

## Perturbaciones en la red eléctrica

**Víctor Sánchez Huerta**

*vsanchez@correo.uqroo.mx*

Departamento de Ingeniería, Universidad de Quintana Roo  
Boulevard Bahía s/n esq. Ignacio Comonfort, Col. del Bosque  
Chetumal, Quintana Roo, México C.P. 77019

### RESUMEN

El presente artículo muestra una revisión de las perturbaciones en la red eléctrica, las cuales ocasionan una menor calidad en la señal de alimentación suministrada a los equipos; a esto se le conoce precisamente como calidad de la red eléctrica. Este tema se ha vuelto muy importante en los últimos años debido a que los usuarios domésticos, comerciales e industriales han reportado un aumento de estas perturbaciones en la red, mismas que pueden ocasionar un mal funcionamiento de un equipo eléctrico o electrónico y en ocasiones pueden llegar a dañarlo permanentemente, trayendo como consecuencia principalmente pérdidas económicas importantes.

Palabras clave: calidad en la red eléctrica – perturbaciones – ruido – variaciones de tensión – distorsión armónica.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, las normas internacionales referentes a la calidad de la energía eléctrica y la contaminación hacia la red eléctrica con corrientes armónicas, han cobrado especial interés debido a las perturbaciones que presenta la onda de tensión que proporciona la red. Idealmente esta onda de tensión debe ser una senoide pura con una frecuencia constante; sin embargo, en la realidad esto no sucede, ya que la onda de tensión presenta perturbaciones

como: ruidos en modo diferencial o común, impulsos eléctricos, variaciones rápidas o lentas de tensión, parpadeo (*flicker*), distorsión armónica y variaciones de frecuencia. Si la red eléctrica se encontrara libre de usuarios, ésta presentaría una onda de tensión de buena calidad, la cual se vería perturbada ocasionalmente debido a fallas en los centros de generación, de distribución o debido a descargas atmosféricas, principalmente. Sin embargo, cuando un número muy grande de usuarios está conectado a la red, la

someten a un número muy grande de cargas eléctricas que aunque funcionen correctamente pueden alterar la onda de tensión con caídas permanentes o transitorias excesivas e inyección de corrientes armónicas; además, las cargas pueden averiarse y producir consumos anómalos o cortocircuitos, lo cual puede repercutir en otras cargas que se encuentren conectadas en un punto cercano.

Tal como se observa en el diagrama unifilar de la figura 1, las cargas eléctricas de los usuarios se encuentran conectadas a un punto en común en la red de bajo voltaje, así que si una de las cargas demanda corrientes armónicas a la red o demanda una corriente excesiva debido a un cortocircuito, las cargas eléctricas de los demás usuarios se verían afectadas por la impedancia finita de la red. En la siguiente sección, se presenta un resumen de las principales perturbaciones que se encuentran en la red y el origen de las mismas.

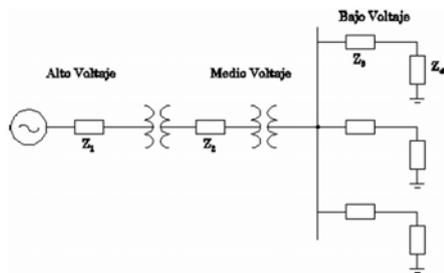


Figura 1. Diagrama unifilar simplificado de la red eléctrica y la conexión con usuarios.

## TIPOS DE PERTURBACIONES

Las perturbaciones en la red eléctrica se pueden clasificar de la siguiente manera (Arriola, 1989).

### Perturbaciones aleatorias

Son “fenómenos aleatorios pasajeros que tienen su origen tanto en los elementos de la red eléctrica, como en la propia instalación del usuario. La consecuencia típica de estas perturbaciones es una caída de tensión transitoria, y en ocasiones un corte más o menos prolongado en algunas zonas de la red. Las causas típicas de estas perturbaciones son los rayos, las maniobras en alta tensión, las variaciones bruscas de cargas y los cortocircuitos” (Arriola, 1989).

### Perturbaciones estacionarias

Son “fenómenos de carácter permanente, o que se extienden a lapsos bien definidos que desde el punto de vista de los fenómenos que estudiamos, podemos considerarlos como permanentes. Estas perturbaciones tienen, en su mayoría, origen en el funcionamiento de ciertos equipos localizados normalmente en la instalación del abonado” (Arriola, 1989).

## DESCRIPCIÓN DE LAS PERTURBACIONES

Las perturbaciones más frecuentes en la red eléctrica son las siguientes (Asinel-Unesa, 1992):

### Ruidos e impulsos en modo diferencial

Son perturbaciones de tensión que tienen lugar entre los conductores activos de alimentación (fase y neutro en sistemas monofásicos; fases o fase y neutro en sistemas trifásicos). Si son frecuentes y de escaso valor (decenas de voltios más o menos), se llaman ruidos. Si son esporádicos y de valor elevado (cientos de voltios), se denominan impulsos, es decir, cuando su duración es inferior a 2 ms. Los ruidos eléctricos se producen debido al funcionamiento de máquinas eléctricas con escobillas, soldadoras de arco, timbres, interruptores, etc., los cuales se encuentran conectados en algún punto cercano a la carga utilizada. No producen daño en los equipos, pero si pueden causar un mal funcionamiento.

Por otro lado, los impulsos eléctricos

suelen producirse por conexión y desconexión de bancos de condensadores, funcionamiento de hornos de arco, máquinas con escobillas, interruptores, termostatos y por descargas eléctricas. De todas las perturbaciones, son las más aleatorias y menos predecibles.

Este tipo de perturbaciones puede producir daños muy serios en los equipos. Una forma de onda de tensión con ruido eléctrico se muestra en la Figura 2(a), mientras que en la figura 2(b), se muestra una forma de onda de tensión con la presencia de un impulso eléctrico.

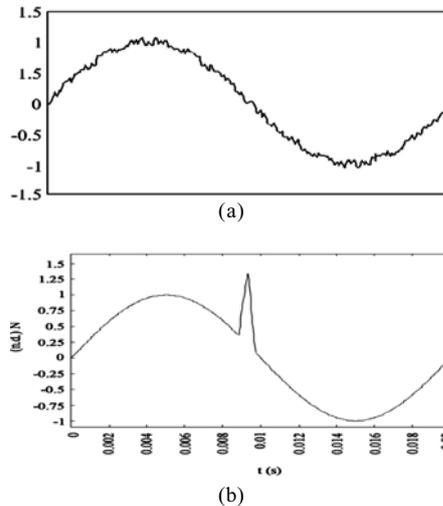


Figura 2. (a) Ruido eléctrico presente en la señal senoidal proporcionada por la red eléctrica, (b) Impulso eléctrico.

### Variaciones lentas y rápidas de tensión

Se considera una variación lenta de tensión, aquella que se presenta con una duración de 10 segundos o más. Se produce debido a la variación de las cargas en redes eléctricas con impedancia alta de cortocircuito. Si sobrepasan los límites estáticos permitidos por los equipos, pueden producir fallos en su operación. Este tipo de variación de tensión se muestra en la figura 3(a).

Por otra parte, una variación rápida de tensión tiene una duración menor a los 10 segundos. Se producen debido a la conexión y desconexión de cargas grandes y maniobras en las líneas de la red eléctrica. El daño que pueden causar en los equipos depende de su amplitud y su duración, dado

### Perturbaciones en la Red

que un equipo puede soportar una mayor amplitud en un menor tiempo y viceversa. Como casos particulares de estas perturbaciones, se encuentran el parpadeo (*flicker*) y los microcortes. Este tipo de variación de tensión se muestra en la figura 3(b).

#### Parpadeo (*flicker*)

Es una variación rápida de tensión de forma repetitiva, similar a la modulación de amplitud de una onda de alta frecuencia por una onda de baja frecuencia, la cual se puede observar en la figura 4. Produce en las lámparas un parpadeo visible y molesto (de aquí el nombre); se debe principalmente al

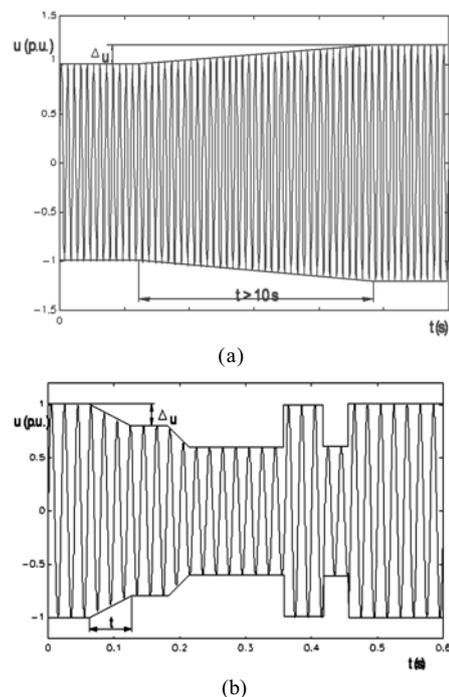


Figura 3. Variaciones de tensión. (a) Variación lenta de tensión, (b) Variación rápida de tensión.

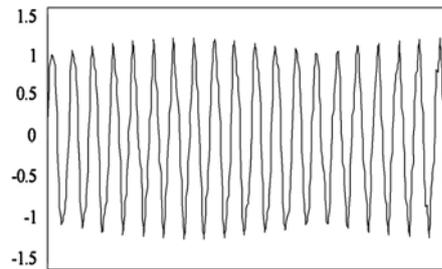


Figura 4. Variación rápida de tensión.

funcionamiento de hornos de arco y equipos de soldadura. En general no produce daños en los equipos a menos que la variación sea muy pronunciada.

#### Microcortes

Son anulaciones en la tensión de la red eléctrica (o reducciones por debajo del 60% de su valor nominal) con una duración menor a un ciclo. Se deben principalmente a defectos en la red eléctrica o en la propia instalación del usuario. Pueden producir mal funcionamiento en cargas muy sensibles y errores en las computadoras. Un ejemplo de una forma de onda de tensión con microcortes se muestra en la figura 5.

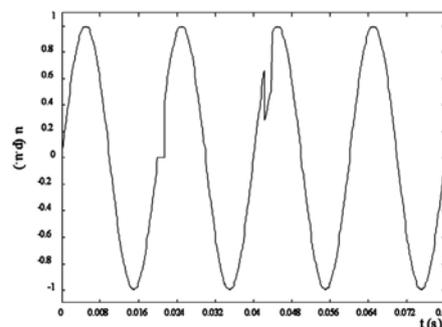


Figura 5. Microcortes de tensión.

### Cortes largos

Son anulaciones de la tensión de red (o reducciones por debajo del 50% de su valor nominal) de duración mayor a un ciclo. Se producen generalmente por fallas o desconexión de las líneas de alimentación y por averías en los centros de generación y de transformación. Obviamente, este tipo de perturbaciones ocasiona un fallo total del equipo que está siendo alimentado; sin embargo, algunas computadoras pequeñas pueden soportar un corte de poca duración (dos ciclos aproximadamente). La figura 6, muestra un corte largo de tensión, que si bien, ésta no cae a cero, si es menor al 50% del valor nominal.

### Distorsión

Es una deformación de la forma de onda de tensión, debida a la presencia de armónicos. Su nombre técnico es Distorsión Armónica Total (THD por sus siglas en inglés). Se debe principalmente a la conexión a la red

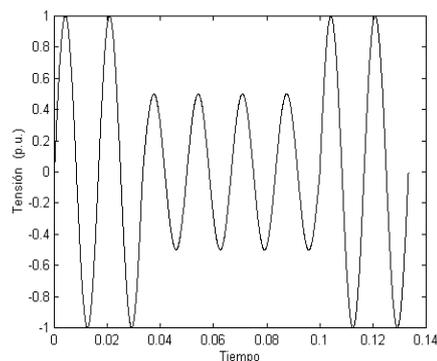


Figura 6. Corte largo de tensión.

eléctrica de máquinas con núcleo magnético saturado, convertidores estáticos (rectificadores controlados y no controlados, sistemas de alimentación ininterrumpida, fuentes conmutadas) y otras cargas no lineales. Casi todas las cargas críticas como lo son los equipos electrónicos soportan una distorsión máxima del 5%.

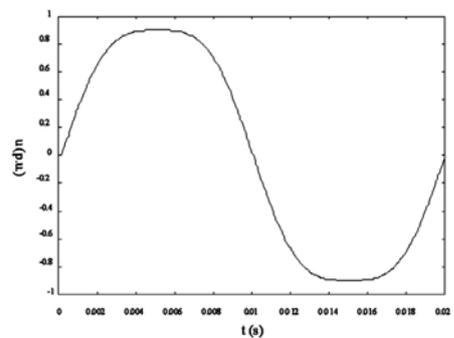


Figura 7. Forma de onda de tensión con gran distorsión armónica.

### Variaciones de frecuencia

Son cambios en la frecuencia de señal senoidal proporcionada por la red, que en Europa es de 50 Hz y en América de 60 Hz. Normalmente resulta muy raro que se presente este problema en la red eléctrica en condiciones normales y puede llegar a ocurrir debido a la interconexión de los centros de generación de energía eléctrica. Generalmente sólo se producen en centros con generación aislada de tensión como lo pueden ser redes eléctricas rurales aisladas que obtienen energía eléctrica a partir de generadores de combustión interna, paneles fotovoltaicos, generadores eólicos o en plataformas de explotación petrolera.

### Perturbaciones en la Red

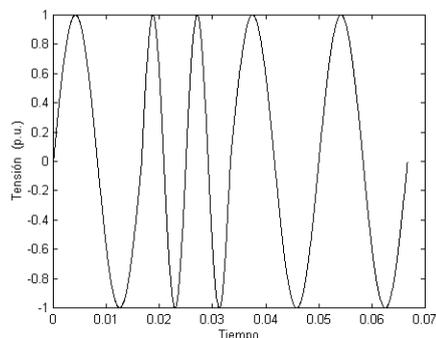


Figura 8. Forma de onda de tensión con variación de frecuencia.

### CONCLUSIONES

Se ha presentado una revisión de los distintos tipos de perturbaciones comunes en la red eléctrica, las cuales pueden ocasionar funcionamientos anómalos en las cargas eléctricas, incluso destruirlas; por lo que es necesario que las cargas eléctricas del usuario cuenten con una seguridad de alimentación y además, calidad en la onda de tensión que recibe de la red eléctrica para el funcionamiento correcto de los equipos. Las consecuencias de los problemas ocasionados por las perturbaciones eléctricas en la red pueden suponer grandes pérdidas económicas en instalaciones industriales que cuenten con procesos continuos, como por ejemplo: la industria meta-

lúrgica, la industria cementera e industrias químicas, por mencionar algunas de ellas; también puede ocasionar problemas en centros de cálculo, centros de diseño por computadora, centros de cómputo de oficinas, o bien ocasionar trastornos en la vida cotidiana e incluso poner en riesgo vidas humanas si hablamos por ejemplo de los equipos electrónicos que controlan los signos vitales de un paciente o las computadoras que controlan una planta nuclear.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arriola, F. J. (1989), "Perturbaciones más habituales en un sistema eléctrico", Jornada sobre perturbaciones eléctricas, análisis y prevención, Bilbao, 23 de Febrero.
- Asinel-Unesa (1987), "Resultado del plan de medidas de perturbaciones eléctricas, 1ª fase", abril.
- Martínez, P. *et al.* (1991), "Voltage Line Conditioner Based on Fast Active Filtering", First Power Quality and Applications, París, SGEE, 14-18 de octubre.
- Martínez, S. (1989), "Necesidad y utilización de los SAI", *Mundo electrónico*, núm. 196, junio.
- \_\_\_\_\_ (1992), *Alimentación de equipos informáticos y otras cargas críticas*, McGrawHill.