

PERTURBACIONES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO Y FORMAS DE MITIGARLO

1. INTRODUCCIÓN

En todo sistema eléctrico existen perturbaciones en la señal de tensión o corriente, esto es debido al aumento de la electrónica de potencia en la generación y consumo, es por ello que en la actualidad existen normativas nacionales e internacionales que han establecido límites permisibles de perturbaciones, los cuales se tienen que cumplir para que la señal de tensión y corriente este lo más próxima a una señal sinusoidal, y de esa manera no se afecte al usuario ni al sistema eléctrico.

Es por ello que en el presente artículo daremos a conocer las perturbaciones más comunes y que tipo de ingeniería se está utilizando para poder disminuirlas y de esa manera obtener una buena calidad de energía.



Fig. 1. Calidad de energía / Fuente: <https://pqbarcon.com/costo-de-la-mala-calidad-de-energia/>

2. ANTECEDENTES

A medida que la electrónica comienza a masificarse interviniendo como componentes en todos los equipos eléctricos, está provocando que en el sistema prevalezcan las cargas no lineales, lo cual ha llevado a tener un sistema eléctrico con muchas perturbaciones, es por ello que en los últimos años los organismos internacionales han visto necesario emitir normas y reglamentos que ayuden a mitigar la emisión de las perturbaciones en la generación y a nivel de usuario, además de definir conceptos que antes no eran necesario en el sector eléctrico, como es el caso de la calidad de energía.

3. DESARROLLO

3.1. CONCEPTO DE CALIDAD DE ENERGÍA. Para poder entender todas las perturbaciones que se pueden dar en el sistema eléctrico, antes es necesario entender el concepto de calidad de energía, para lo cual no hay una definición absoluta, pero muchos lo definen a través de como su utilización afecta negativamente en el desempeño de las cargas en un sistema eléctrico. Las principales normas lo definen de la siguiente manera:

- **IEEE 1100**

Esta norma define a la calidad de energía como el concepto de alimentación y de puesta a tierra de equipo electrónico sensible en una manera que sea adecuado para su operación.

- **IEC 61000**

La IEC 61000 define a la calidad de energía en términos de "Compatibilidad Electromagnética"; es decir es la capacidad de un aparato, equipo o sistema para funcionar en su entorno electromagnético de forma satisfactoria y sin producir el mismo perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo aquello que se encuentre en este entorno.

3.2. CATEGORÍAS DE PERTURBACIONES ELÉCTRICAS.

- A. La NIST- National Institute of Standards and Technology, indica que los disturbios pueden estar divididos en 2 categorías:

Disturbios en estado estable:

- Noise
- Armónicos
- Sobre voltaje
- Sub voltaje

Disturbios en estado intermitente:

- Sag
- Swells
- Impulso
- Transitorios
- Interrupciones

B. Según la IEEE Std 1159-2009, las perturbaciones se pueden clasificar según su duración, amplitud, espectro armónico de los fenómenos electromagnéticos que provocan las perturbaciones. Estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Transitorios** (Transitorios impulsionales, transitorios oscilantes)
- **Variaciones de corta duración** (Interrupciones, huecos, sobretensiones momentáneas)
- **Variaciones de larga duración** (Sobretensión, sub tensión, interrupciones mantenidas)
- **Desequilibrio** (Desequilibrio de tensión y de corriente)
- **Distorsión de forma de onda** (Armónicos, sub armónicos, interarmónicos, microcortes componentes de continua y ruidos de alta frecuencia.)
- **Fluctuaciones de tensión**
- **Variaciones de frecuencia**

3.3. DEFINICIÓN DE LOS DISTURBIOS .

3.3.1. Transitorios

a. Impulsionales: Es un incremento en el nivel de tensión que dura microsegundos, es debido principalmente por fallas en la red eléctrica, descargas atmosféricas y maniobras de gran carga. Ejemplo: Caída directa de un rayo en una estructura.



Fig. 2. Descarga atmosférica / Fuente: <https://mgiingenieria.com/servicios/6-proteccion-contra-descargas-atmosfericas.html>

b. Oscilantes: Respuesta sub amortiguada, duración desde microsegundos hasta milisegundos. Ejemplo: Conexión de un banco de compensación reactiva.



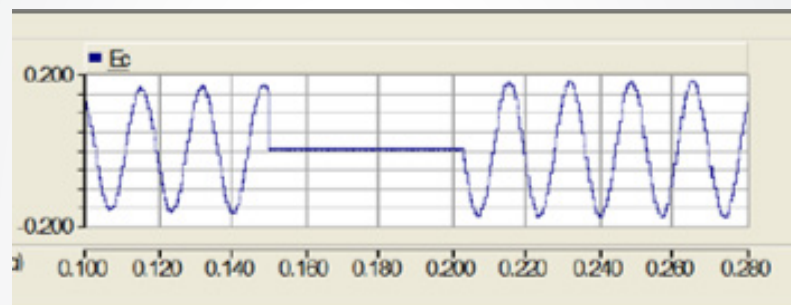
Fig. 3. Banco de condensadores / Fuente: <https://br.pinterest.com/betholoaiza/banco-de-condensadores/>

3.3.2. Variaciones de corta duración:

Las variaciones de tensión son causadas por fallas en las líneas, elevadas corrientes, energización de grandes cargas o fallas en la conexión de los sistemas.

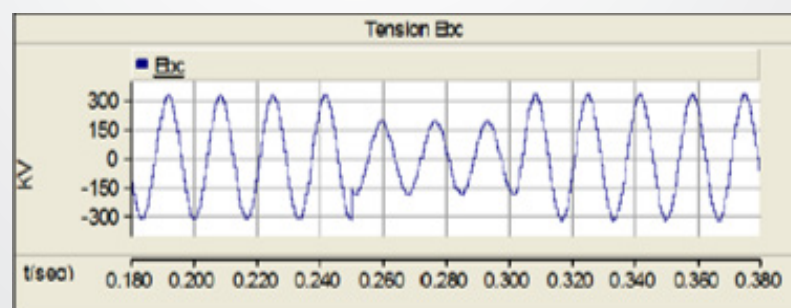
a. Interrupciones

Consiste en descensos de tensión por debajo de un 10% de su valor nominal.



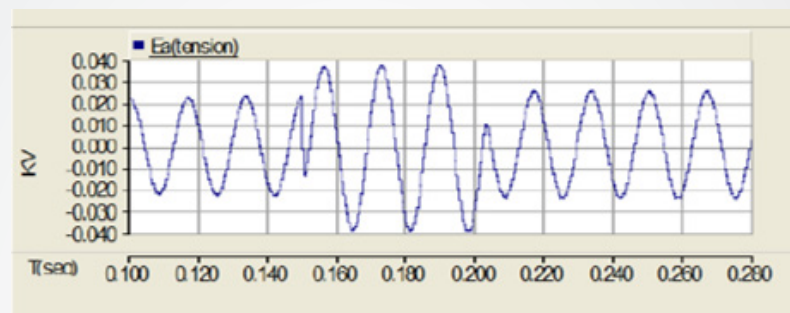
b. Huecos de Tensión (SAGS)

Son descensos de la tensión entre un 90% y un 10% de su valor nominal. Los huecos de tensión son usualmente asociados a cortocircuitos en las líneas, a la energización de grandes cargas, o al arranque de grandes motores.



c. **Sobretensión momentánea (SWELL)**

Se trata de elevaciones de tensión entre un 110% y un 180% de su valor nominal con una duración que abarca desde medio ciclo hasta un minuto.



3.3.3. Variaciones de larga duración:

Pueden ser caracterizadas como variaciones de tensión cuya duración es más de 1 minuto.

- Sobretensiones:** Consiste en elevaciones de la tensión más allá del 110% de su valor nominal durante más de un minuto. Es causado por una pobre regulación de tensión.
- Subtensiones:** Son disminuciones de la tensión más allá del 90% de la tensión nominal durante más de un minuto.
- Interrupciones Mantenidoas:** Son cortes absolutos de la alimentación durante periodos superiores a un minuto.

3.3.4. Desequilibrio de tensión:

Está ligado a la aparición de componentes de secuencia negativa y/o homopolar de frecuencia fundamental en las tensiones de red. Este tipo de perturbaciones suele deberse a la conexión de cargas monofásicas en sistemas trifásicos, o a la desconexión de una fase en un banco de condensadores. Ejemplo: Cuando se funde el fusible de una sola fase.

3.3.5. Distorsión de forma de Onda

Se da cuando las formas de onda de tensión o corriente difieren de la puramente sinusoidal.

- Armónicos
- Interarmónicos
- Subarmónicos
- Microcortes
- Componentes de corriente continua
- Ruido de alta frecuencia.

3.3.6. Fluctuaciones de tensión

Corresponde a variaciones sistemáticas de los valores eficaces de la tensión ente 95 y 105% de su valor nominal, estas fluctuaciones son generalmente causadas por cargas industriales.

- Fluctuaciones aleatorias
- Fluctuaciones repetitivas
- Fluctuaciones esporádicas

Nota: El Flicker se define como el nivel de molestia que percibe un observador medio como consecuencia de la variación de la luminosidad de una lámpara, ocasionada por fluctuaciones de tensión en la red de alimentación eléctrica.

3.3.7. Variaciones de frecuencia

Consiste en desviaciones de la frecuencia fundamental del sistema de potencia con respecto a su valor nominal. Estas variaciones en la frecuencia suelen ser debidas a desequilibrios bruscos entre la producción y la carga, y son más importantes en sistemas débiles o aislados.

4. RECOMENDACIONES PARA SU MITIGACIÓN

4.1. DISPOSITIVO PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS (DPS/TVSS)

Dispositivo diseñado para alimentar las sobretensiones transitorias y conducir las corrientes de impulso.

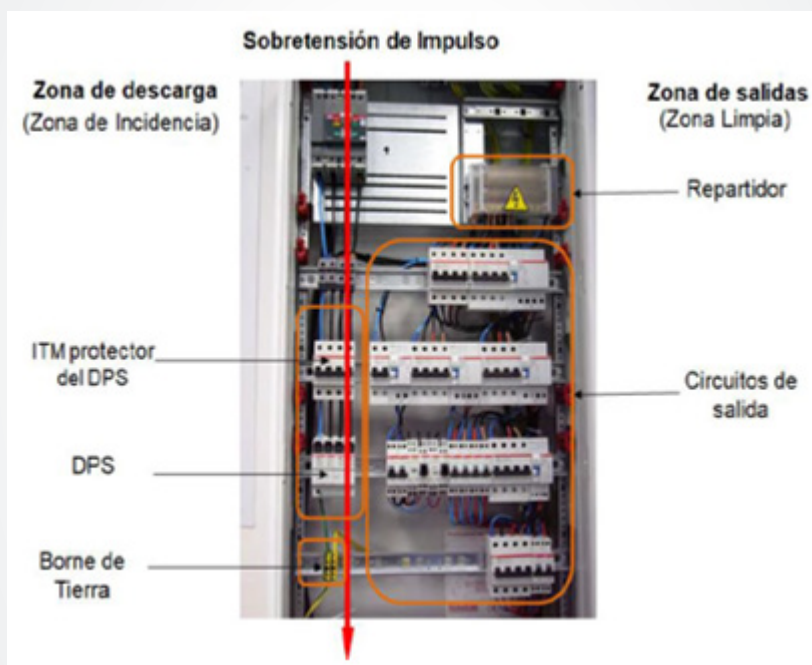


Fig. 7. DPS instalado

4.2. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.

Es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras la pérdida de suministro eléctrico a todos los dispositivos que tenga conectados



Fig. 8. UPS

4.3. TRANSFORMADOR DE CONTROL FERRORESONANTE.

Estos transformadores poseen una función innata como estabilizadores y efectivos filtros de microcortes sin requerir control activo electrónico.

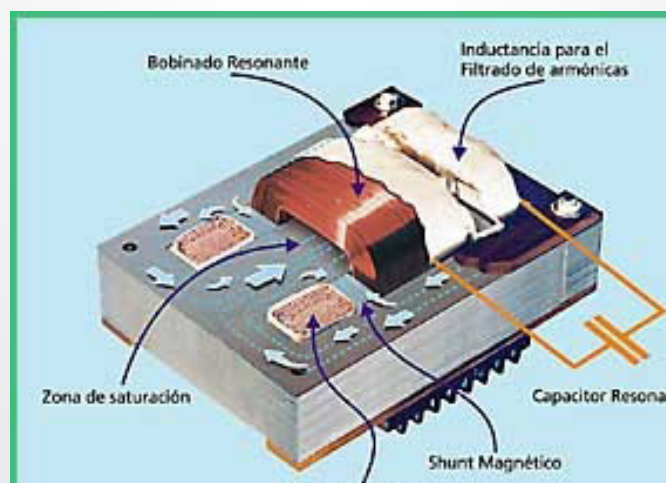


Fig. 9. Componentes de un transformador ferroresonante

4.4. TRANSFORMADOR CON FACTOR K

Este tipo de transformadores no mitigan las perturbaciones en el sistema, sino que están diseñados para soportar una carga adicional causada por los altos niveles de distorsión armónica existentes en la instalación. Posee aislamiento galvánico entre primario y secundario, con blindaje electrostático, es decir está dotado de características constructivas especiales que protegen el transformador de los armónicos de corriente que provocan pérdidas y sobrecalentamiento en los bobinados de los transformadores.



Fig. 10. Transformador de factor K

4.5. FUENTES CONMUTADAS CON PFC

Se trata de un tipo de PFC que usa componentes electrónicos (circuito, FETs, diodos, etc.) y que operan de forma eficiente. Esto se traduce en un aumento del factor de potencia que puede ir hasta el 99%.

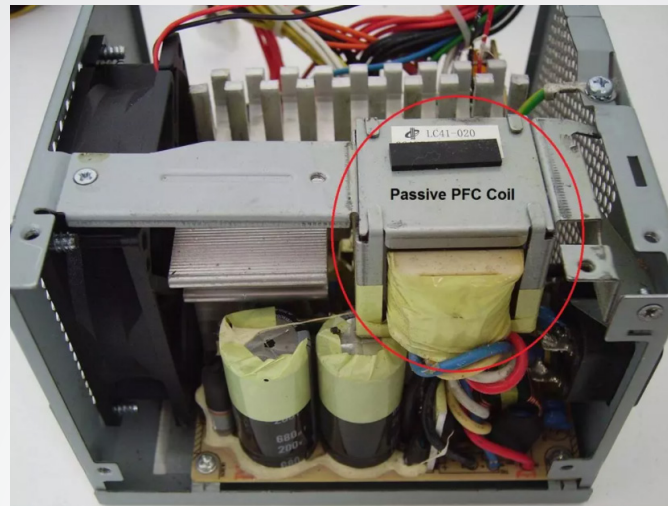


Fig. 11. Fuente Conmutada PFC

4.6. FILTROS PASIVOS

Los filtros pasivos están constituidos por inductancias y condensadores en una configuración del circuito resonante, ajustados a la frecuencia determinada.

Pueden ser:

Filtros desintonizados: Su función es compensar sin amplificar los armónicos.

Filtros sintonizados: Su función es eliminar los armónicos y compensar.

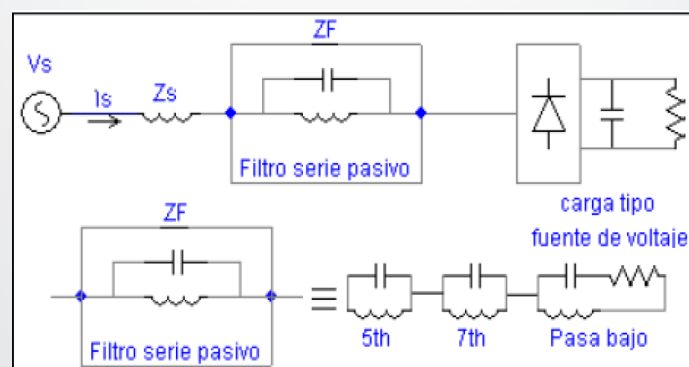


Fig. 12. Filtro Pasivo

4.7. FILTROS ACTIVOS

Un filtro activo de potencia (FAP) es un dispositivo sumamente versátil, con el que mediante un control adecuado es posible conseguir que la frecuencia del sistema sea prácticamente ideal obteniéndose además prestaciones adicionales como son el equilibrado de las fases o la compensación de la potencia reactiva.

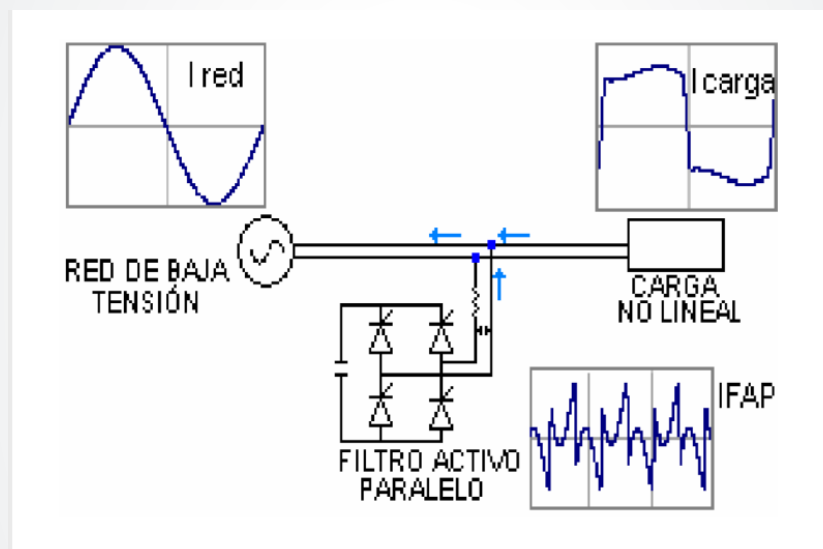


Fig. 13. Filtro activo

5. CONCLUSIÓN

Como se puede apreciar en el siguiente artículo, es inevitable no generar perturbación en el sistema eléctrico, ya sea desde el punto de vista del generador o consumidor, esto es debido a que la mayoría de equipos y cargas son no lineales. Es por ello que actualmente es necesario contar con métodos que contrarresten estas anomalías, y mantengan estas perturbaciones por debajo de los límites que indican las normas internacionales como la IEC e IEEE o normas nacionales como NTCSE.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❑ Carreto, A. (24 de Abril de 2013). Funcionamiento básico de circuitos PFC en TV lcd. Obtenido de <https://www.electronicosmx.net/index.php/notas/lcd-notas/780-funcionamiento-basico-de-circuitos-pfc>
- ❑ Usera, J. D. (3 de Junio de 2018). Qué es el PFC de una fuente de alimentación y cómo mejora su eficiencia. Obtenido de <https://hardzone.es/2018/06/03/pfc-fuente-alimentacion-mejora-eficiencia/>

Autor : Victor Gonzales, Analista de Ingeniería

Edición : Marycielo Bartolo, Responsable de Marketing e Imagen Institucional