

[Bienvenido...](#) [Contacto](#) [Teoría](#) [Proyecto](#) [Publicaciones](#) [Agenda](#) [Links de Interés](#)

# INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS

INFORMACIÓN DE LA MATERIA INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS PARA ALUMNOS.

[buscar](#)

[INICIO](#) » [PROYECTO](#) » T2.5 – CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

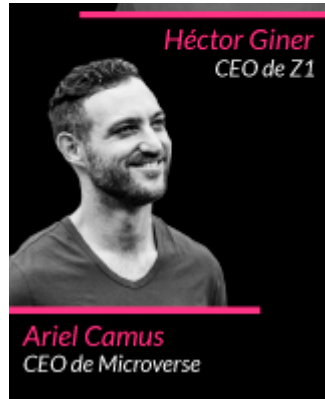
## T2.5 – Calidad de la energía eléctrica

Anuncios



Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

[Cerrar y aceptar](#)

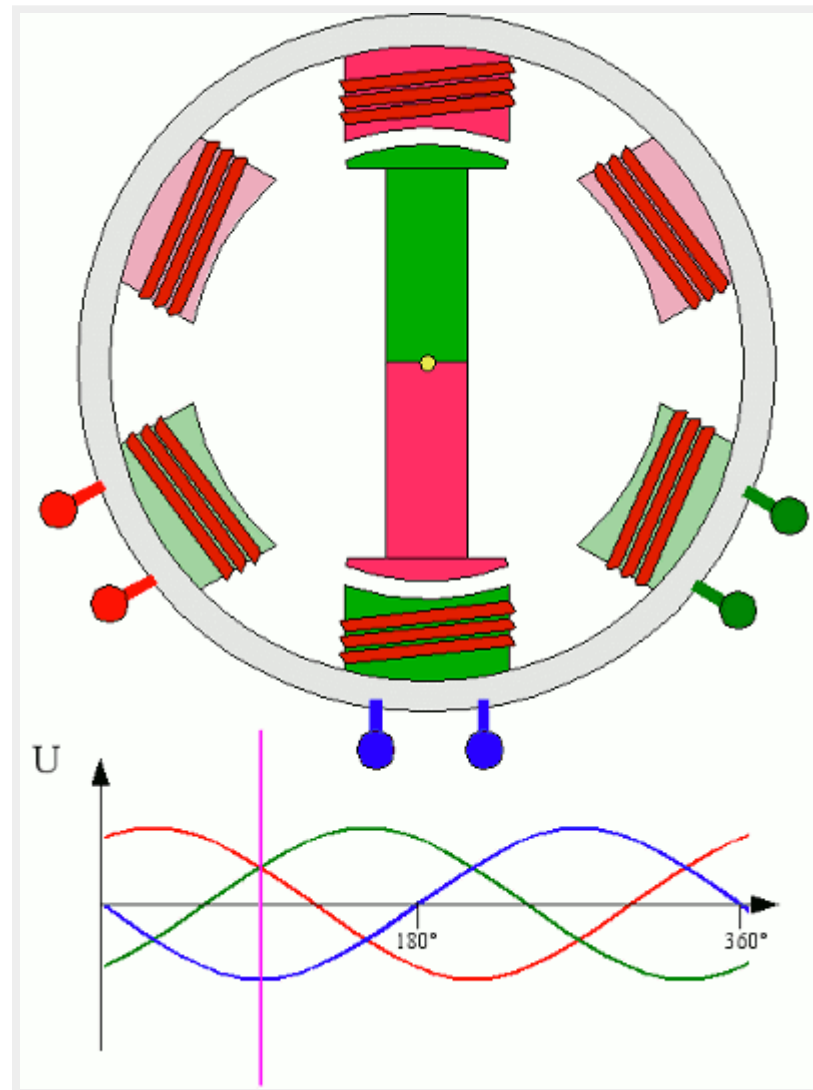
[INFORMAR DE ESTE ANUNCIO](#)[...tema anterior](#)

La energía eléctrica es generada, transportada y distribuida hasta llegar al consumidor final por la red eléctrica a través de vibraciones y pequeños desplazamientos en los electrones de los cables del orden de los 3 micrones hacia un lado y otro de su posición central que se inducen en el Generador a través del movimiento de un campo magnético en cercanías de un conductor. A esto lo denominamos intensidad de [corriente eléctrica](#).

Estas “pulsaciones” que se repiten cada 20 mseg (50 HZ) se pueden representar con un forma de onda sinusoidal.

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies](#).

[Cerrar y aceptar](#)



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

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

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

En general, la calidad del suministro de energía eléctrica se puede considerar como la combinación de:

- la disponibilidad del suministro de energía eléctrica,
- la calidad de la tensión suministrada
- la calidad de la corriente suministradas,

Una característica importante de la electricidad, y que no se presenta en otros productos, es que su utilización por parte de los consumidores modifica sus características.

La conexión de los aparatos de los clientes al sistema de distribución de energía eléctrica da origen a que circulen corrientes eléctricas proporcionales a las demandas de esos clientes.

Estas corrientes al circular por los conductores de la red van a dar origen a caídas de tensión.

Entonces, la amplitud de la tensión suministrada a un cliente va a estar en función de las caídas de tensión acumuladas en todos los elementos de la red por la que se alimenta el cliente, y que va a estar afectada por su propia demanda y por la demanda simultánea de otros clientes.

Como la demanda de cada cliente está variando continuamente, la tensión suministrada también lo hace en la misma forma.

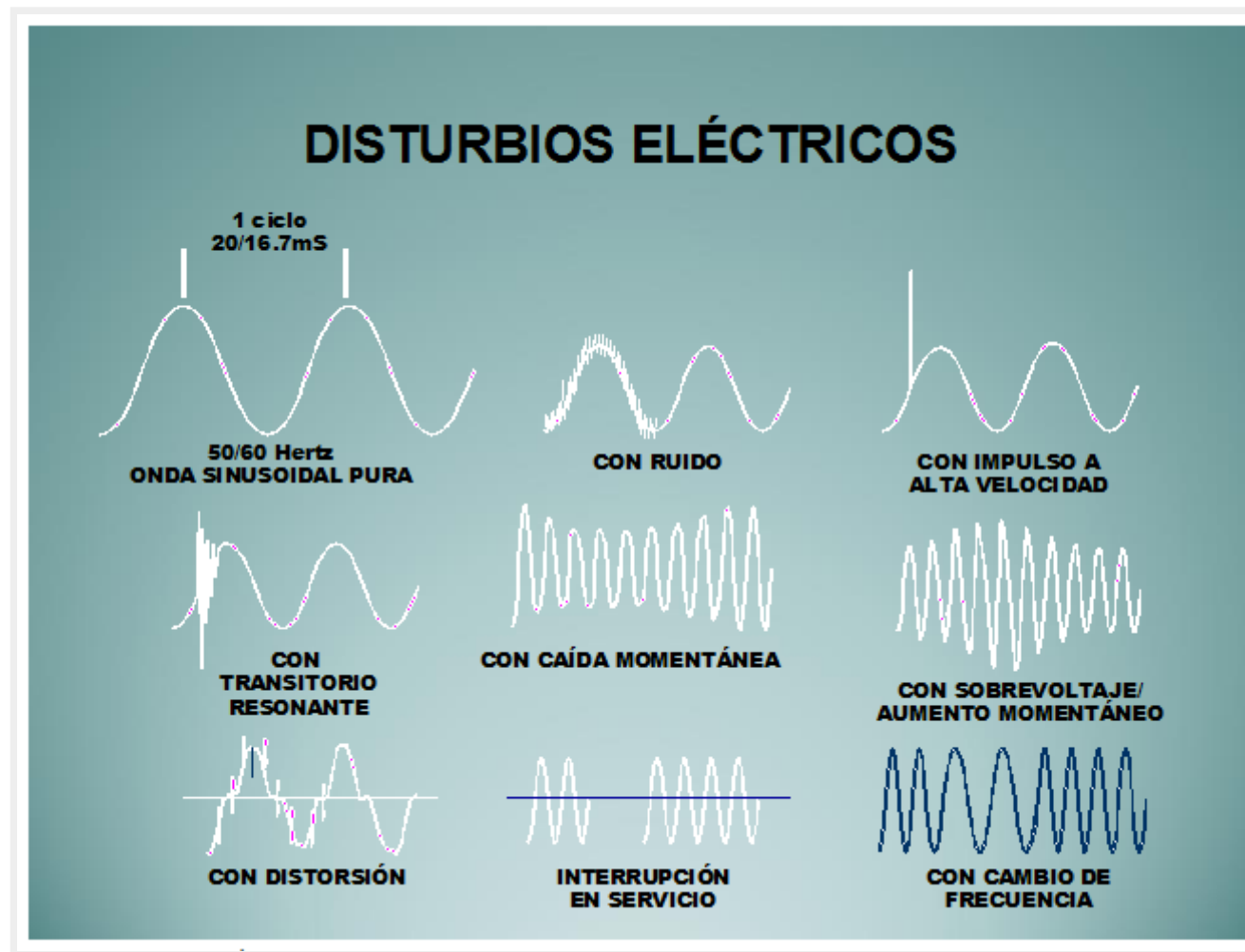
Además, los equipos electrónicos que utilizan la energía eléctrica generan fenómenos como:

- sobretensiones,
- distorsión armónica,
- variaciones de frecuencia,
- etc.,

Con base en lo anterior se pueden caracterizar, cinco variables que definen la CEE (Calidad de la Energía Eléctrica) :

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

Analizando cada defecto que puede aparecer en la línea eléctrica los más comunes y sus modos de resolución son:



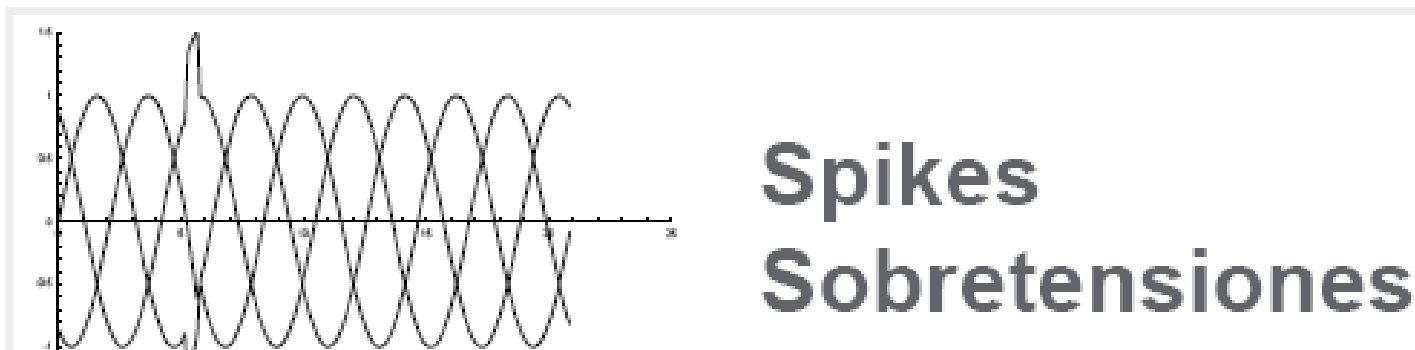
El suministro de tensión y corriente ideales en la práctica no existe, pero se pueden conseguir tasas de deformación mínimas balanceando cada perturbación.



pues las redes eléctricas tienen perturbaciones.

A continuación se listan las perturbaciones mas comunes que reducen la calidad de la energía y se enumeran algunos de sus efectos , causas y algunas de las mejoras posibles recordando siempre que cada caso debe evaluarse en concreto pues en general es una combinación de soluciones parciales la mejor de todas.

## 1) TRANSITORIOS



Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

## TRANSITORIOS (IMPULSOS / PICOS)

**DEFINICIÓN:**

Voltaje alto y angosto o impulso de corriente superimpuesto en la onda de CA

**CAUSAS:**

Conmutación en la compañía eléctrica  
Arco causado por una soldadora  
Apertura o cierre de un contactor  
Arranque de equipo industrial pesado  
Rayos

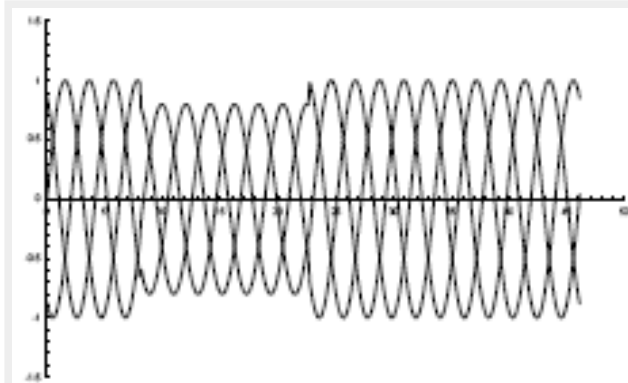
**EFFECTOS:**

Falla o daños al equipo, bloqueo del sistema, corrupción/pérdida de datos y fatiga de componentes que pueden causar fallas

**SOLUCIONES:**

Supresor TVSS, Transformadores de aislamiento\*, estabilizador UPS

## 2) SOBRETENSION



**Sags/swells**  
**Bajadas y sobre**  
**Tensiones**

## **SOBREVOLTAJE (AUMENTOS MOMENTÁNEOS)**

### **DEFINICIÓN:**

Aumento provisorio del voltaje RMS, puede durar varios ciclos

### **CAUSAS:**

Apagado de cargas grandes (motores, aire acondicionado, etc.)  
Compañía eléctrica dejando caer la carga

### **EFFECTOS:**

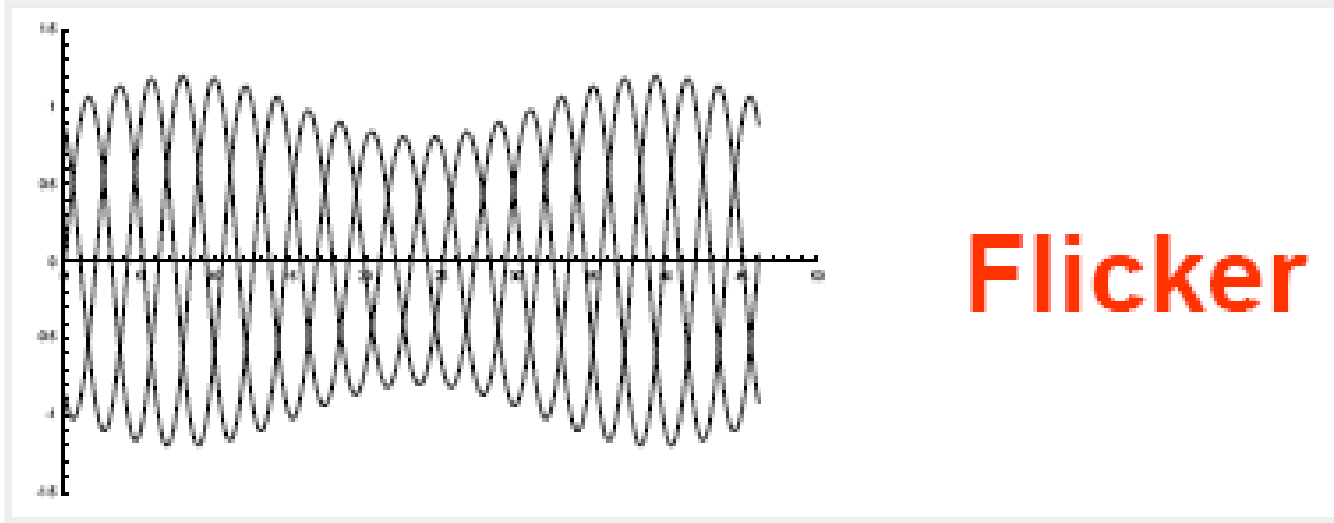
Daño permanente a equipos y demás artículos eléctricos

### **SOLUCIONES:**

- Regulador de voltaje/acondicionador de energía
- Estabilizador UPS con regulación de voltaje



### 3) SUBTENSION



## CAÍDA MOMENTÁNEA DE VOLTAJE

### DEFINICIÓN:

Caída provisoria del voltaje RMS, puede durar varios ciclos

### CAUSAS:

Arranque de cargas grandes  
(motores, aire acondicionado, etc.)  
Conmutación en la compañía eléctrica



### EFFECTOS:

Falla de sistemas, falla ocasional de los equipos, reducción en la eficiencia y vida útil de los equipos eléctricos, especialmente de motores

### SOLUCIONES:

- Regulador de voltaje/acondicionador de energía
- Estabilizadores UPS
- Suministros de CC

## 5) BAJA TENSION

## BAJO VOLTAJE

### DEFINICIÓN:

Caída provisoria del voltaje RMS, puede durar varias horas

### CAUSAS:

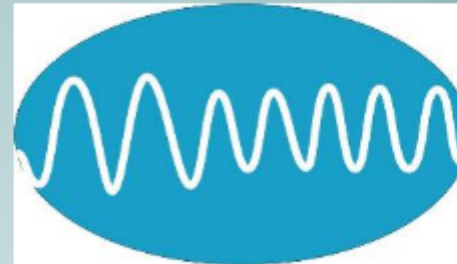
- Alta demanda en la red eléctrica
- Servicio situado al final de la red de distribución

### EFFECTOS:

Falla de sistemas y falla ocasional de los equipos, reducción en la eficiencia y vida útil de los equipos eléctricos, especialmente de motores

### SOLUCIONES:

- Regulador de voltaje



## 6) FALTA DE SUMINISTRO

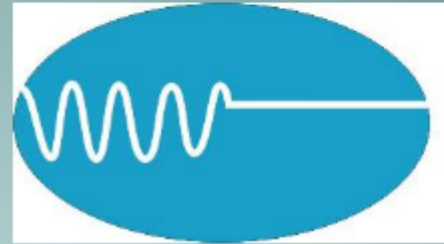
## APAGÓN (INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO)

**DEFINICIÓN:**

Pérdida repentina de energía de CA

**CAUSAS:**

Apertura de fusibles o cortacircuitos  
Tormentas  
Accidentes de construcción

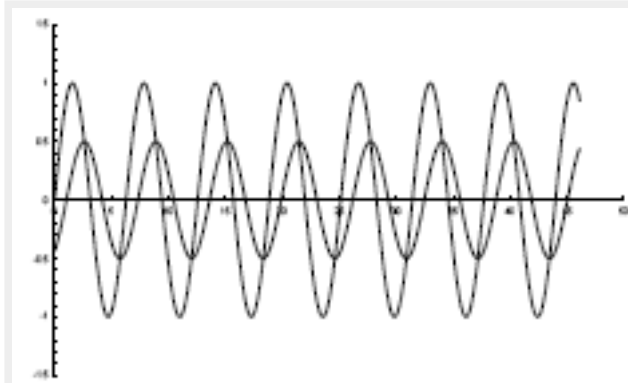
**EFFECTOS:**

Parada de equipos, pérdida de datos, retrasos de producción, ciclos de arranque largos y problemas de seguridad (pérdida de iluminación, alarmas y sistema megafónico)

**SOLUCIONES:**

Estabilizadores UPS

## 7) FACTOR DE POTENCIA



## Factor de Potencia

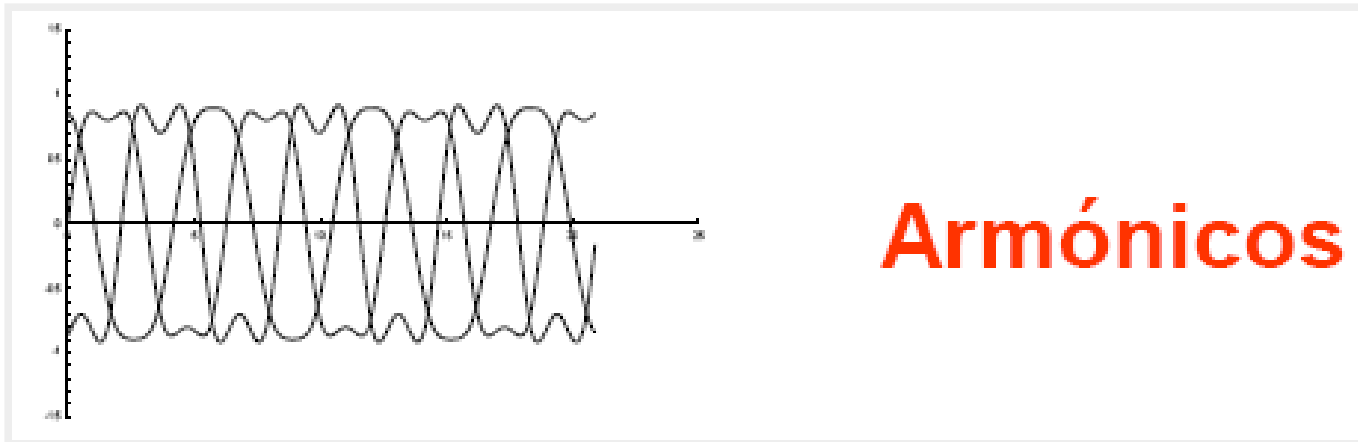
Este tema se desarrolla en el capítulo dedicado. [T2.4 – Factor de potencia](#)

En breves palabras evalúa la relación entre la potencia útil y la absorbida además del desplazamiento entre la onda de tensión y la de corriente.

Siendo un FP negativo el de cargas denominadas capacitivas en donde la corriente se adelanta a la tensión.

Y un FP positivo el de cargas denominadas Inductivas en donde la corriente se atrasa a la tensión.

## 8) ARMONICOS



# ARMÓNICOS

## DEFINICIÓN:

Distorsión de la onda sinusoidal

## CAUSAS:

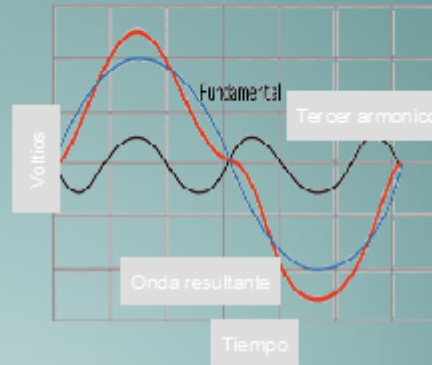
Suministros eléctricos conmutados  
Cargas no lineales

## EFFECTOS:

Alta corriente, conductores  
neutros y transformadores sobrecalentados,  
distorsión de voltaje, cortacircuito,  
pérdida de capacidad del sistema

## SOLUCIONES:

Estabilizador UPS en línea  
Reactor de línea  
Filtros activos  
Transformadores ferorresonantes



Este tema se desarrolla en el capítulo dedicado.

- Ver vídeo del Ingeniero Francesc Fornieles donde se hace una descripción del tema

[Tipos de ARMÓNICOS ELÉCTRICOS \(04:10\)](#)

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies](#).

Cerrar y aceptar

[Ve esto antes de comprar focos LED \(11:55\)](#)

[Conoce los mejores focos LED del mercado \(11:52\)](#)

## 8) RUIDO ELECTRICO

### RUIDO ELÉCTRICO

**DEFINICIÓN:**

Amplitud baja, corriente baja, disturbios de alta frecuencia

**CAUSAS:**

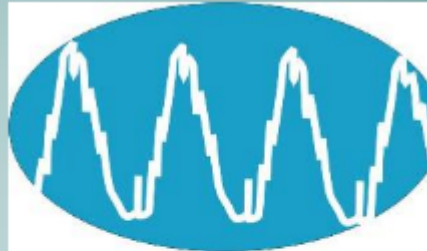
Suministros eléctricos conmutados, otras cargas, puesta a tierra inadecuada

**EFFECTOS:**

Errores de software y bloqueo del sistema

**SOLUCIONES:**

Transformador de aislamiento, estabilizador UPS en línea, o supresor TVSS/filtro. Recablear la carga o trasladar la fuente de ruido



# Mejorar la calidad

En la mayoría de los casos surgen combinaciones de estos eventos por lo que no existe una solución única y es imprescindible combinar varios sistemas que neutralicen cada disturbio.

## SOLUCIONES DE CALIDAD DE ENERGÍA



¡Una sola tecnología no  
puede  
resolver todos los problemas!

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

## ¿A DÓNDE SE PONEN ESTAS SOLUCIONES?

### Entrada del servicio

- Supresores TVSS Clase C
- Estabilizador UPS grande
- Generador (o 2ª línea eléctrica)

### Tableros de Distribución

- Transformadores de aislamiento
- Supresores TVSS Clase B
- Acondicionadores de energía



### Salas de control/procesamiento

- Transformadores de aislamiento
- Supresores TVSS Clase B
- Estabilizadores UPS
- Acondicionador de energía
- Estabilizadores UPS

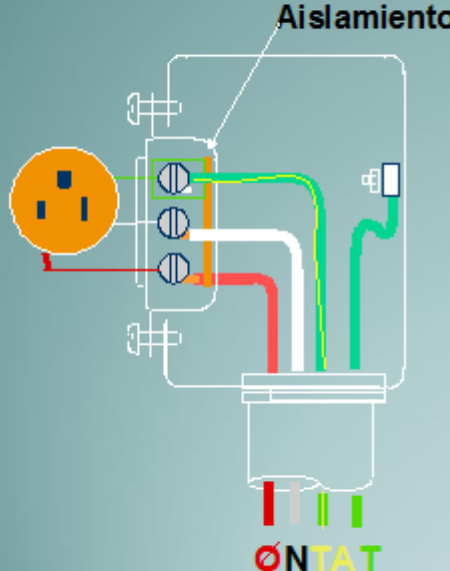
### Punto de carga

- Acondicionadores de energía
- Estabilizadores UPS
- Supresores TVSS Clase A
- Transformadores de aislamiento

**¡Una sola solución no basta para asegurar un suministro confiable!**

a) Puesta a tierra de coberturas, mallas y envolventes

## PUESTA A TIERRA AISLADA



**DEFINICIÓN:**

La denominación “Puesta a Tierra” comprende *cualquier unión metálica* directa, sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, *entre una parte de una instalación y un electrodo o placa metálica* enterrado en el suelo, de dimensiones y situación tales que, en todo momento, pueda asegurarse que el conjunto está prácticamente al mismo potencial de la tierra.

**PROBLEMAS RESUELTOS:**

Ruido e impulsos en modo común provenientes de otros equipos en el sistema de puesta a tierra

## b) Mejoramiento del factor de potencia

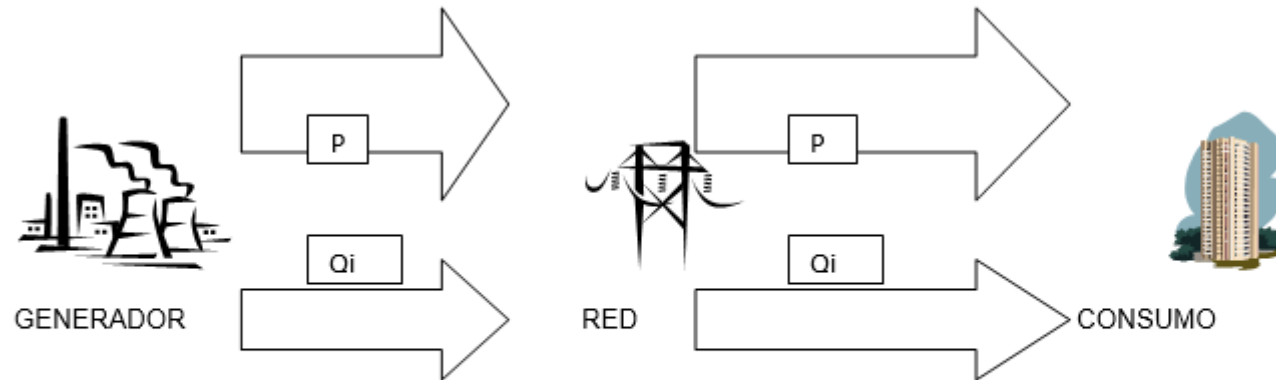
Este tema, su selección y uso esta desarrollado en [T2.4 – Factor de potencia](#)

En resumen con un conjunto de capacitores que se agregan a la instalacion estos absorben y devuelven la energía reactiva de la señal de alterna de la

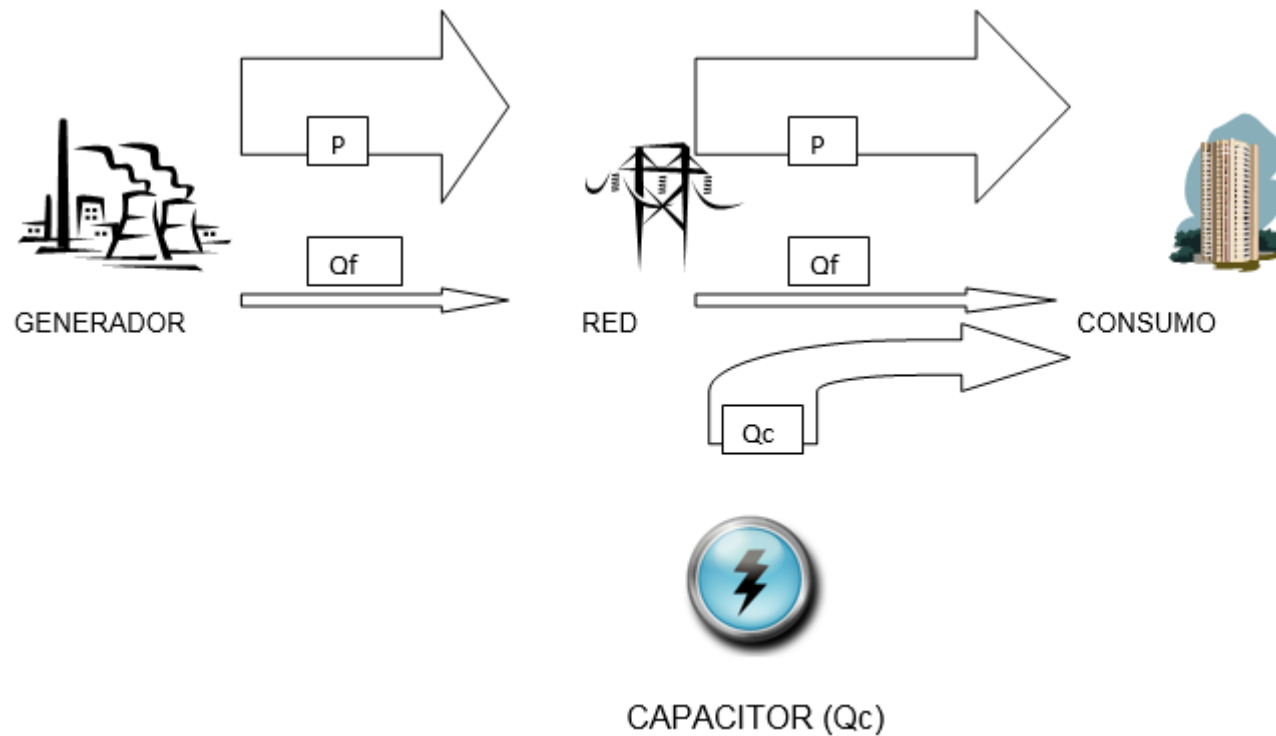
Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

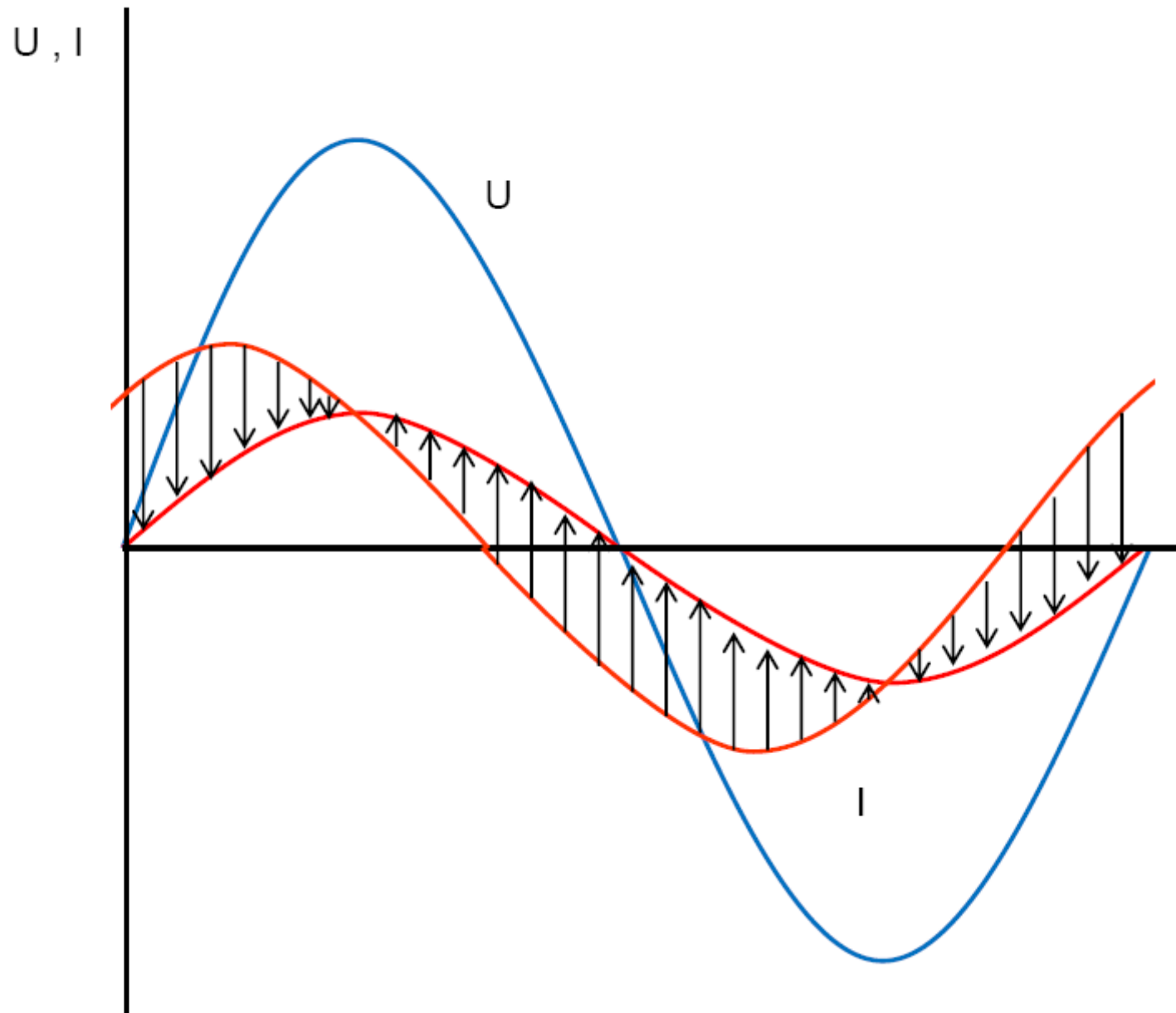
- Estado Inicial Con Bajo Factor de Potencia



- Estado final con Factor de Potencia corregido



En el gráfico siguiente, originalmente la corriente esta retrasada respecto a la tensión (carga inductiva) y el capacitor van compensando la señal de corriente con la energía reactiva que provee adelantándola y reduciendo el desfasaje entre tensión y corriente. De este modo al disminuir el desplazamiento entre tensión y corriente se reduce la energía reactiva en juego y la potencia Absorbida “S” se empieza a asemejar a la potencia útil “P” mejorando el factor de potencia.



Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

## c) Descargadores de Sobretensión

Este tema, su selección y uso esta desarrollado en [T08 – Descargadores de Sobretensión](#)

y con un ejemplo práctico en [P45 – 29 – Descargadores de Sobretensión](#)

### SUPRESOR DE SOBREVOLTAJE TRANSITORIO



#### DEFINICIÓN:

**Dispositivo que bloquea el voltaje en un nivel seguro durante un impulso**



#### PROBLEMAS RESUELTOS:

**Impulsos y rayos**

## Condiciones de instalación de los DPS

| Características de alimentación del inmueble o tipo de inmuebles a alimentar                                                                                                                                                                            | Nivel cerámico                |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                         | AQ ≤ 25 días por año (AQ1)    | AQ > 25 días por año (AQ2)    |
| Inmueble equipado con pararrayos (sistema externo o primario)                                                                                                                                                                                           | Obligatorio                   | Obligatorio                   |
| Inmueble alimentado en BT por una red totalmente aérea o parcialmente aérea <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                              | No obligatorio <sup>(3)</sup> | Obligatorio <sup>(2)</sup>    |
| Inmueble alimentado en BT por una red totalmente subterránea                                                                                                                                                                                            | No obligatorio <sup>(3)</sup> | No obligatorio <sup>(3)</sup> |
| Inmuebles que son afectados por la salida de servicio de la instalación (instalación indisponible) y/o inmuebles en los que se ve afectada la seguridad de las personas por la salida de servicio de equipos vinculados con la seguridad <sup>(4)</sup> | Según el análisis de riesgo   | Obligatorio                   |

<sup>(1)</sup> Esta disposición no es aplicable cuando las líneas aéreas están constituidas por conductores aislados con pantalla metálica conectada a tierra o incluyen un conductor conectado a tierra.

<sup>(2)</sup> Sin embargo, se admite no colocar dispositivos de protección contra sobretensiones si se ha realizado, por medio de la norma IEC 62305-2, un análisis del riesgo que lo justifique.

<sup>(3)</sup> La utilización de dispositivos de sobretensión puede igualmente ser necesaria para la protección de equipos o aparatos eléctricos o electrónicos cuando el costo o la no disponibilidad puede ser crítica en las instalaciones según resulte del análisis de riesgo efectuado.

<sup>(4)</sup> Esto es el caso por ejemplo en:

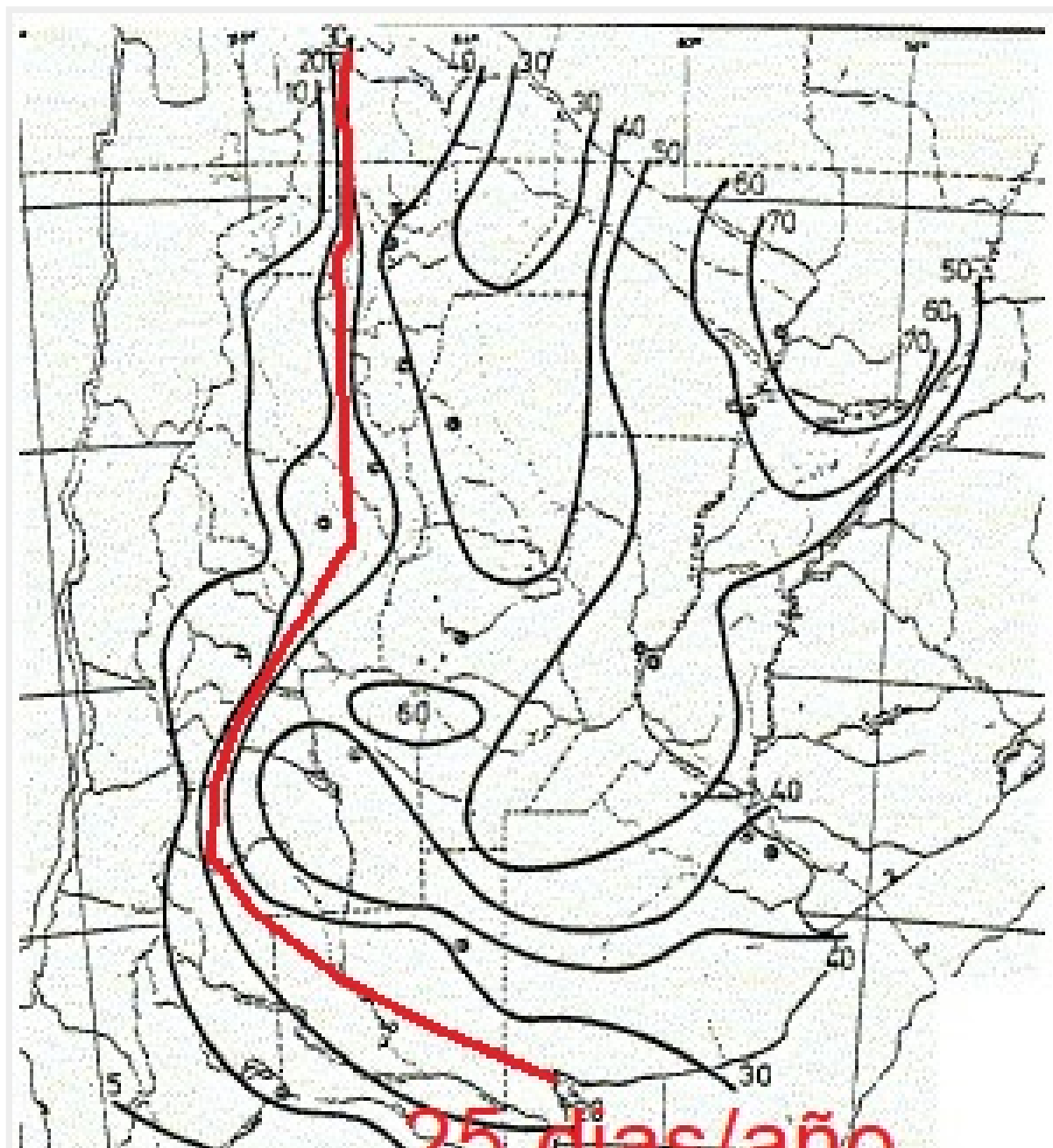
- instalaciones donde existan tratamientos médicos ininterrumpibles.
- instalaciones que incluyan sistemas de seguridad contra incendios, sistemas de alarmas técnicas, sistemas de alarmas sociales.

Cuando los DPS no son obligatorios, se puede efectuar un análisis de riesgo si el costo de los equipos o la no disponibilidad de la instalación, lo justifican.

Cuando los DPS son instalados en los circuitos de potencia, se recomienda también instalar DPS en los circuitos

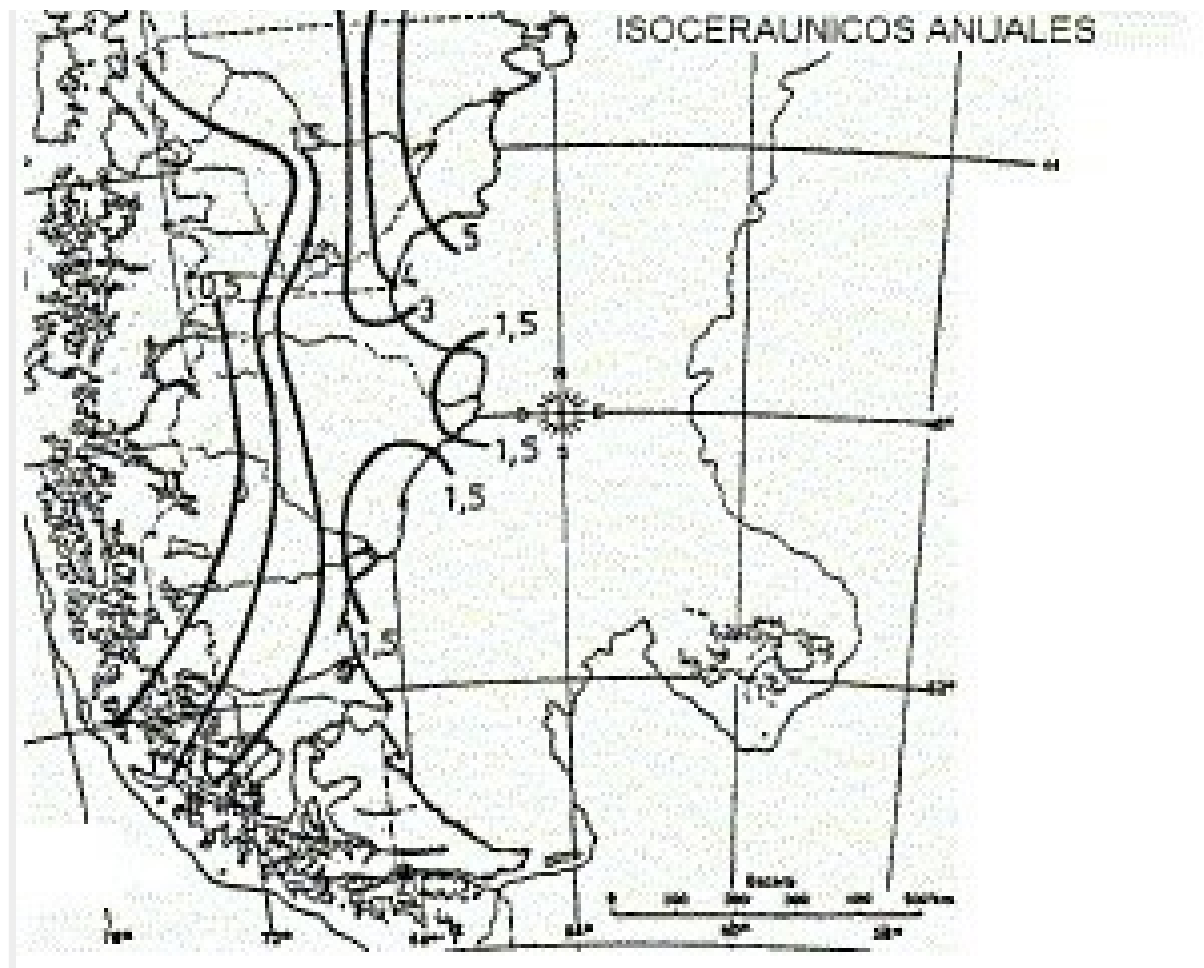
Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies](#).

Cerrar y aceptar



Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies](#).

Cerrar y aceptar



#### d) Transformadores de Aislación de tensión Constante

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

## TRANSFORMADOR DE VOLTAJE CONSTANTE (*FERRORRESONANTE*)



### DEFINICIÓN:

**Transformador diseñado con  
regulación de voltaje inherente**

### PROBLEMAS RESUELTOS:

**Impulsos, ruido, sobrevoltajes,  
caídas momentáneas, reducciones  
planificadas y armónicos**

Estos equipos actúan en base a su inercia electromagnética generada por la ferresonancia, es decir sintéticamente que absorben pequeñas distorsiones de la red de entrada en el primario asegurando a la salida una onda senoidal pura.

Bien seleccionados son unas de las fuentes fundamentales de mejorar la calidad ya en la carga final.

El Transformador Ferrerresonante es un sistema que mantiene Energía Almacenada en forma Oscilante, que pulsa como un péndulo, a la misma frecuencia y en fase con la tensión de línea. Cuando se produce un micro-corte en la entrada, el “péndulo empuja” liberando la energía almacenada, filtrando así, el evento.

Este Sistema Oscilante tiene una alinealidad muy deseable: si la tensión de entrada varía mucho, la de salida variará muy poco. Esto se consigue mediante un circuito resonante sintonizado a la frecuencia de línea que actúa sobre una sección o “shunt” del transformador.

El primario del mismo opera en modo lineal y la acción del “regulador shunt” controla la cantidad de flujo magnético que llegará al secundario,

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

El mismo circuito sintonizado, filtrará además la tensión, entregando una onda senoidal en la salida.

Posee Aislación Galvánica entre entrada y salida, eliminando totalmente el riesgo de electrocución. Cuenta con una pantalla electrostática, la cual minimiza el acoplamiento capacitivo, bloqueando ruidos espúreos de línea. Gracias a éstos elementos, se suprimen prácticamente todos los ruidos que ingresan por la línea en modo común, normal y transversal.

En particular en el ámbito hospitalario el desarrollo tecnológico ha dado lugar a la aparición de una gran cantidad de equipos electromédicos que se aplican a la atención de pacientes para efectuar diagnósticos, cirugías y monitorizaciones.

Esto permite mejores tratamientos, pero también implica un aumento del riesgo de accidente por descarga eléctrica lo cual es especialmente peligroso cuando se trata de procesos de tipo invasivo, ya que las corrientes eléctricas, aunque sean de pequeña magnitud, pueden tener consecuencias fatales para el paciente.

Es importante garantizar la continuidad del servicio eléctrico mediante fuentes alternativas de energía, ya que la vida de los pacientes depende de las máquinas que los asisten.

La necesidad de garantizar la seguridad eléctrica desde estos puntos de vista, como así también la de prevenir los riesgos de incendio y explosión, obligará en estos recintos hospitalarios a realizar el suministro eléctrico de energía por medio de un sistema aislado, llamado red IT.

Una red aislada previene la ocurrencia del macroshock al personal médico y asegura la continuidad del servicio eléctrico frente a la denominada primera falla.

Además permite prevenir junto a otras medidas complementarias; como la supervisión permanente por medio de un monitor de aislamiento y la instalación de una estructura equipotencial, la ocurrencia del microshock en los pacientes.

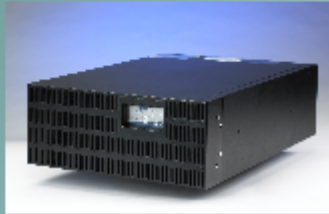
La referida reglamentación 710 de la AEA, determina el uso de transformadores monofásicos y de aislamiento seco debido a su menor riesgo de incendio, contaminación y mayor confiabilidad para la prestación del servicio y define un acotado rango de potencias que va desde 3.15kVA hasta 8kVA, siendo de 5kVA la potencia preferida para las Unidades de Terapia Intensiva y Quirófanos.

## e) Suministro estabilizado Ininterrumpible

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies](#).

Cerrar y aceptar

## SUMINISTRO ELÉCTRICO ININTERRUMPIBLE (UPS)



### DEFINICIÓN:

Dispositivo que posee una batería para dar respaldo durante una interrupción del suministro.



### PROBLEMAS RESUELTOS:

Interrupciones del suministro (limitado a la duración de la batería). Impulsos, ruido, sobrevoltajes, caídas momentáneas, reducciones planificadas y armónicos (dependiendo de la tecnología UPS)

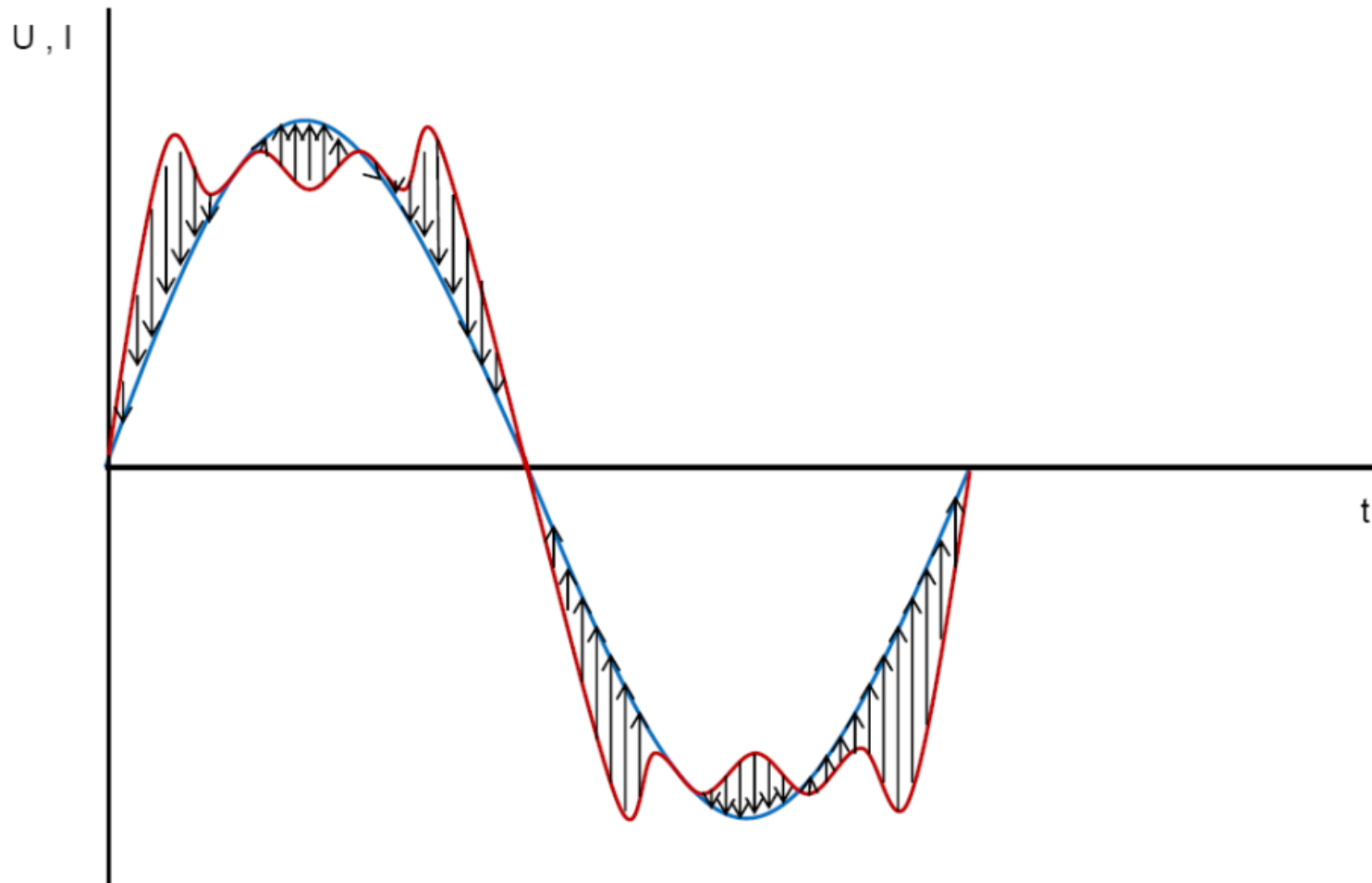
Para asegurar la continuidad de la energía, la combinación de UPS y grupo electrógeno es la solución óptima para casos de necesidad de Energía permanente pues la autonomía de las UPS es de minutos.

### f) Filtros de Armónicos pasivos o activos

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

## Filtro Activo de Armónicos



Los filtros activos están formados por sistemas de inductancias sintonizadas (igual frecuencia de resonancia) con las diferentes armónicas que se encuentran en el sistema que al estar en resonancia con las mismas las derivan a tierra por la baja impedancia que presentan frente a las corrientes de

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

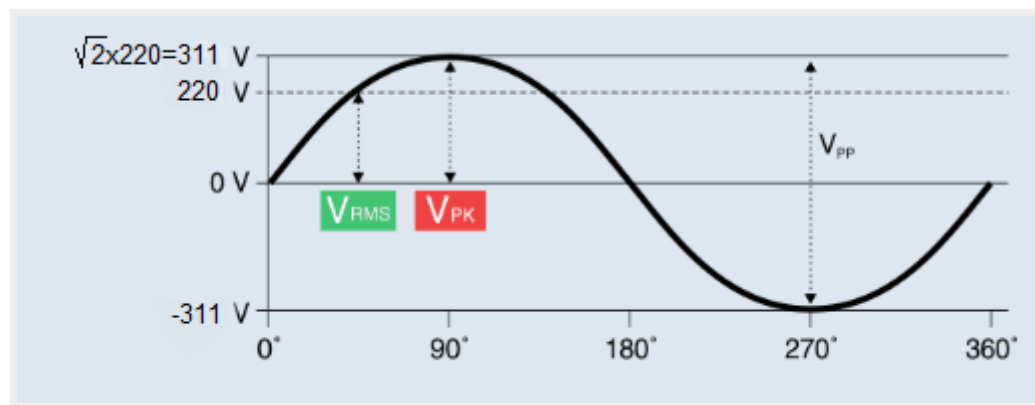
Los filtros activos de armónicas van compensando la onda “deformada” con contenido de armónicos para asemejarla a la senoidal pura de la frecuencia fundamental inyectando de modo electrónico corriente positiva o negativa.

## Valor Eficaz

La tensión de una onda senoidal varía en el tiempo y por tanto *no es igual a la tensión que alcanzan sus picos*. El valor eficaz de la tensión de una señal alterna es su equivalencia en forma de tensión continua y solo se puede calcular con instrumentos de medida RMS o True RMS.

RMS: *Root Mean Square* (Raíz de la Media de los Cuadrados) o valor Eficaz.

TRMS: *True Root Mean Square* (Raíz de la Media de los Cuadrados) o Verdadero valor Eficaz.



La medida RMS es fiable cuando la onda sinusoidal es perfecta, porque esta medida solo tiene en cuenta el valor de pico de la forma de onda.

$$V_{RMS} = \frac{V_{PICO}}{\sqrt{2}} \approx V_{PICO} \times 0,707$$

Las medidas **RMS** no se pueden considerar fiables porque hoy en día cualquier instalación eléctrica tiene múltiples **fuentes de parásitos** que provocan que la forma de onda de la corriente alterna **nunca sea perfecta**.

La medida **True RMS** (Verdadero Valor Eficaz) utiliza fórmulas matemáticas más complejas que permiten obtener un valor más aproximado a la realidad que los RMS. Además de los valores de pico, toman varias muestras de los valores a lo largo de cada uno de los ciclos.

$$V_{\text{TRMS}} = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2}{n}}$$

## Distorsión Armónica Total – THDI – THDV

Se puede definir la distorsión armónica total en corriente THDI o en Tensión THDV. Independientemente si fuese de tensión o corriente hablamos matemáticamente de la Distorsión Armónica Total THD.

Existen dos definiciones del THD (h) una establecida por la IEC a través del VEI 161-02-23 y otra establecida por el CIGRE (Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas).

- Según el VEI 161-02-23, THD (de Total Harmonic Distortion) “es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico (sin incluir la fundamental) y el valor eficaz de la magnitud alterna (incluyendo la fundamental”; su expresión matemática es:

$$THD(h) [\%] = 100 \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + h_6^2 + \dots + h_n^2}}{h_{ef}} = 100 \frac{\sqrt{\sum_2^n h_n^2}}{h_{ef}}$$

- Según CIGRE (Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas) , D “es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico (sin incluir la fundamental) y el valor eficaz de la fundamental”

$$D(h) [\%] = 100 \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + h_6^2 + \dots + h_n^2}}{h_1} = 100 \frac{\sqrt{\sum_2^n h_n^2}}{h_1}$$

Esta medición respecto a la fundamental es la mas usada.

Pero dado que son valores porcentuales respecto a la fundamental es mas importante para determinar el riesgo el valor neto de armónicos llamado TDD (Tasa de Distorsión Armónica Total) que es la distorsión armónica a máxima carga.

Cuando la distorsión es baja (caso frecuente en la tensión), no hay prácticamente diferencia entre ambas distorsiones.

La relación entre ambas es la siguiente:

$$D^2 = \frac{THD^2}{1 - THD^2} \quad o \quad THD^2 = \frac{D^2}{1 + D^2}$$

La Norma IEEE 519-2014 reglamenta la calidad de la energía en la etapa de Generación y Distribución.

El propósito de la IEEE 519 es el de recomendar límites en la distorsión armónica según dos criterios distintos, específicamente:

1. Se establece una limitación en el nivel de voltaje armónico que una compañía de distribución de electricidad puede suministrar al consumidor.
2. Existe una limitación sobre la cantidad de corriente armónica que un consumidor puede inyectar en la red de distribución eléctrica.

## 1-Energía suministrada por distribuidora

La distribuidora debe mantener acotado el (THDV) en el PCC.

(El PCC se define como el punto de acoplamiento común. Desde donde la distribuidora puede alimentar a varios usuarios.)

Operadores deben limitar y garantizar:

**Table 1—Voltage distortion limits**

| <b>Bus voltage <math>V</math> at PCC</b> | <b>Individual harmonic (%)</b> | <b>Total harmonic distortion THD (%)</b> |
|------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| $V \leq 1.0 \text{ kV}$                  | 5.0                            | 8.0                                      |
| $1 \text{ kV} < V \leq 69 \text{ kV}$    | 3.0                            | 5.0                                      |
| $69 \text{ kV} < V \leq 161 \text{ kV}$  | 1.5                            | 2.5                                      |
| $161 \text{ kV} < V$                     | 1.0                            | 1.5 <sup>a</sup>                         |

<sup>a</sup>High-voltage systems can have up to 2.0% THD where the cause is an HVDC terminal whose effects will have attenuated at points in the network where future users may be connected.

El THDV lo definen:

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies](#).  
es uno mas.

Cerrar y aceptar

### 3. Las cargas de un único usuario no definen el THDV.

## 1-Inyeccion de corriente de consumidores

El límite primario de los clientes individuales es la cantidad de corriente armónica que ellos pueden inyectar en la red de distribución.

Los límites de corriente se basan en el tamaño del consumidor con respecto al sistema de distribución.

Los clientes más grandes se restringen más que los clientes pequeños.

El tamaño relativo de la carga con el respecto a la fuente se define como la relación de cortocircuito (SCR), al punto de acoplamiento común (PCC), que es donde carga del consumidor conecta con otras cargas en el sistema de potencia.

El tamaño del consumidor es definido por la corriente total de frecuencia fundamental en la carga,  $I_L$ , que incluye todas las cargas lineales y no lineales.

El tamaño del sistema de abastecimiento es definido por el nivel de la corriente de cortocircuito,  $I_{SC}$ , al PCC.

Estas dos corrientes definen el SCR:

$$SCR = \frac{\text{short circuit MVA}}{\text{load MW}} = \frac{I_{SC}}{I_L}$$

Una relación alta significa que la carga es relativamente pequeña y que los límites aplicables no serán tan estrictos como los que corresponden cuando la relación es mas baja.

Esto se observa en la tabla 2, donde se recomiendan los niveles máximos de distorsión armónica en función del valor de SCR y el orden de la armónica.

**Table 2—Current distortion limits for systems rated 120 V through 69 kV**

| Maximum harmonic current distortion<br>in percent of $I_L$ |                 |                  |                  |                  |                     |      |
|------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|------|
| Individual harmonic order (odd harmonics) <sup>a, b</sup>  |                 |                  |                  |                  |                     |      |
| $I_{sc}/I_L$                                               | $3 \leq h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $35 \leq h \leq 50$ | TDD  |
| $< 20^c$                                                   | 4.0             | 2.0              | 1.5              | 0.6              | 0.3                 | 5.0  |
| $20 < 50$                                                  | 7.0             | 3.5              | 2.5              | 1.0              | 0.5                 | 8.0  |
| $50 < 100$                                                 | 10.0            | 4.5              | 4.0              | 1.5              | 0.7                 | 12.0 |
| $100 < 1000$                                               | 12.0            | 5.5              | 5.0              | 2.0              | 1.0                 | 15.0 |
| $> 1000$                                                   | 15.0            | 7.0              | 6.0              | 2.5              | 1.4                 | 20.0 |

<sup>a</sup>Even harmonics are limited to 25% of the odd harmonic limits above.

<sup>b</sup>Current distortions that result in a dc offset, e.g., half-wave converters, are not allowed.

<sup>c</sup>All power generation equipment is limited to these values of current distortion, regardless of actual  $I_{sc}/I_L$ .

where

$I_{sc}$  = maximum short-circuit current at PCC

$I_L$  = maximum demand load current (fundamental frequency component)  
at the PCC under normal load operating conditions

La tabla también identifica niveles totales de distorsión armónica TDD.

**TDD** = Total distorsión de la demanda actual es la distorsión armónica de corriente calculado contra la carga total (demanda) del sistema eléctrico.

A plena carga **TDD=THD**.

Todos los valores de distorsión de corriente se dan en base a la máxima corriente de carga (demanda).

Por ejemplo un consumidor con una demanda de 2.2 MVA en una red de 33kV con una potencia de cortocircuito de 300MVA tiene los siguientes límites:

$$S_{cr} = 300/2.2 = 136.$$

Tiene un límite recomendado de 15.0% para TDD, mientras que para componentes armónicas impares individuales de ordenes menores a 11, el límite es del 12%.

Es importante notar que los componentes individuales de las corrientes armónicas no se suman directamente para que todo el armónicos característico no pueda estar a su límite máximo individual sin exceder el TDD.

## Elección del sistema de corrección

**Estándar:** Baterías de condensadores, con los condensadores de tensión nominal, como mínimo a la tensión de servicio.

**Clase SAH:** Baterías de condensadores con inductancias antiarmónicos; y los condensadores sobredimensionados en tensión, como mínimo un 10% respecto a la tensión de utilización.

**Filtros:** Recomendable los filtros activos de armónicos

Según el porcentaje de la distorsión de la corriente armónica total THDi medida en el secundario del transformador, con la carga máxima y sin ningún condensador conectado (si lo hubiese):

| THDi (%)  | Estándar | Clase SAH | Filtros |
|-----------|----------|-----------|---------|
| < 10%     | •        |           |         |
| 10% < 20% |          | •         |         |
| > 20%     |          |           | •       |

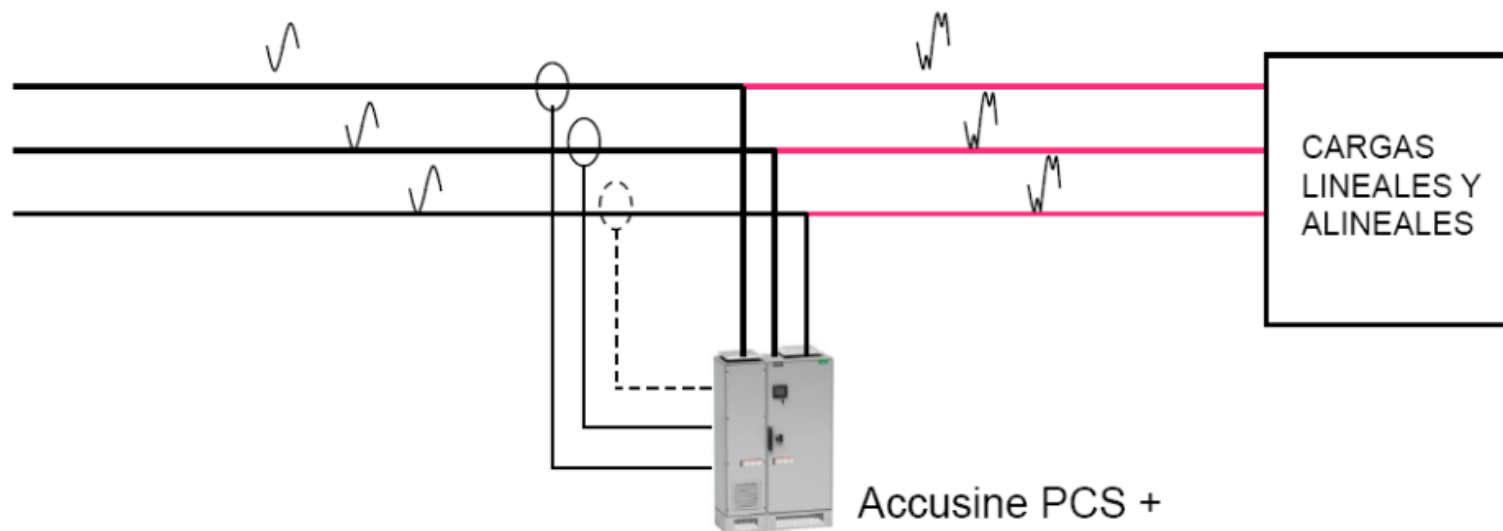
Según el porcentaje de la distorsión de tensión armónica total THDu medida en el secundario del transformador, con la carga máxima y sin ningún condensador conectado (si lo hubiese):

| THDu (%) | Estándar | Clase SAH | Filtros |
|----------|----------|-----------|---------|
| < 2%     | •        |           |         |
| 2% < 6%  |          | •         |         |
| > 6%     |          |           | •       |

## Uso de Filtros activos para reducir el contenido de armónicas

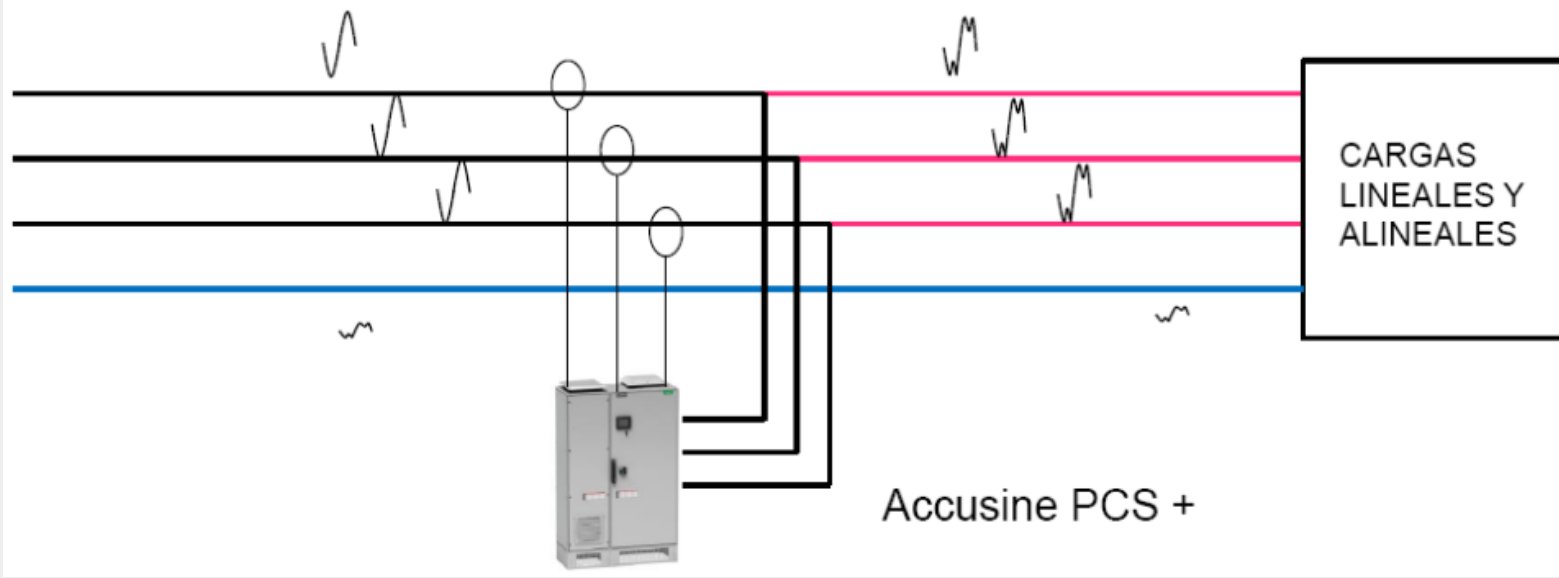
### 1- Cargas Trifásicas sin neutro

### Ejemplo CCM con variadores de velocidad



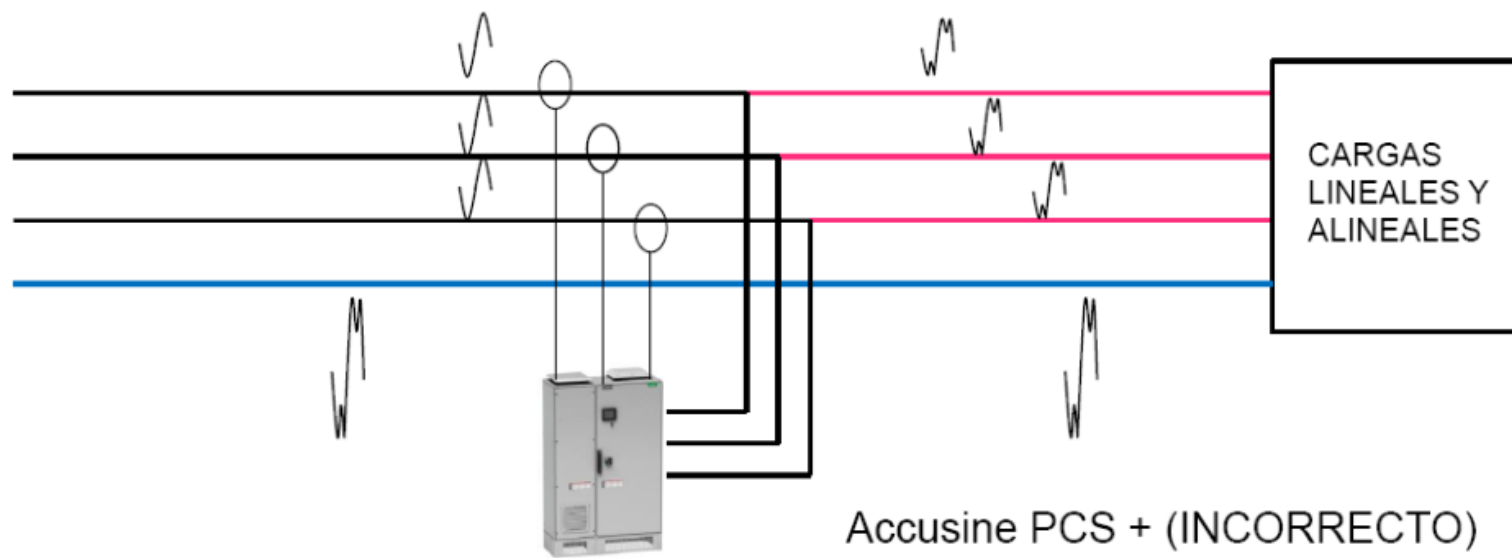
### 2- Cargas Trifásicas con neutro

### Ejemplo: Planta Industrial



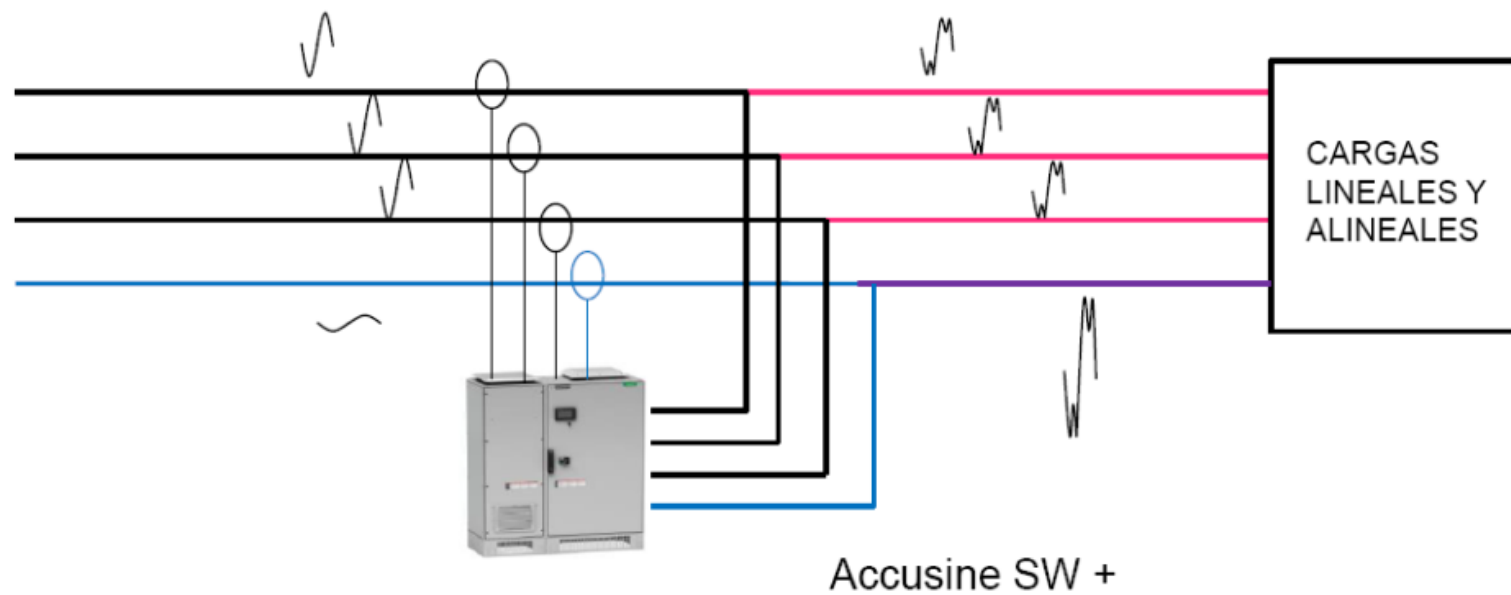
### 3- Cargas Trifásicas/Monofásicas (sistema incorrecto sin corrección en el neutro de la 3ra armónica)

### Ejemplo: Edificio Corporativo



#### 4- Cargas Trifásicas/Monofásicas (sistema correcto)

## Ejemplo: Edificio Corporativo



tema siguiente...

Anuncios

OpenWebinars

### WEBINAR GRATUITO

Cómo coordinar equipos IT en remoto

ACCEDER

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar



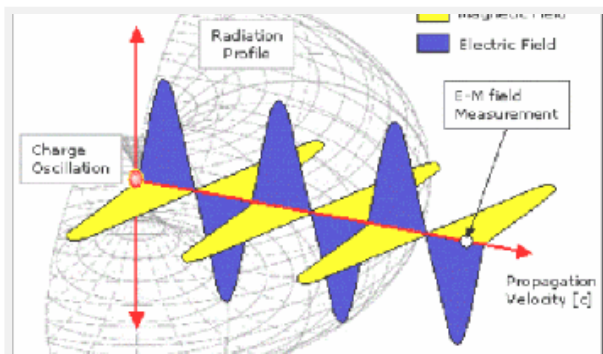
Comparte esto:



Me gusta

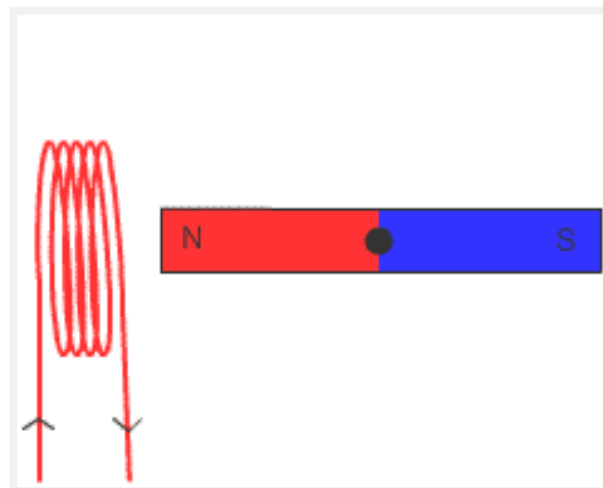


A un bloguero le gusta esto.



### T01.2 - Electricidad

En «Teoría»



### T02 - Corriente Alterna

En «Teoría»

### T01.9 - Energía Eléctrica

...tema anterior Se define como la capacidad para realizar un trabajo. Se mide en Joules, pero en lo relativo a la Energía Eléctrica, la medimos en Watt.hora  
En «Teoría»

POR IE2MMO EN PROYECTO EL 2 JULIO, 2019.

← T2.4 – FACTOR DE POTENCIA

T2.6 – ARMÓNICOS →

## 2 comentarios

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

5 JULIO, 2019 DE 5:29 PM



[...] tema siguiente... [...]

★ Me gusta



## T2.6 – Armónicos « instalaciones electromecánicas

29 AGOSTO, 2019 DE 4:13 PM

RESPONDER

[...] ...tema anterior [...]

★ Me gusta

## Responder

Introduce aquí tu comentario...

Blog de WordPress.com. No vendas mi información personal

Seguir instalaciones electromecánicas { 5

■ 234.646 visitas

AYUDA A DIFUNDIR

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

SÍGUEME EN TWITTER

## Tweets por @ie4anyone



**ie4anyone**

@ie4anyone

Ver "La historia de la electricidad - BBC - parte 1 de 3" en [#Vimeo vimeo.com/263915117?ref=...](https://vimeo.com/263915117?ref=...)

Insertar

Ver en Twitter

u

Privacidad & Cookies: este sitio usa cookies. Al continuar usando este sitio, estás de acuerdo con su uso. Para saber más, incluyendo como controlar las cookies, mira aquí: [Política de Cookies.](#)

Cerrar y aceptar

