

Calidad del suministro eléctrico, costo de los paros y necesidad de monitoreo.

La calidad del suministro eléctrico o "**POWER QUALITY**" de acuerdo al libro esmeralda [2] es:

"el concepto de energizar y poner a tierra el equipo electrónico de manera apropiada para la operación de dicho equipo".

La referencia [1] define "power quality problem"

Como "cualquier problema manifestado en voltaje, corriente o desviaciones de frecuencia que resultan en falla o mal funcionamiento de equipo".

La misma referencia [1] establece que la calidad del suministro es igual a la calidad en el voltaje de alimentación. De tal manera que un voltaje de buena calidad tiene amplitud estable, frecuencia constante, poca distorsión armónica, no tiene ruido, no presenta muescas y/o transitorios y en el caso de voltajes trifásicos no hay desbalance. Como ya se mencionó, la falla de un equipo crítico implica daño económico o poner en riesgo la seguridad personal.

El costo de una interrupción se puede determinar mediante la siguiente ecuación (tomada del Libro Naranja de la serie de colores del IEEE) [5]:

Costo total de la interrupción = E + H + I

Donde:

E = costo de mano de obra de trabajadores afectados, en pesos

H = desperdicios de producto de materia prima, en pesos

I = costo del arranque, en pesos.

El valor de **E**, **H** e **I** se calcula como sigue:

$$E = A D (1.5 B + C)$$

$$H = F G$$

$$I = J K (B + C) + L G$$

Donde:

A = número de empleados afectados

B = salario base por hora de los empleados afectados, en pesos

C = salario tiempo extra de los empleados afectados, en pesos

D = duración de la interrupción, en horas

F = unidades de desperdicio debido a la interrupción (80 varillas, por ejemplo)

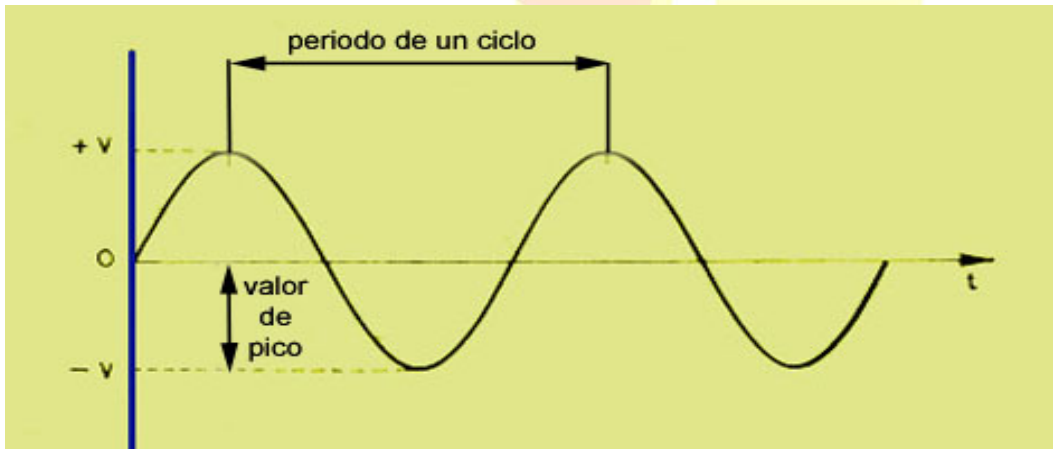
G = costo por unidad de desperdicio debido a la interrupción, en pesos

J = tiempo de arranque, en horas

K = número de empleados involucrados en el arranque

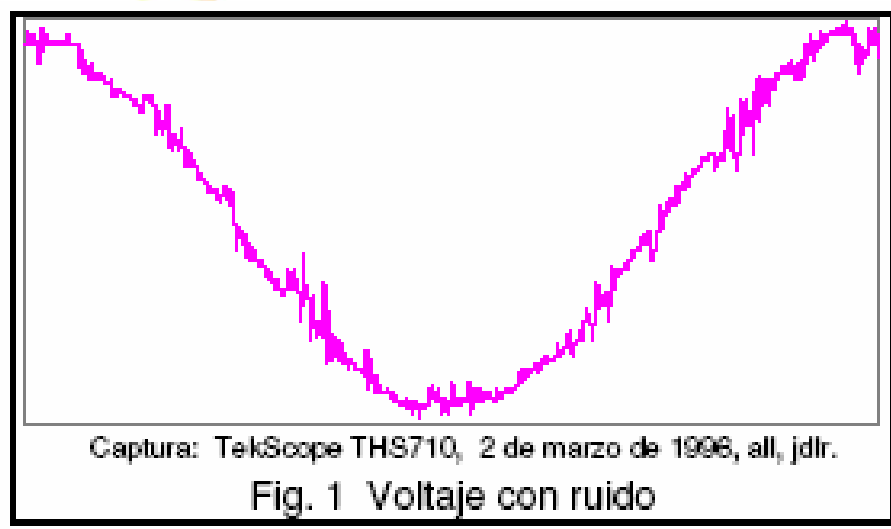
L = unidades de desperdicio en el arranque.

Además del costo de la interrupción debe considerarse el costo del equipo dañado y el costo de oportunidad tal como el pago de intereses.



RUIDO DE LÍNEA.

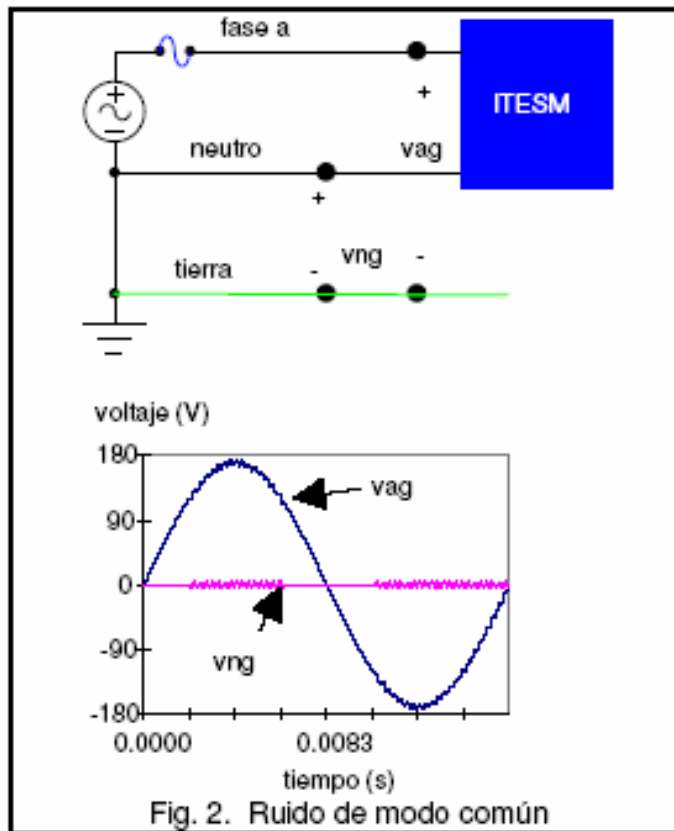
Señal eléctrica indeseable que produce efectos adversos en los circuitos de control



POWER QUALITY

RUIDO DE MODO COMÚN.

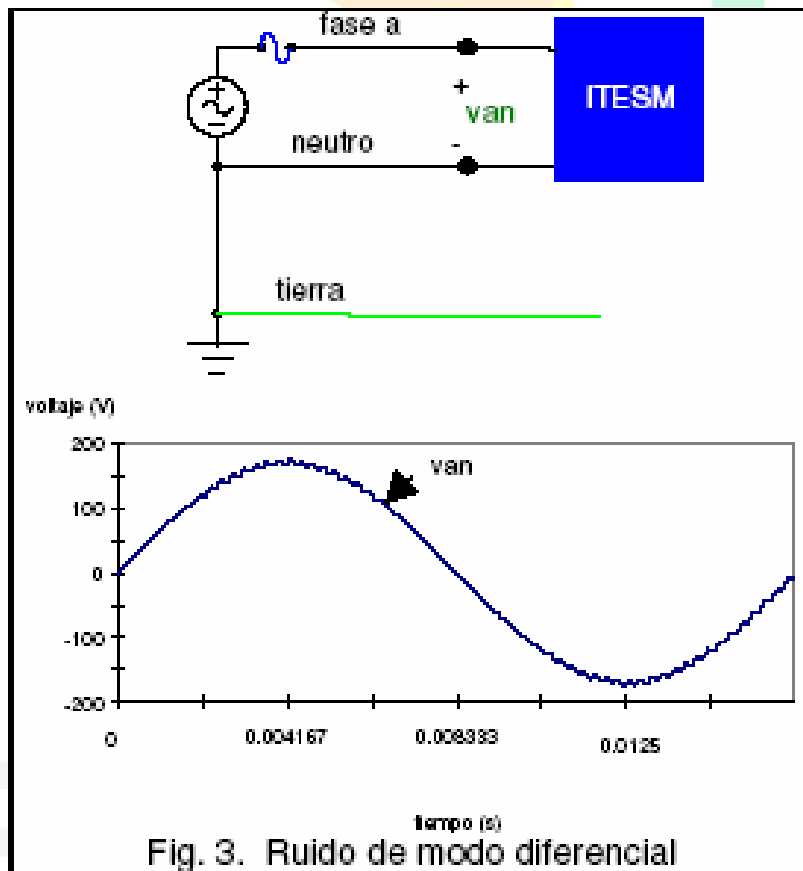
Ruido de voltaje que aparece (con la misma magnitud y en fase) **en los dos conductores que llevan corriente con respecto a tierra** (figura 2) El voltaje de fase a neutro no contiene ruido, esto es, van es una senoidal pura.



POWER QUALITY

RUIDO DE MODO DIFERENCIAL.

Señal de ruido que aparece entre **fase y neutro**; pero no entre estos conductores y tierra, ver la figura 3. El voltaje de fase a tierra es una senoidal pura y el voltaje de neutro a tierra es cero.



Consiste en formas de onda de frecuencias diversas causadas por Interferencia de Radio Frecuencia (RFI) e Interferencia Electro magnética (EMI). Es causada por la cercanía del edificio de lugares en donde están operando transmisores de radio, máquinas de soldar eléctricas, dispositivos industriales que operen a base de SCR, ó por la ocurrencia de tormentas eléctricas. Pueden causar pérdidas de datos, daños de equipos o disminución de vida útil de equipos eléctricos y electrónicos.

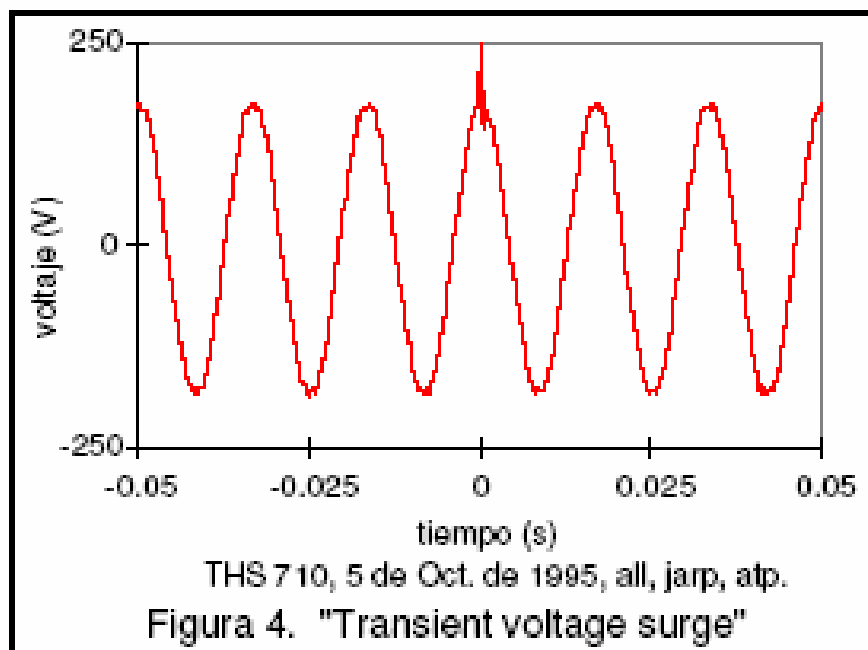
TRANSIENTE VOLTAGE SURGE

Impulso. Disturbio en el voltaje de alimentación que dura menos de 1/2 ciclo y que inicialmente tiene la misma polaridad que el voltaje normal, de tal manera que el disturbio se suma a la forma de onda nominal, (es un transitorio, Figura 4). Los transitorios son ocasionados por maniobras con interruptores y por descargas atmosféricas.

Las distorsiones que duran menos de 1/2 ciclo se llaman "transitorios de baja frecuencia", y las que duran más de dicho valor, se llaman "sobrevoltaje"

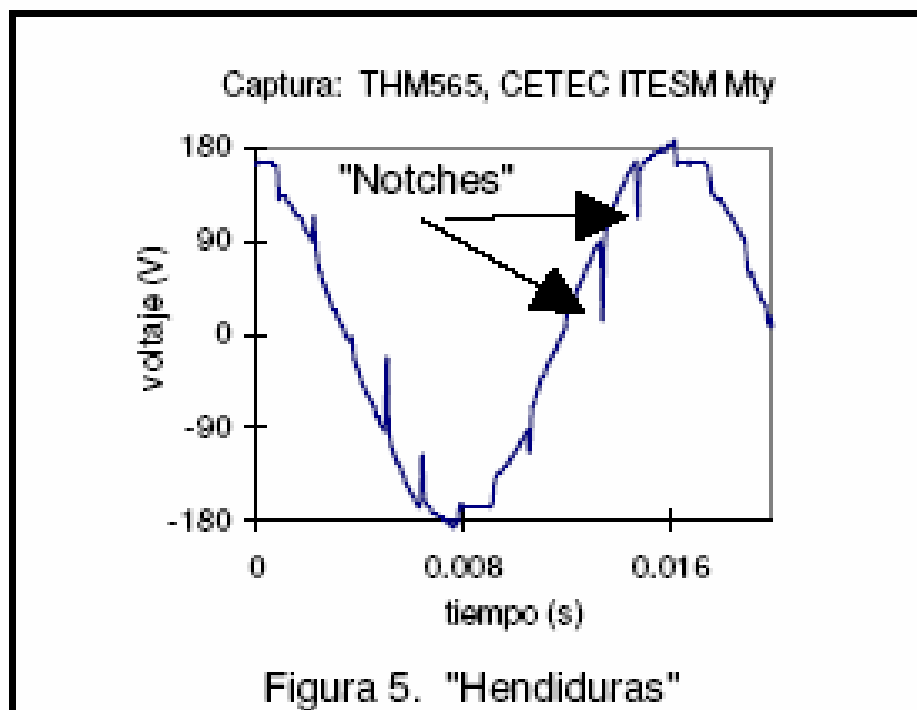
SOBREVOLTAJE

Es un tipo de transitorio que ocurre en muy cortos períodos de tiempo, o también en régimen permanente, cuando ocurren en forma sostenida durante períodos de tiempo considerables (varios minutos hasta varios días). Consiste en un nivel de voltaje superior al voltaje nominal. Ocurren cuando suceden reducciones drásticas de la carga de un sistema eléctrico, cuando se apaga o desconectan grandes cargas eléctricas (motores eléctricos industriales, por ejemplo), ó la conmutación de equipos eléctricos (fuentes de poder de computadoras, por ejemplo) por descargas atmosféricas que caen cerca del edificio. Sus efectos son nefastos para la vida útil de los equipos electrónicos.



EVENTOS TRANSITORIOS (NOTCH)

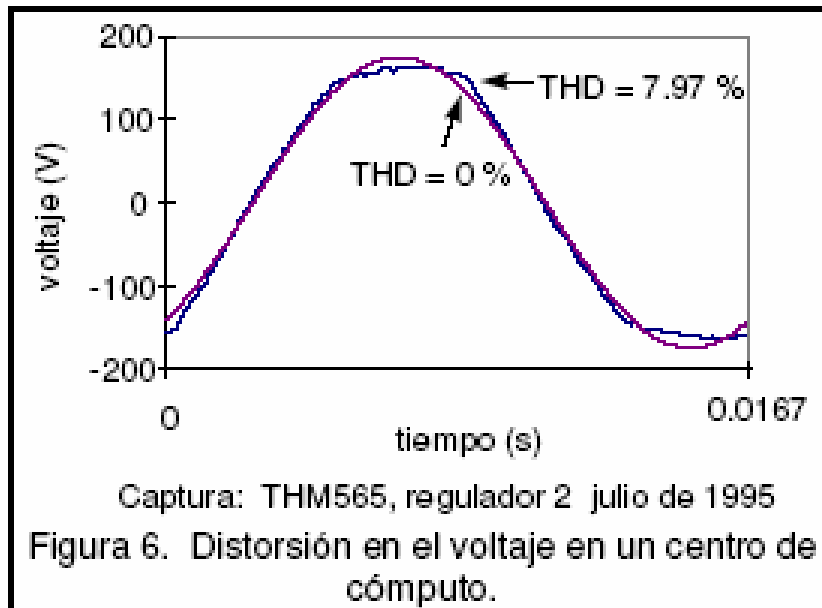
Hendidura, "Notch". Disturbio en el voltaje de alimentación que dura menos de medio ciclo y que inicialmente tiene polaridad opuesta al voltaje normal, de tal manera que el disturbio se resta a la forma de onda nominal, (es un transitorio). Las muescas o "**notches**" son ocasionadas por **cortos** entre fases debido a la conmutación de los SCRs. Cuando un SCR se debe encender y el de otra fase se debe apagar hay un corto tiempo en el cual los dos conducen y se ocasiona el corto entre fases. La figura 5 es el voltaje de fase a tierra en terminales de un ups



POWER QUALITY

DISTORSIÓN EN EL VOLTAJE.

El equipo electrónico moderno demanda la corriente en forma discontinua, este tipo de cargas son no lineales o no senoidales. La caída que esta corriente produce en el sistema de alimentación puede ocasionar que el voltaje se distorsione como se muestra en la figura 6. La mayoría de los equipos de cómputo toleran una distorsión de hasta el 5 %.



POWER QUALITY

Deformación de Potencia (Sag, Undervoltage):

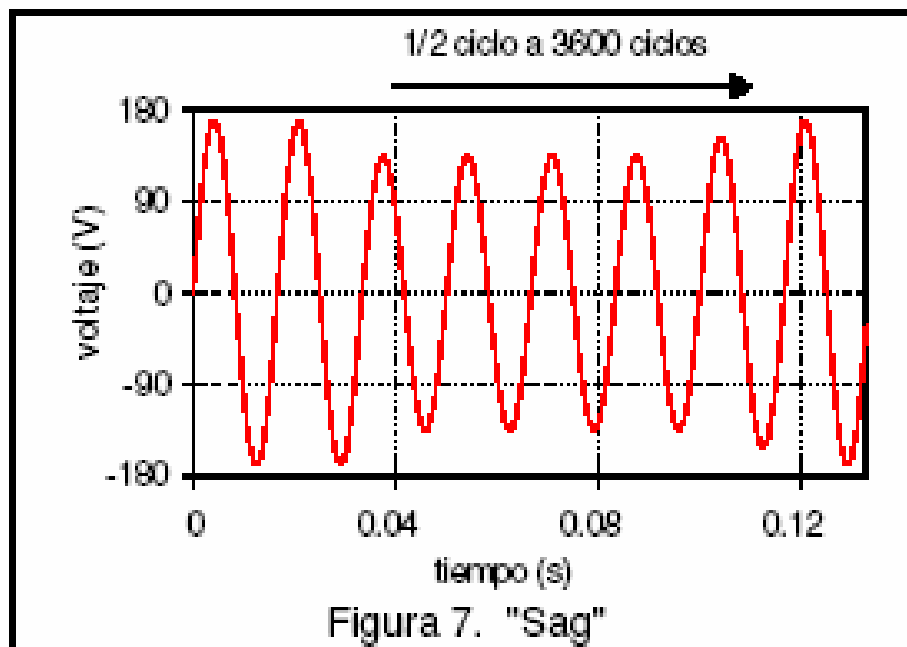
"Sag". Disminución o reducción en el valor efectivo del voltaje de alimentación con duración de medio ciclo a 3600 ciclos (de 8.333 ms a 60 s), figura 7.

"Undervoltage". Reducción del valor efectivo del voltaje de alimentación con duración de más de un minuto.

El **"undervoltage"** difiere del **"sag"** solo en que dura más, las distorsiones que duran menos de $\frac{1}{2}$ ciclo se llaman también; "transitorios de baja frecuencia".

Éstas perturbaciones son causadas por: el arranque de cargas eléctricas muy grandes (motores eléctricos industriales con picos de arranque del 150% o más), por cableado eléctrico defectuoso (falsos contactos en bornes de conexión), o por cortes repentinos de energía o cortocircuitos en la red eléctrica pública o la red eléctrica interna del edificio. (La magnitud de la disminución depende de la cercanía del corto).

Son reducciones momentáneas del voltaje y su duración va desde $\frac{1}{2}$ ciclo hasta varios segundos.



POWER QUALITY

El "sag" estadounidense o el "dip" británico son nombres para una baja en el nivel de voltaje de entre un 10% y 90%, y de una duración de entre medio ciclo y un minuto. Los sags representan la mayoría de los problemas con la energía eléctrica experimentados por lo usuarios finales. Estos pueden originarse internamente o externamente de las instalaciones del usuario.

Las causas externas de sags vienen primariamente desde las redes de transmisión y distribución eléctricas. Existe una variedad de causas tales como tormentas eléctricas, actividad humana y animal, y la operación propia, normal y/o anormal, de los equipos de generación y distribución. Los Sags generados en las redes de transmisión y distribución pueden viajar grandes distancias, afectando así a gran cantidad de usuarios durante un único evento.

Algunas veces, sags causados externamente puede estar siendo generados por otros usuarios cercanos. El arranque de grandes cargas eléctricas o el apagado de bancos de capacitores shunt, pueden generar un sag lo suficientemente grande como para afectar una amplia área local. Si un usuario final está ya sujeto a bajas de voltaje crónicas, incluso un sag de una amplitud relativamente baja puede tener efectos perjudiciales.

Los eventos dentro de las instalaciones del usuario son típicamente generados por el arranque de grandes cargas tales como motores o magnetos. El gran influjo de corriente requerido para arrancar estos tipos de carga, causa una disminución en el nivel de voltaje disponible para otros equipos que comparten el mismo sistema eléctrico. Así como con los sag causados externamente, los generados internamente serán exacerbados por situaciones de bajo-voltaje crónicas

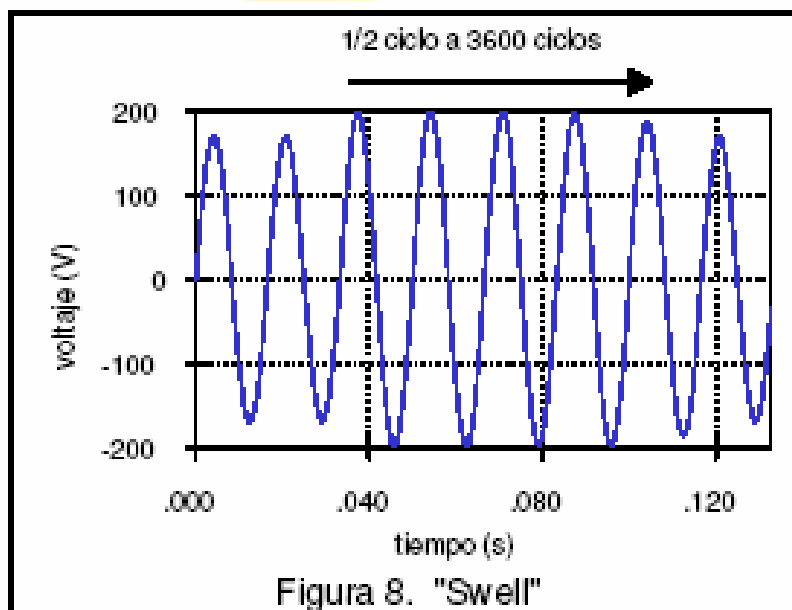
POWER QUALITY

Swell.

Aumento en el valor efectivo del voltaje de alimentación con duración de medio ciclo a unos 600 ciclos (de 8.333 ms a 10 s), figura 8.

"Overvoltage", Sobrevoltaje. Aumento en el valor efectivo del voltaje de alimentación con duración de más de diez segundos.

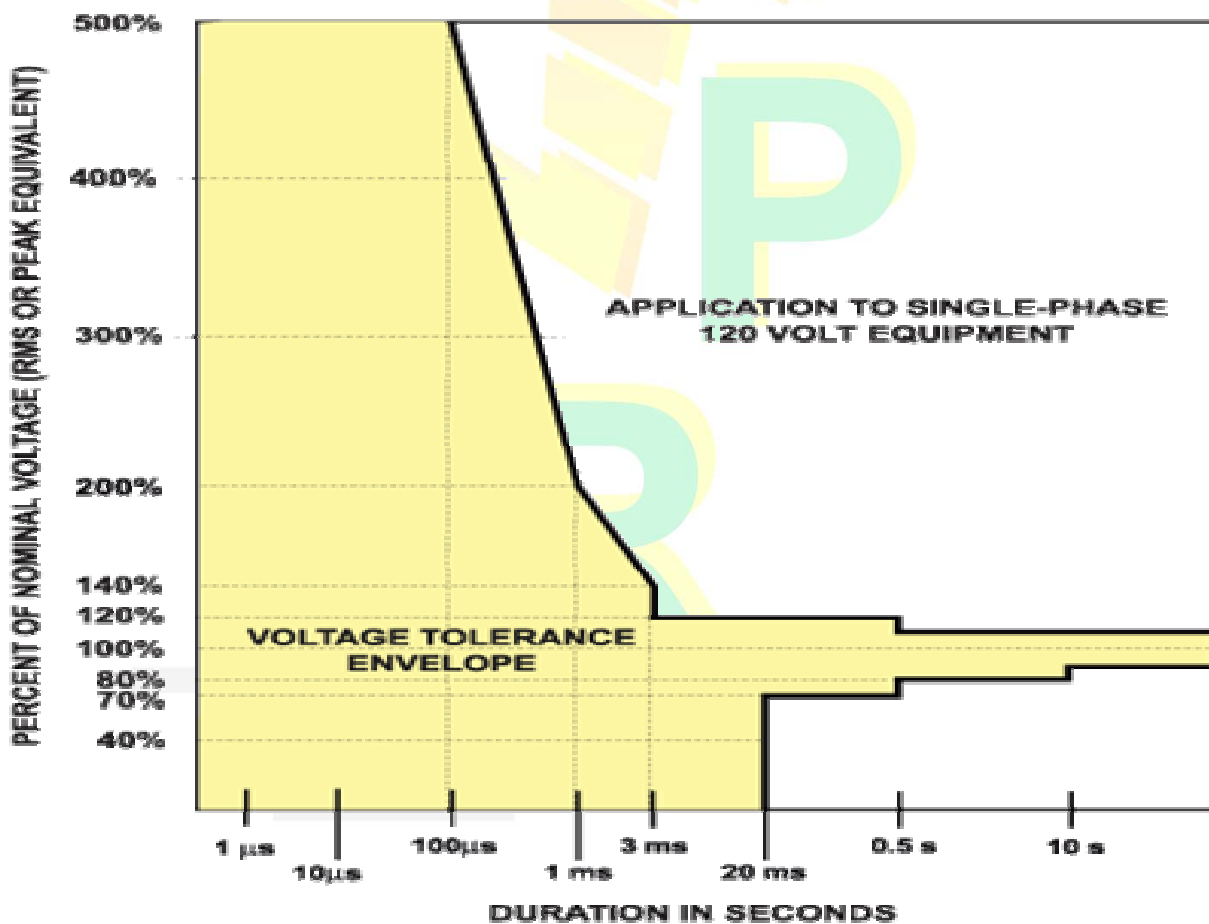
El **"overvoltage"** difiere del **"swell"** solo en que dura más.



Tanto las variaciones rápidas ("sag" y "swell") como las variaciones de larga duración ("undervoltage" y "overvoltage") pueden ocasionar mal funcionamiento si se sobrepasan los límites de voltaje.

POWER QUALITY

El nivel de susceptibilidad a los disturbios en el voltaje de alimentación en los equipos de cómputo es difícil de medir. Así, los fabricantes de estos equipos han generado una gráfica que indica los niveles de tolerancia de los mismos. Su nombre es la curva **CBEMA Computer Business Equipment Manufacturing Association**.



NEW ITIC (CBEMA) CURVE (1996)

POWER QUALITY

PARPADEO O "FLICKER"

Variación de voltaje con amplitud suficiente para que se aprecie en las fuentes luminosas. En algunos casos se aprecia el parpadeo en los monitores. Una fuente de **parpadeo ("flicker")** es la operación de hornos de arco eléctrico, ya que toman gran cantidad de corriente de manera pulsante lo que ocasiona caída de voltaje pulsante. Otros orígenes de este tipo de fenómeno son laminadores siderúrgicos, partidas y paradas de grandes motores, sistemas de tracción eléctrica de c.a., compresores, bombas y grupos elevadores

Las definiciones anteriores se basan en las referencias [1, 2 y 3]. Recientemente la IEEE publicó el estándar IEEE 1159-1995. En este aparece la Tabla 2 que contiene definiciones más detalladas de estos disturbios.

EFFECTOS EN EL EQUIPO ELECTRÓNICO SENSIBLE.

Problemas que ocasionan el ruido y los impulsos en el equipo sensible.

El ruido y los impulsos pueden ocasionar mal funcionamiento en cargas con circuitos electrónicos, especialmente equipos de cómputo. El mal desempeño puede ocasionar que el equipo se detenga, se pisme, se inhiba.

Este alto en el funcionamiento se puede manifestar como un error de paridad, un teclado bloqueado, un error de lectura / escritura o pérdida de archivos. Por otro lado, si los impulsos son de magnitud considerable, los daños pueden llegar a ser incluso hasta físicos.

Frecuentemente este tipo de problemas se atribuye a problemas del software o del hardware.

POWER QUALITY

SUBVOLTAJE O BAJON DE VOLTAJE

Es un tipo de transitorio que ocurre en muy cortos períodos de tiempo, o también en régimen permanente, cuando ocurren en forma sostenida durante períodos de tiempo considerables (varios segundos hasta varios días). Consiste en un nivel de voltaje inferior al voltaje nominal. Son ocasionados intencionalmente como un medio de reducir el consumo eléctrico en el edificio, ó debido a una sobrecarga eléctrica del sistema.

Por ejemplo, un subvoltaje ocurre en un edificio durante las llamadas “horas pico” que es cuando la mayoría de los aparatos eléctricos del edificio están operando, y por el exceso de consumo energético, el voltaje de las líneas eléctricas tiende a bajar conforme aumenta el consumo de energía. Esto ocurre particularmente en edificios viejos, o que originalmente fueron construidos para vivienda, y luego fueron ocupados por oficinas, elevando así significativamente el consumo eléctrico. Como consecuencia de esta falla se acusa funcionamiento errático de equipos eléctricos y electrónicos

INTERRUPCIÓN

Consiste en un corte total de energía, que provoca que se caiga por completo todo el sistema eléctrico. Suelen ocurrir cuando se presente alguna de las siguientes circunstancias: Tormenta eléctrica, desconexión de las líneas eléctricas, aumento desproporcionado de demanda eléctrica en el edificio, desastres naturales, ó accidentes.

La pérdida total de voltaje durante un período de tiempo.

Si el voltaje cae a un valor inferior al 10% es una disminución

Cuando el voltaje cae a un valor entre el 10% y el 90% es una interrupción de voltaje.

POWER QUALITY

DISTORSIONES ARMÓNICAS, INTERARMÓNICAS Y SUBARMÓNICAS:

Consiste en la deformación de la señal de onda, debido a cargas no lineales, tales como las fuentes switching de las computadoras, variadores de frecuencia para control de motores eléctricos (**elevadores**), fotocopiadoras, impresoras láser y equipos de Facsímil (fax). Puede causar errores de comunicación, sobrecalentamiento y daño de equipos electrónicos.

Distorsión Armónica: Distorsión de la forma de la onda de tensión o corriente alterna causada por armónicos, definidos como componentes sinusoidales, con frecuencia igual a múltiplos enteros de la frecuencia del sistema.

Las causas más comunes para esos problemas llamados armónicos son:

- Transformadores trifásicos de potencia.
- Operación de cargadores de baterías.
- Computadoras y copiadoras.
- Controles de velocidad variable (VSD)
- Soldadoras de arco.
- Alumbrado fluorescente con balastos electrónicos.
- Fuentes de alimentación conmutada, etc.

Efectos en el Neutro

En el neutro pueden aparecer corrientes superiores que las que circulan por las fases; esto es debido a las sumas de los **terceros armónicos**. En cargas desequilibradas pueden llegar a ser el doble de la corriente de fase o un 130% de la corriente total medida en fase.

Por este efecto aparecen caídas de tensión entre **FASE-NEUTRO** que pueden ser relativamente elevadas.

Si los neutros de todas las cargas de una instalación acaban en un neutro común que llega al transformador, el tramo de cable común soporta elevadas tensiones (la suma de los terceros armónicos de cada carga) y el transformador puede llegar a quemarse.

POWER QUALITY

INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA

El ruido eléctrico, también llamado interferencia electromagnética, o EMI, es una señal eléctrica despreciable que produce efectos indeseables y por otro lado trastornos en los circuitos de un sistema de control. La interferencia electromagnética o EMI puede ser radiada o conducida.

Cuando el ruido que se origina en una fuente y viaja a través del aire se le llama radiación de EMI. Las señales de radio y TV pueden ser fuentes de radiación de EMI. El ruido conducido viaja a través de un conductor, como una línea de energía. El ruido original puede haber sido radiado, depositado en las líneas y entonces conducido.

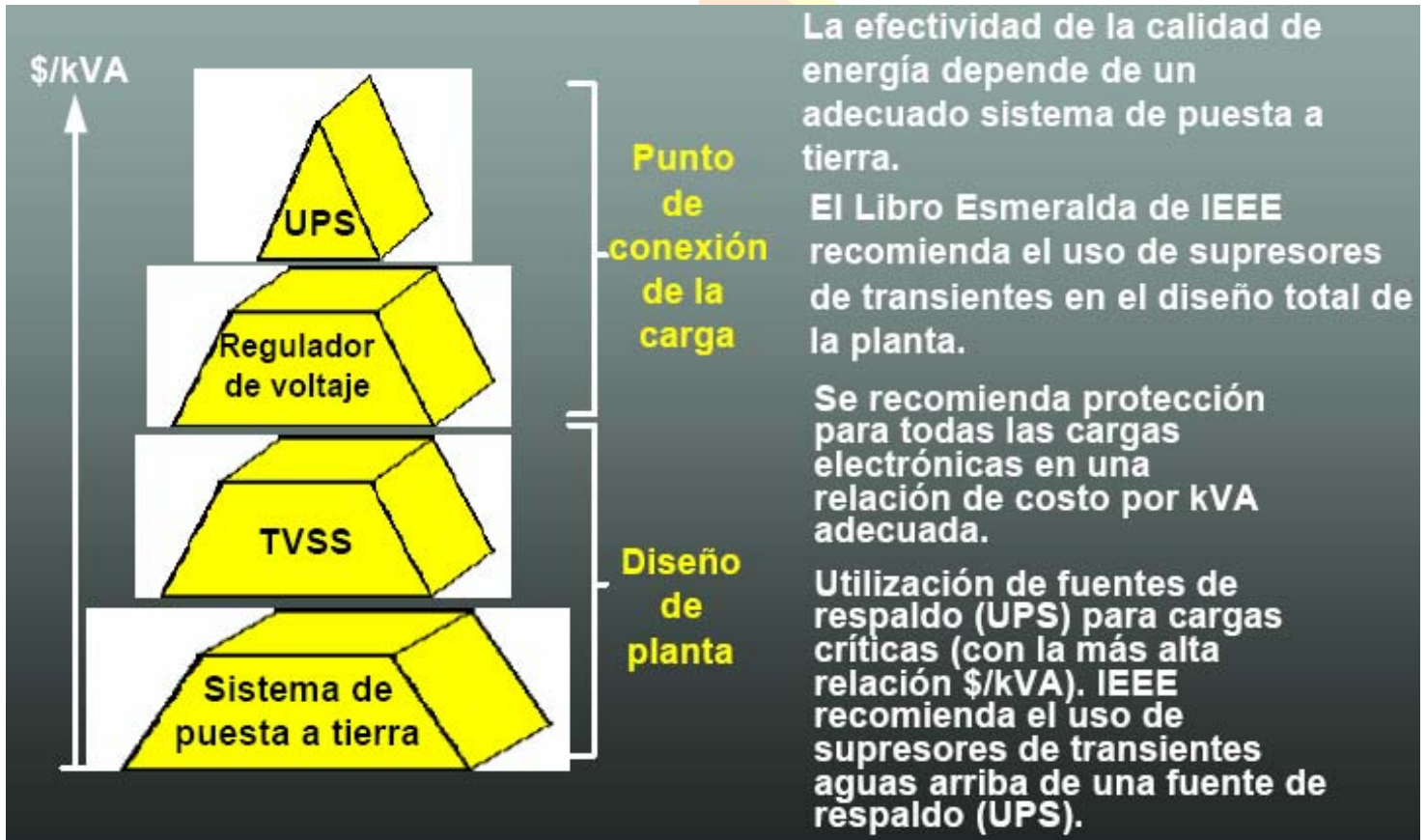
FUENTES DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA

El ruido en las líneas eléctricas es el problema más común y las fuentes que la causan son múltiples. Entre las fuentes a considerar están:

- Interrupción de cargas
- Transmisión de estaciones de Radio y canales de TV
- Puesta a tierra de los equipos, técnicamente mal implementada.
- Descargas atmosféricas (rayos).
- Operaciones de equipo pesado.
- Motores eléctricos funcionando cerca de equipo electrónico sensible.

POWER QUALITY

LA PIRÁMIDE DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA.



P  **VER QUALITY**

POWER QUALITY 57 (3) 300 6090396 – 312 2766635 – 315 4797775