

Correcta Instalación de Tierras



Agenda

1. Conceptos Fundamentales.
2. Cargas Críticas y Sensibles.
3. Problemas que Ocasiona la Mala Calidad.
4. Alambrado y Puesta a Tierra.
5. Protección del Personal y de los Equipos.
6. Protección de Rodamientos en Motores

1.- Conceptos Fundamentales

Calidad de la Energía

IEEE Std 1100-2005 §2.2.63 La calidad de la energía es el concepto de alimentar y aterrizar el equipo electrónico de una forma tal que sea adecuada para la operación de ese equipo y del sistema de alambrado y otro equipo conectado en el sitio.

Nota: Aquello que es aceptable para una situación puede no ser aceptable para otra.



Carga Crítica

Una carga crítica es aquella que al dejar de funcionar o al funcionar inapropiadamente pone en peligro la seguridad del personal y/o ocasiona grandes perjuicios económicos.

Por ejemplo: Un paro no programado en un molino de laminación es muy costoso, mientras que la pérdida de un centro de información en un banco o el mal funcionamiento de los sistemas de diagnóstico en un hospital pueden ser catastróficos.



Carga Sensible

Una carga sensible es aquella que requiere de un suministro de alta calidad. Esto es, libre de disturbios.

El equipo electrónico es más susceptible a los disturbios que el equipo electromecánico tradicional.



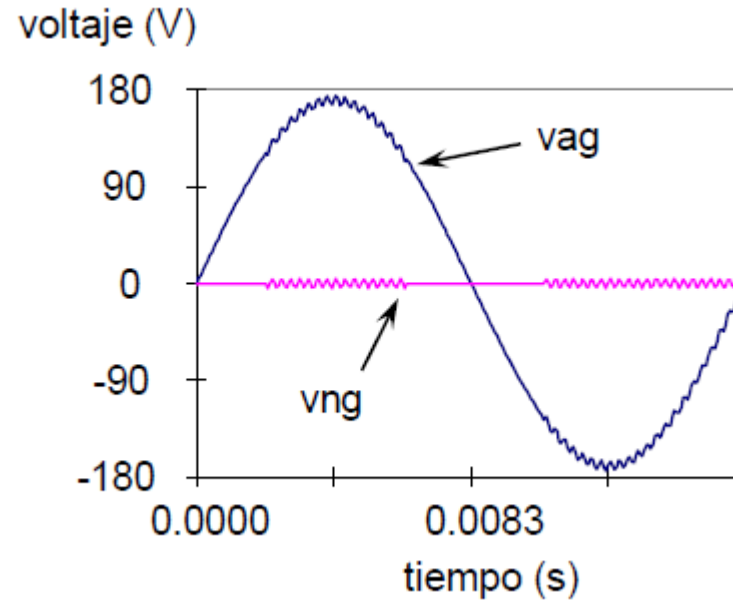
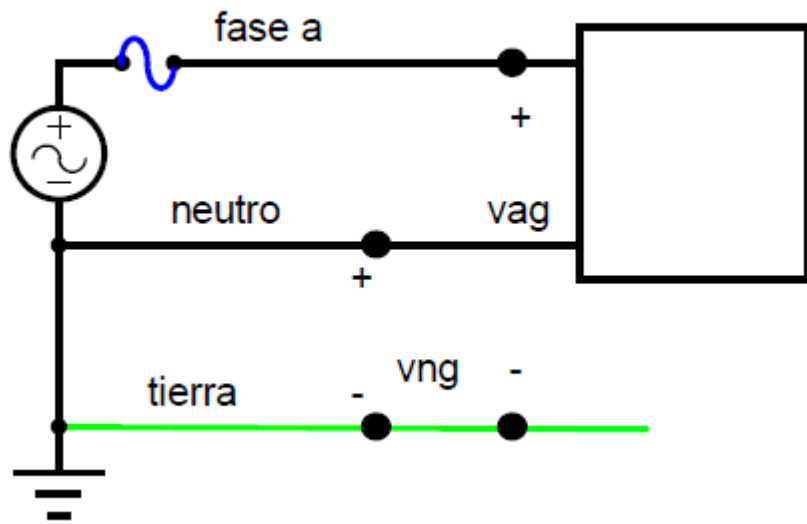
Ruido

El ruido es una señal eléctrica indeseable que produce efectos adversos en los circuitos de control.



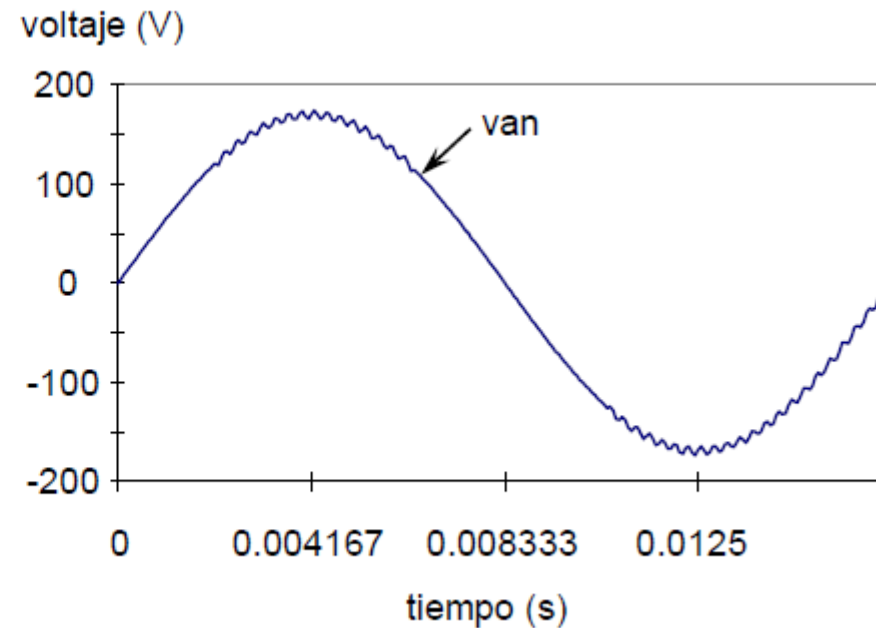
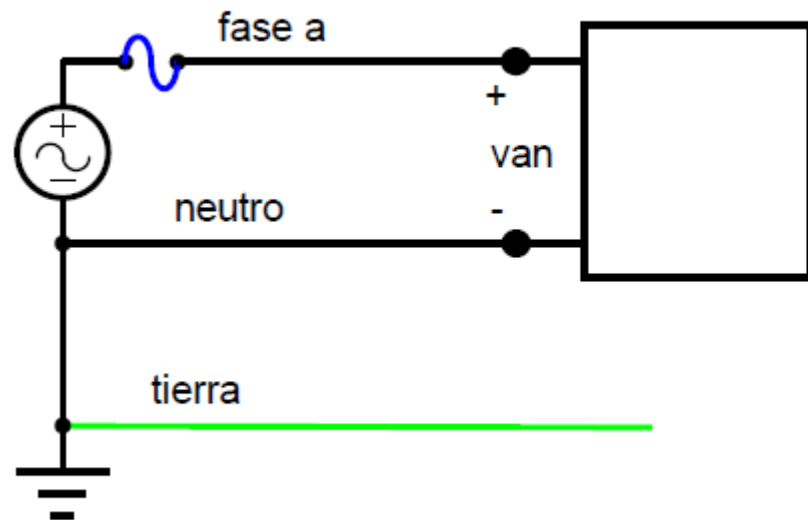
Ruido de Modo Común

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



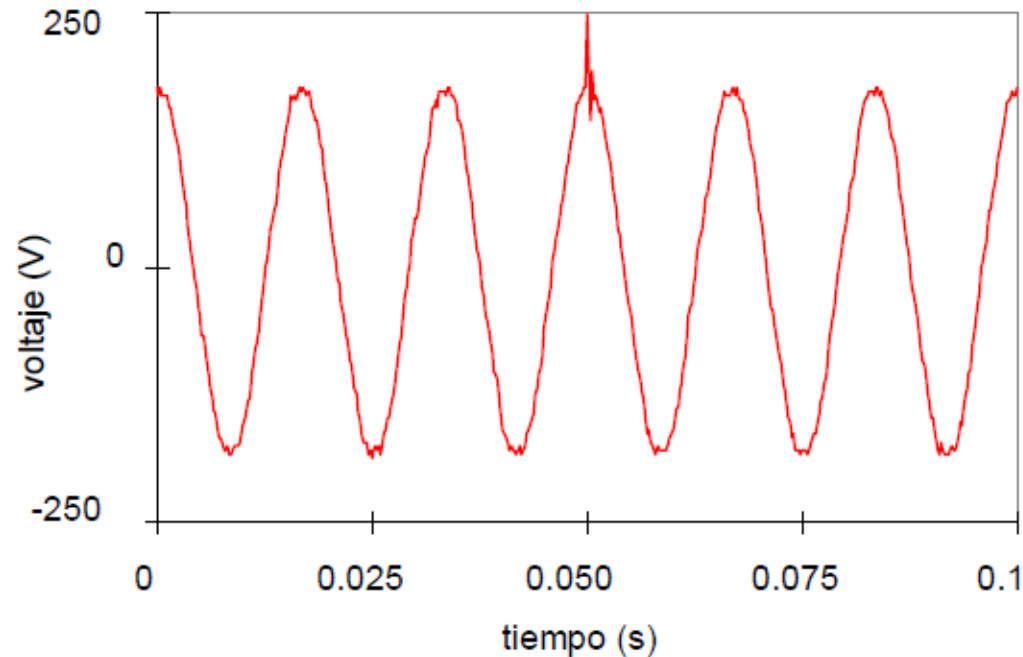
Ruido de Modo Diferencial

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



Impulso (Transient Voltage Surge)

Disturbio en el voltaje de alimentación que dura menos de medio 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.



Causas:

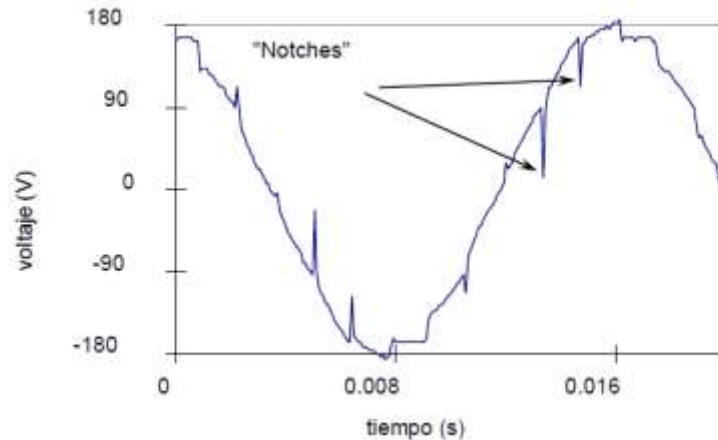
- Descargas atmosféricas
- Energización de capacitores
- Desconexión de motores grandes
- Aislamiento de fallas

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.

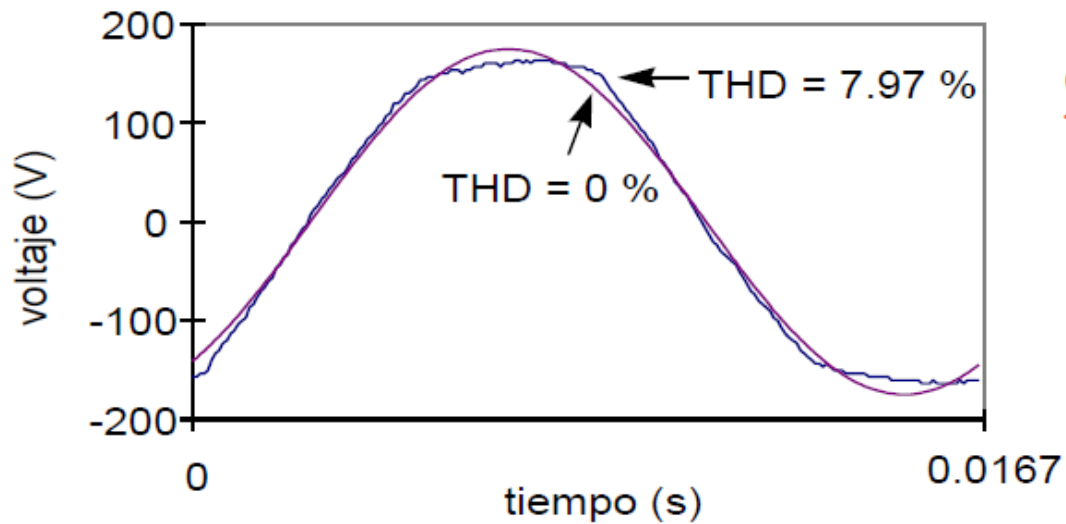
Voltaje de fase a tierra en las terminales de una UPS.



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.

La mayoría de los equipos de cómputo toleran una distorsión de hasta el 5%.



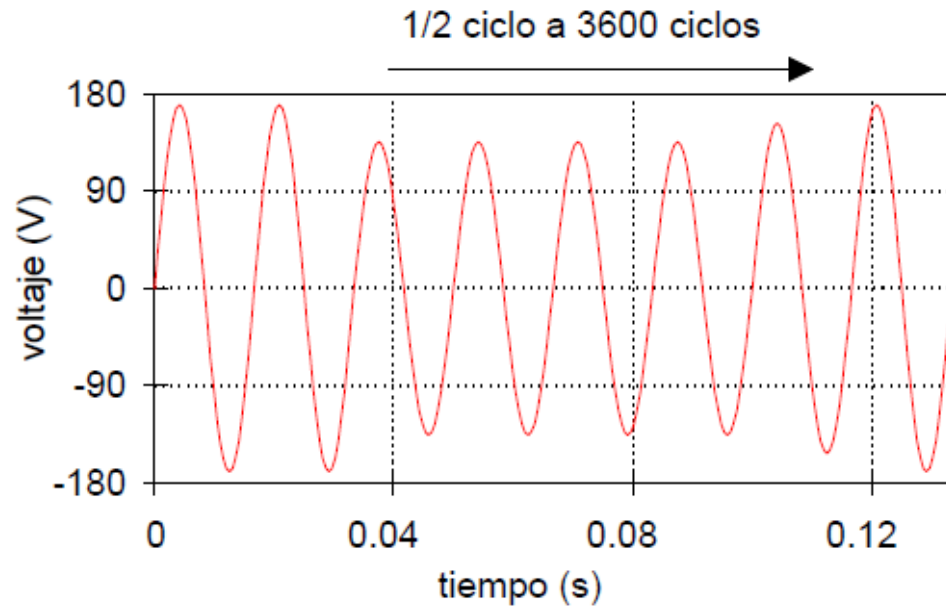
Causas:

Todas las cargas no lineales como:

- Convertidores e inversores
- Hornos de arco eléctrico
- Saturación de transformadores

Huecos (Sag)

Disminución o reducción en el valor efectivo del voltaje de alimentación, con duración de medio ciclo a 3,600 ciclos (de 8.333 ms a 60 s).



Causas:

- Descargas atmosféricas
- Corto circuitos
- Arranque de cargas grandes

Disminución de Voltaje (Undervoltage)

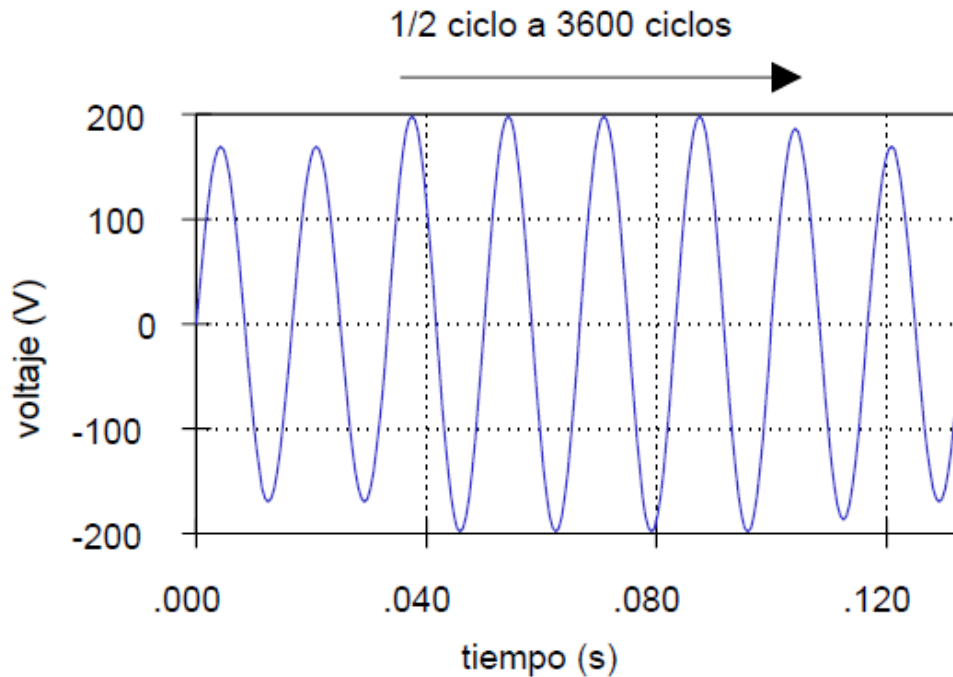
Reducción del valor efectivo del voltaje de alimentación con duración de más de un minuto. El bajo voltaje difiere del hueco solo en que dura más.

Las disminuciones de voltajes se presentan cuando hay un corto circuito en el sistema eléctrico. La magnitud de la disminución depende de la cercanía del corto. Las disminuciones también son ocasionadas por el arranque de cargas grandes.



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).



Causas:

- Descargas atmosféricas
- Corto circuitos
- Arranque de cargas grandes

Sobrevoltaje (Overvoltage)

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

El sobrevoltaje difiere del swell solo en que dura más.



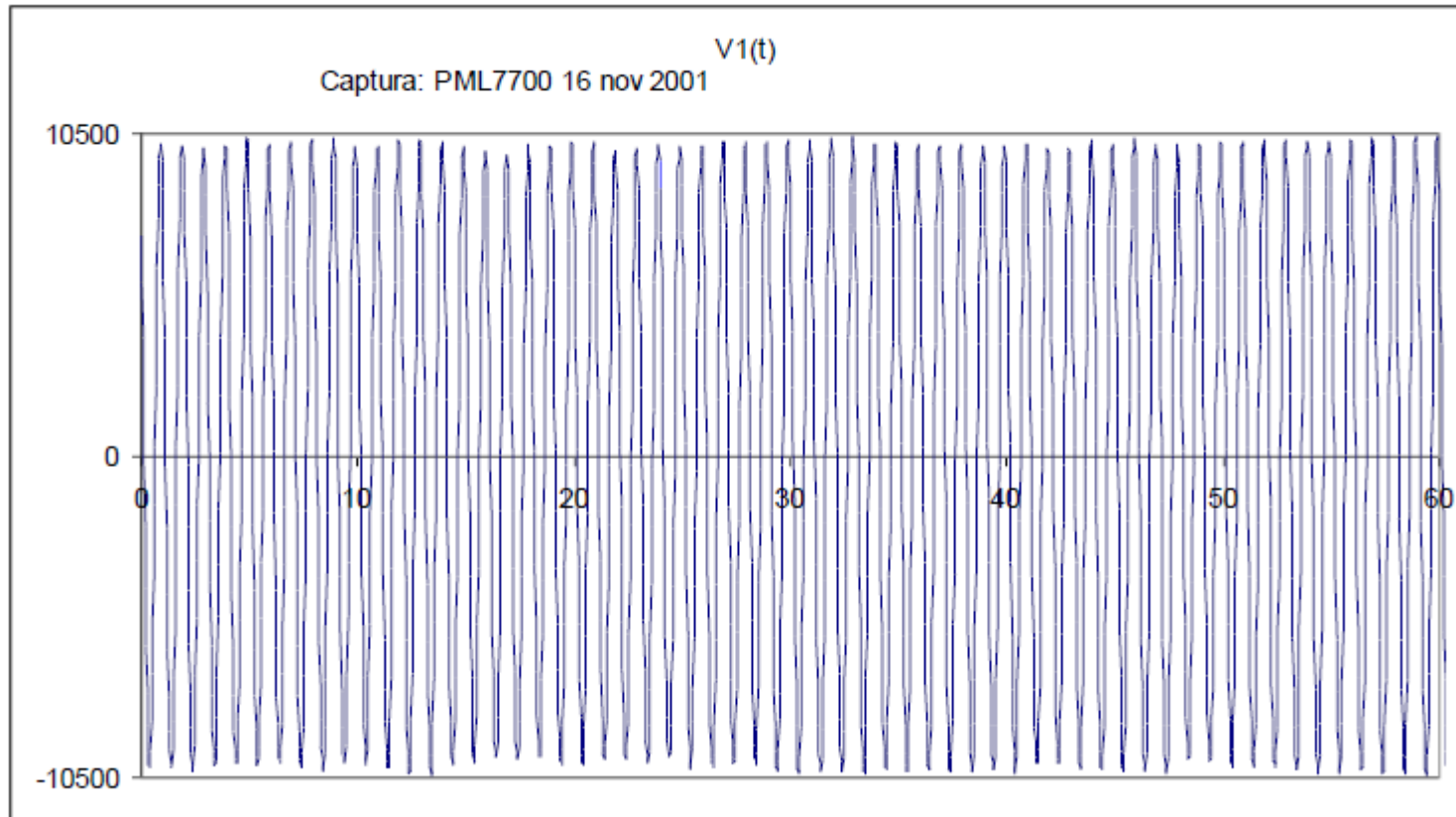
Interrupción

La pérdida total de voltaje durante un período de tiempo.

Cuando el voltaje cae a un valor entre el 10% y el 90% es una disminución de voltaje, si el voltaje cae a un valor inferior al 10% es una interrupción.

Parpadeo (Flicker)

La variación del voltaje con amplitud suficiente para que se aprecie en las fuentes luminosas. En algunos casos se aprecia el parpadeo en los monitores.



Efectos en el Equipo Electrónico 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 pase, o 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.

Si los impulsos son de magnitud considerable, los daños pueden llegar a ser incluso hasta físicos.

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

No siempre se ocasiona mal funcionamiento por variación del voltaje. Si la magnitud y la duración del disturbio son pequeñas, no se causa mal desempeño.



2.- Cargas Críticas y Sensibles

Cargas Críticas y Sensibles

Una carga crítica es aquella que al dejar de funcionar o al funcionar inapropiadamente ocasiona grandes perjuicios económicos.

Una carga sensible es la que requiere de un suministro de alta calidad (voltaje y frecuencia estables, ausencia de ruido, ausencia de distorsión y voltaje mínimo de neutro a tierra).



Cargas Críticas y Sensibles (Cont.)

Ejemplos:

Los centros de cómputo en los bancos son cargas críticas y sensibles.

Los PLC (Programmable Logic Controller) son cargas menos sensibles, pero algunos son cargas muy críticas, ya que si un PLC deja de funcionar puede ser necesario tirar producto o se puede detener toda una línea de producción



Equipos Acondicionadores

Un equipo acondicionador es un dispositivo que proporciona energía de c.a. “limpia” a las cargas críticas o sensitivas. Los equipos de acondicionamiento más utilizados son los siguientes:

- Supresores (surge suppressers).
- Filtros de radio frecuencia.
- Filtros de armónicas.
- Transformadores de aislamiento.
- Transformadores de aislamiento con cambiadores de derivaciones (taps).
- Transformadores ferroresonantes.
- Sistemas de potencia ininterrumpible (UPSs).

Transformadores de Aislamiento

Los transformadores de aislamiento atenúan los disturbios de modo común (neutro a tierra y fase a tierra) y proporcionan un punto de tierra local.

El transformador de aislamiento es un transformador con primario y secundario separados cierta distancia y uno o varios blindajes para reducir el ruido de modo común.

Con derivaciones (taps), permiten la compensación de caídas de voltaje de estado estable en el circuito de alimentación.



Técnicas de Alambrado para Lograr una Buena Calidad de Alimentación Eléctrica

- La puesta a tierra de equipo sensible se puede llevar a cabo con conductor aislado. Desde el puente de unión principal hasta el equipo sensible se lleva un cable de puesta a tierra del equipo sensible, este cable aislado no hace contacto con canalizaciones, gabinetes, ni cajas de contactos; este equipo se pone a tierra con otro conductor o por medio de las canalizaciones mismas.
- El objetivo es disminuir el ruido de modo común ocasionado por las diferencias de potencial entre distintos puntos conectados a tierra.
- Las diferencias de potencial se deben a corrientes en las partes metálicas que normalmente no llevan corriente y estas corrientes se pueden originar por uniones ilegales neutro-tierra y por fallas a tierra.

Transformador de Aislamiento

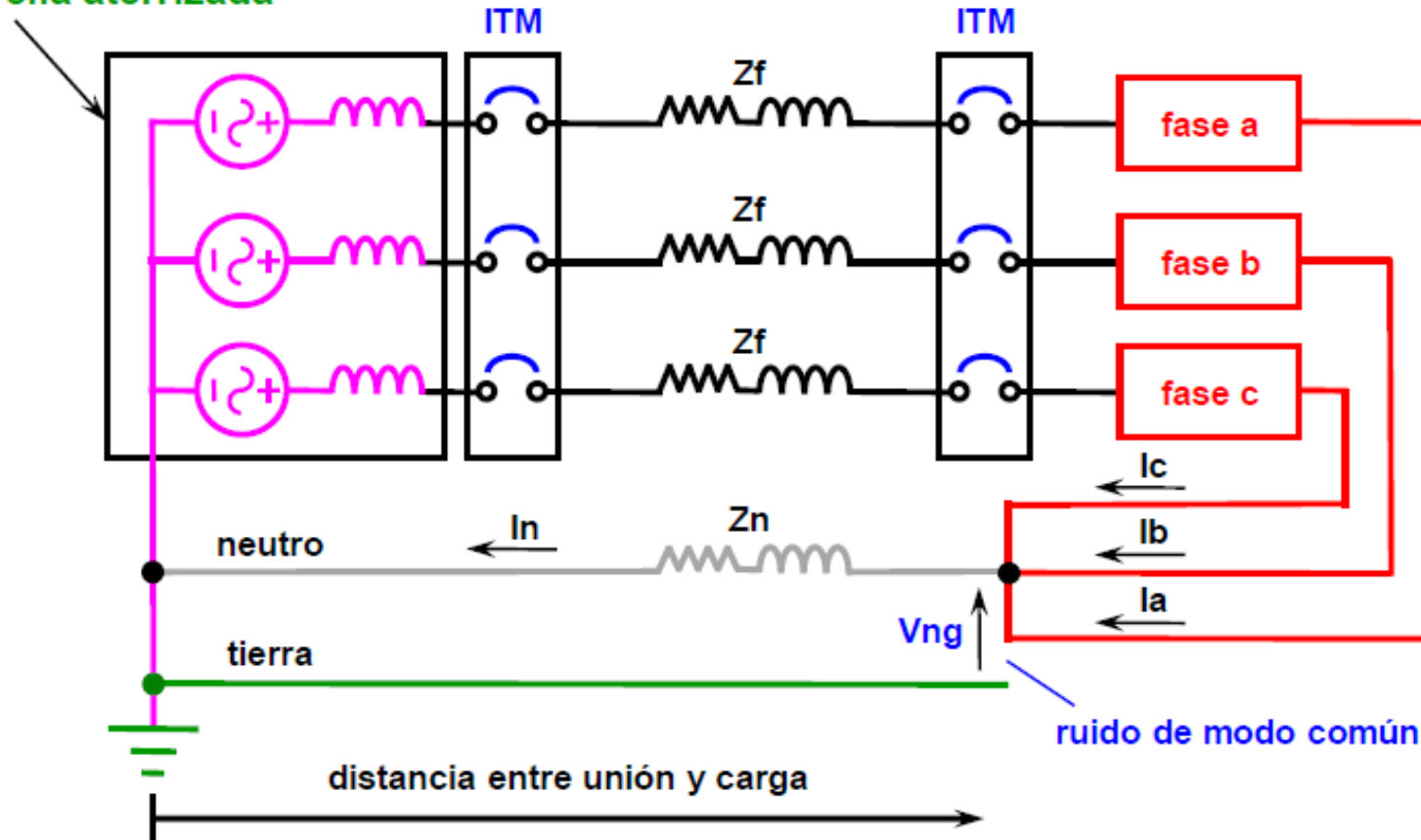
Si la distancia entre la unión del neutro y tierra y la carga sensible es grande, entonces se presenta un voltaje de neutro a tierra en el lado de la carga, este es un ruido de modo común.

Para disminuir este ruido de modo común, se recomienda emplear 480V para llegar a los diferentes pisos de un edificio y ahí reducirá 208V por medio de un transformador delta-estrella.

Se llevan cuatro hilos al transformador (tres de fase y uno de puesta a tierra de equipo) y en el secundario se obtienen cinco hilos, (tres hilos de fase, un neutro y uno de puesta a tierra en el secundario).

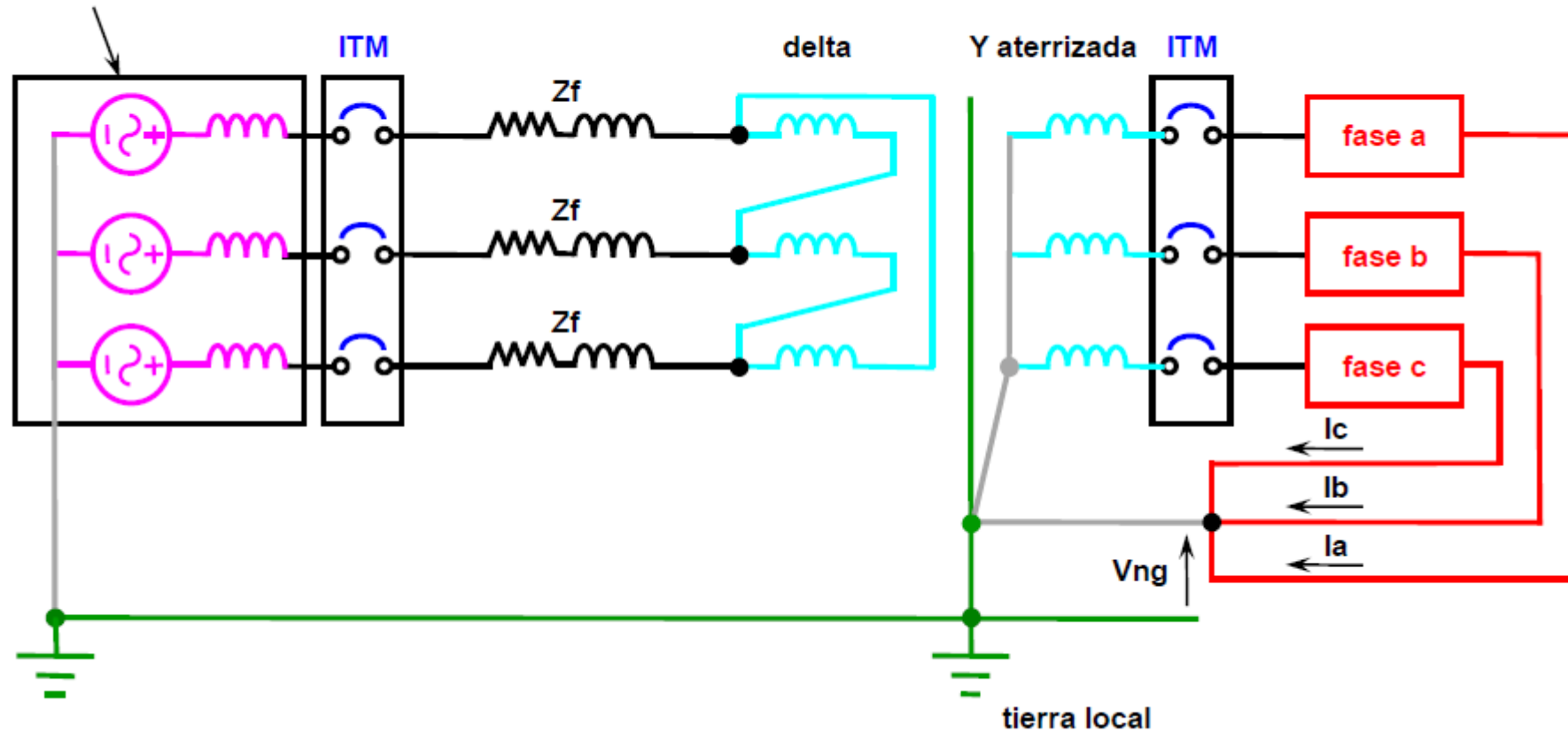
Aislamiento

secundario transformador
estrella aterrizada



Aislamiento (Cont.)

secundario transformador
estrella aterrizada



3 .- Problemas que Ocasiona la Mala Calidad.

Calidad del Suministro Eléctrico

De acuerdo al IEEE Std 1100-2005 , “IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment,)”, la calidad del suministro eléctrico o “power quality” es:

“El concepto de alimentar y poner a tierra equipo electrónico sensible de manera apropiada para la operación de dicho equipo”



Problema de la Calidad de la Energía

R.C. Dugan, M.F. McGranaghan, S. Santoso y H.W. Beaty en su libro “ Electrical Power Systems Quality” , definen al problema de la calidad de la energía o “power quality problem” como:

“Cualquier problema manifestado en voltaje, corriente o desviaciones de la frecuencia que resultan en falla o mal funcionamiento de equipo”.



Problema de la Calidad de la Energía (Cont.)



Los mismos autores establecen también en su libro que la calidad del suministro es igual a la calidad en el voltaje de alimentación.

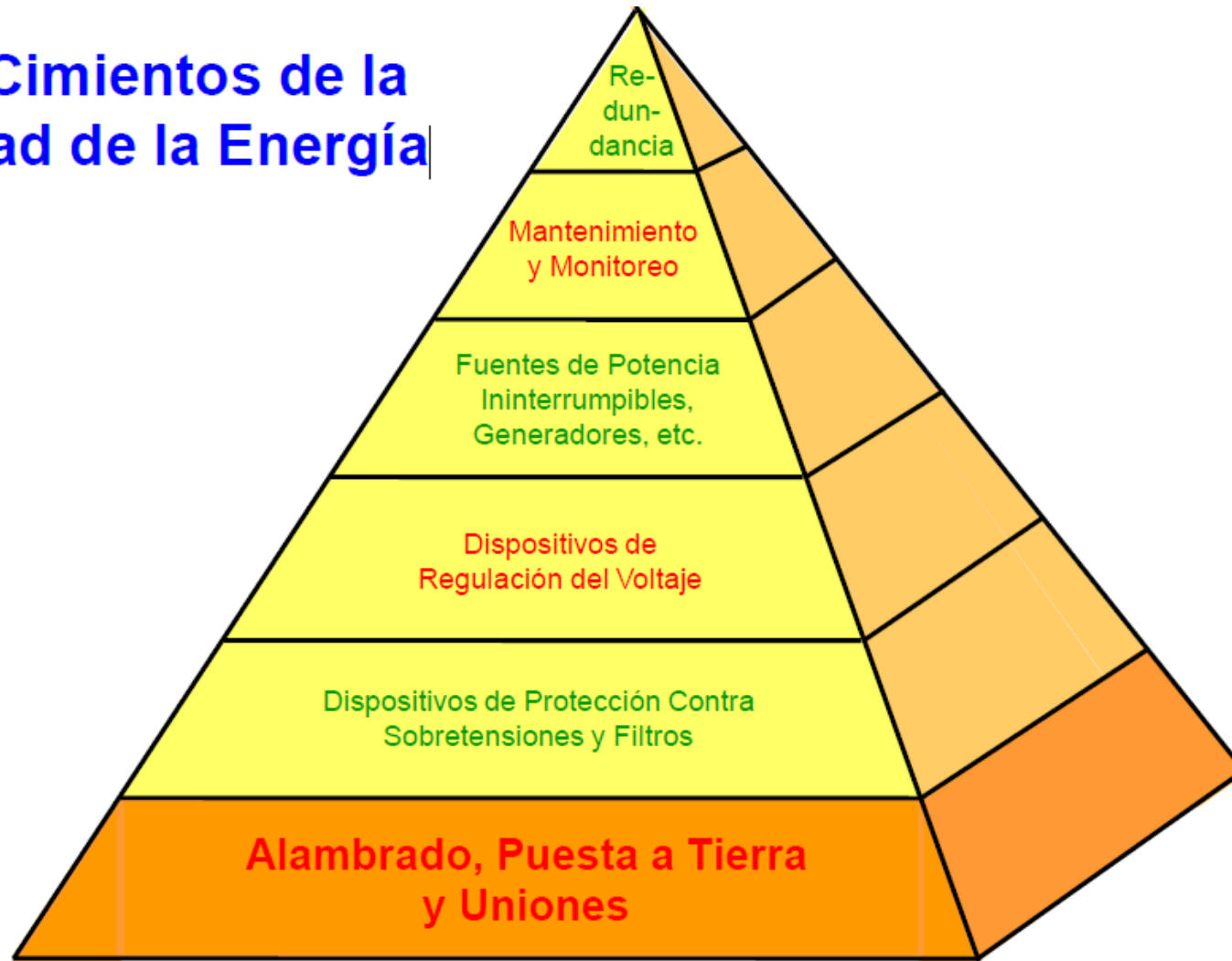
“Un voltaje de buena calidad tiene amplitud estable, frecuencia constante, poca distorsión armónica, no tiene ruido, no presenta muescas y / o transitorios y en el caso de voltajes trifásicos no hay desbalance”.



4 .- Alambrado y Puesta a Tierra

Pirámide de la Protección

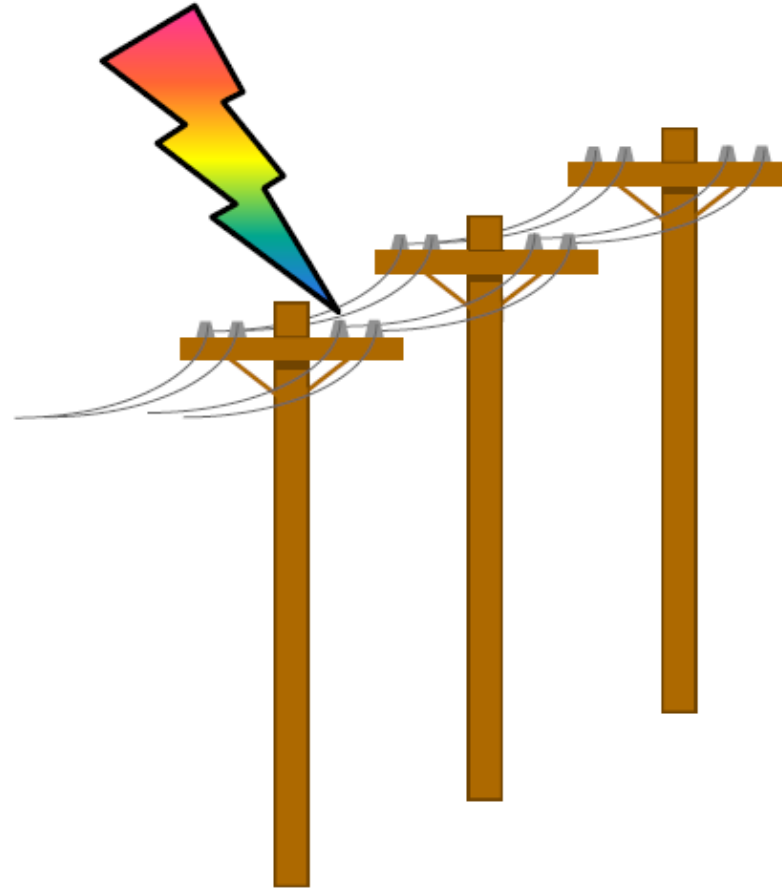
Los Cimientos de la Calidad de la Energía



El Propósito de la Puesta a Tierra

Existen tres razones básicas para la puesta a tierra:

- 1) Para limitar los voltajes provocados por descargas atmosféricas o por contacto accidental de los conductores del suministro con conductores de mayor tensión.



El Propósito de la Puesta a Tierra (Cont.)

Existen tres razones básicas para la puesta a tierra:

2) Para estabilizar el voltaje bajo condiciones normales de operación (esto mantiene al voltaje en un nivel relativo a tierra, de forma tal que cualquier equipo conectado al sistema será sujeto solamente a esa diferencia de potencial).



El Propósito de la Puesta a Tierra (Cont.)

Existen tres razones básicas para la puesta a tierra:

3) Para facilitar la operación de los dispositivos de sobrecorriente, tales como fusibles, interruptores, o relevadores, bajo las condiciones de una falla a tierra.



Puesta a Tierra Efectiva para la Electrónica

Guía EC&M de Calidad de la Energía...

La puesta a tierra para altas frecuencias requiere de dos sistemas de puesta a tierra separados los cuales deben ser unidos entre sí.

- Un sistema de puesta a tierra de seguridad del equipo para 60 Hz cumpliendo con la NOM-001-SEDE-2005.
- Una malla de referencia de señal (MRS) u otro tipo de estructura de referencia de señal (ERS) para la alta frecuencia.



Puesta a Tierra Efectiva para la Electrónica (Cont.)



Guía EC&M de Calidad de la Energía... Para prevenir que el ruido eléctrico afecte a las computadoras y otros equipos con dispositivos de estado sólido, se requieren dos sistemas de puesta a tierra enteramente diferentes y separados. Primero, el sistema de distribución de la energía debe ser puesto a tierra de acuerdo con los requerimientos de la NOM para seguridad; y segundo, el equipo de computación y envolventes se deben conectar a un sistema de malla de referencia de señal (MRS) para altas frecuencias. ¡Esta protección de alta frecuencia de ninguna forma está relacionada al sistema de puesta a tierra! En realidad la referencia de alta frecuencia trabajará ya sea que esté o no esté aterrizada al sistema de puesta a tierra. Sin embargo, puesto que consiste de partes expuestas, metálicas no portadoras de corriente que pudieran accidentalmente llegar a ser energizadas, deben ser puestas a tierra, como se requiere por la NEC 2008250.4(A)(4) y (B)(3).



Sólidamente Aterrizado vs. Sistemas Sin Aterrizar

Sólidamente Aterrizado. Conectado directamente a través de una conexión adecuada de puesta a tierra en la cual ninguna impedancia ha sido insertada intencionalmente.

Ejemplo: 480Y/277 volt, 4 hilos “estrella”.

Sistema Sin Aterrizar. Un sistema, sin una conexión intencional a tierra, excepto a través de indicadores de potencial o dispositivos de medida u otros dispositivos de alta impedancia.

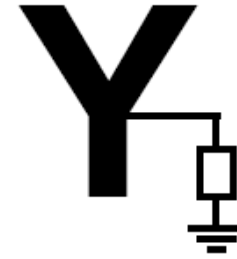
Ejemplo: 480 volt, 3 hilos “delta”.



Puesta a Tierra por “Resistencia” (Impedancia)

Puesta a tierra a través de una impedancia. Hay variaciones:

- **Puesta a Tierra con Alta Resistencia**
 - >Frecuentemente usada en la industria petroquímica.
 - >Requiere supervisión ingenieril.
- **Puesta a Tierra con Baja Resistencia**
- **Aterrizamiento con Reactancia**



Razones:

- **Reduce las magnitudes de la corriente de falla y el quemado, fusión, y esfuerzos mecánicos.**
- **Reduce el hueco de voltaje durante la falla.**
- **Evita la salida de operación (puesta a tierra de alta resistencia en donde todas las cargas son de 3 hilos).**

5 .- Protección del Personal y de los Equipos.

Introducción

La sociedad moderna ha sido beneficiada por la electricidad. Damos por hecho que contaremos con los servicios y el confort que proporcionan los equipos que utilizan energía eléctrica.

Sin embargo, una instalación eléctrica sin los elementos necesarios de seguridad y protección nos puede ocasionar graves perjuicios y es así como la puesta a tierra de equipos y de sistemas eléctricos es importante.

Un equipo sin puesta a tierra o un sistema no aterrizado también pueden proporcionar servicios y confort; pero con menor seguridad y confiabilidad, poniendo en riesgo a las personas y a sus propiedades.



¿Por Qué las Prácticas y Procedimientos de Seguridad Eléctrica?

- 1) Se estima que cada año ocurren 30,000 accidentes no fatales por descargas eléctricas.
- 2) Más de 600 personas mueren cada año por electrocución.
- 3) La electrocución permanece como la cuarta causa más alta de los accidentes fatales (después de tráfico, violencia/homicidio e incidentes de la construcción).
- 4) Anualmente son reportados aproximadamente 3,000 incidentes por quemaduras de calor radiante (flash burn), con aproximadamente 350 muertes.

Nota: Según estimaciones de The National Safety Council, de los E.U.A.

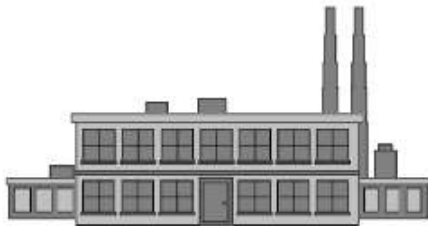


¿Dónde Ocurren las Electrocciones?



474 Hogar

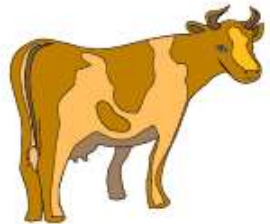
Muertes promedio anuales ocasionadas por electrocución en un período de 25 años (1960-1985) E.U. A.*



384 Empresas



120 Descargas atmosféricas



120 Granjas



102 Carreteras

¿Cuál Es la Mejor Forma de Prevenir los Peligros de la Electricidad?



- Alto – Antes de la Acción
 - Pensar – Riesgos/Peligros
 - Opciones – Bloquear/Etiquetar
 - Protección – EPP Adecuado
-
- **¡La Forma Más Segura es evitando los circuitos energizados!**

Protección

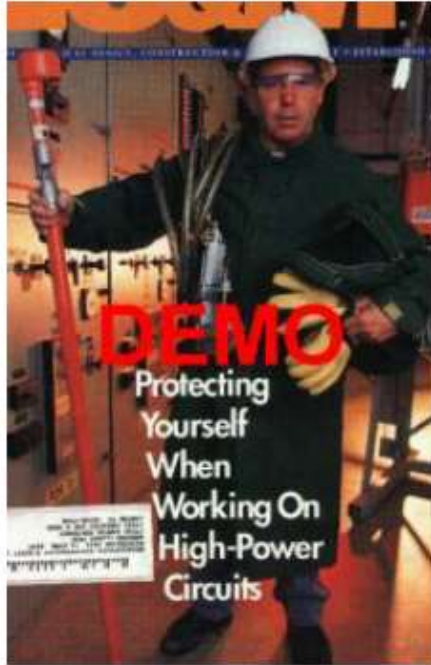
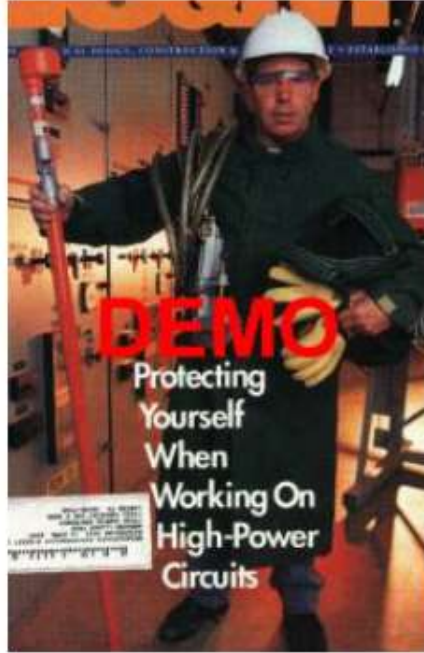


FIGURE 2.72 Commercially manufactured safety ground jumper.
(Courtesy AB Chance Corp.)

- Guantes:
 - Un par de guantes clase 0 y
 - Un par de guantes del voltaje mayor en la planta.
- Mangas aislantes, consistentes con las clases de guantes.
- Tapetes aislantes consistentes con los voltajes en los que se trabajará.
- Probadores de voltaje:
 - Uno de baja tensión.
 - Uno de media tensión.
- Candados, dispositivos y etiquetas de bloqueo.
- Cascos ANSI Z789.1 clase B.

Protección (Cont.)



- Gafas de seguridad ANSI Z87.1.
- Señalamientos de **PELIGRO – ALTO VOLTAJE** y de bloqueo.
- Equipo de puesta a tierra.
- Ropa retardante Flama – mínimo 6 oz/yd².
- Traje de arco eléctrico.
- Diagrama Unifilar.



FIGURE 2-72 Commercially manufactured safety ground jumper. (Courtesy AR Chance Corp.)

6 .- Protección de Rodamientos en Motores

Accionamientos de frecuencia variable y daños en los rodamientos eléctricos



- Las corrientes de rodamientos en motores operados por variadores de frecuencia (VFD) pueden causar fallas prematuras o catastróficas.
- Pulsos de alta energía con tiempos de subida extremadamente rápidos (dv/dt) de descarga en los rodamientos del motor.
- Causar daños en el mecanizado de descarga eléctrica (EDM) en la carrera y los elementos rodantes.
- Los motores necesitan protección de rodamientos - anillos de puesta a tierra de eje AEGIS[®] - instalados en el motor.
- Los equipos conectados y las cajas de cambios necesitan protección



Fallo en el rodamiento : un problema que vale la pena resolver



- Independientemente del tipo de daño por rodamiento o carrera que se produzca, la falla motora resultante a menudo cuesta muchos miles o incluso decenas de miles de dólares en tiempo de inactividad y pérdida de producción.
- Las tasas de error varían ampliamente dependiendo de muchos factores, pero la evidencia sugiere que una porción significativa de fallas ocurren sólo 3 a 12 meses después del inicio del sistema.
- Debido a que muchos de los motores de CA actuales tienen rodamientos sellados para mantener fuera la suciedad y otros contaminantes, los daños eléctricos se han convertido en la causa más común de fallo de rodamientos en motores de CA con VFD.





Opciones de montaje en anillos [®] AEGIS

Sujeción



A través de Tornillo



Epoxi conductora



Ajuste de prensa



Instalación de Epoxy Conductivo

- [Instalación de Anillo](#)

Muchas Gracias

