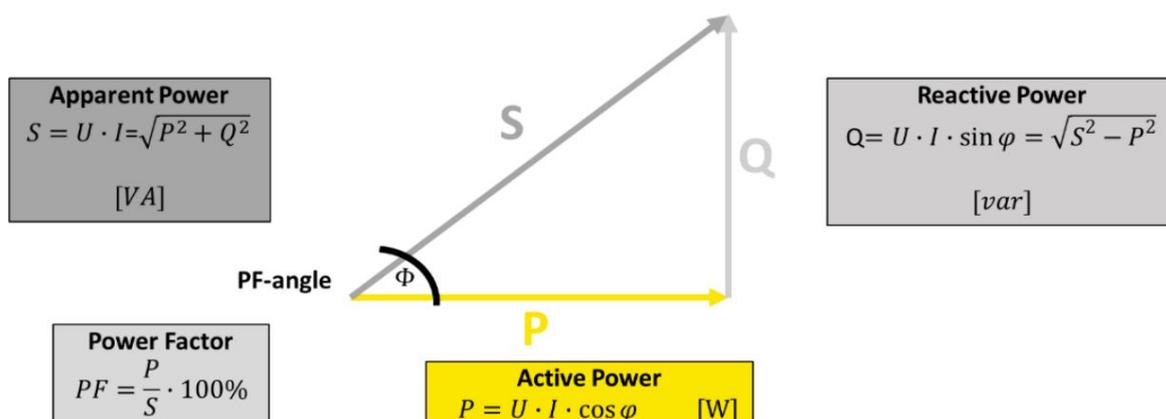
$$U_{rms_{total}} = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

$$I_{rms_{total}} = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}$$

En los siguientes pasos se calculan respectivamente las tres magnitudes de potencia principales:

Fuerza	cierta h armónica	Valor total
Aparente	=	=
Activo	= $\cdot \cos$	$= \sum_{=1}$
Reactivo	= $\cdot \text{pecado}$	$= \sqrt{2 - 2}$ $Q = \sum = 1$

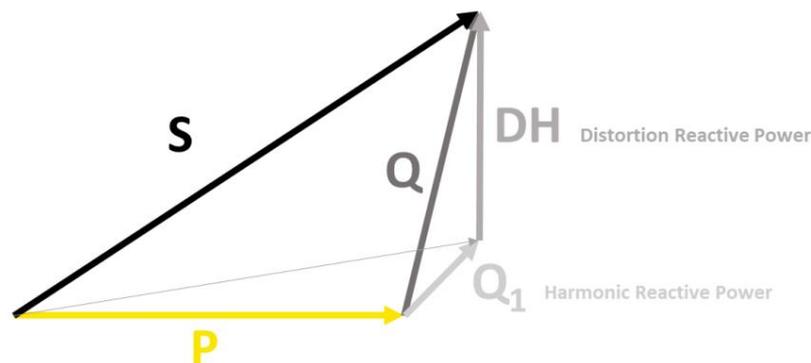
Tipos de poder mediante el clásico triángulo de potencia



- La potencia activa P se transfiere al consumidor/carga eléctrica y se puede "utilizar", lo que significa transferido a energía mecánica, por ejemplo.
- La potencia reactiva Q es una parte natural de la red eléctrica, ya que es necesaria/proporcionada para la transmisión magnética. campos (motores, generadores) de generadores o condensadores. Es una parte crucial de la red y También influye en la capacidad de transferencia. Q se muestra en el eje imaginario. verticalmente y puede ser tanto positiva como negativa.
- Cuanto mayor sea el factor de potencia, menor será el flujo de corriente y, por lo tanto, las pérdidas en el sistema. equivale a una eficiencia de transmisión reducida, lo que se puede ver en la fórmula anterior.
- El cos-phi da el ángulo de fase entre el voltaje y la corriente de un determinado armónico. A diferencia del factor de potencia, el cos-phi se calcula para cada armónico, mientras que la potencia El factor toma en consideración todo el sistema.

Tipos de poder a través del nuevo triángulo de poder

Inversores entre otras cargas no lineales y especialmente unidades de generación de energía renovable (eólica, fotovoltaica) aportan dos nuevos parámetros a la industria de la calidad de la energía, lo que conduce a lo siguiente: Nuevo triángulo de poder.



- La potencia reactiva armónica $Q_{1,2,\dots}$ de un solo armónico resulta de los cambios de fase entre la corriente y el voltaje de cada armónico y se suman para obtener el
- Potencia reactiva armónica QH

$$= \sum_{n=1}^{\infty}$$

- Potencia reactiva de distorsión DH que combina cantidades de voltaje y corriente de diferentes armonías

$$= \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2 I_n^2}$$

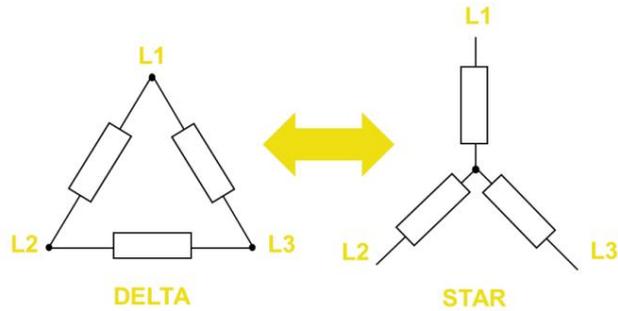
- Distorsión D considerando todas las partes excepto el primer armónico:

$$= \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} D_n^2}$$

3.6 Cálculo y cableado estrella-triángulo

La siguiente tabla muestra la relación de los parámetros estrella y delta haciéndolo sencillo.

para calcular fácilmente los otros valores.

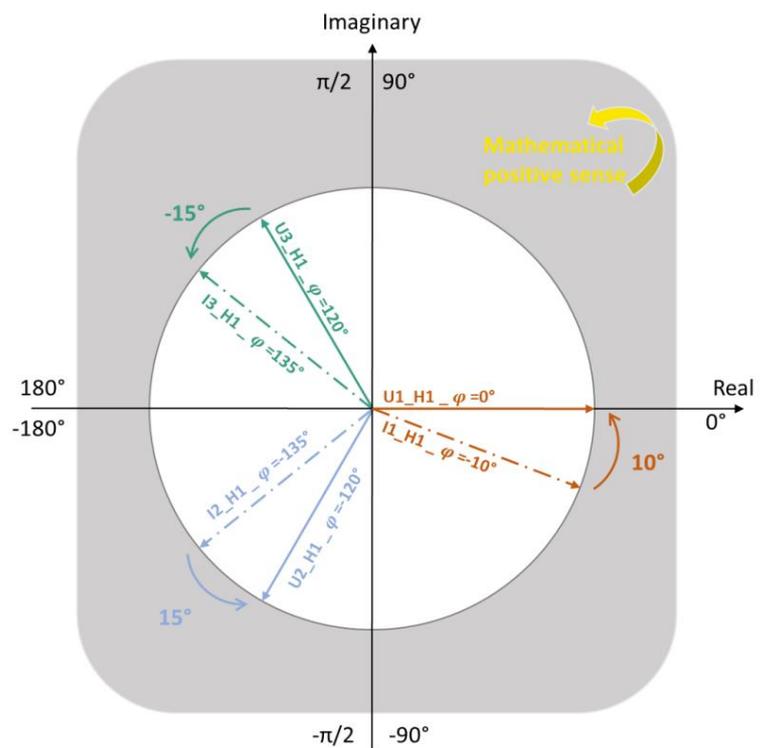


Cálculo estrella-triángulo	Cálculo de delta-estrella
= -	$1 = \frac{1}{3} (I_2 - I_1)$
= -	$2 = \frac{1}{3} (I_3 - I_2)$
= -	$3 = \frac{1}{3} (I_1 - I_3)$

Definición del ángulo de fase

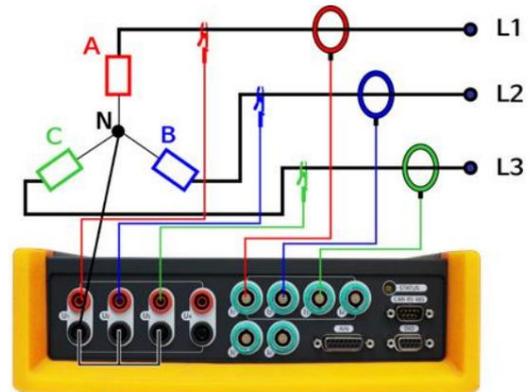
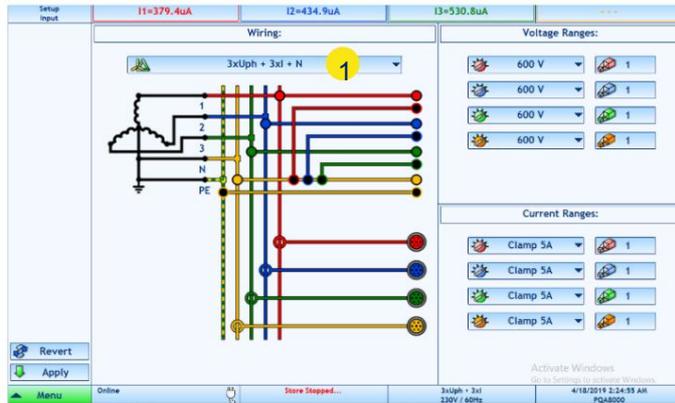
El voltaje de U_{L1} se define con 0° ,

Estando en línea con el eje real, sirviendo como el punto de referencia para todos los ángulos de fase.



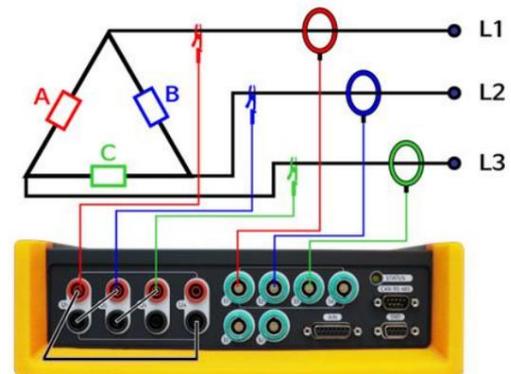
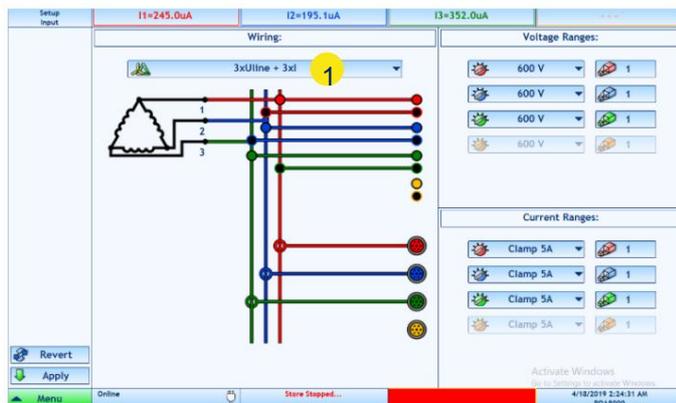
Conexión en estrella (Y)

Seleccione '3xUph + 3xl + N' en la configuración del cableado y conecte los cables de acuerdo con la imagen.



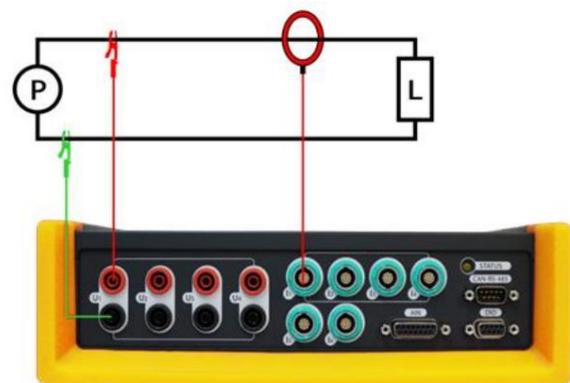
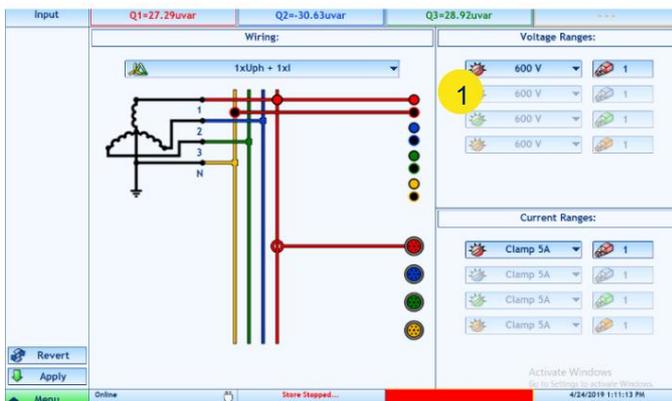
Conexión Delta

Seleccione '3xUline + 3xl' en la configuración del cableado y conecte los cables como se muestra en la siguiente imagen.



Conexión monofásica

Seleccione '1xUph + 1xl' en la configuración del cableado y conecte los cables como se muestra en la siguiente imagen.



3.7 Cálculo de energía y eficiencia

El cálculo del consumo o suministro de energía se puede realizar fácilmente con los siguientes cálculos. El signo del flujo de potencia determina el valor de energía positivo o negativo y

También conduce al significado de energía consumida (valor positivo) o energía entregada (valor negativo) valor).

Diversas aplicaciones para evaluar perfiles de carga de industrias o incluso hogares privados o

Los sistemas en general con una cierta cantidad de generadores y consumidores funcionan sobre esta base

Principio para hacer afirmaciones concluyentes sobre el flujo de energía.

Lo mismo puede decirse del cálculo de la eficiencia, que tiene en cuenta la evaluación de potencia y energía.

Un paso más allá. El cálculo de energía es básicamente la integración de valores de potencia sobre un rango definido.

período de tiempo, lo que significa que se integran tanto valores positivos como negativos. La electricidad

La potencia se mide y se calcula en vatios [W], mientras que la unidad de energía es el vatio-hora [Wh].

Descripción	Función
Energía (total)	$= \int_{=0} ()$
Energía positiva $P_{\text{mot}}(t) > 0$	$= \int_{=0} ()$
Energía negativa $P_{\text{mot}}(t) < 0$	$= \int_{=0} ()$

La eficiencia se define generalmente como la relación entre los valores de salida y entrada de un sistema,

Ya sea potencia o eficiencia energética, la eficiencia siempre se expresa en porcentaje [%].



$$= \frac{\quad}{\quad} \cdot 100$$

3.8 Agregación temporal de datos de calidad de la energía

Según IEC61000-4-30 se proporciona la siguiente agregación para la Clase A:

- Intervalos de tiempo: El intervalo de tiempo de medición básico para magnitudes de parámetros (suministro tensión, armónicos, interarmónicos y desequilibrio) será un intervalo de tiempo de 10 ciclos para un Sistema de alimentación de 50 Hz o intervalo de tiempo de 12 ciclos para un sistema de alimentación de 60 Hz.

- Agregación: Los intervalos de tiempo medidos se agregan en 3 intervalos de tiempo diferentes.

Los intervalos de tiempo de agregación son:

- Intervalo de ciclos de 150/180 (150 ciclos para 50 Hz nominales o 180 ciclos para 60 Hz nominales)
- intervalo de 10 minutos
- intervalo de 2 h

4 Medición de la calidad de la energía

4.1 La evolución de la red eléctrica

Desde la generación de energía a través de las redes de transmisión y distribución hasta los cambios en la electricidad. Los equipos y el consumo energético hacen que la red eléctrica esté en constante evolución.

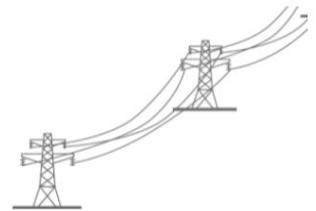
Cambios en la generación de energía:

- Las grandes plantas convencionales están siendo sustituidas por un gran número de unidades pequeñas (conectado a redes de baja tensión)
- Hay un cambio hacia la energía renovable no despachable
- Las máquinas síncronas están siendo reemplazadas por interfaces electrónicas de potencia



Cambios en la transmisión y distribución:

- Se están realizando avances en los equipos electrónicos de potencia (filtros, (STATCOM, etc.)
- Se están introduciendo flujos de energía bidireccionales debido a la generación distribuida
- Los cables de CA de alta tensión y los sistemas de CC de alta tensión se están reinventando
- Hay un uso creciente en la comunicación por línea eléctrica



Cambios en el consumo:

- El uso de dispositivos energéticamente eficientes está aumentando
- Hay una proliferación abrumadora de pequeños dispositivos en la red
- Hay un aumento de vehículos eléctricos y bombas de calor
- Se está produciendo una transición casi total hacia la electrónica de potencia activa (motores, bombas, iluminación...)

Estos cambios requieren nuevas tecnologías como las microrredes y la gestión de la demanda.

(DSM), Generación Distribuida (DER), Control Distribuido (U, P), Reconfiguración de Alimentadores, etc.

La disminución de la potencia de cortocircuito y la desestabilización de la red exigen que la distribución

Las unidades generadoras también deben prestar servicios a la red eléctrica. Estos servicios se definen en

Códigos de red (regulaciones internacionales y nacionales).

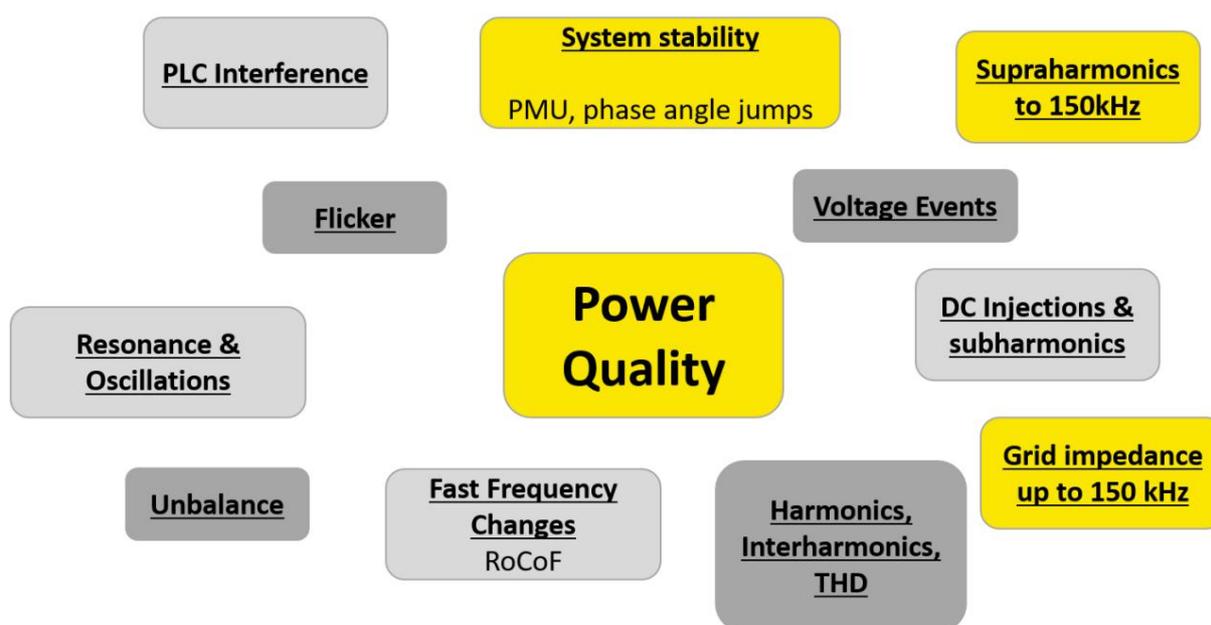
4.2 El futuro de la calidad de la energía

Los fenómenos de calidad de la energía surgen de señales de ondas eléctricas que se desvían de la sinusoidal ideal.

Forma de onda. Hoy en día, el análisis clásico de la calidad de la energía según EN50160, incluyendo informes definida por las mediciones de variaciones de voltaje, frecuencia, armónicos (orden 50),

El parpadeo y el desequilibrio ya no son suficientes.

El análisis de la calidad de la energía debe adaptarse a la red eléctrica en constante evolución, lo que requiere mediciones que se representan en el siguiente gráfico y se discuten en los siguientes subcapítulos.



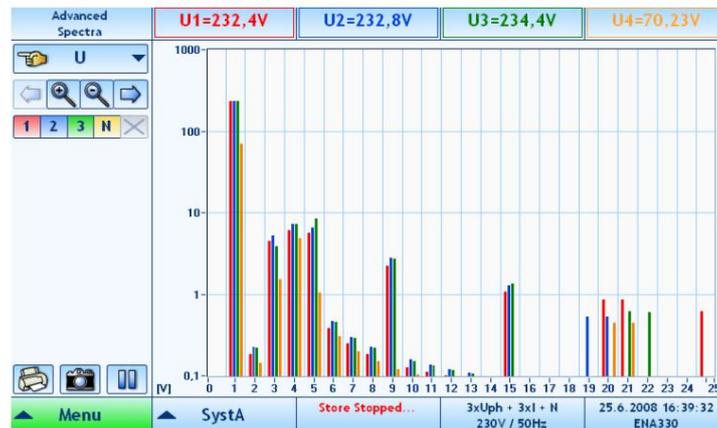
4.3 Armónicos, interarmónicos, THD

Las señales de forma de onda sinusoidal pura solo constan de la frecuencia fundamental, que es bien conocida ser de 50 Hz, 60 Hz o 16 2/3 Hz para las redes eléctricas de todo el mundo. Incluso una pequeña desviación de la forma de onda sinusoidal pura, aunque difícilmente se pueda ver o detectar en el dominio del tiempo,

Los resultados se ilustran mejor en el dominio de la frecuencia.

Como se ve en la siguiente imagen, los múltiplos enteros de la frecuencia fundamental están causando

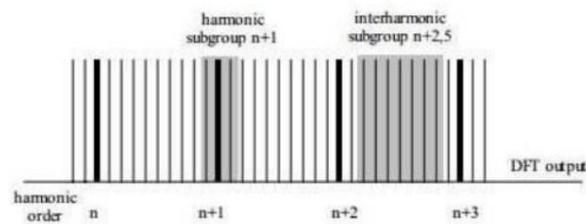
La distorsión en la forma de onda original. Estos se llaman armónicos.



Efectos de los armónicos

Los armónicos no sólo influyen en las formas de las señales, sino también en el funcionamiento y la vida útil de los equipos eléctricos. Los dispositivos y equipos. Las frecuencias armónicas en motores y generadores pueden resultar en varios Fenómenos mecánicos que tienen como resultado final la reducción de la eficiencia. Entre ellos se encuentran Mayor ruido audible, envejecimiento más rápido del eje, el aislamiento y las piezas mecánicas. Además par pulsante o reducido, así como un mayor desarrollo de calor.

Armónicos e interarmónicos



El análisis FFT proporciona análisis de frecuencia de 4 voltajes y 4 señales de corriente hasta el 50. armónico, basado en IEC61000-4-7, y funciona en dos modos:

- Análisis armónico donde la resolución de frecuencia es de 50 Hz (60 Hz) o
- Análisis Interarmónico donde la resolución de frecuencia es de 25Hz (30Hz).

La salida FFT tiene un tamaño de paso de 5 Hz debido al marco temporal básico de 200 ms. Según la norma IEC 61000-4-30 La norma IEC61000-4-7 se utilizará para determinar un ciclo de 10/12, sin intervalos Medición del subgrupo armónico, denotado como $G_{sg,n}$ en la norma IEC 61000-4-7:2002. El armónico La medición de subgrupos define cómo se deben agrupar las líneas espectrales de 5 Hz para obtener líneas armónicas con un tamaño de paso de frecuencia de 50 Hz.

$$C_{sg,n} = \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ n \end{matrix} \right\} \quad \text{[subgrupo armónico]}$$

Se utilizará la norma IEC 61000-4-7 para determinar un subarmónico interarmónico centrado sin intervalos de 10/12 ciclos.

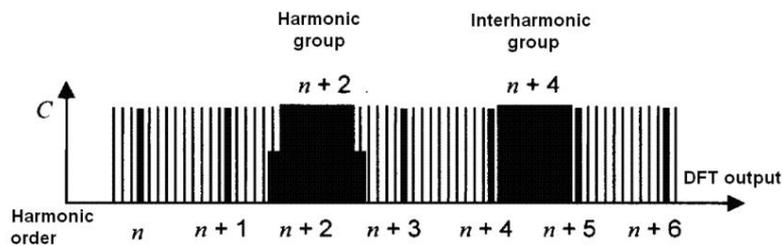
Medición de grupo, denotada como $C_{sg,n}$ en IEC 61000-4-7:2002. El armónico centrado

La medición del subgrupo interarmónico define cómo deben agruparse las líneas espectrales de 5 Hz para obtener líneas interarmónicas con un tamaño de paso de frecuencia de 50 Hz.

$$C_{g,n}^2 = \sum_{i=1}^9 C_{k+i}^2 \quad \text{subgrupo interarmónico centrado, red eléctrica 50 Hz}$$

En caso de que la FFT se ejecute en modo solo armónico, las líneas espectrales de 5 Hz se deben agrupar en una forma diferente (IEC 61000-4-7:2002) de completar la energía de la señal en el dominio de la frecuencia con un tamaño de paso de 50 Hz, consulte la siguiente figura.

$$G_{sg,n}^2 = \frac{d_{k-5}^2}{2} + \sum_{i=-4}^4 d_{k+i}^2 + \frac{d_{k+5}^2}{2} \quad \text{grupo armónico, red eléctrica 50 Hz}$$



Ejemplo:

$$G_{g,n}^2 = \frac{C_{k-5}^2}{2} + \sum_{i=-4}^4 C_{k+i}^2 + \frac{C_{k+5}^2}{2} \quad \{\text{sit } 50 \text{ Hz}\}$$

$$G_{g,n}^2 = \frac{C_{k-6}^2}{2} + \sum_{i=-5}^5 C_{k+i}^2 + \frac{C_{k+6}^2}{2} \quad \{\text{sit } 60 \text{ Hz}\}$$

Cálculos de armónicos en el software Neo Messtechnik

El análisis FFT proporciona los espectros de amplitud y fase, por lo que los espectros U, I, P, Q pueden ser. En los espectros de potencia, el flujo de potencia se puede reconocer fácilmente en un armónico particular. que puede ser útil para identificar fuentes de perturbaciones.

Nombre del canal	Descripción	Fórmula/Cálculo
S_L1_H1	Potencia aparente, activa y reactiva para una frecuencia armónica (por ejemplo, L3 y h=5)	$= \dots$
P_L1_H1		$= \dots \cos(\dots)$
Q_L1_H1		$= \dots \sin(\dots) = \sqrt{\dots^2 - \dots^2}$ $Q = \sum_{n=1}^{\dots} \dots$
S_L1	Potencia aparente, activa y reactiva para toda la forma de onda (por ejemplo, L3)	$= \dots$
P_L1		$= \sum_{n=1}^{\dots} \dots$
Q_L1		$= \sqrt{\dots^2 - \dots^2}$
Z_L1	Impedancia de toda la forma de onda (por ejemplo, L3)	$Z_1 = \dots$
Z_L1_H1	Impedancia de un armónico (por ejemplo, L3 y H1)	$Z_1 = \dots$
PF_L1	Factor P (por ejemplo para L3)	$= \dots$
D_L1	potencia de distorsión de todas las partes de potencia reactiva armónica (por ejemplo, para L3)	$= \sqrt{\dots^2 - \dots^2}$
QH_L1	Potencia reactiva de todos los armónicos (por ejemplo, para L3)	$= \sum_{n=1}^{\dots} \dots$
DH_L1	potencia de distorsión de todas las partes de potencia reactiva armónica (por ejemplo, para L3)	$= \sqrt{\dots^2 - \dots^2}$

Distorsión armónica total (THD) (50/60 Hz)

La THD se define como la suma de todos los armónicos (RMS) al fundamental (RMS) y se calcula hasta el armónico 40 o 50 según la siguiente fórmula.

$$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n (Y_{H,h})^2}}{Y_{H,1}}$$

Nota: THD vs. THDG

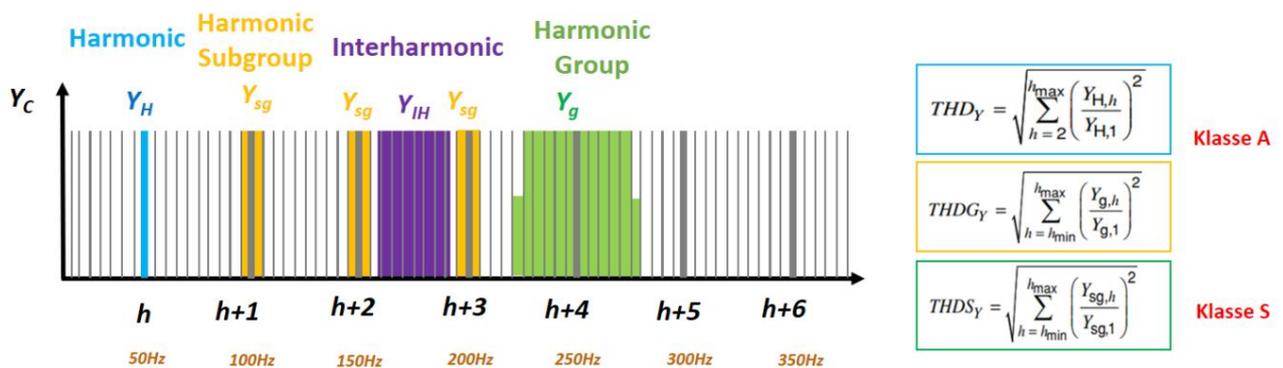
El cálculo de THD cubre solo las líneas FFT armónicas (Gn) y no cubre las

Valor armónico agrupado (Ggn). El cálculo se realiza según la norma IEC 61000-4-7.

El valor THD que cubre el grupo armónico (Ggn) se define como THDG según IEC61000-4-7 y se puede activar en el software opcionalmente.

$$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n (Y_{G,h})^2}}{Y_{G,1}}$$

La siguiente imagen muestra la diferencia entre THD, THDG y THDS en los espectros y como fórmula:



Distorsión armónica total: THD de frecuencia más alta (200 Hz)

La THD se define como la suma de todos los armónicos de frecuencia más alta (bandas RMS/200 Hz) fundamental (RMS) y calculada hasta 9 kHz según la siguiente fórmula.

$$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n (Y_{H,h})^2}}{Y_{H,1}}$$

Distorsión armónica total (THD supraarmónico) (2 kHz)

La THD se define como la suma de todos los supraarmónicos (bandas RMS/2 kHz) a la fundamental (RMS) y calculada hasta 150 kHz según la siguiente fórmula.

$$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n (Y_{H,h})^2}}{Y_{H,1}}$$

PWHD (Distorsión armónica ponderada parcial)

La PWHD se define como la suma del grupo seleccionado de armónicos (RMS) al fundamental.

(RMS) y se calcula según la siguiente fórmula.

$$= \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (I_n)^2}$$

Los armónicos PWHD en el software NEO se definen según EN12015. El mínimo

El armónico es 14 y el máximo es 40. Estos límites se pueden personalizar en el instrumento.

TDD (Distorsión de la demanda total)

La TDD se define como la suma de todos los armónicos (RMS) a la corriente de carga nominal (RMS) y calculado según la siguiente fórmula.

$$= \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (I_n)^2}}{I_n}$$

En el software NEO, la carga nominal para el cálculo de TDD se puede seleccionar en la herramienta Informe y no necesita definirse antes de una medición.

Nota: En algunos países el TDD también se define como THDIA (ejemplo: regulación TOR de Austria)

Nombre del canal	Descripción	Fórmula/Cálculo
THD_U_L1, ...	THD del voltaje	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$
THDOdd_U_L1, ...	THD del voltaje para armónicos pares e impares	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_{2h+1}^2}}{I_1}$
THDEven_U_L1, ...		$= \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_{2h}^2}}{I_1}$
THD_I_L1, ...	THD de la corriente	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$
THDOdd_I_L1, ...	THD de la corriente para armónicos pares e impares	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_{2h+1}^2}}{I_1}$
THDEven_I_L1, ...		$= \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_{2h}^2}}{I_1}$
TIHD_U_L1, ...	Interarmónico total Distorsión del voltaje/corriente	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$
TIHD_I_L1, ...		$= \frac{\sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$
K_U_L1	Factor K para voltaje y corriente se refiere al espectro completo, el THD solo al voltaje fundamental	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$
K_I_L1		$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$
PWHD_U	PWHD de voltaje	$= \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2}$
PWHD_I	PWHD de la corriente	$= \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} \left(\frac{I_h}{I_1} \right)^2}$
TDD	TDD de corriente	$= \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$

4.4 Frecuencias más altas y supraarmónicos

Introducción

El aumento de la electrónica de potencia y los inversores aumentará la demanda de frecuencias más altas.

y medición de supraarmónicos. Emisiones en el rango de frecuencia de 9 kHz a 150 kHz.

son fuente de interferencias electromagnéticas para otros equipos eléctricos de la red eléctrica y

Por lo tanto, la necesidad de medir las perturbaciones está aumentando.

La siguiente lista muestra tipos y fuentes de emisiones de frecuencia más alta hasta 150 kHz.

Inversores: cualquier tipo de convertidor AC/AC, AC/DC, DC/AC.

Ejemplos típicos: Inversores para variadores de velocidad (VSD) y energía fotovoltaica o eólica plantas.

Fuente de alimentación conmutada: para cualquier tipo de electrónica (de consumo, PC, etc.)

Equipos de iluminación: LED's, dimmer, lámparas fluorescentes

Equipos y herramientas para el hogar: Cocinas de inducción, lavadoras, cortadoras de césped cortadoras de césped, taladros eléctricos, etc.

Medidores inteligentes: utilizan transmisión PLC

Maquinaria industrial: máquinas de soldar

Equipos de Alta Tensión: Compensadores estáticos VAr, etc.

Esta emisión puede tener efectos en otros equipos eléctricos y provocar fallos como éste:

Interferencias y perturbaciones de los medidores inteligentes como la visualización de valores erróneos,

Problemas de conexión o lectura de datos erróneos (AMR-PLC)

Mal funcionamiento y conmutación involuntaria de equipos controlados electrónicamente (cafeteras, máquinas, sistemas de alarma, lámparas regulables, alumbrado público, placas vitrocerámicas, etc.

Perturbaciones en el sistema de comunicación: errores CRC o pérdida de enlace (Ethernet, etc.)

Ruido audible en receptores de TV, sistemas de radio y teléfono

Desviación de los relojes electrónicos (demasiado rápido)

Mal funcionamiento de los cuadernos, como posiciones del cursor alteradas

Problemas con los sistemas de navegación como pérdida de posición.

Mal funcionamiento de lectores de tarjetas magnéticas sin contacto, tarjetas de crédito

Beneficio de NEO Messtechnik

Los instrumentos NEO proporcionan una precisión líder en el mercado de 0 a 150 kHz para voltaje y

Mediciones de corriente. Corrección de la amplitud y el desfase dependientes de la frecuencia.

Junto con la corrección del rango de medición permite medir corrientes muy bajas (<1 mA) a

corrientes muy altas (150 kA) desde CC hasta 150 kHz con muy alta precisión.

Método de cálculo de frecuencias más altas

Según la norma IEC 61000-4-7, las frecuencias más altas se agrupan en bandas de 200 Hz y en 2 kHz. bandas de hasta 150 kHz.

Las normas (IEC61000-4-7, IEC61000-4-30, IEC61400-21) requieren:

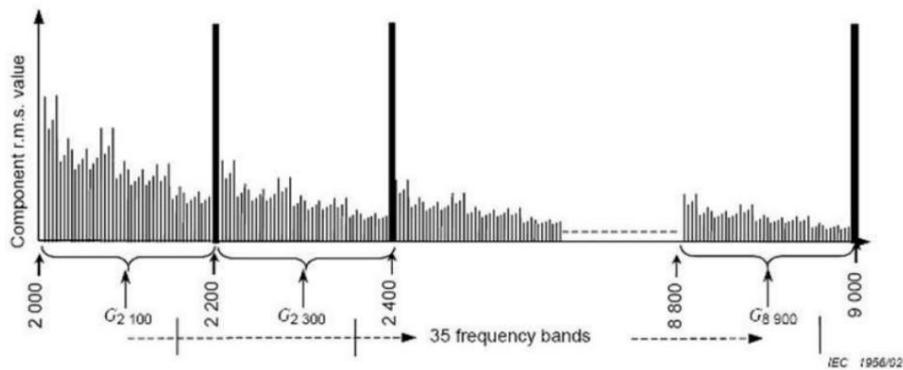
agrupación en bandas de 200 Hz denominadas "Frecuencias más altas" de 2 a 9 kHz

agrupación en bandas de 2 kHz denominadas "Supararmónicos" de 8-150 kHz

(Nota: El cálculo de Supraharmónicos podría cambiar en el futuro debido a discusiones en curso en diferentes grupos de trabajo)

Es muy importante considerar que según la norma antes mencionada, la frecuencia

Los grupos comienzan en -95 Hz hasta +100 Hz alrededor de la frecuencia media. Para una frecuencia media de 2,5 kHz, la banda de frecuencia está definida desde 2,405 kHz a 2,3 kHz.



La siguiente imagen muestra las frecuencias más altas (2-9 kHz) en el NEO Messtechnik Solución de software. Los valores se pueden mostrar como gráfico FFT, tabla o mapa de calor. (Analizar).



4.5 Parpadeo y cambios rápidos de voltaje

Parpadeo

Comúnmente surgen en redes eléctricas con baja resistencia a cortocircuitos y debido a cortocircuitos repetidos.

Conexión/separación de cargas. El parpadeo provoca fluctuaciones de voltaje. Las bombillas intermitentes son...

A menudo se cita para explicar este fenómeno y subrayar la percepción de un alto nivel de parpadeo.

ser perjudicial e irritante para las personas.

El medidor de parpadeo se implementa según la norma IEC 61000-4-15. Proporciona una función y

Especificación de diseño para aparatos de medición de parpadeo destinados a indicar el parpadeo correcto

Nivel de percepción para todas las formas de onda de fluctuación de voltaje prácticas.

El diagrama de bloques del medidor de parpadeo se puede ver en la siguiente imagen. Basado en el

Simulación de la cadena lámpara-ojo-cerebro, se evalúa estadísticamente la señal de parpadeo y

Calculado en los parámetros normalizados. Al crear una señal de referencia en el Bloque 1, los siguientes tres...

Los bloques simulan la percepción humana. Los parámetros de parpadeo se calculan en el bloque 5.

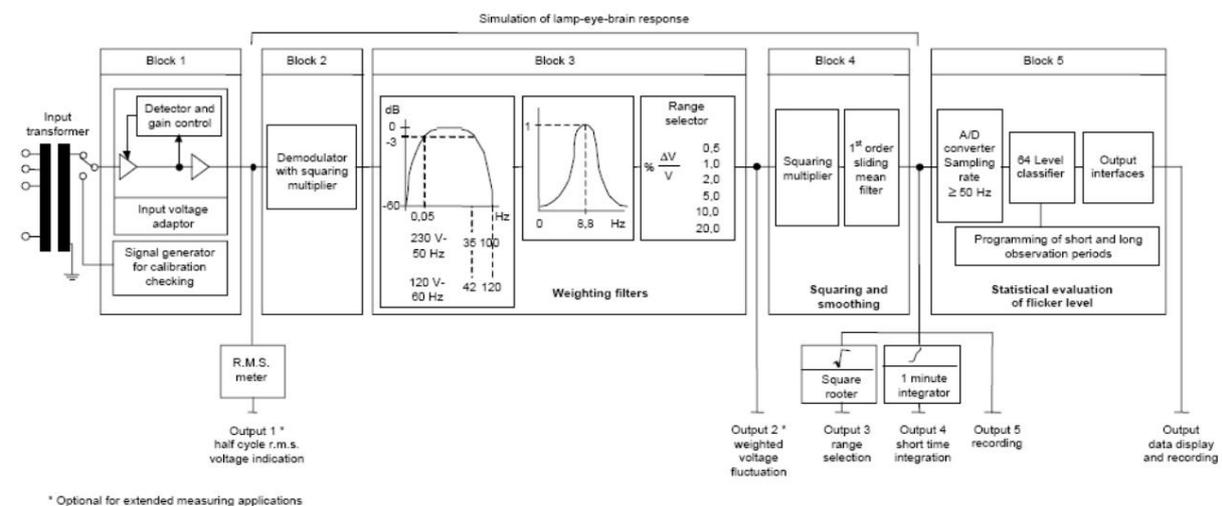


Diagrama de bloques del medidor de parpadeo según IEC61000-4-15

El medidor de parpadeo proporciona un valor de Pst cada 10 minutos para las entradas de voltaje. Cada 2 horas,

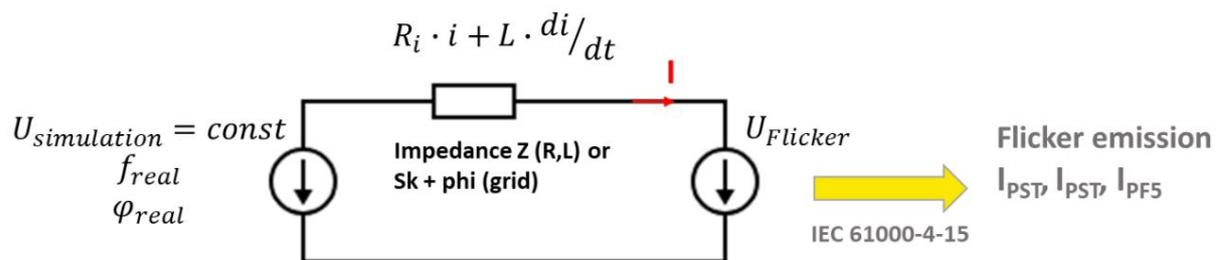
Un valor de Pit se calcula a partir de 12 valores de Pst . El monitor de calidad de voltaje está de acuerdo

con EN50160 y IEC61000-4-30.

Parámetros de parpadeo según IEC 61000-4-15	
Nombre del canal	Descripciones
PF5_L1	Pinst según IEC 61000-4-15
Pst_L1	Parpadeo de corta duración
Plt_L1	Parpadeo prolongado
I_PF5_L1	Pinst de IEC 61000-4-15 para corriente
I_Pst_L1	Corriente de parpadeo de corta duración
I_Plt_L1	Corriente de parpadeo de larga duración
I_PF5_L1_30; Yo_Pst_L1_30; I_Plt_L1_30	Valores de parpadeo desde un ángulo de fase específico

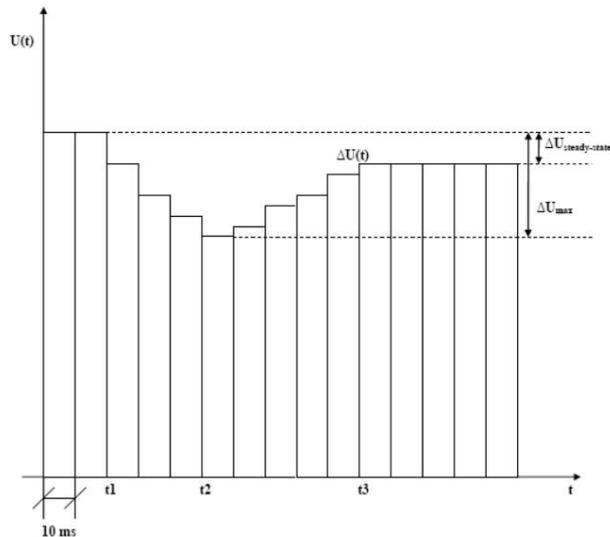
Parpadeo actual – Emisión de parpadeo

La norma IEC 61400-21 define el cálculo de las emisiones de parpadeo causadas por energías renovables como la eólica. Centrales eléctricas. Tanto los productores como los consumidores son los creadores de este parpadeo que afecta la red eléctrica. La caída de tensión interna que se observa en la siguiente imagen se calcula en función de la impedancia de la red y del flujo de corriente.



Cambios rápidos de voltaje

En la norma EN 50160, los cambios rápidos de tensión se definen como: “Una única variación rápida del valor eficaz de un voltaje entre dos niveles consecutivos que se mantienen por un tiempo definido pero no especificado duraciones”. Una característica de cambio de voltaje se define en IEC 61000-3-3: “la función de tiempo de El cambio de voltaje RMS se evalúa como un valor único para cada semiperíodo sucesivo entre los cruces por cero del voltaje de la fuente y los intervalos de tiempo en los que el voltaje “está en una condición de estado estable durante al menos 1 s”.



$U(t)$	característica de cambio de voltaje
ΔU_{\max}	cambio máximo de voltaje
$\Delta U_{\text{estado estacionario}}$	cambio de voltaje en estado estable

Característica representativa del cambio de voltaje con indicación de cambios rápidos de voltaje

En IEC61000-4-30, los cambios rápidos de voltaje se definen como: Una transición rápida en el voltaje RMS entre dos condiciones de estado estacionario. Para medir cambios rápidos de voltaje, se deben establecer umbrales. definido para cada uno de los siguientes:

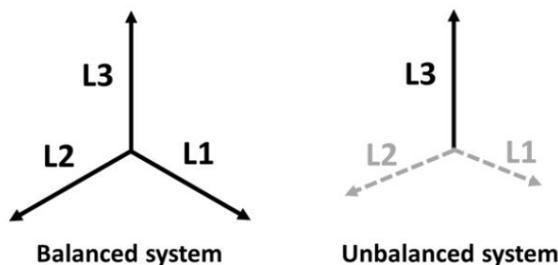
- Tasa mínima de cambio
- Duración mínima de las condiciones de estado estacionario
- Diferencia mínima de voltaje entre las dos condiciones de estado estable
- Estabilidad de las condiciones de estado estacionario

El voltaje durante un cambio rápido de voltaje no debe exceder la caída de voltaje y/o el voltaje umbral de oleaje, ya que de lo contrario se consideraría como una caída o un aumento de voltaje.

El parámetro característico del cambio rápido de voltaje es la diferencia entre el estado estable valor alcanzado después del cambio y el valor inicial en estado estable.

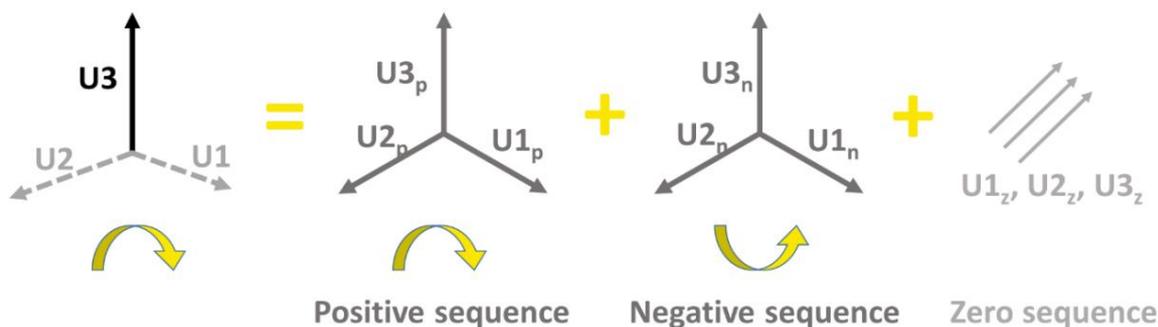
4.6 Componentes simétricos y desequilibrio

Las perturbaciones o cortocircuitos entre otros dan lugar a un sistema desequilibrado.



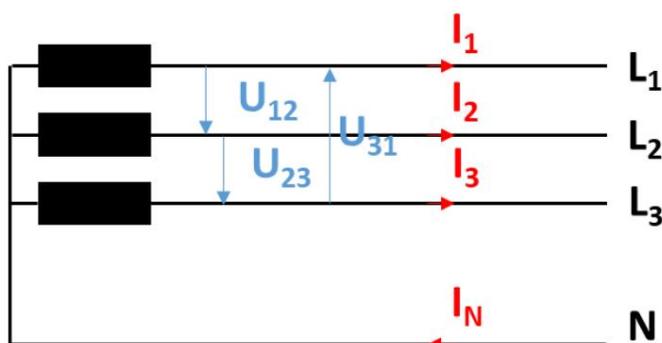
El concepto de componentes simétricos permite la transformación de cualquier elemento deseado.

Sistema trifásico desequilibrado (sistema de red eléctrica desequilibrado influenciado por varios factores) en tres componentes simétricos separados.



Con la ayuda de la siguiente transformación se puede realizar una evaluación de los factores influyentes: realizado de acuerdo con estándares como el IE 64000. (Al final, los voltajes y corrientes de fase pueden (se calculará a partir de los componentes simétricos al final).

En general, un sistema trifásico se puede mostrar con los siguientes valores RMS:



1 = L1,RMSe	1	1 = L1,RMSe	1
2 = L2,RMSe	2	2 = L2,RMSe	2
3 = L3,RMSe	3	3 = L3,RMSe	3

En el caso de una red trifásica típica, los voltajes tienen un desfase de 120° entre sí.

Por eso el vector unitario a se define como el operador que causa este desplazamiento de fase de 120° .

Matemáticamente, resultando en esta notación:

$$= e^{j120^\circ} = e^{j\frac{2\pi}{3}}$$

Voltajes de línea	Notación compleja	Notación en radianes
U_{L1}	$U_1 = L1, RMSe^{j0^\circ}$	U_1
U_{L2}	$U_2 = L2, RMSe^{j240^\circ (-120^\circ)}$	$a^2 U_1$
U_{L3}	$U_3 = L3, RMSe^{j120^\circ}$	$a U_1$

Sistema de secuencia cero

En un sistema simétrico, sin perturbaciones, las tensiones de fase se suman hasta cero.

$$U_{L1} + U_{L2} + U_{L3} = 0$$



Zero sequence

Este estado bastante simétrico no se encuentra en las redes de la vida real. La secuencia cero resulta debido a perturbaciones y al flujo de corriente en la línea neutra U_N , que es impulsado por la siguiente diferencia de voltaje:

$$U_{L1} + U_{L2} + U_{L3} = u_N$$

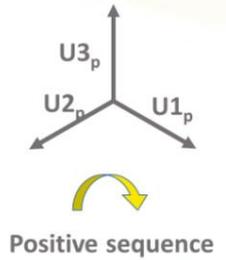
Esta diferencia de voltaje dividida por tres es el sistema de secuencia cero:

$$U_0 = \frac{1}{3} (u_{L1} + u_{L2} + u_{L3}) = u_{N0}$$

- Como se puede ver también en la imagen, esa secuencia cero tiene la misma amplitud y fase para las tres fases (u_{N0} , u_{N0} , u_{N0}).
- Esta es la razón por la que generalmente solo se puede encontrar un valor, U_0 , en la literatura o en el NEO Software de tecnología mecánica.
- El cálculo de la secuencia cero actual es análogo a este procedimiento.
- Multiplicar el sistema de secuencia cero de la corriente por 3 ($3 \times I_0$) es igual a la corriente en la línea neutra U_N .

Sistema de secuencia positiva

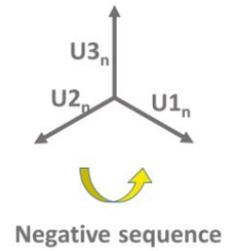
Esta parte gira en la misma dirección que el sistema dado (por ejemplo, red o sistema eléctrico, motor/generador) y es un sistema simétrico por sí mismo. Esto significa que la amplitud para las tres fases positivas es la misma y solo tiene un desplazamiento de fase de 120° entre sí. Aquí es donde el vector unitario a entra en juego para simplificar las fórmulas.



$$\begin{aligned}\underline{v}_{1m} &= \frac{1}{3}(\underline{v}_1 + \underline{a}\underline{v}_2 + \underline{a}^2\underline{v}_3) \\ \underline{v}_{2m} &= \underline{a}^2\underline{v}_{1m} = \frac{1}{3}(\underline{v}_1 + \underline{a}\underline{v}_2 + \underline{a}^2\underline{v}_3) \cdot \underline{a}^2 \\ \underline{v}_{3m} &= \underline{a}\underline{v}_{1m} = \frac{1}{3}(\underline{v}_1 + \underline{a}\underline{v}_2 + \underline{a}^2\underline{v}_3) \cdot \underline{a}\end{aligned}$$

Sistema de secuencia negativa

Esta parte gira en la dirección opuesta al sistema real (por ejemplo, la red o el sistema eléctrico, motor/generador) y es un sistema simétrico para sí mismo. Al igual que el sistema positivo, Los valores de fase son los mismos con un desplazamiento de fase de 120° entre sí.



$$\begin{aligned}\underline{v}_{1g} &= \frac{1}{3}(\underline{v}_1 + \underline{a}^2\underline{v}_2 + \underline{a}\underline{v}_3) \\ \underline{v}_{2g} &= \frac{1}{3}(\underline{a}\underline{v}_1 + \underline{v}_2 + \underline{a}^2\underline{v}_3) = \underline{a}\underline{v}_{1g} \\ \underline{v}_{3g} &= \frac{1}{3}(\underline{a}^2\underline{v}_1 + \underline{a}\underline{v}_2 + \underline{v}_3) = \underline{a}^2\underline{v}_{1g}\end{aligned}$$

Matriz de componentes simétricos

Los tres componentes simétricos de voltaje y corriente se ven a menudo en lo siguiente:

notación matricial, que ofrece una visión clara de todo el sistema y la relación del operador a .

Nombre del canal	Notación matricial
U0, U1, U2	$\begin{bmatrix} 0 & & & 1 \\ 1 & = & \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \underline{a} & \underline{a}^2 \\ 1 & \underline{a}^2 & \underline{a} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} \\ 2 & & & \\ \underline{[\quad]} & & & \underline{[\quad]} \end{bmatrix}$
I0, I1, I2	$\begin{bmatrix} 0 & & & 1 \\ 1 & = & \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \underline{a} & \underline{a}^2 \\ 1 & \underline{a}^2 & \underline{a} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} \\ 2 & & & \\ \underline{[\quad]} & & & \underline{[\quad]} \end{bmatrix}$

Cálculo de tensiones y corrientes de fase

Utilizando las fórmulas que hemos comentado, siempre es posible calcular los voltajes de fase.

y el flujo de corriente de su sistema trifásico con la ayuda de los componentes simétricos. Para

Por ejemplo, el flujo de corriente en la Fase 2 se puede calcular fácilmente mediante

$$I_{L1} = I_0 + a I_1 + a^2 I_2$$

EN 50160 Parámetros en el software Neo Messtechnik

En la norma EN 50160, los componentes de secuencia cero y negativa se ponen siempre en relación con la

Sistema de secuencia positiva para los armónicos totales y fundamentales. Estos indicadores clave pueden

se pueden encontrar en el software Neo Messtechnik bajo los siguientes nombres de canal:

Nombre del canal	Descripción	Fórmula/Cálculo
	Componente de secuencia negativa	
	- del voltaje/corriente	$I_2 = \frac{I_2}{I_1} \cdot 100\%$
	- de todos los armónicos	$I_2 = \frac{I_2}{I_1} \cdot 100\%$
	Nota: Este parámetro está regulado en la norma EN50160	
	Componente de secuencia cero	
	- del voltaje/corriente	$I_0 = \frac{I_0}{I_1} \cdot 100\%$
	- de todos los armónicos	$I_0 = \frac{I_0}{I_1} \cdot 100\%$
	Componente de secuencia negativa	
	- de lo fundamental	$I_{2,1} = \frac{I_{2,1}}{I_1} \cdot 100\%$
	voltaje/corriente en porcentaje	$I_{2,1} = \frac{I_{2,1}}{I_1} \cdot 100\%$
	- factor de desequilibrio según EN50160	
	Componente de secuencia cero	
	- de lo fundamental	$I_{0,1} = \frac{I_{0,1}}{I_1} \cdot 100\%$
	voltaje/corriente en porcentaje	$I_{0,1} = \frac{I_{0,1}}{I_1} \cdot 100\%$

IEC 61400 Parámetros extendidos de la secuencia positiva

De acuerdo con el Anexo C de la norma IEC 61400-21, los coeficientes de Fourier (partes coseno y seno) de ambos

Los voltajes y corrientes de fase medidos se calculan sobre un ciclo fundamental T.

$$a_{1,c} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} (u) \cos(2\omega t) dt, \quad a_{1,s} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} (u) \sin(2\omega t) dt$$

Estas fórmulas son los coeficientes de la fase 1 (L1 o Ua). Los coeficientes de L2 (ub) y L3 (uc) así como los coeficientes para las corrientes (ia, ib, ic) se calculan exactamente de la misma manera. Además, f1 es la frecuencia de la fundamental. Con la ayuda de los coeficientes de Fourier El valor RMS del voltaje fundamental de la fase 1 se puede calcular de la siguiente manera:

$$U_{1,rms} = \sqrt{\frac{a_{1,c}^2 + a_{1,s}^2}{2}}$$

Nombre del canal Descripción	Fórmula/Cálculo
Componentes vectoriales de voltaje y corriente de la secuencia positiva para el fundamental	$U_{1,c} = \frac{1}{6} [2u_{1,c} - u_{1,s} - \sqrt{3}(u_{1,s} - u_{1,c})]$
	$U_{1,s} = \frac{1}{6} [2u_{1,s} + u_{1,c} - \sqrt{3}(u_{1,c} + u_{1,s})]$
	$I_{1,c} = \frac{1}{6} [2i_{1,c} - i_{1,s} - \sqrt{3}(i_{1,s} - i_{1,c})]$
	$I_{1,s} = \frac{1}{6} [2i_{1,s} + i_{1,c} - \sqrt{3}(i_{1,c} + i_{1,s})]$
Potencia activa y reactiva de la secuencia positiva fundamental	$P_{1+} = \frac{3}{2} (U_{1,c} I_{1,c} + U_{1,s} I_{1,s})$
	$Q_{1+} = \frac{3}{2} (U_{1,c} I_{1,s} - U_{1,s} I_{1,c})$
Valor RMS de la tensión de línea de la secuencia positiva fundamental	$U_{1+,rms} = \sqrt{3} \sqrt{\frac{U_{1,c}^2 + U_{1,s}^2}{2}}$
Valores RMS de la corriente activa y reactiva de la secuencia positiva fundamental	$I_{1+,a} = \frac{I_{1+,a}}{\sqrt{3}}$
	$I_{1+,r} = \frac{I_{1+,r}}{\sqrt{3}}$
Factor de potencia de la secuencia positiva fundamental	$\cos \phi_{1+} = \frac{P_{1+}}{\sqrt{P_{1+}^2 + Q_{1+}^2}}$
	$\phi_{1+} = \arctan \left(\frac{Q_{1+}}{P_{1+}} \right)$
	$I_{1+,a} = \frac{I_{1+,a}}{\sqrt{3}}$

IEC 61400 Parámetros extendidos de la secuencia negativa

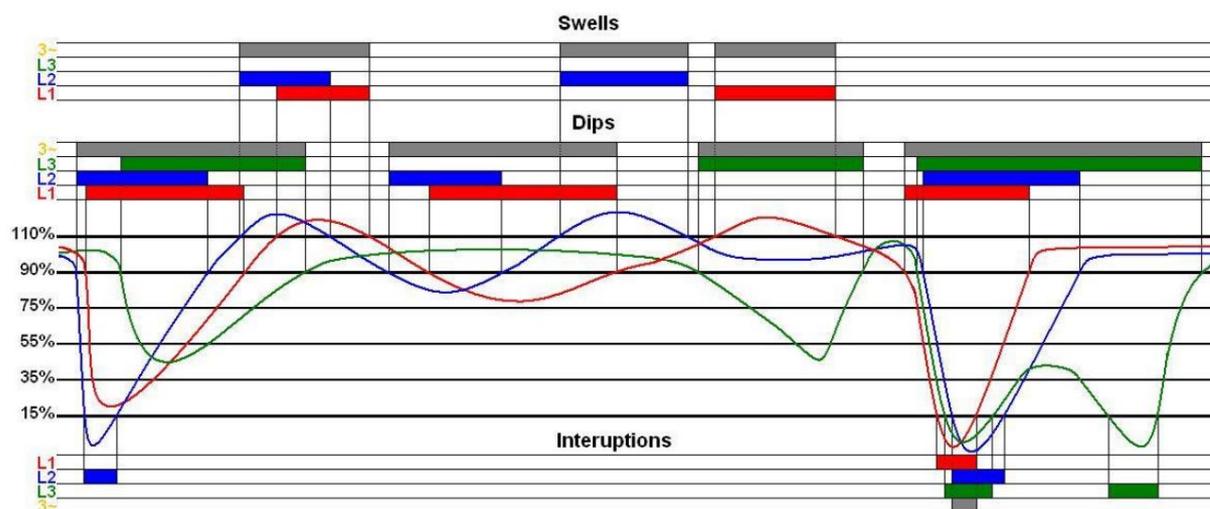
Nombre del canal Descripción	Fórmula/Cálculo
Componentes vectoriales de voltaje y corriente de la secuencia negativa para la fundamental	$1_{-,cos} = \frac{1}{6} [2u_{-,porque} - u_{-,porque} + \sqrt{3}(u_{-,pecado} - u_{-,pecado})]$
	$1_{-,pecado} = \frac{1}{6} [2u_{-,sen} - u_{-,pecado} + \sqrt{3}(u_{-,porque} - u_{-,cos})]$
	$1_{-,cos} = \frac{1}{6} [2i_{-,porque} - i_{-,porque} + \sqrt{3}(i_{-,pecado} - i_{-,pecado})]$
	$1_{-,pecado} = \frac{1}{6} [2i_{-,sen} - i_{-,pecado} + \sqrt{3}(i_{-,porque} - i_{-,cos})]$
Potencia activa y reactiva de la secuencia negativa fundamental	$1_{-} = \frac{3}{2} (u_{1-,cos} i_{1-,cos} - u_{1-,sin} i_{1-,sin})$
	$1_{-} = \frac{3}{2} (u_{1-,cos} i_{1-,sin} - u_{1-,sin} i_{1-,cos})$
Valor RMS de la tensión de línea de lo negativo fundamental secuencia	$1_{-} = \sqrt{\frac{2}{3} (u_{1-,pecado}^2 + u_{1-,cos}^2)}$
	$1_{-} = \sqrt{1_{-}^{(2)} + 1_{-}^{(2)}}$
	$1_{-} = \frac{1_{-}}{\sqrt{3}}$

IEC 61400 Parámetros extendidos de la secuencia cero

Nombre del canal Descripción	Fórmula/Cálculo
Componentes vectoriales de voltaje y corriente de la secuencia cero para el fundamental	$1_{z,cos} = \frac{1}{3} [u_{-,porque} + u_{-,porque} + u_{-,cos}]$
	$1_{z,pecado} = \frac{1}{3} [u_{-,sin} + u_{-,pecado} + u_{-,pecado}]$
	$1_{z,cos} = \frac{1}{3} [i_{-,cos} + i_{-,porque} + i_{-,cos}]$
	$1_{z,pecado} = \frac{1}{3} [i_{-,pecado} + i_{-,pecado} + i_{-,pecado}]$
Potencia activa y reactiva desde el cero fundamental secuencia	$1_{0,ca} = \frac{3}{2} (u_{1z,cos} i_{1z,cos} - u_{1z,pecado} i_{1z,pecado})$
	$1_{0,ca} = \frac{3}{2} (u_{1z,cos} i_{1z,sin} - u_{1z,seno} i_{1z,coseno})$
Valor RMS de la tensión de línea del cero fundamental secuencia	$1_{0,ca} = \sqrt{\frac{2}{3} (u_{1z,pecado}^2 + u_{1z,cos}^2)}$
	$1_{0,ca} = \sqrt{1_{0,ca}^{(2)} + 1_{0,ca}^{(2)}}$
	$1_{0,ca} = \frac{1_{0,ca}}{\sqrt{3}}$

4.7 Eventos de voltaje y señalización

Para caídas, subidas e interrupciones de tensión, la tensión RMS debe evaluarse durante 1 ciclo. (sobre la base de la estimación de valores de $\frac{1}{2}$ período móvil), comenzando en un cruce por cero fundamental, y se actualiza cada medio ciclo. Se detectan caídas, subidas o interrupciones de tensión si la tensión... Sale del rango predefinido (generalmente $\pm 10\%$ de U_n). Los eventos monofásicos o trifásicos son evaluado de forma diferente según IEC61000-4-30, consulte el siguiente diagrama.



Caídas, subidas y bajadas de tensión

Flojo

Los datos del monitor de voltaje deben almacenarse como "marcados". Durante una bajada, una subida o una interrupción, El algoritmo de medición para otros parámetros (por ejemplo, medición de frecuencia) podría Producen un valor poco fiable. Por lo tanto, el concepto de marcado evita contar un solo evento. más de una vez en diferentes parámetros (por ejemplo, contando una sola caída como una caída y una caída). variación de frecuencia) e indica que un valor agregado podría no ser confiable.

El marcado solo se activa ante caídas, subidas e interrupciones. La detección de caídas y subidas depende del umbral seleccionado por el usuario, y esta selección influirá en qué datos ha sido 'marcado'

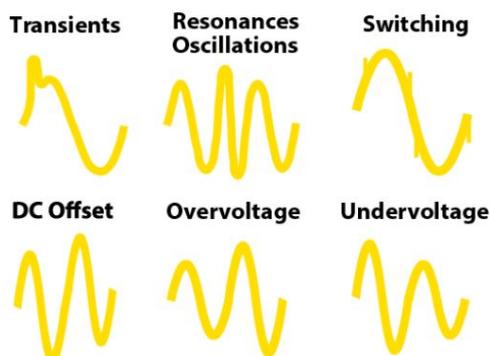
4.8 Grabación transitoria

Una de las principales fortalezas de los productos NEO Messtechnik es que pueden registrar cualquier tipo de forma de onda. desviación con la mayor precisión posible y alta frecuencia de muestreo.

El instrumento ofrece muchas condiciones de disparo diferentes para capturar transitorios. Los disponibles

Las opciones cubren el 99% de los casos de uso.

Si necesita alguno adicional, háganoslo saber. Lo implementaremos.



Condiciones de activación disponibles para grabación de transitorios y perturbaciones

La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de activadores y su base de cálculo.

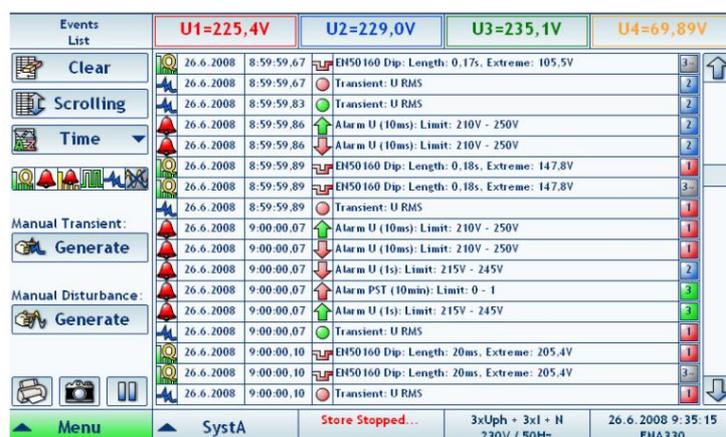
Tipo	Base de tiempo
RMS (U, I)	Valores RMS de ½ período
Armónico (U, I, THD, etc.)	Valores de 200 ms (valores de período 10/12)
P, Q, S, PF, phi	Valores de 200 ms (valores de período 10/12)
Frecuencia	1 valor de período
Delta Frecuencia MÁX (U, I)	Delta entre valores de período
Delta	Delta entre valores de período basados en valores de ½ período (ventana deslizante)
dX/dt (dU, dI)	Forma de onda (valores muestreados)

Estas condiciones de activación también se pueden combinar mediante la condición AND o la condición OR respectiva.

La grabación transitoria en combinación con la grabación de perturbaciones permite grabar cualquier tipo de

Desviación o perturbación de la forma de onda dentro de la red eléctrica. Todos los registros se clasificarán por tipo.

del evento y se muestran muy bien en una tabla:



Events List	U1=225,4V	U2=229,0V	U3=235,1V	U4=69,89V
26.6.2008 8:59:59,67				
26.6.2008 8:59:59,67				
26.6.2008 8:59:59,83				
26.6.2008 8:59:59,86				
26.6.2008 8:59:59,86				
26.6.2008 8:59:59,89				
26.6.2008 8:59:59,89				
26.6.2008 8:59:59,89				
26.6.2008 8:59:59,89				
26.6.2008 9:00:00,07				
26.6.2008 9:00:00,07				
26.6.2008 9:00:00,07				
26.6.2008 9:00:00,07				
26.6.2008 9:00:00,07				
26.6.2008 9:00:00,10				
26.6.2008 9:00:00,10				
26.6.2008 9:00:00,10				

Store Stopped... 3xUpH + 3xI + N 26.6.2008 9:35:15 ENA330
230V / 50Hz

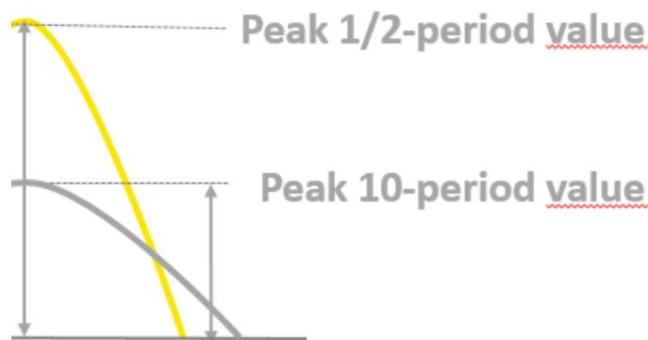
4.9 Perturbaciones y valores de ½ período

El registrador de perturbaciones permite al usuario almacenar valores de semiperíodo de U, I, P, Q, S, phi, Componentes simétricos, fundamentos, etc.

El registro de perturbaciones es de vital importancia, ya que se obtiene mucha información sobre ellas. Se pueden grabar y analizar.

Valores de voltaje y corriente de ½ período (RMS y fundamental)

El registro y análisis de valores de 10 períodos (o intervalos de promedio más largos) a menudo puede mostrar perturbaciones. Sin embargo, a menudo este período de promediación es demasiado largo para hacer un análisis a corto plazo. interrupciones visibles. Además, el valor de 10 períodos solo mostrará un valor pico reducido de perturbaciones, ya que se promedia en un par de períodos.



El pico de los valores de ½ período (valor real) puede ser un par de veces mayor que el medido. Valor de 10 períodos.

P, Q, S, phi, componentes simétricos

Registro de parámetros adicionales como potencia activa, reactiva, aparente, cos phi y

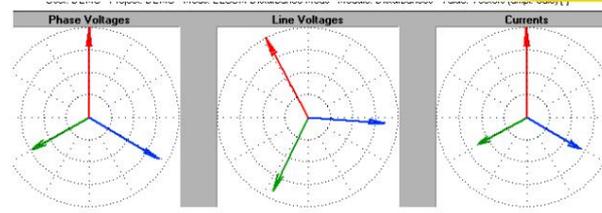
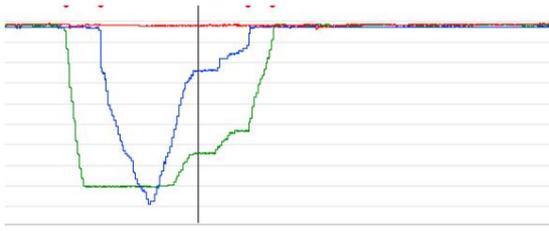
Los componentes simétricos de los valores del período (por ejemplo, la potencia reactiva positiva del sistema) lo hacen posible analizar las perturbaciones de forma perfecta y realizar investigaciones más fáciles para encontrar la causa. la perturbación.

Tiempo previo y posterior al disparo

La duración de la perturbación almacenada puede variar entre 1 minuto y 10 minutos. Para obtener la mejor imagen de perturbación registrada, el usuario puede definir el pre-disparo hasta 60 segundos.

La duración de los datos registrados de perturbaciones almacenados varía entre 1 minuto y 10 minutos.

Un ejemplo de posprocesamiento de datos de perturbaciones se puede ver en las siguientes imágenes:



Las posibilidades de perturbación registrada son aún más amplias si se utilizan muchos sistemas trifásicos.

monitoreados por un solo instrumento. En este caso, se pueden usar hasta cinco monitores de perturbaciones sincronizados.

funcionando simultáneamente mientras se espera que cada sistema cumpla con un conjunto independiente de condiciones hasta que

Se cumplen las condiciones de activación.

4.10 Grabación transitoria versus grabación de perturbaciones

Por un lado, la falta de información sobre cada muestra restringe ligeramente el análisis fuera de línea.

posibilidades de los datos del registrador de perturbaciones, por otro lado, disminuye significativamente la

cantidad de datos y permite al usuario almacenar datos durante un intervalo de tiempo más largo.

En muchas situaciones en la red eléctrica, el registro de perturbaciones muestra toda la información necesaria para

Identificar la perturbación y la causa. De todos modos, hay situaciones en la red que solo pueden

Se analizará en detalle si se dispone de datos de muestreo sin procesar (registro transitorio), como conmutación

operaciones, resonancias, etc.

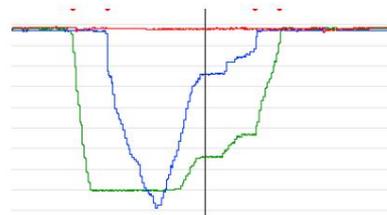
En la práctica, se utilizará una combinación de ambas opciones de almacenamiento. Esto combina las ventajas de

Ambas opciones de grabación permiten registrar cualquier tipo de perturbación o desviación de la forma de onda.

en la red, mientras se utiliza un almacenamiento de datos optimizado. Los sistemas informáticos de NEO

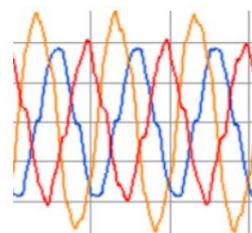
Messtechnik permite registrar un gran número de transitorios y perturbaciones con una larga

tiempo de grabación.



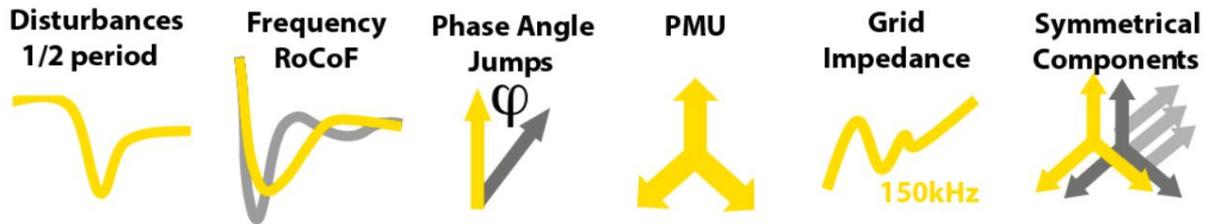
Valores de ½ período

&



Datos sin procesar

4.11 Dinámica de sistemas



Nuevas aplicaciones como las microrredes, la generación distribuida (DER) y el control distribuido traerán... mayor dinámica y gama más amplia de interacciones.

Durante la conexión y reconexión de microrredes y DER, se observa un mayor número de ángulos de fase.

Aparecerán saltos, variaciones de frecuencia (RoCoF), caídas/subidas de tensión y transitorios de conmutación.

Un número creciente de inversores y electrónica de potencia aumentará la importancia de la red eléctrica.

Mediciones de impedancia, mediciones y análisis de resonancias y oscilaciones.

Uno de los principales objetivos de los productos NEO Messtechnik es investigar la dinámica del sistema y ayudar a diseñar una red lo más estable posible. El instrumento mide todo tipo de sistemas.

Perturbaciones y dinámicas con registros de la mejor calidad.

4.12 Unidad de medida de fase

PMU – La unidad de medición fasorial es un dispositivo para realizar mediciones precisas de sincrofasores.

Los resultados de la medición se utilizan para la detección en línea del estado de la red eléctrica.

El principio se basa en comparar los ángulos de fase del armónico fundamental medido en diferentes puntos de la red de distribución o transmisión utilizando varios dispositivos a la vez puntos sincronizados en el tiempo.

Las PMU modernas permiten medir corrientes de fase a lo largo de líneas de transmisión y voltajes de fase en buses de generadores y buses de subestaciones, frecuencia de corriente, así como potencia activa y reactiva flujos. A diferencia de los sistemas de telecontrol utilizados tradicionalmente, PMU proporciona la capacidad de medir módulos y ángulos de voltajes y corrientes. Esto permite eliminar la falta de información sobre transitorios e identificación del sistema energético.

Solución del problema de identificación del sistema energético en línea sobre la base de la sincronización

Las mediciones fasoriales permiten, en tiempo real, formar patrones lineales y no lineales adecuados.

modelos matemáticos adecuados para el análisis de estabilidad y dinámica (según la

modelo no lineal) respectivamente, la determinación de sus existencias, así como la síntesis

de control vectorial de máquinas síncronas, estabilizadores de sistemas, almacenamiento de energía en red

dispositivos y compensadores estáticos de potencia reactiva, incluyendo los invariantes y de emergencia gestión.

Receptor GPS de alta precisión

El medidor debe estar equipado con GPS interno/externo para recibir señales sincrónicas.

marcas de tiempo.

Calibración adicional de sensor y rango

Calibración adicional del sensor y del rango de medición (ver capítulo calibración del sensor)

Permite obtener resultados de medición de alta precisión.

IEEE C37.118

El firmware PMU mide los fasores de voltaje y corriente, la frecuencia y calcula la

Componentes simétricos positivos de voltajes y corrientes. Los datos medidos se envían al

Sistema superior según el protocolo de comunicación IEEE C37.118. Por defecto, el

El dispositivo cumple totalmente con los requisitos de IEEE C37.118, que define la PMU

Precisión en estado estabilizado y un protocolo de comunicación para la transmisión fasorial en tiempo real.

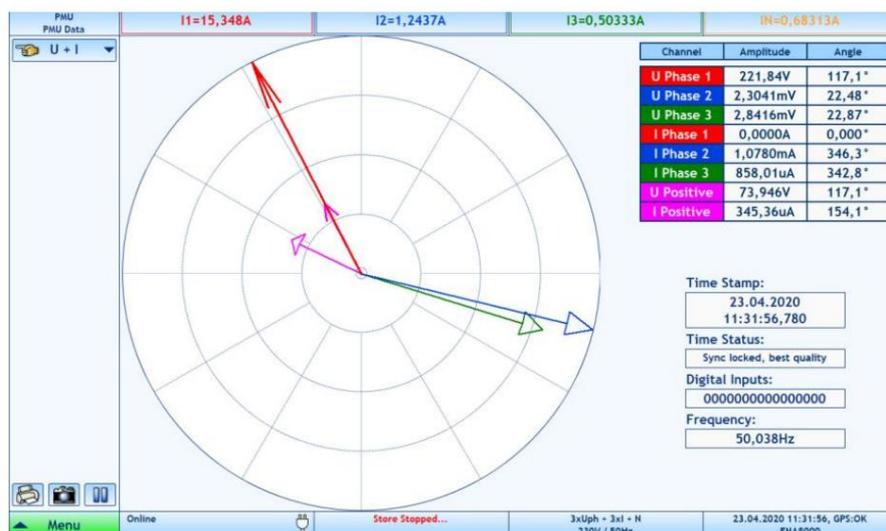
Medición de sincrofasores de máxima precisión

El instrumento PQA8000 ofrece un receptor GPS integrado junto con un medidor de voltaje de alta precisión.

entradas y

– Error vectorial total 0,01 % (típico)

– Precisión angular 0,003° (típica)



Sistema de Monitoreo de Área Amplia

Las diferencias en los ángulos fasoriales entre las distintas partes de la red de transmisión son un indicador de la salud de la red y puede proporcionar una alerta temprana en caso de que se desarrollen perturbaciones en el sistema eléctrico que puede provocar una separación de la red, conocida como efecto isla, o incluso un apagón. La precisión

La medición de los ángulos fasoriales a lo largo de la cuadrícula es posible gracias al uso de GPS.

Relojes de muestreo fasorial sincronizados. Redes nacionales de relojes de muestreo fasorial sincronizados en el tiempo.

Las unidades de medida (PMU) se denominan Sistemas de Monitoreo de Área Amplia (WAMS).

Las principales características de los sistemas WAMS son la visualización y monitorización de fasores, detección de isla, resincronización y arranque en negro, detección de oscilaciones, estabilidad y monitoreo de voltaje. Los resultados también se pueden enviar a SCADA u otros sistemas.

El WAMS, como complejo para el registro, transmisión y control de datos de rendimiento del sistema eléctrico,

El software de procesamiento y análisis y el monitoreo por parte de personal capacitado se utilizan ampliamente en la energía.

sistemas tanto para verificar modelos digitales del sistema de potencia como para resolver problemas relacionados con

Soporte de información para el control de la operación del sistema eléctrico. Su aparición permitió la eliminación de

Falta de información sobre transitorios electromecánicos. Esta información es esencial.

para un adecuado análisis del desempeño dinámico del sistema de potencia.

4.13 RoCoF

La tasa de cambio de frecuencia RoCoF es la derivada temporal de la potencia Frecuencia del sistema (df/dt). Valores elevados de df/dt pueden poner en peligro la seguridad. funcionamiento del sistema. Las mediciones de RoCoF son cada vez más importante para los operadores del sistema ya que la cantidad de energía distribuida Los recursos (DER) aumentan y al mismo tiempo grandes sincrónicos Los generadores están desconectados de la red eléctrica. Valores elevados de df/dt . Puede poner en peligro el funcionamiento seguro del sistema debido a problemas mecánicos. limitaciones de las máquinas síncronas individuales (capacidad inherente), dispositivos de protección Activado por un valor umbral de RoCoF particular o problemas de tiempo relacionados con el deslastre de carga esquemas.



- ROCOF se utiliza en relés de pérdida de red que protegen la generación distribuida contra Desconexión de la red síncrona.
- ROCOF se puede utilizar en esquemas de control de respuesta de frecuencia rápida y de “inercia sintética” que intentan proporcionar una respuesta de potencia activa a los cambios de frecuencia.
- ROCOF puede ser una métrica para el deslastre de carga por baja frecuencia, donde algunos clientes permiten sus cargas deben ser desconectadas para proteger el equilibrio energético.
- ROCOF se está volviendo más importante para los operadores de sistemas a medida que aumenta el número de Los recursos energéticos (DER) aumentan.

Por lo general, los módulos de generación de energía síncrona al menos pueden soportar cambios de frecuencia. de 2,5 Hz/s (100 ms) y turbinas eólicas de hasta 4 Hz/s. RoCoF medido en cualquier punto del tiempo como un promedio de los 500 ms anteriores, es la propuesta más razonable para el RoCoF mínimo Capacidad de resistencia. La ENTSO-E recomienda 2 Hz/s como valor mínimo de tasa de cambio, que Hay que soportarlo.

NEO Messtechnik ofrece instrumentos de medición de RoCoF de la más alta precisión. Los extremadamente... bajo nivel de ruido de los amplificadores junto con un algoritmo de medición inteligente, que refleja influencias como armónicos, interarmónicos, flicker, etc., permiten la más alta precisión mediciones con muy baja latencia.

4.14 Medición de impedancia de red hasta 150 kHz

Con una cantidad cada vez mayor de convertidores electrónicos de potencia conectados a la red eléctrica y la creciente frecuencia de modulación de aquellas

Los convertidores también detectan las perturbaciones entre la frecuencia y la calidad de la energía.

El rango y el rango EMI, es decir de 2 kHz a 150 kHz, están aumentando.



Por un lado, es necesario conocer la impedancia de la red en función de la frecuencia.

Integración adecuada de la red, incluyendo el establecimiento de normas, de fuentes de energía renovables. Es

También es esencial para el diseño de convertidores de potencia para fuentes de energía renovables. Los códigos de red...

requieren características especiales de los generadores de energía renovable como la estabilización de voltaje por reactancia.

Alimentación de energía, armónicos limitados y capacidad de soportar fallas. En todos los casos, la red...

La impedancia es de gran importancia.

Por otro lado, debido a una mayor eficiencia y una mejor

controlabilidad, cargas como las máquinas eléctricas pero también

Las aplicaciones de electrónica de consumo son cada vez más frecuentes

Conectado a la red a través de electrónica de potencia

La impedancia de la red en el punto de conexión (PoC) es

Básicamente sólo se calcula para la cuadrícula fundamental

frecuencia basada en la potencia de cortocircuito del componente relevante

red. Sin embargo, para la futura operación de la red y la red

Integración de energías renovables: este valor calculado es insuficiente. La impedancia real de la red es...

varía con el tiempo y es variable a lo largo del tiempo.

Frecuencia. Altas diferencias entre la impedancia de red comúnmente modelada y la medida real.

se puede encontrar (Jessen et al., Uni Kiel).

En un rango de frecuencia baja se puede calcular basándose en el cálculo de la red de cortocircuito.

Por lo tanto, las cargas y los generadores en el sistema de distribución generalmente se descuidan.

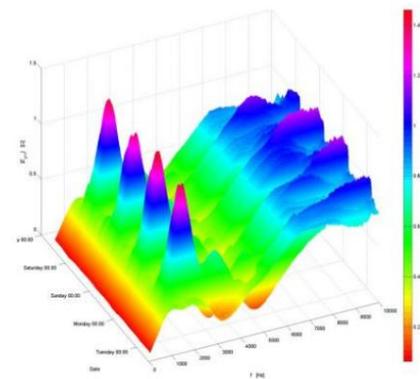
Desafortunadamente, este método no es válido para calcular la impedancia de la red a frecuencias más altas.

Esto se debe a que las cargas y los generadores cercanos al PoC influyen en la impedancia de la red.

Además, las cargas y los generadores afectan las resonancias en la impedancia de la red que desafían

Estabilidad del sistema. Debido a resonancias en la frecuencia y la impedancia de la red dependiente del tiempo, una

El modelo de rejilla resistiva-inductiva es insuficiente para un análisis de estabilidad significativo



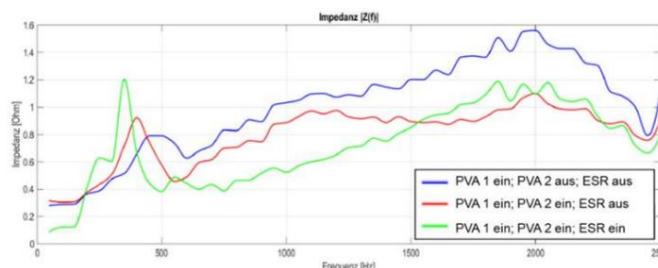
Medición de impedancia de red hasta 150 kHz

NEO Messtechnik ofrece, junto con una empresa asociada, un sistema de impedancia de red de última generación

Sistema de medición de análisis. Es un sistema compacto que se puede transportar fácilmente y

instalado, que permite la medición y cálculo de los siguientes parámetros:

- Medición de impedancia de red (Z, phi, Re, Im, R, X / Cero, Positivo, Negativo)
 - (Secuencia)
- Impedancia de frecuencia fundamental (50 Hz / 60 Hz / ...)
- Impedancia de red hasta 10 kHz (frecuencias más altas)
- Impedancia de red hasta 150 kHz
 - (Supraarmónicos)
- Análisis de la interacción del inversor



4.15 Resonancias / Oscilaciones

La resonancia eléctrica ocurre en un circuito eléctrico en un momento determinado.

frecuencia resonante cuando las impedancias o admitancias de

Los elementos del circuito se cancelan entre sí.



El sistema de energía eléctrica está experimentando una serie de cambios como parte de la transición hacia un

Un sistema energético más sostenible. Esto incluye una integración a gran escala de energías renovables.

fuentes de energía, cambios en la composición de la carga (por ejemplo, debido a un cambio a fuentes de ahorro de energía)

electrodomésticos) y cambios en la propia red, como la sustitución de líneas aéreas

por cables subterráneos. Como consecuencia, una reducción en las frecuencias de resonancia en todos

Los niveles de voltaje, desde bajo voltaje hasta alto voltaje, tienen efecto.

A medida que se introduce más capacitancia en la red,

junto con un debilitamiento general del poder

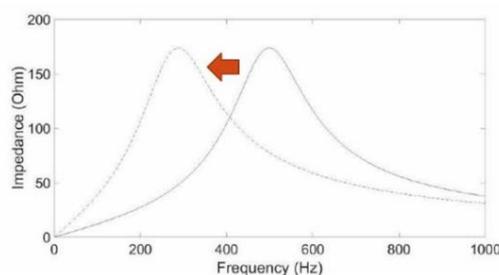
sistema debido a la sustitución de los convencionales

fuentes de generación, las frecuencias de resonancia son

Se espera que disminuya a frecuencias más bajas (hacia abajo)

a 150 Hz). Este cambio en las frecuencias de resonancia

Podría tener un gran impacto en la propagación de armónicos (amplificación de frecuencias más bajas).



armónicos), sobretensiones temporales y desestabilización de la red por contribución activa de inversores a resonancias.

Tipos de resonancias

- Internamente en el inversor
- Resonancias en serie
- Resonancias paralelas entre inversores

Las resonancias se analizan a partir de los datos de forma de onda junto con los datos de FFT. El NEO

Los instrumentos Messtechnik permiten registrar resonancias como transitorios utilizando los diferentes

Posibilidades de disparo. La FFT y los armónicos de 0 a 150 kHz se pueden registrar en...

intervalos de tiempo a partir de 200ms.

4.16 Interferencia del PLC

El uso de la interfaz electrónica de potencia para la conexión de cargas y la generación ofrece un par de beneficios como una mayor eficiencia.

Pero como los equipos electrónicos de potencia generan perturbaciones en forma de armónicos rechazados a

En la red, nos enfrentamos a nuevos problemas de calidad de la energía, así como a interferencias EMC entre

Convertidores y señales de control transmitidas por las líneas de alimentación (PLC). Gracias a las últimas...

Con el avance de la tecnología, los armónicos generados por los convertidores han pasado de ser muy bajos

rango de frecuencia a décimas de kHz. Hasta ahora, las normas EMC han logrado limitar

Interferencias en el dominio de frecuencia por debajo de 2 kHz. Límites para el rango de frecuencia de 2 a

Actualmente, en varios grupos de trabajo se debate la frecuencia de 150 kHz.

El enfoque clásico ha sido establecer límites para la emisión de armónicos de una sola pieza de

equipo y definir la inmunidad del mismo equipo a una interferencia mayor

nivel, correspondiente a la emisión de numerosos dispositivos.

Hasta que no haya limitaciones obligatorias de emisión a 150 kHz, existen varios conflictos y

Problemas EMC dentro de este rango.

Los posibles problemas de comunicación del PLC son:

- La señal de comunicación se ahoga en la perturbación y la comunicación no funciona.
no tiene éxito (por ejemplo, el equipo del usuario final crea un anuncio de distorsión de voltaje o corriente)
frecuencia de comunicación)

- Solo llega una pequeña señal de la señal de comunicación al receptor y al
La comunicación no tiene éxito (por ejemplo, el equipo del usuario final crea una baja impedancia).
ruta en la frecuencia de comunicación)
- Reducción de la vida útil y funcionamiento incorrecto de los equipos (por ejemplo, la comunicación
La señal genera grandes corrientes a través del equipo del usuario final)
- Los equipos de usuario final no lineales expuestos a la señal de comunicación dan como resultado
corrientes en otras frecuencias
- Distorsión de la forma de onda de voltaje debido a la señal de comunicación

NEO Messtechnik permite analizar perturbaciones utilizando el análisis FFT junto con el
Función de registro transitorio. Para un análisis detallado, las mediciones de impedancia de red hasta
150 kHz completa las capacidades de análisis.

4.17 Subarmónicos y componentes de CC

El número de conversiones de CA a CC y de CC a CA en el panorama energético aumenta de manera constante.
aumentando. Cada vez más cargas y unidades de generación de energía están conectadas a través de la red eléctrica.
Interfaces electrónicas (inversores) a la red. El número de baterías está aumentando y la CC...
La potencia también se utiliza para la transferencia de energía a larga distancia (HVDC). La medición de CA y
Las partes de CC de las señales de voltaje y corriente se están volviendo obligatorias.

4.18 Mitigación y propagación de la calidad de la energía

La mitigación de algunos parámetros de calidad de la energía aumenta muy a menudo la penetración de otros
Parámetros de calidad de la energía. Un ejemplo típico es el uso de frecuencias de conmutación más altas en los inversores.
Mientras que la reducción de armónicos de menor número a menudo aumenta la emisión a frecuencias más altas.
El análisis de propagación de los parámetros de Calidad de Energía se realiza para equipos eléctricos que son
Se utilizan en grandes cantidades o con alta potencia. Ejemplos de ello son los vehículos eléctricos (VE)
Estaciones de carga o bombas de calor.

Este tipo de análisis requiere mediciones sincrónicas de múltiples canales de entrada y
Instrumentos. Los instrumentos NEO Messtechnik se pueden sincronizar directamente o mediante GPS.
con la máxima precisión temporal.

5 Más manuales y enlaces

Hay un par de manuales e información adicionales disponibles para nuestros productos.

Toda la información la podéis encontrar en nuestra página web en la sección de descargas.

www.neo-messtechnik.com

- Manual del producto

Describe las características del hardware y software y el uso de los productos.

- Manual de accesorios

Muestra los datos técnicos de todos los sensores. Para todos los sensores actuales, información técnica detallada.

Se encuentra información así como especificaciones de precisión para diferentes aplicaciones y casos de uso.

- Manual de la herramienta de informes clásicos

Información detallada de la herramienta de informes clásicos, descripción detallada de todos los análisis y funcionalidades de visualización de datos.

- Folleto de NEO Messtechnik

Mostrando todos los productos y accesorios disponibles.

- Manual de inicio rápido

Este manual de inicio rápido está disponible en línea y en formato PDF.



6 Servicios y capacitación

6.1 Calibración regular

El instrumento debe calibrarse a intervalos regulares según lo determine la precisión.

Requisitos de la aplicación. Para la mayoría de las aplicaciones, un ciclo de un año es adecuado.

Las especificaciones de precisión solo se garantizan si se realizan ajustes en la calibración regular.

intervalos. Las especificaciones de precisión no están garantizadas a menos que se utilice un ciclo de calibración de un año.

No se recomiendan ciclos de calibración superiores a 2 años para ninguna aplicación.

Independientemente del ciclo de calibración que elija, siempre es bueno realizar una calibración completa.

reajuste en cada ciclo de calibración. Esto mantiene el instrumento dentro de las especificaciones para el

el siguiente ciclo de calibración y proporciona la mejor estabilidad a largo plazo. Antes de que su instrumento...

Se entrega calibrado. Se pueden solicitar informes de calibración detallados.

6.2 Servicios

Servicio y reparación

El equipo de NEO Messtechnik realiza todo tipo de servicios y reparaciones a su sistema.

Garantizar un funcionamiento seguro y correcto en el futuro. Contáctenos para más información. Mantenimiento.

El trabajo deberá ser realizado únicamente por NEO Messtechnik.

Capacitación

Ofrecemos diversas opciones de capacitación (presencial, presencial y remota). Contacte con su distribuidor local.

o directamente NEO Messtechnik.

Servicio de medición

Nos complace brindar servicios de medición a nuestros clientes. Desde el soporte en la medición

Desde configuraciones y análisis de datos hasta mediciones completas con informes de medición, ofrecemos el servicio completo.

Alcance de los servicios.



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIAL

LLÁMANOS

+52(81) 8115-1400 / +52(81) 8183-4300

LADA Sin Costo:

01 800 087 43 75

E-mail:

ventas@twilight.mx

www.twilight.mx

