


















-
-  **1** [Generalidades sobre puestas a Tierra y protección a las personas](#)
 -  **2** [Exigencias de los Reglamentos](#)
 -  **3** [Tipos de Puestas a Tierra](#)
 -  **4** [Puesta a Tierra de servicio](#)
 -  **5** [Sistemas de Puesta a Tierra](#)
 -  **6** [Electrodos para Puestas a tierra](#)
 -  **7** [Sistemas de resistencias](#)
 -  **8** [Resistencias reducidas](#)
 -  **9** [Circulación de Corriente por Tierra](#)
 -  **10** [Circulación de corriente en el neutro](#)
 -  **11** [Protección de edificios - Pararrayos](#)
 -  **12** [Recomendaciones sobre los Sistemas de Puesta a Tierra en edificios residenciales](#)
 -  **13** [Problemas en las Puestas a Tierra en edificios residenciales](#)
 -  **14** [Separación de los circuitos de alimentación](#)
 -  **15** [Puestas a Tierra de Alta Frecuencia](#)

Puestas a Tierra	Cap. 2
Exigencias de los Reglamentos	Pág. 2/15

De acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Instalaciones de BT de la Asociación Electrotécnica Argentina, para viviendas unifamiliares y locales comerciales la resistencia a tierra, medida desde cualquier masa de la instalación, no será mayor que 10 ohm para el caso de usar interruptores diferenciales, (preferentemente no mayor que 5 ohm).

De igual forma, para el caso de viviendas colectivas (edificios o complejos) la resistencia a tierra indicada en dicho código será inferior a 2 ohm.

Cuando la instalación de Puesta a Tierra no se coordine con el interruptor diferencial, el valor de la resistencia de Puesta a Tierra se calculará de modo de lograr una tensión de contacto indirecto personal no mayor que 24 V c.a. para ambientes secos y húmedos ó 12 V c.a. para ambientes mojados.

Esto es lo que consta en la norma IRAM 2281 en su parte III, pero en el caso de no contar con disyuntor diferencial los valores de resistencia de puesta a tierra son prácticamente inalcanzables, razón por la cual se debe utilizar un disyuntor como complemento de la puesta a tierra, pero no constituye una alternativa.

La puesta a tierra de los aparatos se efectiviza en forma automática al conectar la ficha al toma corriente, a través de la tercera pata de la misma, que es la que conecta con el conductor de tierra. Por tal motivo, no deben emplearse adaptadores para fichas sin puesta a tierra, ya que se eliminan las condiciones de seguridad de que estaba dotado el aparato (además su empleo está prohibido por las normas IRAM y las disposiciones del ENRE).

menú	índice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----------------------	------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Puestas a Tierra	Cap. 2
Generalidades sobre Puestas a Tierra y protección a las personas	Pág. 1/15

Se entiende por puesta a tierra la vinculación intencional de un conductor a tierra. Si esa unión se realiza sin interposición de impedancia (o resistencia) alguna, decimos que es una puesta a tierra directa, en caso contrario sería una vinculación indirecta.

El poner a tierra un sistema eléctrico tiene por objetivo, según lo indica la Norma IRAM 2281, proteger la vida humana y animal, los bienes y los sistemas eléctricos.

La importancia de la puesta a tierra en instalaciones domiciliarias, radica en la seguridad contra tensiones peligrosas para las personas por contactos indirectos. Las protecciones eléctricas deben, en estos casos de fallas, actuar desconectando la alimentación en tiempos que estén vinculados a los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.

Cuando una persona forma parte de un camino eléctrico recibe un shock eléctrico (Figura 2.1). La intensidad y el daño originados por el shock están determinados por el nivel de corriente, la duración de la descarga y el camino que sigue la misma a lo largo del cuerpo. En este caso, como se ve en la figura siguiente, la persona forma parte de un circuito en serie y ocurre, por ejemplo, cuando las personas toman contacto con un dispositivo que presente una falla.

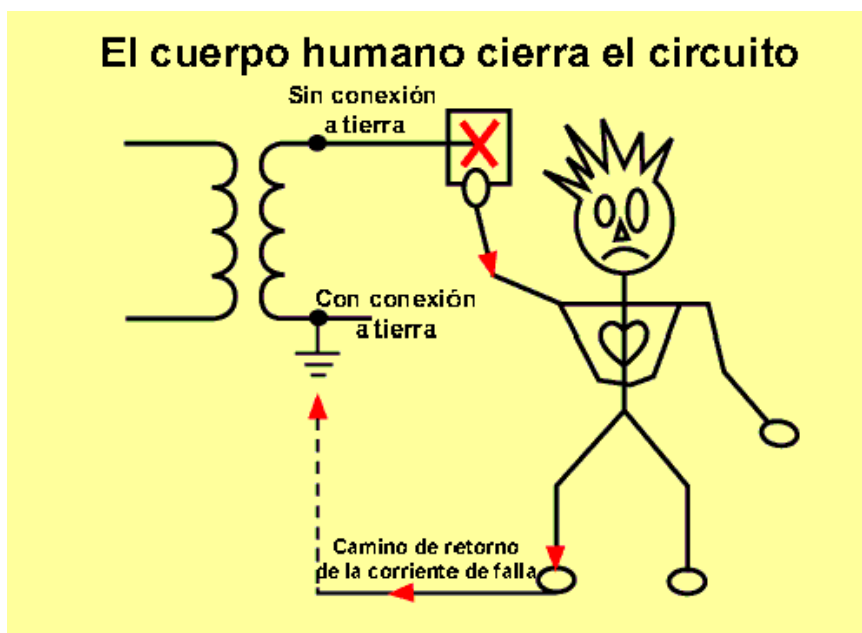


Figura 2.1

En un circuito en paralelo, como aquellos en que el dispositivo con falla tiene conexión a tierra, además de la persona existe otro camino para la corriente (Figura 2.2). En este caso, una parte mínima de la falla a tierra fluye a través de las personas, pero en una magnitud suficiente como para hacer actuar a las protecciones.

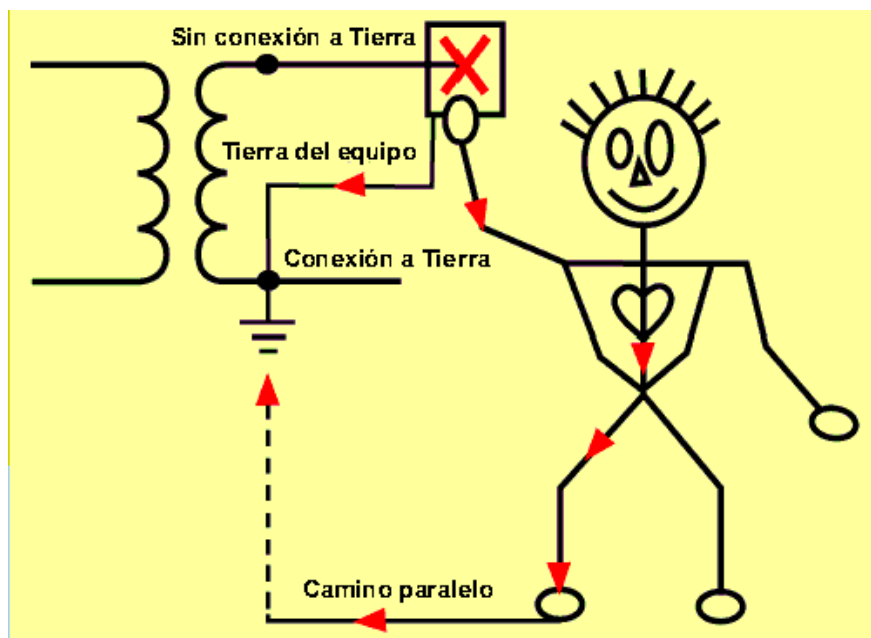


Figura 2.2

Puestas a Tierra	Cap. 2
Exigencias de los Reglamentos	Pág. 2/15

De acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Instalaciones de BT de la Asociación Electrotécnica Argentina, para viviendas unifamiliares y locales comerciales la resistencia a tierra, medida desde cualquier masa de la instalación, no será mayor que 10 ohm para el caso de usar interruptores diferenciales, (preferentemente no mayor que 5 ohm).

De igual forma, para el caso de viviendas colectivas (edificios o complejos) la resistencia a tierra indicada en dicho código será inferior a 2 ohm.

Cuando la instalación de Puesta a Tierra no se coordine con el interruptor diferencial, el valor de la resistencia de Puesta a Tierra se calculará de modo de lograr una tensión de contacto indirecto personal no mayor que 24 V c.a. para ambientes secos y húmedos ó 12 V c.a. para ambientes mojados.

Esto es lo que consta en la norma IRAM 2281 en su parte III, pero en el caso de no contar con disyuntor diferencial los valores de resistencia de puesta a tierra son prácticamente inalcanzables, razón por la cual se debe utilizar un disyuntor como complemento de la puesta a tierra, pero no constituye una alternativa.

La puesta a tierra de los aparatos se efectiviza en forma automática al conectar la ficha al toma corriente, a través de la tercera pata de la misma, que es la que conecta con el conductor de tierra. Por tal motivo, no deben emplearse adaptadores para fichas sin puesta a tierra, ya que se eliminan las condiciones de seguridad de que estaba dotado el aparato (además su empleo está prohibido por las normas IRAM y las disposiciones del ENRE).

Puestas a Tierra	<i>Cap. 2</i>
Tipos de Puestas a Tierra	<i>Pág. 3/15</i>

Existen distintos tipos de puestas a tierra, de acuerdo al objetivo de las mismas, entre ellas se puede mencionar:

Puesta a tierra de servicio (también llamada funcional)	Es la que mantiene el potencial de tierra de alguna parte de los circuitos de alimentación, como ser los centros de estrella de generadores y transformadores
Puesta a tierra de protección	Consiste en la puesta a tierra de los elementos conductores que puedan estar en contacto con la instalación, de forma de brindar protección contra contactos indirectos; es decir que permite derivar las corrientes de falla peligrosas para las personas.
Puesta a tierra de referencia	Es la destinada a brindar un potencial constante, que podrá ser empleado para tener una referencia a tierra de diversos equipos. Se emplea para garantizar el funcionamiento correcto, seguro y confiable de una instalación.
Puesta a tierra para pararrayos	Es la encargada de llevar a tierra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas.

En algunas ocasiones se realizan puestas a tierra conjuntas, funcionales y de protección.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Puestas a Tierra de Servicio	Pág. 4/15

Los sistemas usuales de puesta a tierra en las redes trifásicas están definidos como tales por las normas IEC 364 e IRAM 2281/3; se describen con letras identificatorias que representan:

- Primera letra: Condiciones de puesta a tierra de la fuente de energía
T = puesta a tierra directa de un punto de la red
I = aislamiento de todas las partes activas con respecto a tierra o puesta a tierra de un punto de la red a través de una impedancia.
- Segunda letra: Condiciones de puesta a tierra de las masas en la instalación eléctrica.
T = masas puestas a tierra directamente, independientemente de la fuente de energía.
N = masas unidas directamente a la puesta a tierra funcional.
- Tercera letra: (válida para los sistemas TN) disposiciones de los conductores de protección y neutro.
S = conductores separados de protección y de neutro.
C = conductor único con funciones de protección y de neutro, denominado conductor PEN.

Sistema TNS

Son redes en las que además de las tres fases (RST) contienen otros dos conductores, el neutro N y el conductor de protección PE (Figura 2.3). Es decir que los usuarios no realizan puestas a tierra de las instalaciones ya que la misma se ejecuta mediante el último conductor mencionado, que es suministrada por la compañía distribuidora.

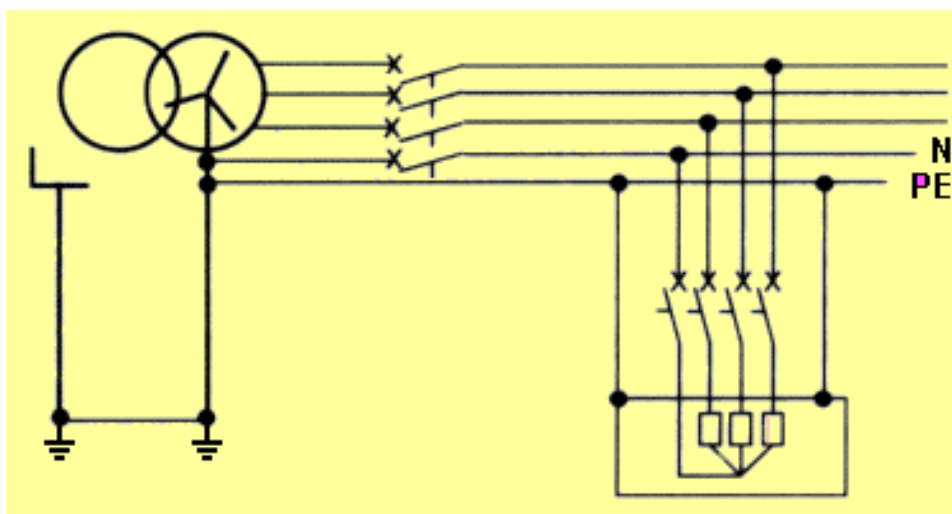


Figura 2.3

Sistema TNC

En este sistema de distribución se emplean 4 conductores, tres para las fases y un cuarto que realiza las funciones de neutro y de conductor de protección (Figura 2.4).

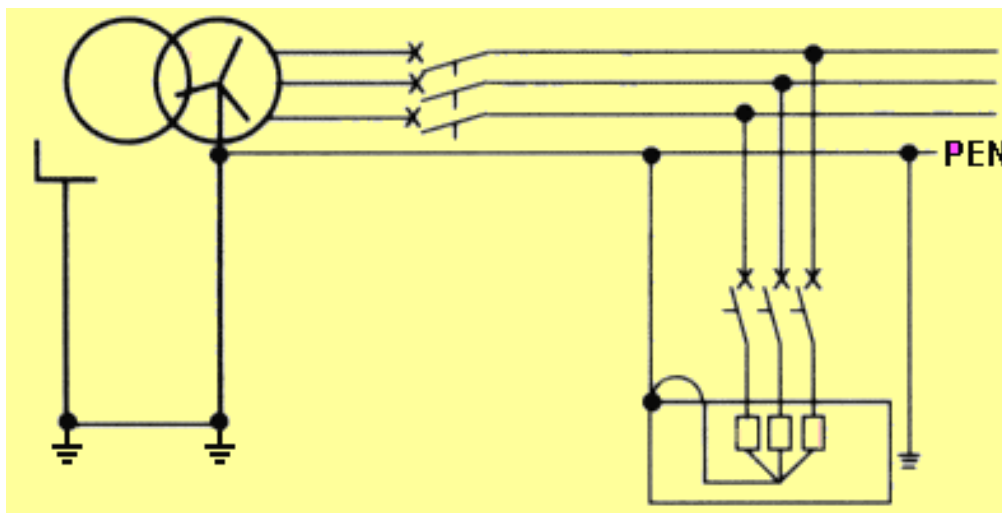


Figura 2.4

Sistema TT

Consiste de una puesta a tierra de servicio conectada rígidamente a tierra de la cual tomaremos el conductor neutro, es decir que la distribución emplea 4 conductores, tres para las fases y uno para el neutro, mientras que el conductor de protección es provisto por el usuario, derivándolo de su puesta a tierra de seguridad (Figura 2.5). Este sistema es de gran importancia dado que es el actualmente empleado en nuestro país para la distribución eléctrica en baja tensión, constituyendo el denominado sistema trifásico de tensiones de $3 \times 380 / 220 \text{ V}$.

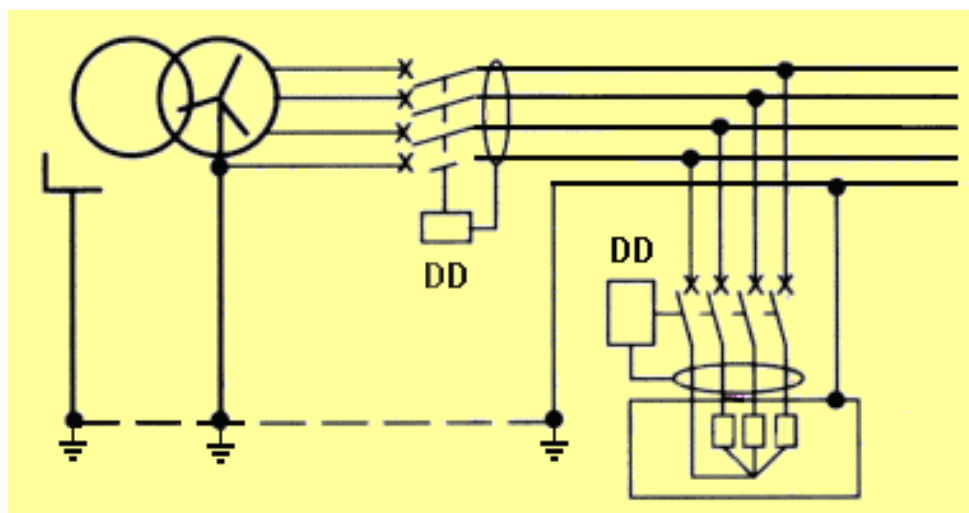


Figura 2.5

Donde DD es el dispositivo de protección diferencial, que deberá estar instalado en el comienzo de la instalación (pueden existir otros en otros puntos de la instalación) y actuará cuando se produzcan fallas de aislación.

Como hemos dicho anteriormente, en los sistemas TT, el centro de estrella de los transformadores de alimentación está conectado al neutro y a la vez puesto rígidamente a tierra en ese punto. En las condiciones reales de una red se producen desequilibrios en los consumos y circulación de corrientes por terceras armónicas que ocasionan que este conductor suela tener un potencial respecto de tierra superior a la máxima tensión de contacto admitida (24 V.). Por esta razón nunca se debe emplear el neutro de la compañía distribuidora de electricidad como conductor de protección, es decir que no se deben conectar al mismo las puestas a tierra de nuestra instalación.

Sistema IT

El esquema de distribución consta de las tres fases activas (RST). En ellas el neutro no está rígidamente conectado a tierra, sino que está aislado o conectado a tierra por medio de impedancias de elevado valor (Figura 2.6).

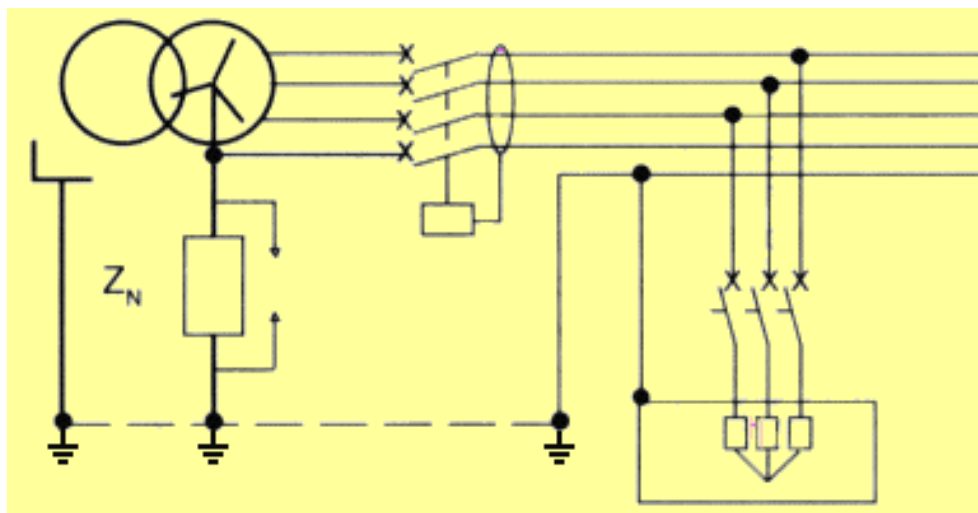


Figura 2.6

Se utiliza en instalaciones industriales de importancia, que disponen de una subestación privada, donde una interrupción de la alimentación puede tener consecuencias graves.

Las masas deben interconectarse y ponerlas a tierra en un solo punto. La corriente de la primera falla adquiere valores despreciables, por lo tanto la tensión de contacto adquiere valores no peligrosos para las personas.

La corriente de una segunda falla (estando la primera) puede adquirir valores de corriente elevados según la puesta a tierra de las masas, están interconectadas (condición similar a TN) o separadas (condición similar a TT).

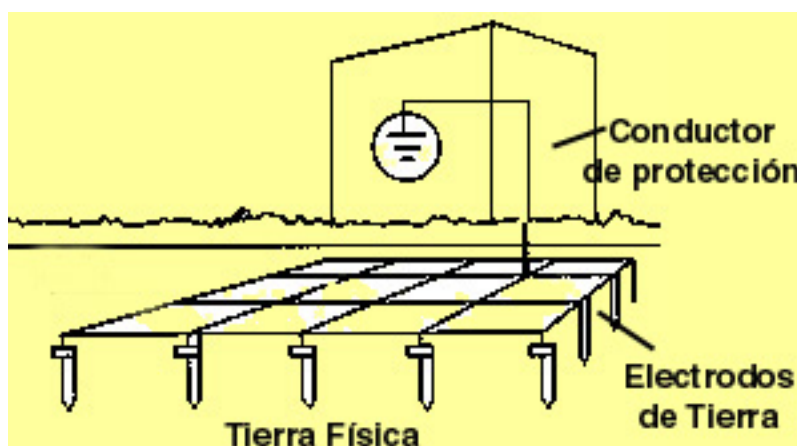
Debe darse alarma cuando ocurre la primera falla, la cual debe ser localizada y reparada.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Componentes de los Sistemas de Puesta a Tierra	Pág. 5/15

Un sistema de Puesta a Tierra está compuesto por:

<u>Electrodo de tierra</u>	Es el conductor (astas, perfiles, cables desnudos, cintas, etc.) o conjunto de conductores en contacto con la tierra que garantizan una unión íntima con ella. Cuando los electrodos de tierra están lo suficientemente distantes como para que la corriente máxima susceptible de pasar por uno de ellos no modifique sensiblemente el potencial de los otros se dice que los electrodos de tierra son independientes.
<u>Conductor de protección</u>	Deben estar presentes en todas las instalaciones de baja tensión, sea cual fuere el esquema de tierra adoptado, y sirven para garantizar la continuidad del circuito de tierra, siendo designados internacionalmente por sus siglas en inglés PE (Protection Earth). En un circuito terminal el conductor de protección liga las masas de los equipos de utilización y, si fuera el caso, el terminal de tierra de las alimentaciones de corriente; en un circuito de distribución, el conductor de protección vincula el terminal de tierra del tablero de donde parte el circuito al terminal de tierra del tablero de alimentación del circuito.
<u>Tierra Física</u>	Es la que envuelve al electrodo de Puesta a Tierra.

Cuya distribución puede observarse en la Figura siguiente:



Para ser efectivas las conexiones a tierra deben tener las siguientes características:

- Ser continuas y permanentes,
- Tener adecuada capacidad y
- Presentar baja impedancia.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Electrodos para Puestas a Tierra	Pág. 6/15

Las partes enterradas del sistema de puesta a tierra (electrodos) son fundamentales para establecer el sistema de tierra exigido por las normas y por las necesidades operacionales de los equipos sensibles. Su función primaria es establecer una muy baja resistencia de referencia al potencial de tierra.

La correcta elección de los electrodos permite incrementar la predictibilidad del flujo de corriente dentro de los sistemas de puesta a tierra de una instalación. Asimismo, permite desarrollar planes para prevenir la circulación de corriente dentro de los caminos de tierra para los equipos electrónicos sensitivos.

Las normas IRAM así como las especificaciones locales, permiten emplear como electrodos a diversos elementos. Las mismas permiten seleccionar los materiales, longitudes, secciones de los conductores, etc., así como las conexiones a los mismos, de modo que presenten la sección adecuada para transportar las corrientes de fallas sin sobrecalentamientos. Adicionalmente, deben tener la suficiente resistencia mecánica para resistir los esfuerzos requeridos.

Entre los distintos tipos de Electrodos ó Dispersores a Tierra tenemos:

- Placas.
- Electrodos de Cintas, Cable o Alambres.
- Jabalinas o Barras.

Las **Placas** tienen medidas que, en general, no superan los 1,20 x 1,20 m. y se entierran a una profundidad tal que aseguren que el suelo que las rodea esté suficientemente húmedo. Son de Cu y de un espesor de alrededor de 2,5 a 3 mm, constituyendo la forma más antieconómica de electrodo dispersor a tierra. Su utilización sólo se considera cuando el factor determinante es la capacidad de conducción de corriente.

Los **Electrodos de Cinta, Cable O Alambre**, también llamados contrapeso, se aplican a casos en los que el suelo tiene alta resistividad formando un substrato bajo capas superficiales de poco espesor con resistividad baja. Las cintas son de Cu, los cables o alambres de Cu desnudo, acero cincado o acero-cobre tipo "Copperweld". Con respecto al acero cincado habrá que tener en cuenta su baja resistencia a la corrosión y consecuentemente su falta de confiabilidad en la puesta a tierra conforme transcurra el tiempo. El acero-cobre presenta la ventaja de admitir mayores corrientes de fuga, elevada resistencia a la corrosión bajo tierra y además se evita la posibilidad de robo del material ya que por su carácter de bimetálico no posee valor de reventa, dado que su cobre es de recuperación antieconómica.

Las **Jabalinas o Barras** son electrodos en los que una de las dimensiones prevalece sobre las otras dos. Su ventaja radica en la sencillez y rapidez de instalación ya que se realiza por hincado directo en forma manual. Es el tipo de electrodo que resulta mas económico y el de mayor utilización.

Para la elección del material de este tipo de electrodo son válidas las consideraciones hechas para los alambres de "contrapeso" y además se debe tener en cuenta que tanto las jabalinas de Cu puro como las de acero galvanizado no se pueden hincar en forma directa, en el primer caso debido a la resistencia mecánica y en el segundo al desprendimiento de la capa de zinc que lo recubre, comenzando así el proceso de corrosión. Para estos dos casos se deberá por lo tanto realizar una perforación previa con el consecuente incremento de costos y de resistencia por falta de contacto íntimo jabalina-tierra.

La norma IRAM 2309 es la que tiene por objeto especificar las características de los electrodos de puesta a tierra constituidos por varillas cilíndricas lisas. En las jabalinas que cumplen con dicha norma existe una perfecta unión cobre - acero y el espesor de la capa de cobre es de 250 mm como mínimo.

También se utilizan varillas de acero revestidas de una capa de cobre para su protección contra la corrosión y para mejorar la resistencia de contacto a tierra (Figura 2.8).



Figura 2.8

Las jabalinas se aplican al suelo mediante percusión hasta que alcanzan la profundidad adecuada. En caso de terrenos rocosos se colocan en diagonal u horizontales (profundidad mínima 0,7 metros), tal como se indica en la Figura 2.9.

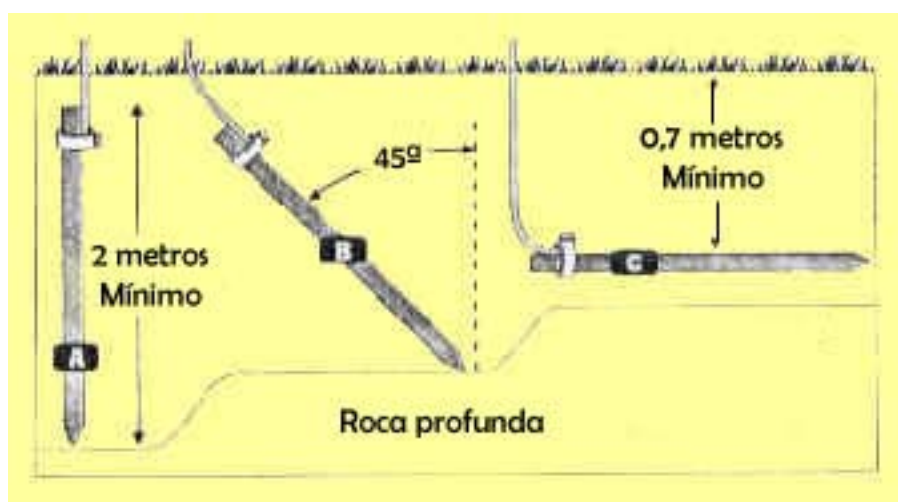


Figura 2.9

Puestas a Tierra	Cap. 2
Sistemas de resistencias	Pág. 7/15

Proporcionar los electrodos de tierra adecuados es solo el primer paso para obtener una puesta a tierra adecuada. El concepto que se debe considerar es como se transfiere la corriente de tierra a los electrodos de tierra. La resistencia de los electrodos está determinada por la resistividad del suelo, la cual está afectada por un número de condiciones, como el tipo de suelo, su salinidad y su temperatura. Las consideraciones que se pueden hacer sobre cada uno de ellos son:

Efecto del Suelo:

La resistencia total de una instalación de puesta a tierra incluye la resistencia del conductor de protección, su conexión a la jabalina, la resistencia de la jabalina en sí misma, la resistencia de contacto entre la jabalina y el suelo y la resistencia del suelo. En la práctica y con los materiales normalmente usados, de todos los factores enunciados los dos últimos son los que tienen mayor importancia.

La porosidad del suelo, su contenido de sales y su humedad, así como su temperatura, determinan la resistividad del suelo, valor que se encuentra tabulado para distintas regiones pero, dado que pueden variar mucho en pequeñas distancias, es aconsejable medir la resistividad del suelo antes de proyectar la instalación.

En la Figura siguiente se muestra cómo la resistencia de puesta a tierra depende principalmente del suelo que rodea al electrodo. Se marcan superficies cilíndricas de tierra rodeando la jabalina. Asumiendo que el suelo tiene resistividad uniforme, la mayor resistencia se encuentra en la superficie adyacente a la misma. Esto es así debido a que ésta es la menor superficie normal a las líneas de corriente que fluyen del electrodo. Cada capa sucesiva tiene una sección mayor y por lo tanto menor resistencia. A una distancia de 2,5 a 3 metros del electrodo, el área de paso de la corriente resulta ser tan grande que en una instalación normal, la resistencia es despreciable comparada con la que rodea directamente al electrodo. Se han realizado mediciones que demuestran que aproximadamente el 90% de la resistencia eléctrica total que rodea a un electrodo se encuentra en el límite de 2 a 3 m. del dispersor y esto es independiente de su longitud (Figura 2.10).

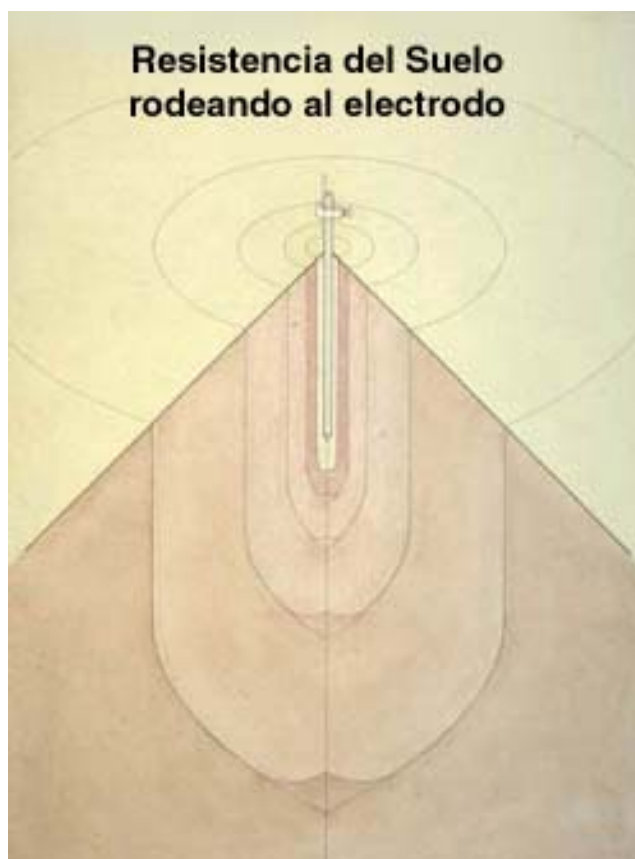


Figura 2.10

Efecto de la Humedad del Suelo

La resistencia de Puesta a Tierra depende en forma directa de la resistividad del terreno. En la Figura 2.11 se puede observar cómo varía la resistividad en función de la humedad. Se puede observar que una diferencia de humedad de un pequeño porcentaje dará una marcada diferencia en la resistividad del suelo y por lo tanto en la resistencia de puesta a tierra. Esto es cierto en contenidos de humedad que llegan hasta un 20% aproximadamente. El contenido de humedad varía en las distintas zonas pero, en los suelos de Capital, Gran Bs. As. y similares, normalmente es del orden del 10% en la estación de sequía y del 35% en la estación de lluvia, con un promedio que se encuentra en la zona crítica del 15-18%.

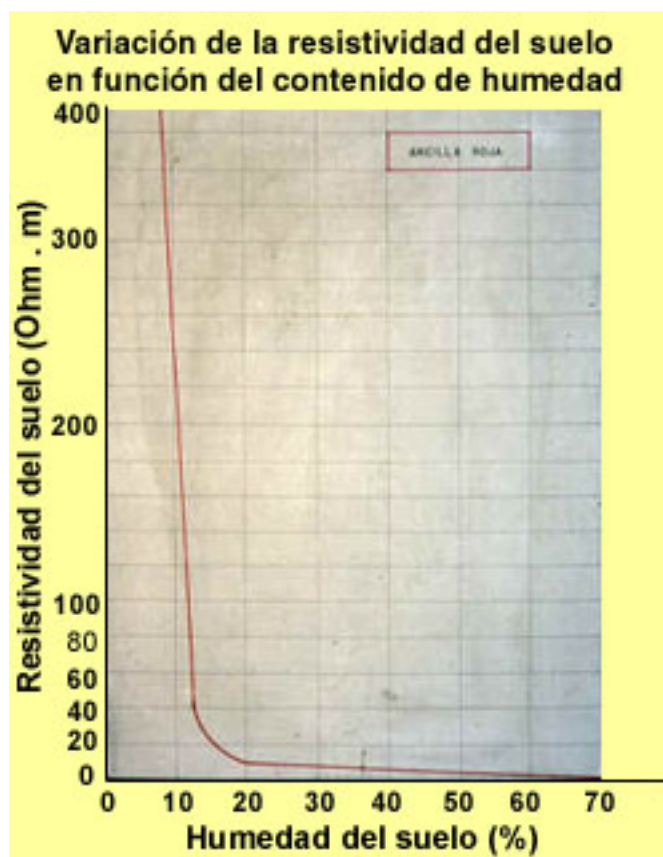


Figura 2.11

Por sobre el 20% de humedad sólo se logran mejoras despreciables en la resistividad del suelo, por lo que no es necesario, en estos casos, agregarle agua o llegar a la napa de agua, sino llegar a una profundidad tal que asegure el nivel de humedad mínimo en forma permanente.

Efecto de la Temperatura del Suelo

La temperatura sólo tiene una mínima incidencia en la resistividad del suelo a temperaturas superiores a 0°C. Para temperaturas por debajo de este valor, cuando el agua del suelo se congela, hay un gran incremento en la resistividad del mismo. A medida que la temperatura disminuye, la resistividad aumenta y por lo tanto también la resistencia de conexión a tierra (Figura 2.12).

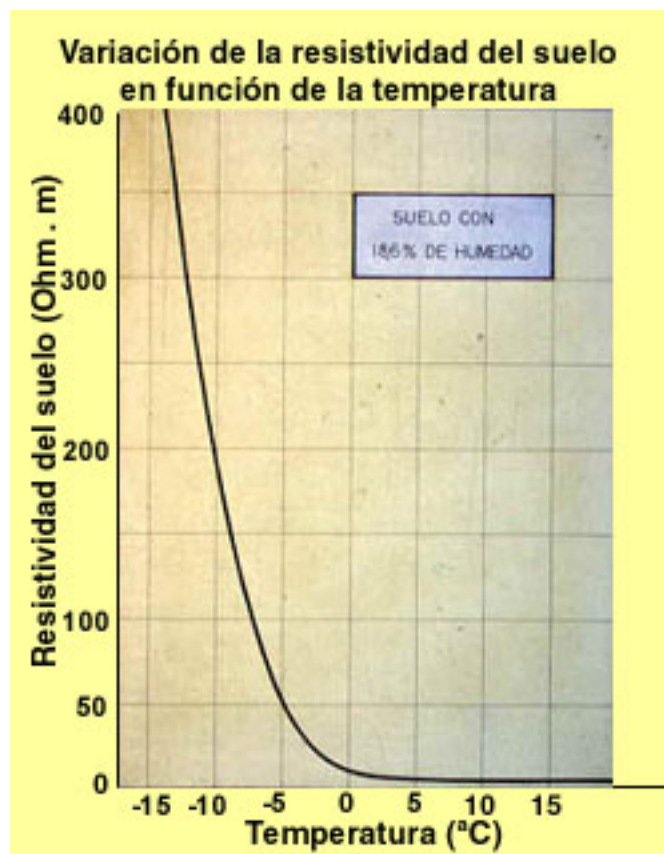


Figura 2.12

En localidades donde los inviernos son severos y la tierra se congela a una considerable profundidad, éste es un factor importante a ser considerado para mantener una baja resistencia a tierra, para lo cual deberá hincarse el electrodo a mayores profundidades, que las alcanzadas por el congelamiento.

Efecto de la Profundidad de Enterrado

Es conveniente hincar los electrodos a una profundidad tal que se puedan obtener las máximas ventajas técnico-económicas, basándose en los factores que se detallan a continuación.

Según puede observarse en la Figura 2.13 para un terreno con resistividad dentro de valores normales (10 a 100 ohm-metro) la resistencia del electrodo en la mayoría de los casos disminuye notoriamente con el hincado hasta las profundidades habituales (2 - 6m). A partir de dicho límite la reducción de resistencia se hace mínima mientras que el aumento de costo del electrodo asciende linealmente. De tener que disminuirse aún más la resistencia lograda se apela a electrodos en paralelo, los que veremos más adelante.

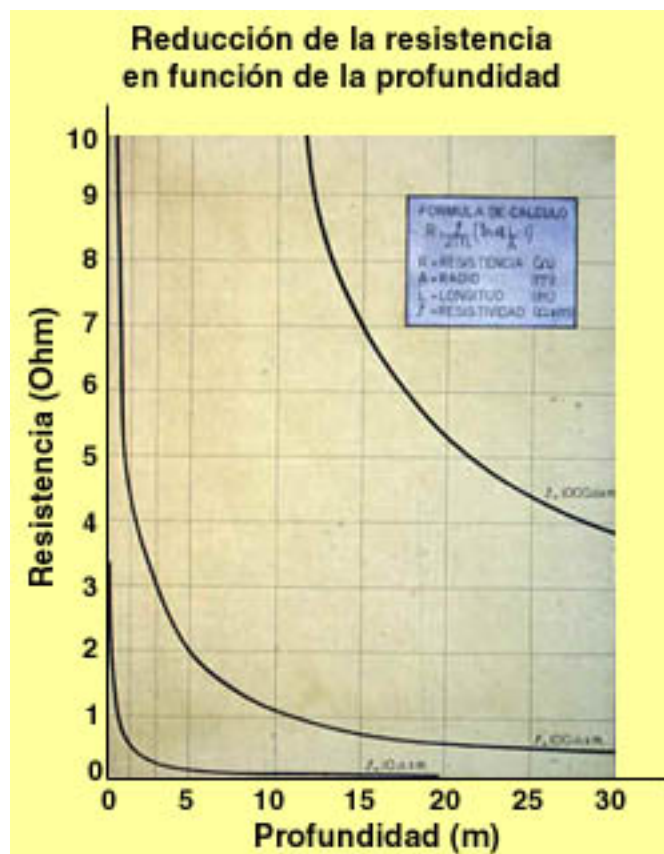


Figura 2.13

En la práctica, normalmente la resistividad del suelo disminuye a mayor profundidad por lo que los valores reales a obtener serán menores que los teóricos calculados (Figura 2.14).

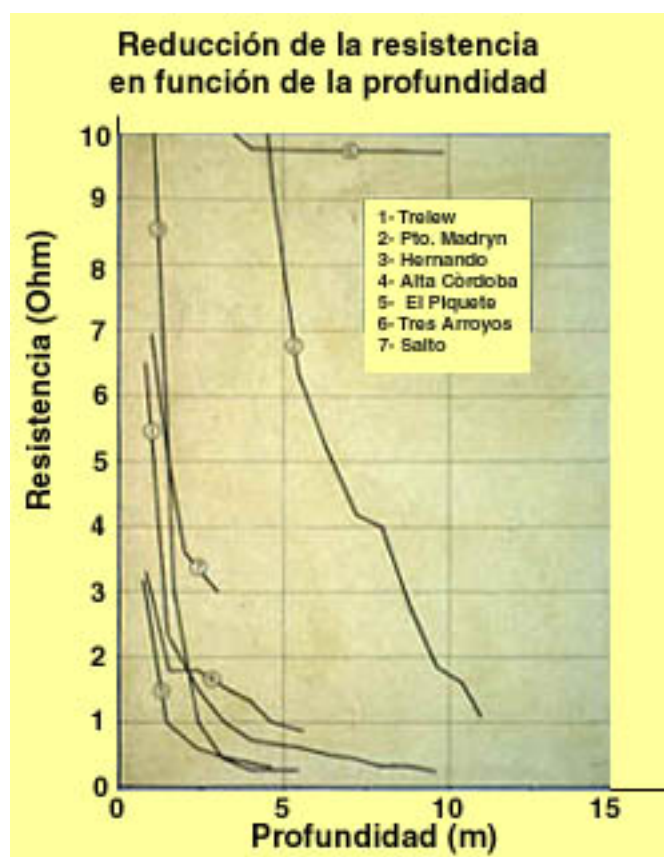


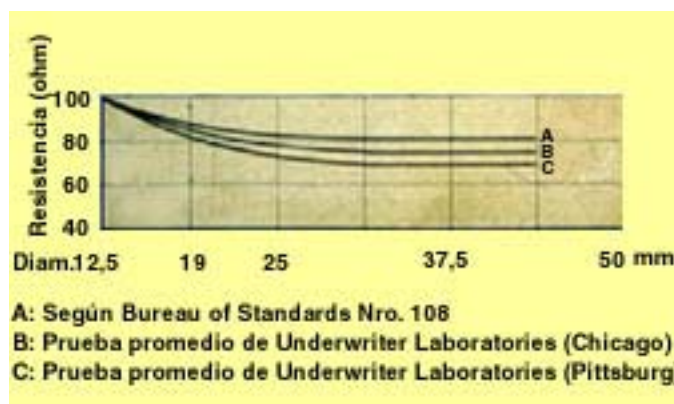
Figura 2.14

Las capas más profundas del terreno mantienen más estable su resistividad por ser más constante su humedad y salinidad.

Efecto del Diámetro del Electrodo:

Los ensayos demuestran que la diferencia de resistencia obtenida entre jabalinas con los distintos diámetros obtenibles comercialmente es despreciable (Figura 2.15).

Veamos cómo varía la resistencia en función del diámetro. Tomando como base 100% a la resistencia de una jabalina de 1/2" se observa que para 3/4" la resistencia disminuye menos de un 10% y el peso (que es el que determina el precio) es el doble.



Considerando las variaciones en resistencia que pueden ocurrir durante un período de tiempo como resultado de las variaciones en el clima, condiciones del suelo, etc., se desprende que las variaciones de la resistencia por el diámetro son insignificantes.

Por lo tanto la determinación del diámetro de la jabalina depende fundamentalmente de su resistencia mecánica y de la necesidad de evitar el pandeo o daño del electrodo durante el hincado. Como dato ilustrativo en la Prov. de Bs. As. y en la mayoría de los terrenos se pueden hincar sin problemas jabalinas de 1/2" * 3 metros, para terrenos más duros es aconsejable 5/8" ó 3/4" dependiendo del mismo. De todas maneras mencionaremos que en San Justo, San Fernando, Lavallol y Turdera se han hincado jabalinas de 1/2" de diámetro y hasta 6 m de profundidad.

Determinación de la Resistencia de Puesta a Tierra

La resistividad del suelo se define como la resistencia del suelo medida en las caras opuestas de un cubo de suelo, y está generalmente medida en ohm-cm ó ohm-m y se representa por la letra ρ (rho).

Debido a esta medición, la tierra es apta para absorber una cantidad ilimitada de corriente y, por esta razón, se considera un conductor ilimitado. Pero dado que la tierra está compuesta por una mezcla de sílice y aluminio (ambos excelentes aislantes) su resistividad varía de 2 ohm / metro a 30000 ohm / metro o más.

Para determinar la resistencia de tierra de una barra o cable de electrodo, la ecuación básica es:

$$r = \rho (L / s)$$

Donde: r es la resistencia del suelo, L es la longitud del electrodo en contacto con la tierra y s es la sección del camino actual.

Un factor a considerar cuando se aplica la ecuación es la variabilidad de la resistencia de tierra debida a cambios en su composición química y su temperatura a lo largo del año.

De la misma forma una reducción en el contenido de humedad incrementa la resistividad. La Tabla 2.1 muestra la variación de r en relación a la humedad del suelo. Por ejemplo, un suelo con 10% de humedad tiene una resistividad 30 veces superior que el mismo suelo con un contenido de humedad del 20%.

Humedad contenida (% en peso)	Resistividad (ohm - cm)	
	suelo de superficie	suelo arenoso

0	1000 x 10 ⁶	1000 x 10 ⁶
2.5	250000	150000
5	165000	43000
10	53000	18500
15	31000	10500
20	12000	6300
30	6400	4200

Tabla 2.1

Finalmente, cuando la temperatura del aire se acerca al 0°C, la tierra se congela y su resistividad se incrementa rápidamente, como se ve en la Tabla 2.2.

Temperatura		Resistividad (ohm - cm)
°C	°F	
20	68	7200
10	50	9900
0	32 (agua)	13800
0	32 (hielo)	30000
-5	23	79000
-15	14	330000

Tabla 2.2

Puestas a Tierra	Cap. 2
Resistencias reducidas	Pág. 8/14

El método más común para disminuir la resistencia de P.A.T. consiste en colocar varios electrodos en paralelo, especialmente cuando las capas inferiores del terreno son de roca o tosca, imposibilitando el hincado de jabalinas largas.

Cuando dos o más electrodos, suficientemente separados, son conectados en paralelo pasan a ser resistencias que tienden a seguir la ley general a medida que aumenta la separación de los mismos. O sea, 2 electrodos en paralelo tienden a tener una re-sistencia igual a la mitad de un electrodo solo, pero esta relación (inversamente proporcional) no es normalmente alcanzable en la práctica debido a que la separación posible entre electrodos es limitada y los campos eléctricos de paso de corriente que los rodean se superponen en cierta proporción.

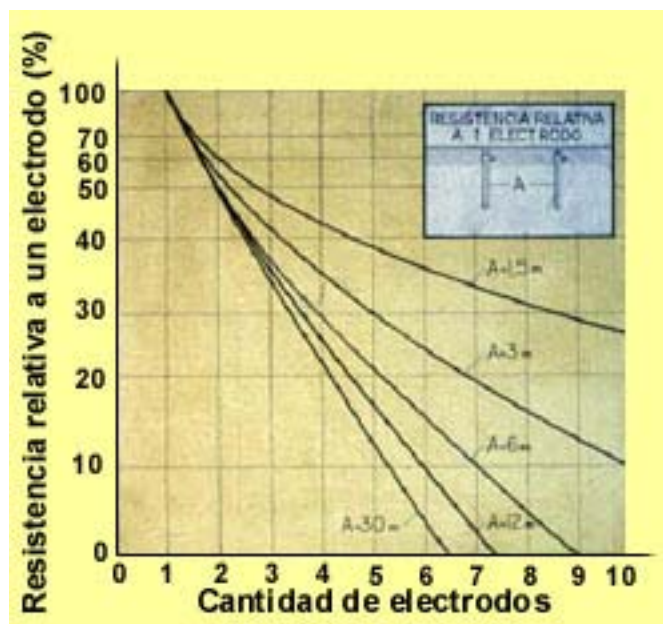


Figura 2.16

Como ejemplo podemos apreciar en la Figura 2.16 que 4 electrodos separados a 30 m entre sí (difícilmente practicable) tienen en conjunto una resistencia del 25% de la resistencia de un solo electrodo.

Si por el contrario la separación entre electrodos es de sólo 3 m la resistencia del conjunto será levemente inferior al 40% de la de un electrodo solo.

La instalación de electrodos múltiples en paralelo constituye también un método conveniente para mejorar la resistencia de instalaciones ya existentes.

Cuando no resulta práctico colocar varias resistencias en paralelo se suele reducir la resistencia del suelo cercana al electrodo mediante un método llamado "de salinización".

Consiste en adicionar sales metálicas que reducen la resistividad del suelo y con ello la resistencia total del cilindro de tierra que rodea al electrodo de tierra. Las sales solubles mas empleadas son el sulfato de magnesio, el sulfato de cobre y el cloruro de sodio. No se trata de métodos permanentes dado que las sales se "lavan" con el agua.

Generalmente se emplean tres métodos para aplicar los químicos, ellos son:

1. Método de trinchera:

Requiere la excavación del suelo en forma de anillo alrededor de la barra, y la colocación de los químicos en la trinchera (Figura 2.17). Este método elimina el contacto directo de los químicos con la barra.

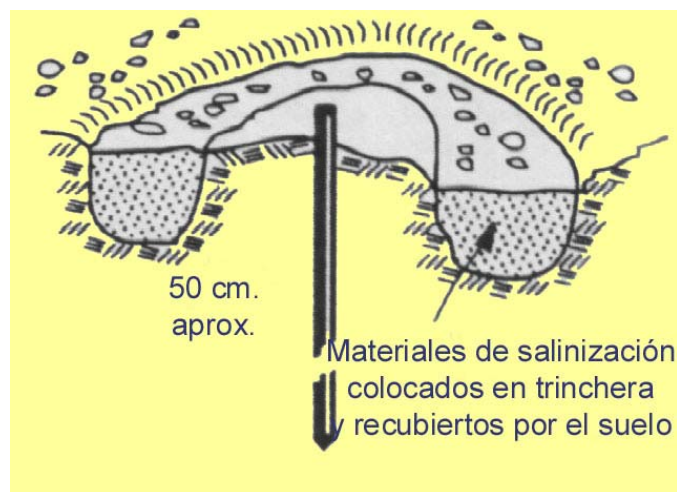


Figura 2.17

2. Método de base:

Involucra la excavación de tierra alrededor del electrodo y rellenarlo con productos químicos, que de esta manera quedan en contacto con el electrodo (Figura 2.18).

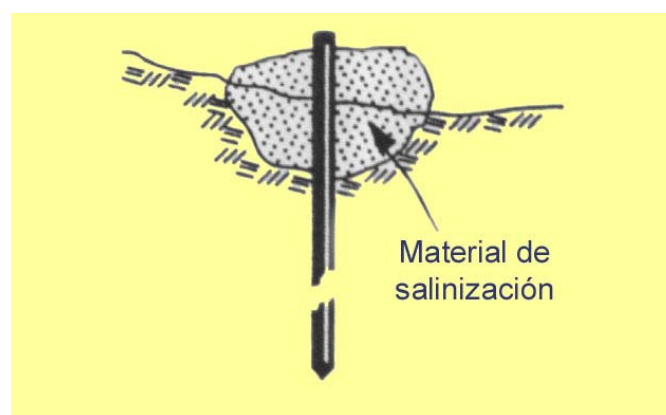


Figura 2.18

3. Método de "container":

Es mas lento para actuar pero mucho más duradero. Consiste en un caño de alrededor de 4 metros y 4" de diámetro que se entierra paralelo y cercano al electrodo de tierra. El tubo contiene elementos químicos permitiendo que drenen lentamente hacia el suelo en cercanías del electrodo (Figura 2.19).

Una versión mejorada del sistema "container" consiste en emplear un tubo de cobre de 2" de diámetro, lleno con sales metálicas, y con longitudes de hasta 5 metros. Los cambios en la presión atmosférica bombean aire a través de agujeros efectuados en la tapa del tubo. La humedad del aire se condensa en las paredes del tubo y desciende lentamente a través de la cama de sales metálicas hasta el fondo del tubo



Figura 2.19

Los métodos de "salinización" para mejorar la resistencia a tierra son beneficiosos cuando capas duras impiden el hincado profundo y la alta resistividad superficial no permite llegar a los valores de resistencia deseados a través de la puesta a tierra en paralelo de dos o más electrodos.

Se ha demostrado que la mayor influencia en la resistividad del suelo es su contenido de sales disueltas y su humedad. Por lo tanto la adición de ciertas sales solubles como el sulfato de magnesio, sulfato de Cu o el cloruro de sodio son beneficiosas para la resistividad. De todas éstas la menos corrosiva es el sulfato de magnesio, aunque la más usada es la sal común.

Como ejemplo podemos citar que en un terreno con contenido inicial de sales de 0,1% se le adicionaron sales hasta lograr una concentración del 10%, con lo cual su resistividad inicial de 18 ohm * metro se redujo a 4,6 ohm * metro (Figura 2.20). Es conveniente saber que es muy poca la ventaja que se obtiene aumentando el contenido de sales más allá de un 3%.

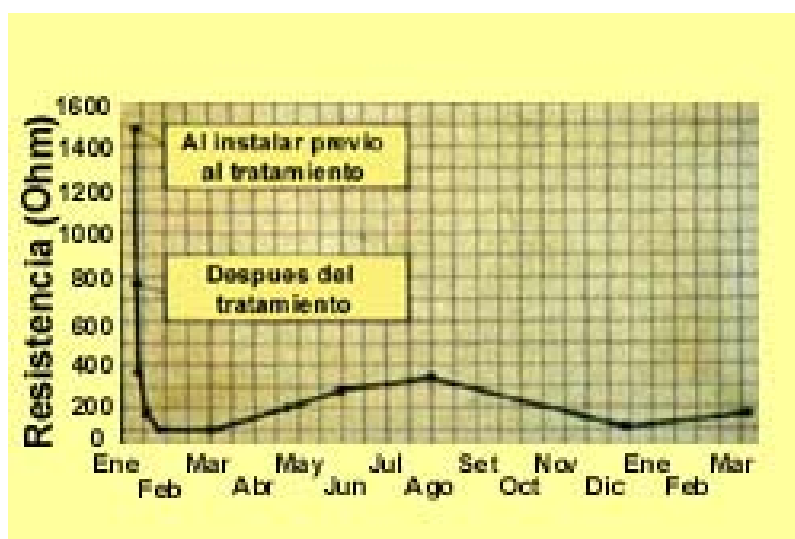


Figura 2.20

Este método es aplicable en terrenos de alta resistividad debido a la baja concentración de sales, no siendo útil en terrenos con menos de 50 ohm * metro de resistividad.

Con el tratamiento químico se minimiza las variaciones estacionales de resistividad del suelo causadas por la periódica humidificación y secado del mismo (Figura 2.21).



Figura 2.21

Debe tomarse muy en cuenta que el tratamiento químico del suelo no es un método permanente, por el contrario su efecto disminuye con el tiempo. El aumento gradual de resistividad depende de la porosidad del suelo y el nivel de precipitación pluvial que "lava" el mismo (Figura 2.22); por lo tanto, el tratamiento químico requiere mantenimiento.

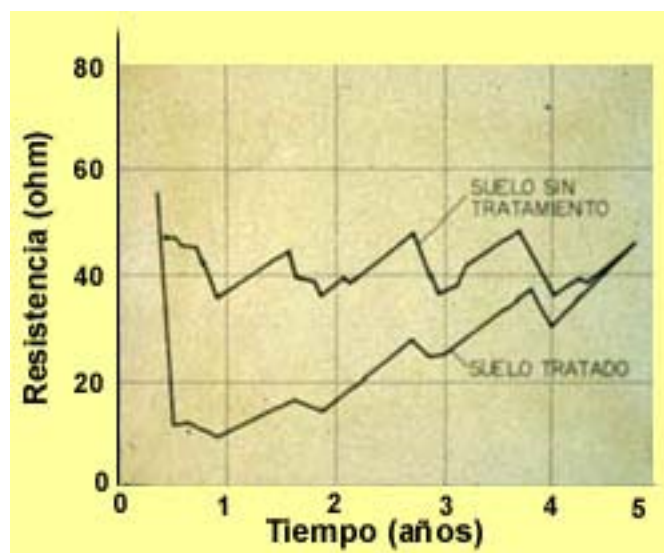


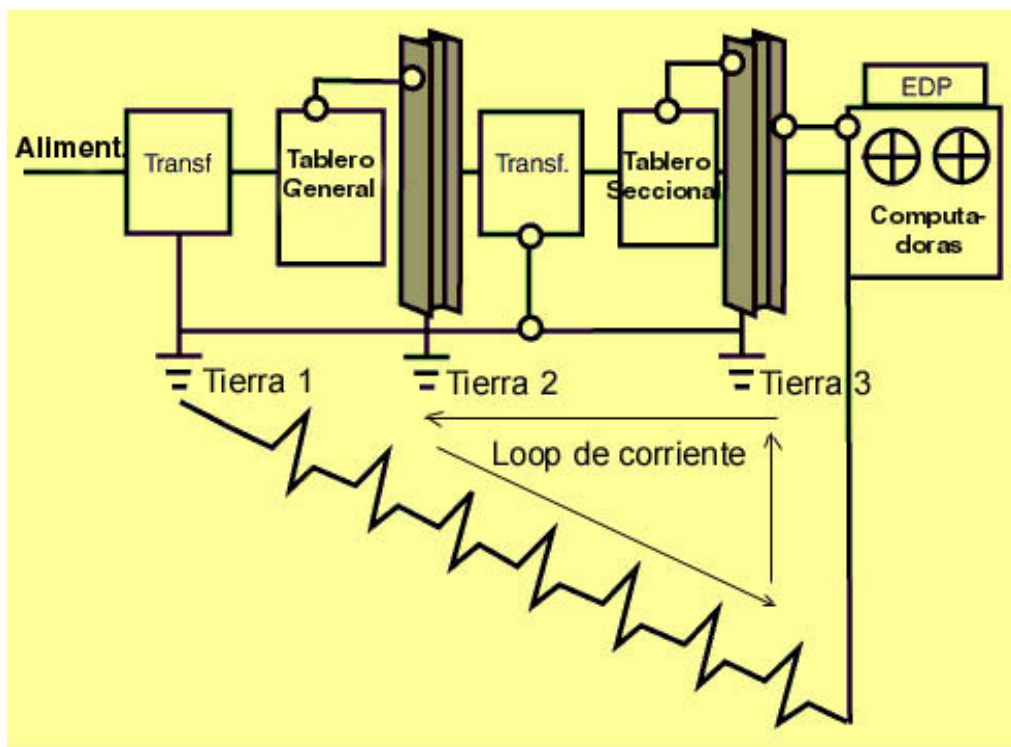
Figura 2.22

En los casos en que sea posible, se usarán sales naturales producidas por acción bacteriológica sobre los vegetales en descomposición. La resistividad del suelo sobre el cual está creciendo vegetación será menor que la del mismo suelo en ausencia de vegetación.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Circulación de Corriente por Tierra (Loop de Tierra)	Pág. 9/15

La Circulación de Corriente por Tierra (o loop de tierra) ocurre cuando el conductor de tierra se conecta a puntos de tierra que no tienen el mismo potencial, y son la causa de muchos de los problemas de Calidad de la Energía.

En la figura siguiente se muestra un caso simple de loop de tierra. Con la **Tierra 1** a diferente potencial de las **Tierras 2 y 3** se produce un flujo de corriente en el sistema de tierra.



Esta corriente provoca ruidos eléctricos que son función de muchas variables y pueden variar con el tiempo y generalmente provocan fallas en el funcionamiento de los sistemas lógicos.

La Circulación de Corriente por Tierra se puede detectar con equipos de monitoreo. El procedimiento consiste en colocar el probador de corriente alrededor del cable de potencia y monitorear los retornos de CA en el neutro; esta técnica emplea una medición de "suma cero", ello significa que las señales normales se cancelan y cualquier loop de corriente queda registrado. Mediciones superiores a 0,1 A RMS deben ser investigadas.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Circulación de corriente en el neutro	Pág. 10/14

La corriente solo puede circular por el conductor de protección (verde - amarillo) en condiciones de falla y durante el tiempo necesario para hacer actuar las protecciones.

Desafortunadamente se da con frecuencia el caso de circulación de corriente por el neutro; la causa primaria de ello es la existencia de uniones de "neutro a tierra" en tableros secundarios de la instalación.

De acuerdo a la ley de Kirchoff la corriente se divide y toma caminos paralelos. Parte de la corriente fluye al sistema de tierra. El conductor verde - amarillo actúa como un neutro secundario. La situación se agrava en el caso de que se coloquen tierras suplementarias para los equipos electrónicos.

El problema se complicó aún mas con la aparición de las redes de computadoras (LAN) ya que muchos link de datos incluyen conexiones de tierra en los cables entre equipos. Por ello siempre que sea posible conviene realizar los vínculos de datos a través de cables de fibra óptica, que son inmunes a este tipo de problemas.

Las siguientes reglas permiten minimizar el problema de retorno de corriente por el neutro:

- Evitar las referencias (tierras) múltiples de las distintas piezas de equipos electrónicos.
- Para las cargas electrónicas usar acondicionadores de potencia basados en transformadores para restablecer el sistema de referencia y proveer un nivel de protección general.
- En las grandes instalaciones emplear transformadores triángulo - estrella para controlar las circulaciones excesivas de corriente.
- Usar fibra óptica en las redes de datos para prevenir los loop de tierra.

La descarga atmosférica conocida como rayo es la igualación violenta de cargas de un campo eléctrico que se ha creado entre una nube y la tierra o entre nubes, y es consecuencia de un rompimiento dieléctrico atmosférico.

Este rompimiento, una vez iniciado, avanza en zigzag a razón de unos 50 metros por microsegundo, con descansos de 50 microsegundos.

Algunas particularidades aumentan la probabilidad de la caída de rayos en un lugar. Por ejemplo, la frecuencia de descargas en un lugar es proporcional al cuadrado de la altura sobre el terreno circundante. Esto hace que las estructuras aisladas sean particularmente vulnerables. Además, las puntas agudas incrementan también la probabilidad de una descarga.

Los rayos son señales eléctricas de alta frecuencia, gran potencial y alta corriente, por ello, son causa de interferencia en sistemas electrónicos y, en caso de impacto directo, pueden tener consecuencias importantes, como se puede observar en las Figuras 2.24 a 2.26.



Figuras 2.24, 2.25 y 2.26

Para dirigir a tierra las descargas atmosféricas se requiere de técnicas apropiadas para este tipo de señales. Las instalaciones de pararrayos deben seguir los lineamientos de la norma IRAM 2184-1, que cubre edificios de hasta 60 metros de altura. En la misma se recomienda un único sistema de Puesta a Tierra integrado para todo el edificio a pesar de que en la Ley de Higiene y Seguridad del Trabajo (N° 19587) y su decreto reglamentario se mencione la necesidad de una tierra exclusiva e independiente para el pararrayos. Es decir que el sistema de Puesta a Tierra abarcará todo tipo de protecciones (contra los rayos, de instalaciones de muy baja tensión, de telecomunicaciones, etc.).

No obstante, debe aclararse algunos conceptos importantes sobre el alcance de los Sistemas de Protección contra Descargas Atmosféricas:

- No pueden impedir la formación de rayos.
- No pueden garantizar la protección absoluta.
- La aplicación de la Norma IRAM reduce significativamente el riesgo de los daños producidos por el rayo en una estructura protegida.

El sistema de protección consta de un sistema externo compuesto por un dispositivo captor, las bajadas del mismo y las puestas a tierra y un sistema interno para reducir los efectos electromagnéticos de la corriente del rayo en el espacio a proteger.

El pararrayo más difundido es el tipo Franklin, que consiste de una barra de bronce con una altura mínima de 4 metros, que posee 3 ó 4 puntas superiores platinadas, y se instala en la parte más elevada de los edificios.

De la punta sale un conductor de cobre desnudo de 25 mm² que descarga a través de una puesta a tierra de una placa de cobre enterrada de 1 m² o bien mediante una o varias jabalinas.

El radio de acción de un pararrayos es un cono cuyo vértice es la punta del pararrayos y que forma con tierra un ángulo de 45°. También se utiliza el método de la esfera rodante, que define como área protegida a una circunferencia ideal que toca el extremo superior del pararrayos (Figura 2.27).



Figura 2.27

En la norma IRAM 2184 se define la eficiencia de los Sistemas de Protección contra Rayos, clasificándola en cuatro niveles (Tabla 2.3):

Nivel de Protección	Eficiencia del Sistema
I	$0,95 < E \leq 0,98$
II	$0,90 < E \leq 0,95$
III	$0,80 < E \leq 0,90$
IV	$0 < E \leq 0,80$

Tabla 2.3

Estos Niveles de Protección definen la altura máxima del Dispositivo Captor en función del Nivel de Protección así como la máxima dimensión de las mallas de tierra, tal como se indica en la Tabla 2.4:

Nivel de Protección	R	h (m)				Máxima Dimensión (paso) de las mallas
		20	30	45	60	
	(m)	α (°)	α (°)	α (°)	α (°)	(m)
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	15
IV	60	55	45	35	25	20

Tabla 2.4

Como norma de seguridad se evitarán los efectos peligrosos de inducciones sobre otros conductores (eléctricos, telefónicos, TV, etc.) manteniéndolos convenientemente alejados de la bajada del pararrayos (3 mts. de distancia mínima). Deben evitarse antenas que sobresalgan o estén muy próximas a la zona protegida por el pararrayo.

Existen pararrayos que mejoran el ángulo de protección mediante la ionización del aire que los rodea y otros de tipo radiactivo, que son muy livianos, de fácil instalación y de probada eficiencia aunque su uso está prohibido por razones ecológicas.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Recomendaciones para puestas a tierra en edificios residenciales	Pág. 12/15

Los pasos que habitualmente se deben seguir para el diseño de un Sistema de Cableado y Puesta a Tierra que permita una operación correcta de los equipos son:

- Se deben determinar las características del suelo: resistividad, tipo de terreno, y en caso de congelamiento hasta qué profundidad ocurre.
- Se debe definir el valor de resistencia a tierra que se quiere alcanzar.
- Sobre la base de los puntos precedentes determinar el tipo de electrodo dispensor a tierra.
- El conductor de tierra debe estar solidamente unido al Sistema de Tierra del edificio, en el punto de entrada (tablero general).
- Los códigos sólo permiten una tierra de referencia. Todos los otros cables o estructuras de tierra deben estar solidamente unidos en un único punto, la referencia de tierra.
- Los diferentes circuitos no deben tener neutros comunes.
- Las Tierras y los Neutros solo son comunes en el Tablero Principal.
- El propósito principal de los sistemas de tierra en los edificios es la seguridad. Ello incluye interruptores que actúen en caso de fallas, llevando la tensión a cero con la mayor rapidez posible.
- Los equipos electrónicos requieren tierras externas separadas, y conductor de tierra para su operación adecuada.
- Los cables de tierra no deben transportar corriente, excepto durante las fallas.
- Deben evitarse las longitudes excesivas de los circuitos para reducir la posibilidad de corrientes inducidas.
- Debe efectuarse la medición de los valores de Puesta a Tierra, una vez realizada la misma, para verificar que se cumplan los valores de diseño.
- Se deben realizar mediciones periódicas de la Resistencia de Puesta a Tierra.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Problemas en los Sistemas de Puestas a Tierra Residenciales	Pág. 13/15

A modo de síntesis se indican a continuación los problemas mas comunes en los Sistemas de Puesta a Tierra de edificios residenciales y el origen posible de los mismos:

Sistematización de los problemas

- Algunas luces brillan más y otras se opacan, durante pocos segundos, cuando arrancan los motores. Esto es típico de un problema con la conexión del neutro.
- Se reciben descargas de corriente de las carcasas de los equipamientos.
- Se reciben descargas de corriente de cañerías o drenajes.
- Las descargas atmosféricas producen daños repetidos.
- Los cables de tierra transportan corriente.
- Los cables de tierra están cortados o fundidos.

Orígenes mas comunes de los problemas

- Falla en la unión del conductor neutro al sistema de tierra en el tablero principal.
- Falla en la unión del conjunto de componentes del sistema.
- Cableados inadecuados de las salidas (calentamientos).
- Cableados inadecuados de las salidas.
- Cableados inadecuados de los cables de TV y teléfono (utilizando tierras separadas).
- Pérdida de conexiones en tableros y salidas.
- Empleo de conexiones pobres o corroídas.

Puestas a Tierra	<i>Cap. 2</i>
Separación de los Circuitos de Alimentación	<i>Pág. 15/15</i>

El éxito en el diseño de los sistemas de control consiste en la separación de las alimentaciones de potencia de las cargas sensitivas de las fuentes de ruido dentro del sistema. Es decir que cada circuito debe alimentar a cargas de un mismo tipo (sensibles o no sensibles) y, de ser posible, los tableros también deben ser diferentes.

Circuitos separados para cargas sensitivas significa que tanto las fases como el neutro son diferentes. Suele ser una buena idea colocar en las oficinas líneas dedicadas para las computadoras o bien tener un subsistema de alimentación para las mismas.

Algunos equipos como la fotocopiadoras y las máquinas de fax deben estar aislados de las computadoras. En el caso de las impresoras, conectadas por cables de comunicaciones blindados, pueden ser alimentadas del mismo circuito que las cargas sensitivas.

No obstante, la separación es sólo una parte del problema, debido a que las válvulas solenoides, motores, medidores y otros dispositivos eléctricos requieren de circuitos de retorno, que terminan trabajando en conjunto.

El aislamiento significa alta impedancia; pero en un sistema todas las impedancias no pueden ser elevadas. Por lo tanto, se deben prever caminos de baja impedancia donde la corriente pueda fluir o donde se desee un corte de corriente. Como contrapartida, la creación de caminos de alta y baja impedancia actúa como un filtro efectivo. La existencia de estos caminos significa que las corrientes pueden ser derivadas de las cargas sensibles empleando componentes sencillos y económicos.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Puesta a tierra de alta frecuencia	Pág. 15/15

El auge en el uso de computadoras, PLC's (programable logic controlers) y otros dispositivos electrónicos que operan a 5V. o menos, ha desplazado a los dispositivos como relays, timers y secuenciadores, que operan a 120 V., que eran prácticamente invulnerables a las interferencias electromagnéticas.

Aún no se encontraron sistemas que sean totalmente confiables para inmunizar a los equipos de procesamiento de los ruidos eléctricos. No obstante, se puede dar algunos consejos que ayuden a mantener instalaciones libres de problemas; entre ellos podemos mencionar:

Las puestas a tierra convencionales no son efectivas para sistemas de señales ya que su propósito es establecer un camino para las corrientes de falla y permitir actuar a las protecciones de manera confiable.

La razón por la cual los electrodos son inadecuados es que el sistema de potencia y el de señales trabajan a frecuencias diferentes. A frecuencias crecientes los cables de tierra actúan como antenas y progresivamente sufren el efecto skin, con diferencias pronunciadas de impedancia entre un punto y otro.

De igual importancia que los crecimientos de frecuencia es el hecho de que la longitud de onda decrece proporcionalmente.

La protección de alta frecuencia de ninguna manera debe estar relacionada con el sistema de tierra. En efecto, la referencia de alta frecuencia deberá funcionar aunque no esté conectado el sistema de puesta a tierra de potencia.

Cada sistema requiere una solución diferente, teniendo en cuenta que ambas puestas a tierra deberán ser compatibles ya que trabajarán en conjunto.

La velocidad de procesamiento y de manejo de datos por las computadoras tienen velocidades tremendas, que están en constante incremento. La frecuencia de reloj de las PC actuales son cercanas a las de radio frecuencia. El cableado puede actuar entonces como antena, y puede responder a señales externas de RF, que pueden originar el procesamiento de datos erróneos por las computadoras.

El procesamiento de datos en las computadoras emplea pulsos de forma cuadrada con pulsos Armónicos adicionales (también de forma cuadrada) con frecuencias de varios cientos de MHz., que también pueden generar señales de RF que también pueden ser radiadas sobre el cableado. Por ello, los códigos establecen niveles máximos de señales de radiación para las computadoras. La señal de radiofrecuencia irradiada desde o hacia una computadora se conoce Interferencia Electromagnética (en ingles EMI).

Los microprocesadores operan a bajas tensiones (usualmente de 3 a 12 volt). Por lo tanto es crítico que diferencias de potencial inintencionales entre varios equipos de procesamiento de datos permanezcan extremadamente bajas. A 50 Hz es relativamente simple, colocando a tierra una parte metálica con una resistencia de baja impedancia.

La solución de radio frecuencia no es tan simple. Las puestas a tierra de baja impedancia no son fáciles de obtener, debido a que la reactancia inductiva de un conductor es proporcional a la frecuencia. A 30 MHz. un trozo de conductor tiene una reactancia inductiva 500000 veces superior que a 60 Hz.

Adicionalmente, existen inductancias vagabundas y capacitancias de conductor a conductor, de conductor al metal de puesta a tierra y efectos de resonancia a alta frecuencia.

Esto ocasiona que sea muy dificultoso encontrar un conductor de longitud apreciable que tenga el mismo potencial a ambos extremos. Si existe una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor de tierra, conectando dos equipos de procesamiento de datos es posible que ocurran

errores.

Los impulsos de alta frecuencia aplicados a un conductor viajan a través del mismo a una velocidad finita, aproximadamente el 85% de la velocidad de la luz, hasta que se pierde al final del conductor. Allí es reflejado nuevamente en el conductor, iniciando una nueva onda. A algunas frecuencias las ondas reflejadas refuerzan las ondas creando resonancia. A estas frecuencias resonantes o cerca de ellas el conductor presenta impedancias extremadamente elevadas y no provee una efectiva equalización de tensiones entre dos piezas de equipo.

Adicionalmente, a estas frecuencias el conductor puede actuar como antena radiando energía que puede interferir con otros equipos o recibiendo señales extraviadas desde otras fuentes, presentando al equipo de computación una falsa señal de voltaje.

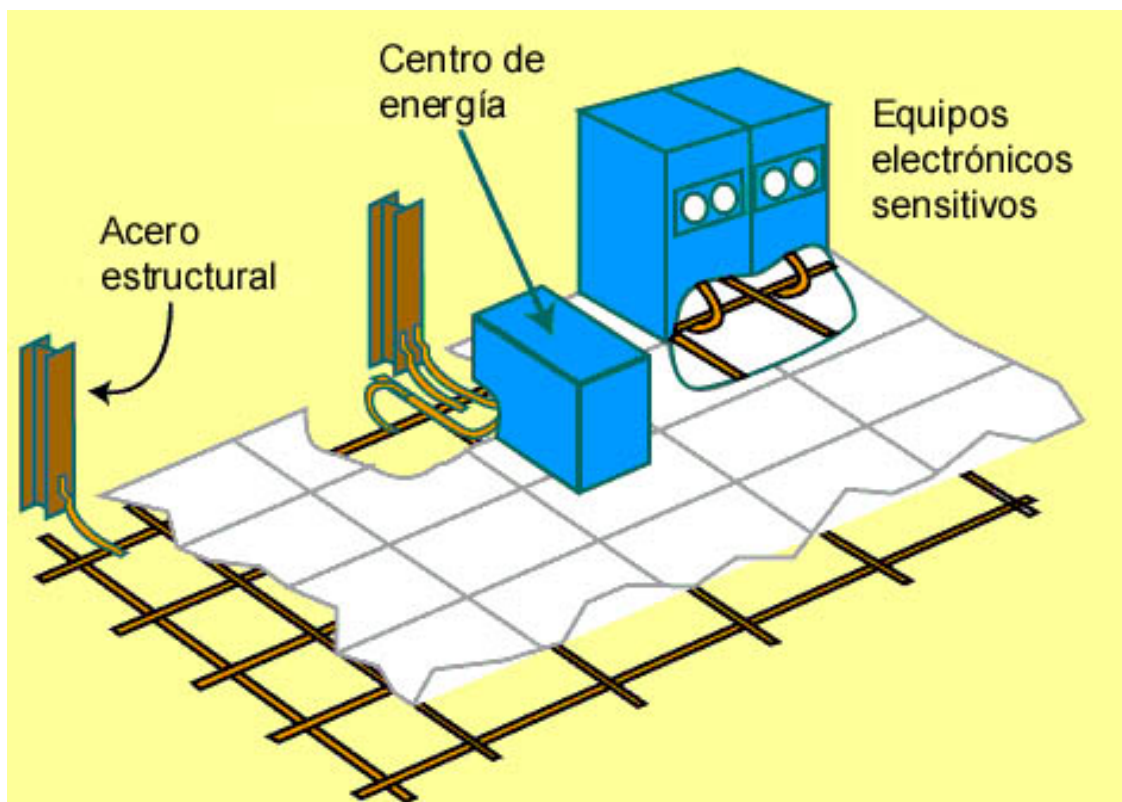
Estos efectos son completamente impredecibles, debido a que las señales de interferencia no son continuas y a que varía la sensibilidad de los equipos de procesamiento de datos.

Las computadoras operan con señales binarias (on / off, 0 ó 1). Los equipos son más sensitivos en el momento en que cambian de un estado a otro. Si ocurre un impulso en este momento, puede ocurrir un falso "bit" de datos en el sistema. Otras veces el mismo impulso puede no afectar el proceso. Estos errores son extremadamente difíciles de identificar..

Este punto requiere interconectar todos los gabinetes del sistema al mismo potencial para todas las frecuencias, desde 50 Hz. o menos hasta las muy elevadas de RF. Una de las mejores formas de cumplir con esto es mediante una grilla de señales de referencia.

Si los conductores están conectados en red o grilla para formar una multitud de loops de baja impedancia en paralelo. que presenten pequeñas diferencias de tensión entre dos puntos cualesquiera de la grilla a todas las frecuencias desde 50 Hz en adelante. Una grilla de 50 cm² provee una tierra equipotencial efectiva de referencia para señales hasta 30 MHz. Si una grilla de estas características se instala en una sala de computadoras, cada pieza de equipo se debe conectar a ella mediante pequeños tramos de cable. Este método no introduce problemas de ruidos debidos a la pequeña diferencia de potencial entre dos piezas de equipo.

El piso flotante se puede emplear como grilla de referencia si se diseña apropiadamente (Figura 2.28).



Una protección adicional contra falsas señales se obtiene empleando cables trenzados para

interconectar los equipos o empleando filtros para atrapar señales desconocidas ajenas al sistema.

Los ruidos de alta frecuencia constituyen un problema difícil y persistente que no tienen una solución estándar; pero una grilla de referencia constituye una solución adecuada para minimizar las dificultades.

Para finalizar no podemos dejar de resaltar que ambos Sistemas de Puesta a Tierra, el de potencia y el de señales, sólo son compatibles si están lo suficientemente alejadas, en principio del orden de los 30 metros, de lo contrario se produce la ya mencionada circulación de corriente por Tierra.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Tipos de Puestas a Tierra	Pág. 3/15

Existen distintos tipos de puestas a tierra, de acuerdo al objetivo de las mismas, entre ellas se puede mencionar:

Puesta a tierra de servicio (también llamada funcional)	Es la que mantiene el potencial de tierra de alguna parte de los circuitos de alimentación, como ser los centros de estrella de generadores y transformadores
Puesta a tierra de protección	Consiste en la puesta a tierra de los elementos conductores que puedan estar en contacto con la instalación, de forma de brindar protección contra contactos indirectos; es decir que permite derivar las corrientes de falla peligrosas para las personas.
Puesta a tierra de referencia	Es la destinada a brindar un potencial constante, que podrá ser empleado para tener una referencia a tierra de diversos equipos. Se emplea para garantizar el funcionamiento correcto, seguro y confiable de una instalación.
Puesta a tierra para pararrayos	Es la encargada de llevar a tierra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas.

En algunas ocasiones se realizan puestas a tierra conjuntas, funcionales y de protección.

<i>menú</i>	<i>índice</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Los sistemas usuales de puesta a tierra en las redes trifásicas están definidos como tales por las normas IEC 364 e IRAM 2281/3; se describen con letras identificatorias que representan:

- Primera letra: Condiciones de puesta a tierra de la fuente de energía
T = puesta a tierra directa de un punto de la red
I = aislamiento de todas las partes activas con respecto a tierra o puesta a tierra de un punto de la red a través de una impedancia.
- Segunda letra: Condiciones de puesta a tierra de las masas en la instalación eléctrica.
T = masas puestas a tierra directamente, independientemente de la fuente de energía.
N = masas unidas directamente a la puesta a tierra funcional.
- Tercera letra: (válida para los sistemas TN) disposiciones de los conductores de protección y neutro.
S = conductores separados de protección y de neutro.
C = conductor único con funciones de protección y de neutro, denominado conductor PEN.

Sistema TNS

Son redes en las que además de las tres fases (RST) contienen otros dos conductores, el neutro N y el conductor de protección PE (Figura 2.3). Es decir que los usuarios no realizan puestas a tierra de las instalaciones ya que la misma se ejecuta mediante el último conductor mencionado, que es suministrada por la compañía distribuidora.

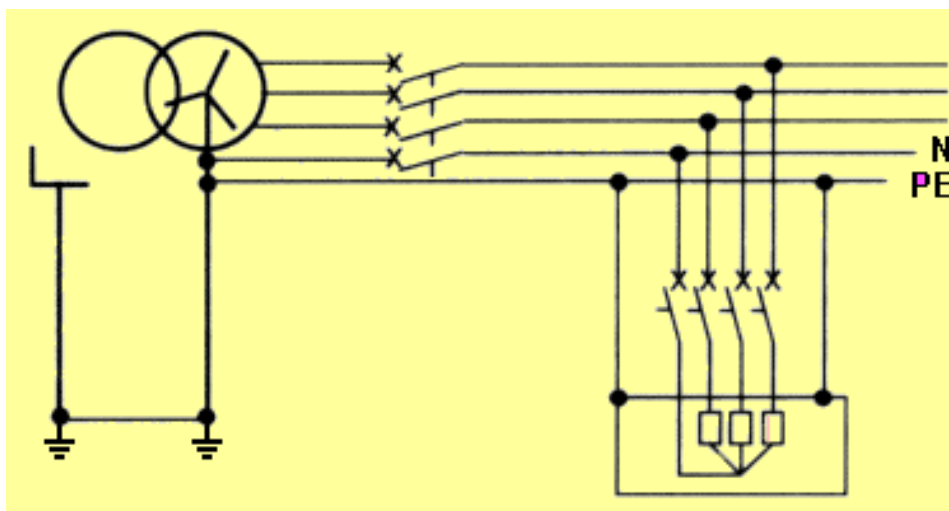


Figura 2.3

Sistema TNC

En este sistema de distribución se emplean 4 conductores, tres para las fases y un cuarto que realiza las funciones de neutro y de conductor de protección (Figura 2.4).

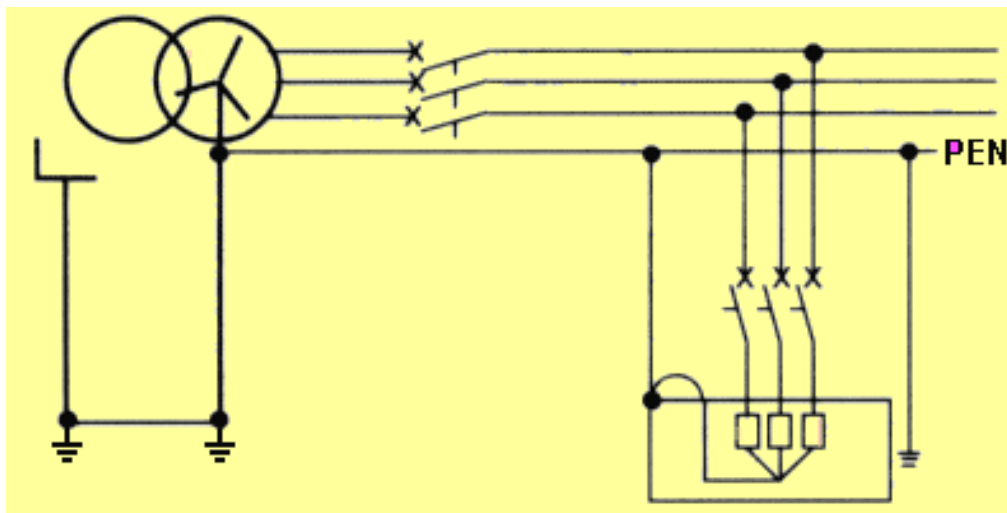


Figura 2.4

Sistema TT

Consiste de una puesta a tierra de servicio conectada rígidamente a tierra de la cual tomaremos el conductor neutro, es decir que la distribución emplea 4 conductores, tres para las fases y uno para el neutro, mientras que el conductor de protección es provisto por el usuario, derivándolo de su puesta a tierra de seguridad (Figura 2.5). Este sistema es de gran importancia dado que es el actualmente empleado en nuestro país para la distribución eléctrica en baja tensión, constituyendo el denominado sistema trifásico de tensiones de $3 \times 380 / 220 \text{ V}$.

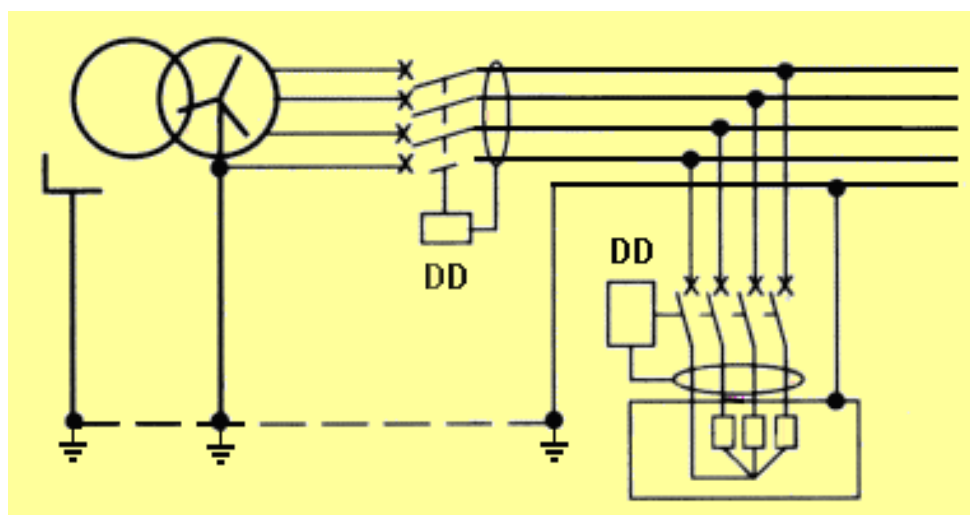


Figura 2.5

Donde DD es el dispositivo de protección diferencial, que deberá estar instalado en el comienzo de la instalación (pueden existir otros en otros puntos de la instalación) y actuará cuando se produzcan fallas de aislamiento.

Como hemos dicho anteriormente, en los sistemas TT, el centro de estrella de los transformadores de alimentación está conectado al neutro y a la vez puesto rígidamente a tierra en ese punto. En las condiciones reales de una red se producen desequilibrios en los consumos y circulación de corrientes por terceras armónicas que ocasionan que este conductor suela tener un potencial respecto de tierra superior a la máxima tensión de contacto admitida (24 V.). Por esta razón nunca se debe emplear el neutro de la compañía distribuidora de electricidad como conductor de protección, es decir que no se deben conectar al mismo las puestas a tierra de nuestra instalación.

Sistema IT

El esquema de distribución consta de las tres fases activas (RST). En ellas el neutro no está rígidamente conectado a tierra, sino que está aislado o conectado a tierra por medio de impedancias de elevado valor (Figura 2.6).

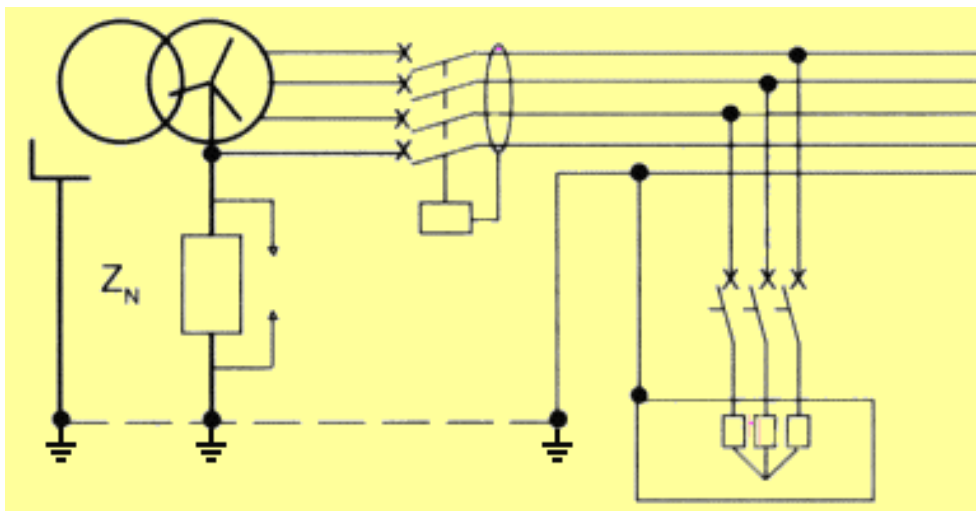


Figura 2.6

Se utiliza en instalaciones industriales de importancia, que disponen de una subestación privada, donde una interrupción de la alimentación puede tener consecuencias graves.

Las masas deben interconectarse y ponerlas a tierra en un solo punto. La corriente de la primera falla adquiere valores despreciables, por lo tanto la tensión de contacto adquiere valores no peligrosos para las personas.

La corriente de una segunda falla (estando la primera) puede adquirir valores de corriente elevados según la puesta a tierra de las masas, están interconectadas (condición similar a TN) o separadas (condición similar a TT).

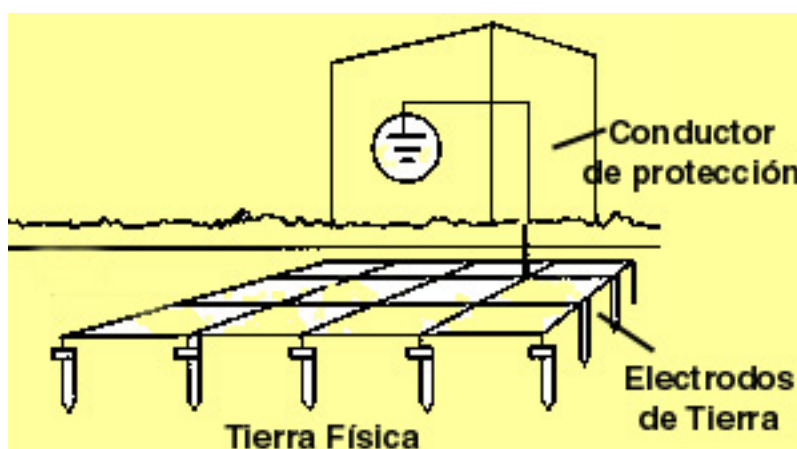
Debe darse alarma cuando ocurre la primera falla, la cual debe ser localizada y reparada.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)
[10](#)
[11](#)
[12](#)
[13](#)
[14](#)
[15](#)

Un sistema de Puesta a Tierra está compuesto por:

<u>Electrodo de tierra</u>	Es el conductor (astas, perfiles, cables desnudos, cintas, etc.) o conjunto de conductores en contacto con la tierra que garantizan una unión íntima con ella. Cuando los electrodos de tierra están lo suficientemente distantes como para que la corriente máxima susceptible de pasar por uno de ellos no modifique sensiblemente el potencial de los otros se dice que los electrodos de tierra son independientes.
<u>Conductor de protección</u>	Deben estar presentes en todas las instalaciones de baja tensión, sea cual fuere el esquema de tierra adoptado, y sirven para garantizar la continuidad del circuito de tierra, siendo designados internacionalmente por sus siglas en inglés PE (Protection Earth). En un circuito terminal el conductor de protección liga las masas de los equipos de utilización y, si fuera el caso, el terminal de tierra de las alimentaciones de corriente; en un circuito de distribución, el conductor de protección vincula el terminal de tierra del tablero de donde parte el circuito al terminal de tierra del tablero de alimentación del circuito.
<u>Tierra Física</u>	Es la que envuelve al electrodo de Puesta a Tierra.

Cuya distribución puede observarse en la Figura siguiente:



Para ser efectivas las conexiones a tierra deben tener las siguientes características:

- Ser continuas y permanentes,
- Tener adecuada capacidad y
- Presentar baja impedancia.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Electrodos para Puestas a Tierra	Pág. 6/15

Las partes enterradas del sistema de puesta a tierra (electrodos) son fundamentales para establecer el sistema de tierra exigido por las normas y por las necesidades operacionales de los equipos sensibles. Su función primaria es establecer una muy baja resistencia de referencia al potencial de tierra.

La correcta elección de los electrodos permite incrementar la predictibilidad del flujo de corriente dentro de los sistemas de puesta a tierra de una instalación. Asimismo, permite desarrollar planes para prevenir la circulación de corriente dentro de los caminos de tierra para los equipos electrónicos sensitivos.

Las normas IRAM así como las especificaciones locales, permiten emplear como electrodos a diversos elementos. Las mismas permiten seleccionar los materiales, longitudes, secciones de los conductores, etc., así como las conexiones a los mismos, de modo que presenten la sección adecuada para transportar las corrientes de fallas sin sobrecalentamientos. Adicionalmente, deben tener la suficiente resistencia mecánica para resistir los esfuerzos requeridos.

Entre los distintos tipos de Electrodos ó Dispersores a Tierra tenemos:

- Placas.
- Electrodos de Cintas, Cable o Alambres.
- Jabalinas o Barras.

Las **Placas** tienen medidas que, en general, no superan los 1,20 x 1,20 m. y se entierran a una profundidad tal que aseguren que el suelo que las rodea esté suficientemente húmedo. Son de Cu y de un espesor de alrededor de 2,5 a 3 mm, constituyendo la forma más antieconómica de electrodo dispersor a tierra. Su utilización sólo se considera cuando el factor determinante es la capacidad de conducción de corriente.

Los **Electrodos de Cinta, Cable O Alambre**, también llamados contrapeso, se aplican a casos en los que el suelo tiene alta resistividad formando un substrato bajo capas superficiales de poco espesor con resistividad baja. Las cintas son de Cu, los cables o alambres de Cu desnudo, acero cincado o acero-cobre tipo "Copperweld". Con respecto al acero cincado habrá que tener en cuenta su baja resistencia a la corrosión y consecuentemente su falta de confiabilidad en la puesta a tierra conforme transcurra el tiempo. El acero-cobre presenta la ventaja de admitir mayores corrientes de fuga, elevada resistencia a la corrosión bajo tierra y además se evita la posibilidad de robo del material ya que por su carácter de bimetálico no posee valor de reventa, dado que su cobre es de recuperación antieconómica.

Las **Jabalinas o Barras** son electrodos en los que una de las dimensiones prevalece sobre las otras dos. Su ventaja radica en la sencillez y rapidez de instalación ya que se realiza por hincado directo en forma manual. Es el tipo de electrodo que resulta mas económico y el de mayor utilización.

Para la elección del material de este tipo de electrodo son válidas las consideraciones hechas para los alambres de "contrapeso" y además se debe tener en cuenta que tanto las jabalinas de Cu puro como las de acero galvanizado no se pueden hincar en forma directa, en el primer caso debido a la resistencia mecánica y en el segundo al desprendimiento de la capa de zinc que lo recubre, comenzando así el proceso de corrosión. Para estos dos casos se deberá por lo tanto realizar una perforación previa con el consecuente incremento de costos y de resistencia por falta de contacto íntimo jabalina-tierra.

La norma IRAM 2309 es la que tiene por objeto especificar las características de los electrodos de puesta a tierra constituidos por varillas cilíndricas lisas. En las jabalinas que cumplen con dicha norma existe una perfecta unión cobre - acero y el espesor de la capa de cobre es de 250 mm como mínimo.

También se utilizan varillas de acero revestidas de una capa de cobre para su protección contra la corrosión y para mejorar la resistencia de contacto a tierra (Figura 2.8).

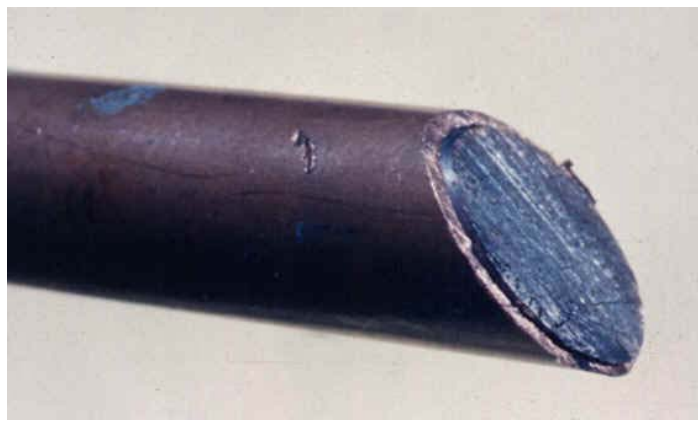


Figura 2.8

Las jabalinas se aplican al suelo mediante percusión hasta que alcanzan la profundidad adecuada. En caso de terrenos rocosos se colocan en diagonal u horizontales (profundidad mínima 0,7 metros), tal como se indica en la Figura 2.9.



Figura 2.9

[menú](#) [índice](#)
[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)[14](#)[15](#)

Puestas a Tierra	Cap. 2
Sistemas de resistencias	Pág. 7/15

Proporcionar los electrodos de tierra adecuados es solo el primer paso para obtener una puesta a tierra adecuada. El concepto que se debe considerar es como se transfiere la corriente de tierra a los electrodos de tierra. La resistencia de los electrodos está determinada por la resistividad del suelo, la cual está afectada por un número de condiciones, como el tipo de suelo, su salinidad y su temperatura. Las consideraciones que se pueden hacer sobre cada uno de ellos son:

Efecto del Suelo:

La resistencia total de una instalación de puesta a tierra incluye la resistencia del conductor de protección, su conexión a la jabalina, la resistencia de la jabalina en sí misma, la resistencia de contacto entre la jabalina y el suelo y la resistencia del suelo. En la práctica y con los materiales normalmente usados, de todos los factores enunciados los dos últimos son los que tienen mayor importancia.

La porosidad del suelo, su contenido de sales y su humedad, así como su temperatura, determinan la resistividad del suelo, valor que se encuentra tabulado para distintas regiones pero, dado que pueden variar mucho en pequeñas distancias, es aconsejable medir la resistividad del suelo antes de proyectar la instalación.

En la Figura siguiente se muestra cómo la resistencia de puesta a tierra depende principalmente del suelo que rodea al electrodo. Se marcan superficies cilíndricas de tierra rodeando la jabalina. Asumiendo que el suelo tiene resistividad uniforme, la mayor resistencia se encuentra en la superficie adyacente a la misma. Esto es así debido a que ésta es la menor superficie normal a las líneas de corriente que fluyen del electrodo. Cada capa sucesiva tiene una sección mayor y por lo tanto menor resistencia. A una distancia de 2,5 a 3 metros del electrodo, el área de paso de la corriente resulta ser tan grande que en una instalación normal, la resistencia es despreciable comparada con la que rodea directamente al electrodo. Se han realizado mediciones que demuestran que aproximadamente el 90% de la resistencia eléctrica total que rodea a un electrodo se encuentra en el límite de 2 a 3 m. del dispersor y esto es independiente de su longitud (Figura 2.10).

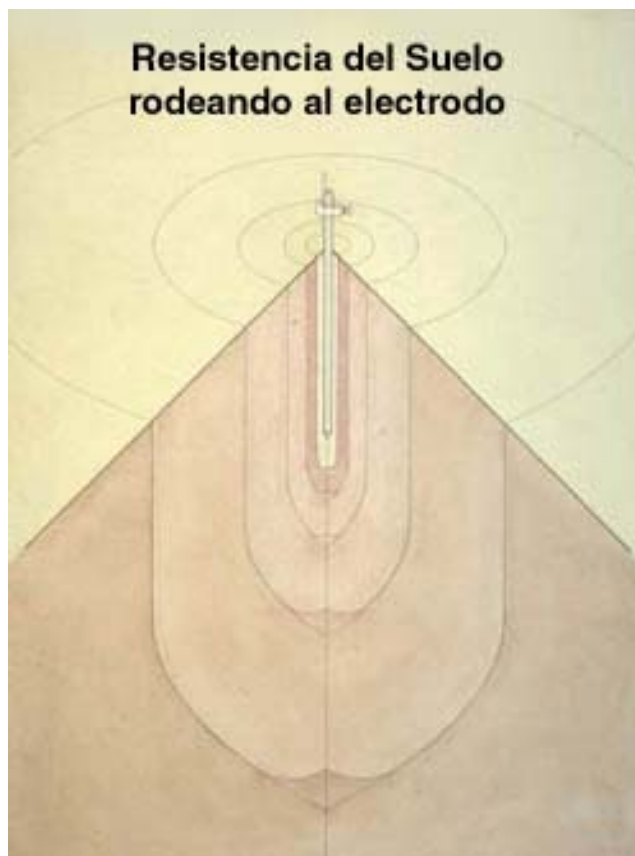


Figura 2.10

Efecto de la Humedad del Suelo

La resistencia de Puesta a Tierra depende en forma directa de la resistividad del terreno. En la Figura 2.11 se puede observar cómo varía la resistividad en función de la humedad. Se puede observar que una diferencia de humedad de un pequeño porcentaje dará una marcada diferencia en la resistividad del suelo y por lo tanto en la resistencia de puesta a tierra. Esto es cierto en contenidos de humedad que llegan hasta un 20% aproximadamente. El contenido de humedad varía en las distintas zonas pero, en los suelos de Capital, Gran Bs. As. y similares, normalmente es del orden del 10% en la estación de sequía y del 35% en la estación de lluvia, con un promedio que se encuentra en la zona crítica del 15-18%.

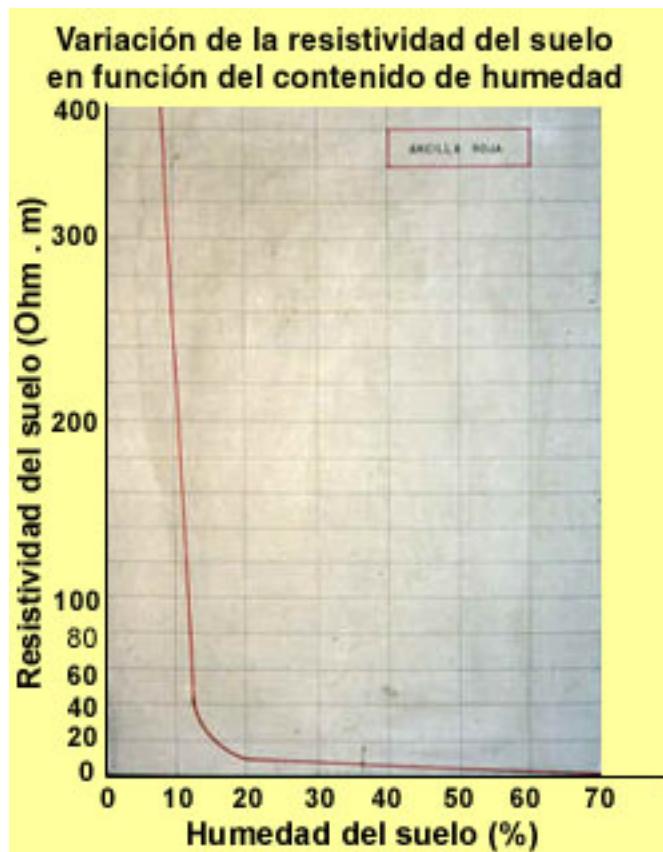


Figura 2.11

Por sobre el 20% de humedad sólo se logran mejoras despreciables en la resistividad del suelo, por lo que no es necesario, en estos casos, agregarle agua o llegar a la napa de agua, sino llegar a una profundidad tal que asegure el nivel de humedad mínimo en forma permanente.

Efecto de la Temperatura del Suelo

La temperatura sólo tiene una mínima incidencia en la resistividad del suelo a temperaturas superiores a 0°C. Para temperaturas por debajo de este valor, cuando el agua del suelo se congela, hay un gran incremento en la resistividad del mismo. A medida que la temperatura disminuye, la resistividad aumenta y por lo tanto también la resistencia de conexión a tierra (Figura 2.12).

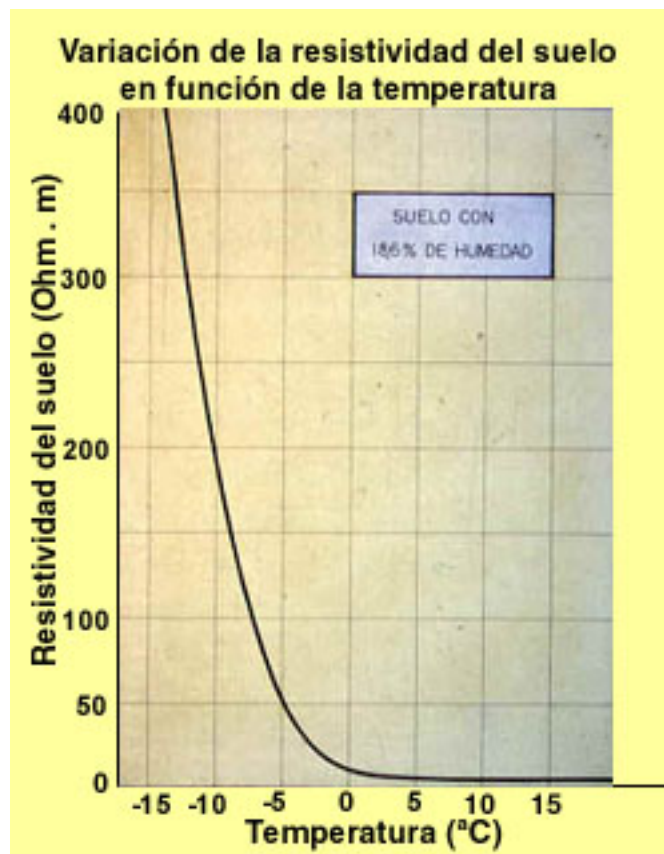


Figura 2.12

En localidades donde los inviernos son severos y la tierra se congela a una considerable profundidad, éste es un factor importante a ser considerado para mantener una baja resistencia a tierra, para lo cual deberá hincarse el electrodo a mayores profundidades, que las alcanzadas por el congelamiento.

Efecto de la Profundidad de Enterrado

Es conveniente hincar los electrodos a una profundidad tal que se puedan obtener las máximas ventajas técnico-económicas, basándose en los factores que se detallan a continuación.

Según puede observarse en la Figura 2.13 para un terreno con resistividad dentro de valores normales (10 a 100 ohm-metro) la resistencia del electrodo en la mayoría de los casos disminuye notoriamente con el hincado hasta las profundidades habituales (2 - 6m). A partir de dicho límite la reducción de resistencia se hace mínima mientras que el aumento de costo del electrodo asciende linealmente. De tener que disminuirse aún más la resistencia lograda se apela a electrodos en paralelo, los que veremos más adelante.

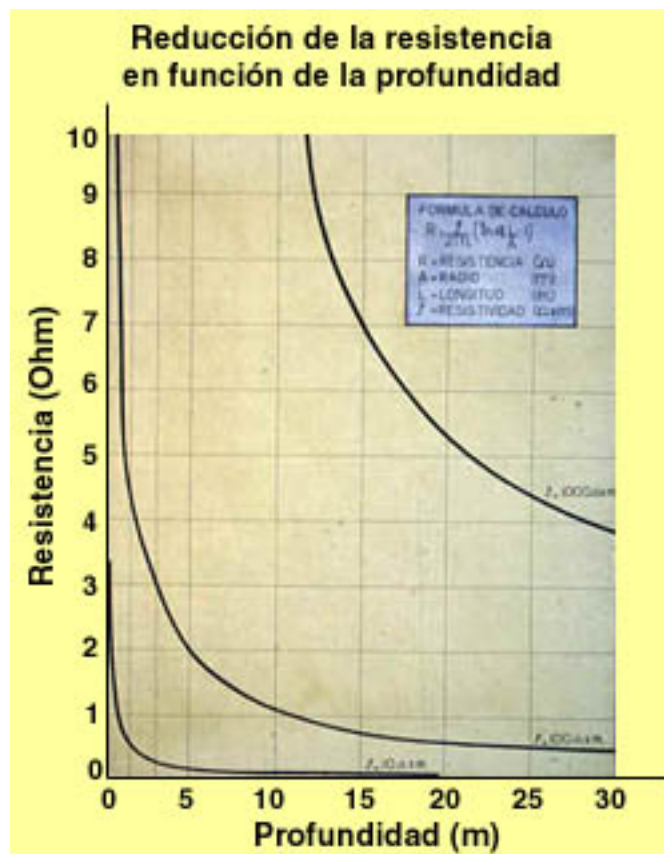


Figura 2.13

En la práctica, normalmente la resistividad del suelo disminuye a mayor profundidad por lo que los valores reales a obtener serán menores que los teóricos calculados (Figura 2.14).

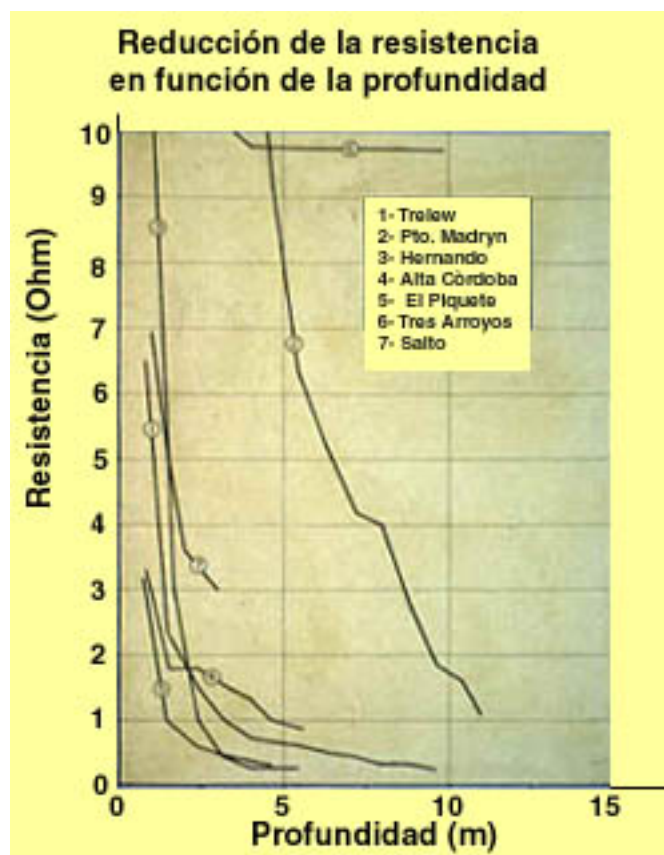


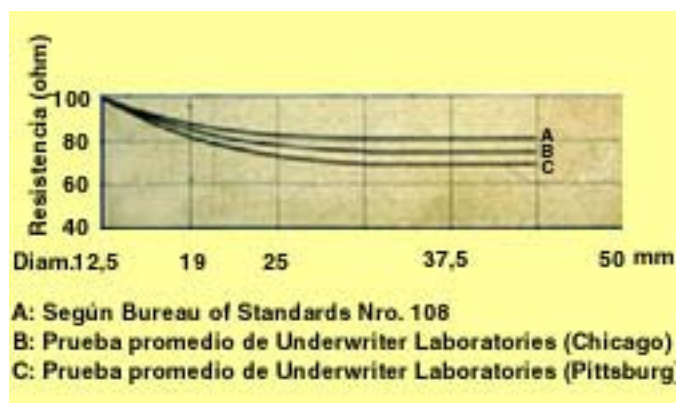
Figura 2.14

Las capas más profundas del terreno mantienen más estable su resistividad por ser más constante su humedad y salinidad.

Efecto del Diámetro del Electrodo:

Los ensayos demuestran que la diferencia de resistencia obtenida entre jabalinas con los distintos diámetros obtenibles comercialmente es despreciable (Figura 2.15).

Veamos cómo varía la resistencia en función del diámetro. Tomando como base 100% a la resistencia de una jabalina de 1/2" se observa que para 3/4" la resistencia disminuye menos de un 10% y el peso (que es el que determina el precio) es el doble.



Considerando las variaciones en resistencia que pueden ocurrir durante un período de tiempo como resultado de las variaciones en el clima, condiciones del suelo, etc., se desprende que las variaciones de la resistencia por el diámetro son insignificantes.

Por lo tanto la determinación del diámetro de la jabalina depende fundamentalmente de su resistencia mecánica y de la necesidad de evitar el pandeo o daño del electrodo durante el hincado. Como dato ilustrativo en la Prov. de Bs. As. y en la mayoría de los terrenos se pueden hincar sin problemas jabalinas de 1/2" * 3 metros, para terrenos más duros es aconsejable 5/8" ó 3/4" dependiendo del mismo. De todas maneras mencionaremos que en San Justo, San Fernando, Lavallol y Turdera se han hincado jabalinas de 1/2" de diámetro y hasta 6 m de profundidad.

Determinación de la Resistencia de Puesta a Tierra

La resistividad del suelo se define como la resistencia del suelo medida en las caras opuestas de un cubo de suelo, y está generalmente medida en ohm-cm ó ohm-m y se representa por la letra ρ (rho).

Debido a esta medición, la tierra es apta para absorber una cantidad ilimitada de corriente y, por esta razón, se considera un conductor ilimitado. Pero dado que la tierra está compuesta por una mezcla de sílice y aluminio (ambos excelentes aislantes) su resistividad varía de 2 ohm / metro a 30000 ohm / metro o más.

Para determinar la resistencia de tierra de una barra o cable de electrodo, la ecuación básica es:

$$r = \rho (L / s)$$

Donde: r es la resistencia del suelo, L es la longitud del electrodo en contacto con la tierra y s es la sección del camino actual.

Un factor a considerar cuando se aplica la ecuación es la variabilidad de la resistencia de tierra debida a cambios en su composición química y su temperatura a lo largo del año.

De la misma forma una reducción en el contenido de humedad incrementa la resistividad. La Tabla 2.1 muestra la variación de r en relación a la humedad del suelo. Por ejemplo, un suelo con 10% de humedad tiene una resistividad 30 veces superior que el mismo suelo con un contenido de humedad del 20%.

Humedad contenida (% en peso)	Resistividad (ohm - cm)	
	suelo de superficie	suelo arenoso
0	1000 x 10 ⁶	1000 x 10 ⁶
2.5	250000	150000
5	165000	43000

10	53000	18500
15	31000	10500
20	12000	6300
30	6400	4200

Tabla 2.1

Finalmente, cuando la temperatura del aire se acerca al 0°C, la tierra se congela y su resistividad se incrementa rápidamente, como se ve en la Tabla 2.2.

Temperatura		Resistividad (ohm - cm)
°C	°F	
20	68	7200
10	50	9900
0	32 (agua)	13800
0	32 (hielo)	30000
-5	23	79000
-15	14	330000

Tabla 2.2

<i>menú</i>	<i>índice</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

El método más común para disminuir la resistencia de P.A.T. consiste en colocar varios electrodos en paralelo, especialmente cuando las capas inferiores del terreno son de roca o tosca, imposibilitando el hincado de jabalinas largas.

Cuando dos o más electrodos, suficientemente separados, son conectados en paralelo pasan a ser resistencias que tienden a seguir la ley general a medida que aumenta la separación de los mismos. O sea, 2 electrodos en paralelo tienden a tener una re-sistencia igual a la mitad de un electrodo solo, pero esta relación (inversamente proporcional) no es normalmente alcanzable en la práctica debido a que la separación posible entre electrodos es limitada y los campos eléctricos de paso de corriente que los rodean se superponen en cierta proporción.

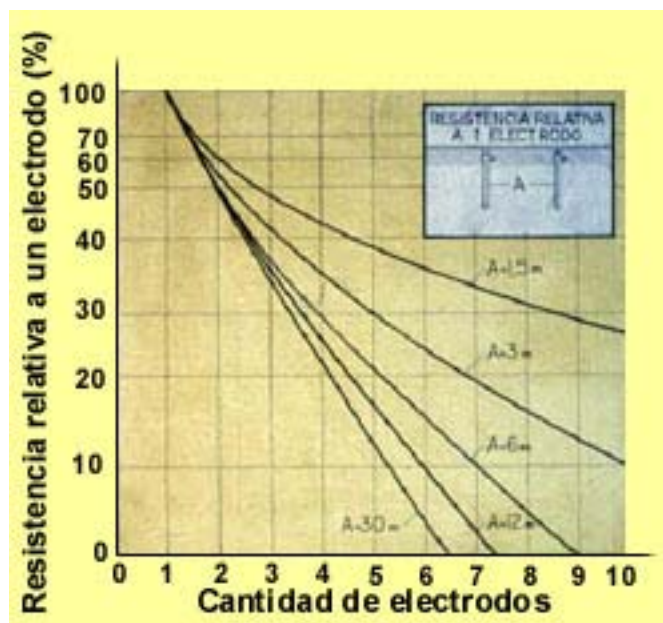


Figura 2.16

Como ejemplo podemos apreciar en la Figura 2.16 que 4 electrodos separados a 30 m entre sí (difícilmente practicable) tienen en conjunto una resistencia del 25% de la resistencia de un solo electrodo.

Si por el contrario la separación entre electrodos es de sólo 3 m la resistencia del conjunto será levemente inferior al 40% de la de un electrodo solo.

La instalación de electrodos múltiples en paralelo constituye también un método conveniente para mejorar la resistencia de instalaciones ya existentes.

Cuando no resulta práctico colocar varias resistencias en paralelo se suele reducir la resistencia del suelo cercana al electrodo mediante un método llamado "de salinización".

Consiste en adicionar sales metálicas que reducen la resistividad del suelo y con ello la resistencia total del cilindro de tierra que rodea al electrodo de tierra. Las sales solubles mas empleadas son el sulfato de magnesio, el sulfato de cobre y el cloruro de sodio. No se trata de métodos permanentes dado que las sales se "lavan" con el agua.

Generalmente se emplean tres métodos para aplicar los químicos, ellos son:

1. Método de trinchera:

Requiere la excavación del suelo en forma de anillo alrededor de la barra, y la colocación de los químicos en la trinchera (Figura 2.17). Este método elimina el contacto directo de los químicos con la barra.

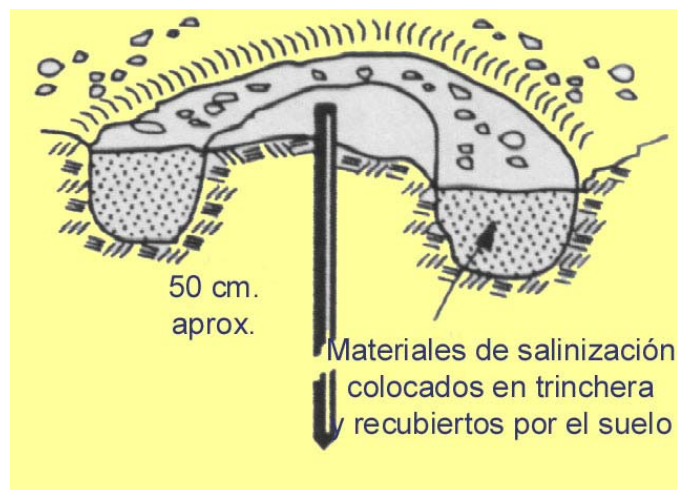


Figura 2.17

2. Método de base:

Involucra la excavación de tierra alrededor del electrodo y rellenarlo con productos químicos, que de esta manera quedan en contacto con el electrodo (Figura 2.18).

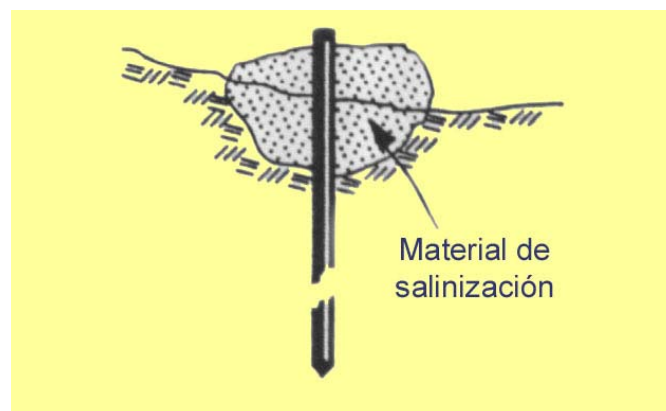


Figura 2.18

3. Método de "container":

Es mas lento para actuar pero mucho más duradero. Consiste en un caño de alrededor de 4 metros y 4" de diámetro que se entierra paralelo y cercano al electrodo de tierra. El tubo contiene elementos químicos permitiendo que drenen lentamente hacia el suelo en cercanías del electrodo (Figura 2.19).

Una versión mejorada del sistema "container" consiste en emplear un tubo de cobre de 2" de diámetro, lleno con sales metálicas, y con longitudes de hasta 5 metros. Los cambios en la presión atmosférica bombean aire a través de agujeros efectuados en la tapa del tubo. La humedad del aire se condensa en las paredes del tubo y desciende lentamente a través de la cama de sales metálicas hasta el fondo del tubo



Figura 2.19

Los métodos de "salinización" para mejorar la resistencia a tierra son beneficiosos cuando capas duras impiden el hincado profundo y la alta resistividad superficial no permite llegar a los valores de resistencia deseados a través de la puesta a tierra en paralelo de dos o más electrodos.

Se ha demostrado que la mayor influencia en la resistividad del suelo es su contenido de sales disueltas y su humedad. Por lo tanto la adición de ciertas sales solubles como el sulfato de magnesio, sulfato de Cu o el cloruro de sodio son beneficiosas para la resistividad. De todas éstas la menos corrosiva es el sulfato de magnesio, aunque la más usada es la sal común.

Como ejemplo podemos citar que en un terreno con contenido inicial de sales de 0,1% se le adicionaron sales hasta lograr una concentración del 10%, con lo cual su resistividad inicial de 18 ohm * metro se redujo a 4,6 ohm * metro (Figura 2.20). Es conveniente saber que es muy poca la ventaja que se obtiene aumentando el contenido de sales más allá de un 3%.

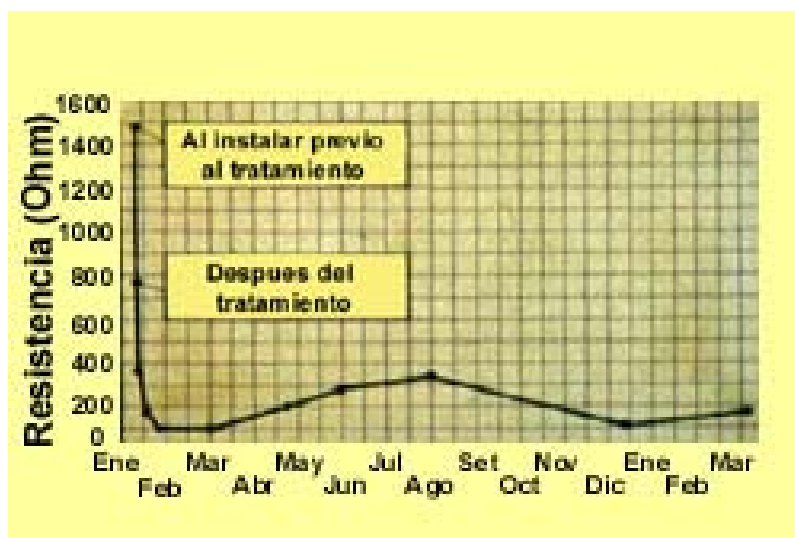


Figura 2.20

Este método es aplicable en terrenos de alta resistividad debido a la baja concentración de sales, no siendo útil en terrenos con menos de 50 ohm * metro de resistividad.

Con el tratamiento químico se minimiza las variaciones estacionales de resistividad del suelo causadas por la periódica humidificación y secado del mismo (Figura 2.21).



Figura 2.21

Debe tomarse muy en cuenta que el tratamiento químico del suelo no es un método permanente, por el contrario su efecto disminuye con el tiempo. El aumento gradual de resistividad depende de la porosidad del suelo y el nivel de precipitación pluvial que "lava" el mismo (Figura 2.22); por lo tanto, el tratamiento químico requiere mantenimiento.

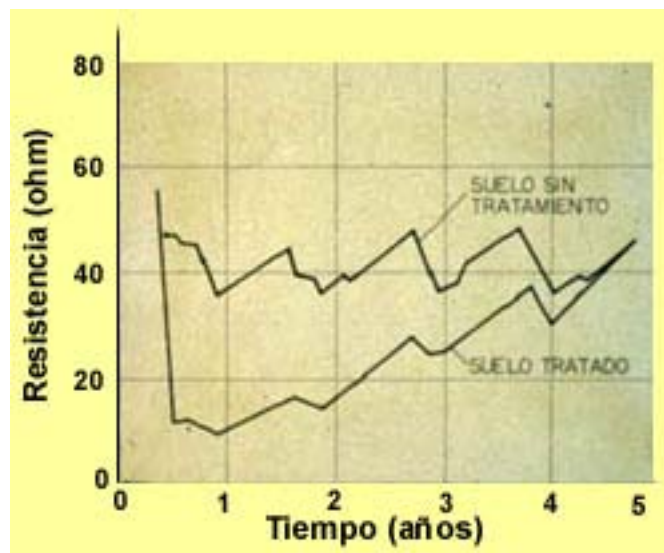


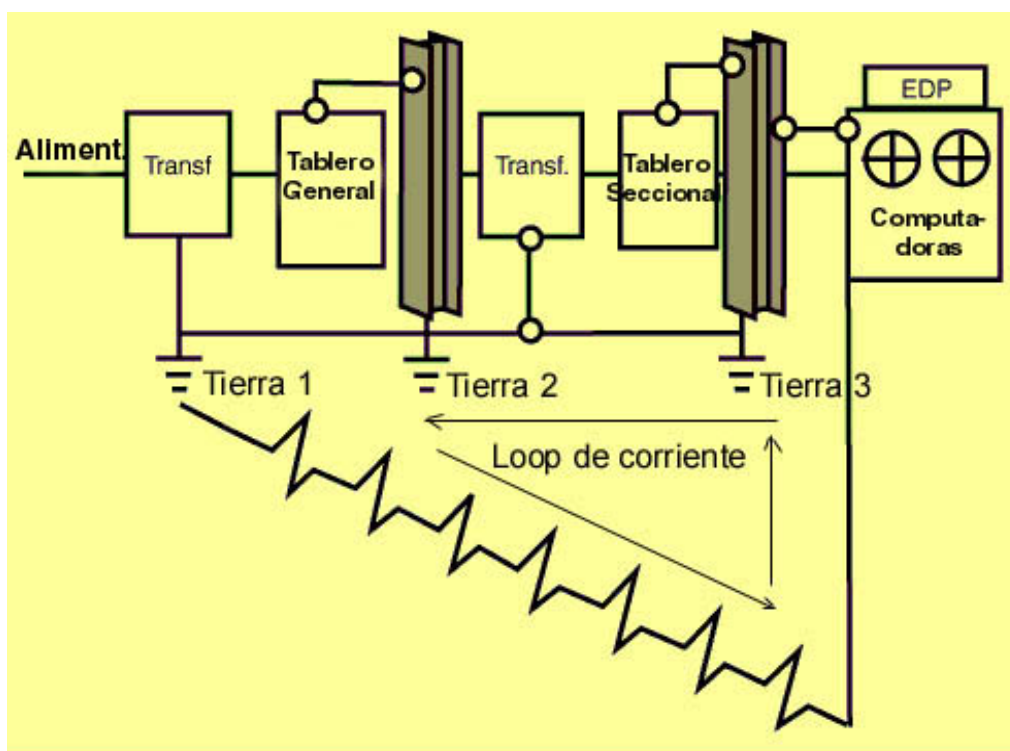
Figura 2.22

En los casos en que sea posible, se usarán sales naturales producidas por acción bacteriológica sobre los vegetales en descomposición. La resistividad del suelo sobre el cual está creciendo vegetación será menor que la del mismo suelo en ausencia de vegetación.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)
[10](#)
[11](#)
[12](#)
[13](#)
[14](#)
[15](#)

La Circulación de Corriente por Tierra (o loop de tierra) ocurre cuando el conductor de tierra se conecta a puntos de tierra que no tienen el mismo potencial, y son la causa de muchos de los problemas de Calidad de la Energía.

En la figura siguiente se muestra un caso simple de loop de tierra. Con la **Tierra 1** a diferente potencial de las **Tierras 2 y 3** se produce un flujo de corriente en el sistema de tierra.



Esta corriente provoca ruidos eléctricos que son función de muchas variables y pueden variar con el tiempo y generalmente provocan fallas en el funcionamiento de los sistemas lógicos.

La Circulación de Corriente por Tierra se puede detectar con equipos de monitoreo. El procedimiento consiste en colocar el probador de corriente alrededor del cable de potencia y monitorear los retornos de CA en el neutro; esta técnica emplea una medición de "suma cero", ello significa que las señales normales se cancelan y cualquier loop de corriente queda registrado. Mediciones superiores a 0,1 A RMS deben ser investigadas.

Puestas a Tierra	Cap. 2
Circulación de corriente en el neutro	Pág. 10/14

La corriente solo puede circular por el conductor de protección (verde - amarillo) en condiciones de falla y durante el tiempo necesario para hacer actuar las protecciones.

Desafortunadamente se da con frecuencia el caso de circulación de corriente por el neutro; la causa primaria de ello es la existencia de uniones de "neutro a tierra" en tableros secundarios de la instalación.

De acuerdo a la ley de Kirchoff la corriente se divide y toma caminos paralelos. Parte de la corriente fluye al sistema de tierra. El conductor verde - amarillo actúa como un neutro secundario. La situación se agrava en el caso de que se coloquen tierras suplementarias para los equipos electrónicos.

El problema se complicó aún mas con la aparición de las redes de computadoras (LAN) ya que muchos link de datos incluyen conexiones de tierra en los cables entre equipos. Por ello siempre que sea posible conviene realizar los vínculos de datos a través de cables de fibra óptica, que son inmunes a este tipo de problemas.

Las siguientes reglas permiten minimizar el problema de retorno de corriente por el neutro:

- Evitar las referencias (tierras) múltiples de las distintas piezas de equipos electrónicos.
- Para las cargas electrónicas usar acondicionadores de potencia basados en transformadores para restablecer el sistema de referencia y proveer un nivel de protección general.
- En las grandes instalaciones emplear transformadores triángulo - estrella para controlar las circulaciones excesivas de corriente.
- Usar fibra óptica en las redes de datos para prevenir los loop de tierra.

<i>menú</i>	<i>índice</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

La descarga atmosférica conocida como rayo es la igualación violenta de cargas de un campo eléctrico que se ha creado entre una nube y la tierra o entre nubes, y es consecuencia de un rompimiento dieléctrico atmosférico.

Este rompimiento, una vez iniciado, avanza en zigzag a razón de unos 50 metros por microsegundo, con descansos de 50 microsegundos.

Algunas particularidades aumentan la probabilidad de la caída de rayos en un lugar. Por ejemplo, la frecuencia de descargas en un lugar es proporcional al cuadrado de la altura sobre el terreno circundante. Esto hace que las estructuras aisladas sean particularmente vulnerables. Además, las puntas agudas incrementan también la probabilidad de una descarga.

Los rayos son señales eléctricas de alta frecuencia, gran potencial y alta corriente, por ello, son causa de interferencia en sistemas electrónicos y, en caso de impacto directo, pueden tener consecuencias importantes, como se puede observar en las Figuras 2.24 a 2.26.



Figuras 2.24, 2.25 y 2.26

Para dirigir a tierra las descargas atmosféricas se requiere de técnicas apropiadas para este tipo de señales. Las instalaciones de pararrayos deben seguir los lineamientos de la norma IRAM 2184-1, que cubre edificios de hasta 60 metros de altura. En la misma se recomienda un único sistema de Puesta a Tierra integrado para todo el edificio a pesar de que en la Ley de Higiene y Seguridad del Trabajo (N° 19587) y su decreto reglamentario se mencione la necesidad de una tierra exclusiva e independiente para el pararrayos. Es decir que el sistema de Puesta a Tierra abarcará todo tipo de protecciones (contra los rayos, de instalaciones de muy baja tensión, de telecomunicaciones, etc.).

No obstante, debe aclararse algunos conceptos importantes sobre el alcance de los Sistemas de Protección contra Descargas Atmosféricas:

- No pueden impedir la formación de rayos.
- No pueden garantizar la protección absoluta.
- La aplicación de la Norma IRAM reduce significativamente el riesgo de los daños producidos por el rayo en una estructura protegida.

El sistema de protección consta de un sistema externo compuesto por un dispositivo captor, las bajadas del mismo y las puestas a tierra y un sistema interno para reducir los efectos electromagnéticos de la corriente del rayo en el espacio a proteger.

El pararrayo más difundido es el tipo Franklin, que consiste de una barra de bronce con una altura mínima de 4 metros, que posee 3 ó 4 puntas superiores platinadas, y se instala en la parte más elevada de los edificios.

De la punta sale un conductor de cobre desnudo de 25 mm² que descarga a través de una puesta a

tierra de una placa de cobre enterrada de 1 m² o bien mediante una o varias jabalinas.

El radio de acción de un pararrayos es un cono cuyo vértice es la punta del pararrayos y que forma con tierra un ángulo de 45°. También se utiliza el método de la esfera rodante, que define como área protegida a una circunferencia ideal que toca el extremo superior del pararrayos (Figura 2.27).



Figura 2.27

En la norma IRAM 2184 se define la eficiencia de los Sistemas de Protección contra Rayos, clasificándola en cuatro niveles (Tabla 2.3):

Nivel de Protección	Eficiencia del Sistema
I	$0,95 < E \leq 0,98$
II	$0,90 < E \leq 0,95$
III	$0,80 < E \leq 0,90$
IV	$0 < E \leq 0,80$

Tabla 2.3

Estos Niveles de Protección definen la altura máxima del Dispositivo Captor en función del Nivel de Protección así como la máxima dimensión de las mallas de tierra, tal como se indica en la Tabla 2.4:

Nivel de Protección	R	h (m)				Máxima Dimensión (paso) de las mallas
		20	30	45	60	
	(m)	α (°)	α (°)	α (°)	α (°)	(m)
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	15
IV	60	55	45	35	25	20

Tabla 2.4

Como norma de seguridad se evitarán los efectos peligrosos de inducciones sobre otros conductores (eléctricos, telefónicos, TV, etc.) manteniéndolos convenientemente alejados de la bajada del pararrayos (3 mts. de distancia mínima). Deben evitarse antenas que sobresalgan o estén muy próximas a la zona protegida por el pararrayo.

Existen pararrayos que mejoran el ángulo de protección mediante la ionización del aire que los rodea y otros de tipo radiactivo, que son muy livianos, de fácil instalación y de probada eficiencia aunque su uso está prohibido por razones ecológicas.

Los pasos que habitualmente se deben seguir para el diseño de un Sistema de Cableado y Puesta a Tierra que permita una operación correcta de los equipos son:

- Se deben determinar las características del suelo: resistividad, tipo de terreno, y en caso de congelamiento hasta qué profundidad ocurre.
- Se debe definir el valor de resistencia a tierra que se quiere alcanzar.
- Sobre la base de los puntos precedentes determinar el tipo de electrodo dispensor a tierra.
- El conductor de tierra debe estar solidamente unido al Sistema de Tierra del edificio, en el punto de entrada (tablero general).
- Los códigos sólo permiten una tierra de referencia. Todos los otros cables o estructuras de tierra deben estar solidamente unidos en un único punto, la referencia de tierra.
- Los diferentes circuitos no deben tener neutros comunes.
- Las Tierras y los Neutros solo son comunes en el Tablero Principal.
- El propósito principal de los sistemas de tierra en los edificios es la seguridad. Ello incluye interruptores que actúen en caso de fallas, llevando la tensión a cero con la mayor rapidez posible.
- Los equipos electrónicos requieren tierras externas separadas, y conductor de tierra para su operación adecuada.
- Los cables de tierra no deben transportar corriente, excepto durante las fallas.
- Deben evitarse las longitudes excesivas de los circuitos para reducir la posibilidad de corrientes inducidas.
- Debe efectuarse la medición de los valores de Puesta a Tierra, una vez realizada la misma, para verificar que se cumplan los valores de diseño.
- Se deben realizar mediciones periódicas de la Resistencia de Puesta a Tierra.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)[14](#)[15](#)

Puestas a Tierra	Cap. 2
Problemas en los Sistemas de Puestas a Tierra Residenciales	Pág. 13/15

A modo de síntesis se indican a continuación los problemas mas comunes en los Sistemas de Puesta a Tierra de edificios residenciales y el origen posible de los mismos:

Sistematización de los problemas

- Algunas luces brillan más y otras se opacan, durante pocos segundos, cuando arrancan los motores. Esto es típico de un problema con la conexión del neutro.
- Se reciben descargas de corriente de las carcasas de los equipamientos.
- Se reciben descargas de corriente de cañerías o drenajes.
- Las descargas atmosféricas producen daños repetidos.
- Los cables de tierra transportan corriente.
- Los cables de tierra están cortados o fundidos.

Orígenes mas comunes de los problemas

- Falla en la unión del conductor neutro al sistema de tierra en el tablero principal.
- Falla en la unión del conjunto de componentes del sistema.
- Cableados inadecuados de las salidas (calentamientos).
- Cableados inadecuados de las salidas.
- Cableados inadecuados de los cables de TV y teléfono (utilizando tierras separadas).
- Pérdida de conexiones en tableros y salidas.
- Empleo de conexiones pobres o corroídas.

menú	índice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----------------------	------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Puestas a Tierra	Cap. 2
Separación de los Circuitos de Alimentación	Pág. 15/15

El éxito en el diseño de los sistemas de control consiste en la separación de las alimentaciones de potencia de las cargas sensitivas de las fuentes de ruido dentro del sistema. Es decir que cada circuito debe alimentar a cargas de un mismo tipo (sensibles o no sensibles) y, de ser posible, los tableros también deben ser diferentes.

Circuitos separados para cargas sensitivas significa que tanto las fases como el neutro son diferentes. Suele ser una buena idea colocar en las oficinas líneas dedicadas para las computadoras o bien tener un subsistema de alimentación para las mismas.

Algunos equipos como la fotocopiadoras y las máquinas de fax deben estar aislados de las computadoras. En el caso de las impresoras, conectadas por cables de comunicaciones blindados, pueden ser alimentadas del mismo circuito que las cargas sensitivas.

No obstante, la separación es sólo una parte del problema, debido a que las válvulas solenoides, motores, medidores y otros dispositivos eléctricos requieren de circuitos de retorno, que terminan trabajando en conjunto.

El aislamiento significa alta impedancia; pero en un sistema todas las impedancias no pueden ser elevadas. Por lo tanto, se deben prever caminos de baja impedancia donde la corriente pueda fluir o donde se desee un corte de corriente. Como contrapartida, la creación de caminos de alta y baja impedancia actúa como un filtro efectivo. La existencia de estos caminos significa que las corrientes pueden ser derivadas de las cargas sensibles empleando componentes sencillos y económicos.

menú	índice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----------------------	------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Puestas a Tierra	Cap. 2
Puesta a tierra de alta frecuencia	Pág. 15/15

El auge en el uso de computadoras, PLC's (programable logic controllers) y otros dispositivos electrónicos que operan a 5V. o menos, ha desplazado a los dispositivos como relays, timers y secuenciadores, que operan a 120 V., que eran prácticamente invulnerables a las interferencias electromagnéticas.

Aún no se encontraron sistemas que sean totalmente confiables para inmunizar a los equipos de procesamiento de los ruidos eléctricos. No obstante, se puede dar algunos consejos que ayuden a mantener instalaciones libres de problemas; entre ellos podemos mencionar:

Las puestas a tierra convencionales no son efectivas para sistemas de señales ya que su propósito es establecer un camino para las corrientes de falla y permitir actuar a las protecciones de manera confiable.

La razón por la cual los electrodos son inadecuados es que el sistema de potencia y el de señales trabajan a frecuencias diferentes. A frecuencias crecientes los cables de tierra actúan como antenas y progresivamente sufren el efecto skin, con diferencias pronunciadas de impedancia entre un punto y otro.

De igual importancia que los crecimientos de frecuencia es el hecho de que la longitud de onda decrece proporcionalmente.

La protección de alta frecuencia de ninguna manera debe estar relacionada con el sistema de tierra. En efecto, la referencia de alta frecuencia deberá funcionar aunque no esté conectado el sistema de puesta a tierra de potencia.

Cada sistema requiere una solución diferente, teniendo en cuenta que ambas puestas a tierra deberán ser compatibles ya que trabajarán en conjunto.

La velocidad de procesamiento y de manejo de datos por las computadoras tienen velocidades tremendas, que están en constante incremento. La frecuencia de reloj de las PC actuales son cercanas a las de radio frecuencia. El cableado puede actuar entonces como antena, y puede responder a señales externas de RF, que pueden originar el procesamiento de datos erróneos por las computadoras.

El procesamiento de datos en las computadoras emplea pulsos de forma cuadrada con pulsos Armónicos adicionales (también de forma cuadrada) con frecuencias de varios cientos de MHz., que también pueden generar señales de RF que también pueden ser radiadas sobre el cableado. Por ello, los códigos establecen niveles máximos de señales de radiación para las computadoras. La señal de radiofrecuencia irradiada desde o hacia una computadora se conoce Interferencia Electromagnética (en ingles EMI).

Los microprocesadores operan a bajas tensiones (usualmente de 3 a 12 volt). Por lo tanto es crítico que diferencias de potencial inintencionales entre varios equipos de procesamiento de datos permanezcan extremadamente bajas. A 50 Hz es relativamente simple, colocando a tierra una parte metálica con una resistencia de baja impedancia.

La solución de radio frecuencia no es tan simple. Las puestas a tierra de baja impedancia no son fáciles de obtener, debido a que la reactancia inductiva de un conductor es proporcional a la frecuencia. A 30 MHz. un trozo de conductor tiene una reactancia inductiva 500000 veces superior que a 60 Hz.

Adicionalmente, existen inductancias vagabundas y capacitancias de conductor a conductor, de conductor al metal de puesta a tierra y efectos de resonancia a alta frecuencia.

Esto ocasiona que sea muy dificultoso encontrar un conductor de longitud apreciable que tenga el mismo potencial a ambos extremos. Si existe una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor de tierra, conectando dos equipos de procesamiento de datos es posible que ocurran errores.

Los impulsos de alta frecuencia aplicados a un conductor viajan a través del mismo a una velocidad finita, aproximadamente el 85% de la velocidad de la luz, hasta que se pierde al final del conductor. Allí es reflejado nuevamente en el conductor, iniciando una nueva onda. A algunas frecuencias las ondas reflejadas refuerzan las ondas creando resonancia. A estas frecuencias resonantes o cerca de ellas el conductor presenta impedancias extremadamente elevadas y no provee una efectiva ecualización de tensiones entre dos piezas de equipo.

Adicionalmente, a estas frecuencias el conductor puede actuar como antena radiando energía que puede interferir con otros equipos o recibiendo señales extraviadas desde otras fuentes, presentando al equipo de computación una falsa señal de voltaje.

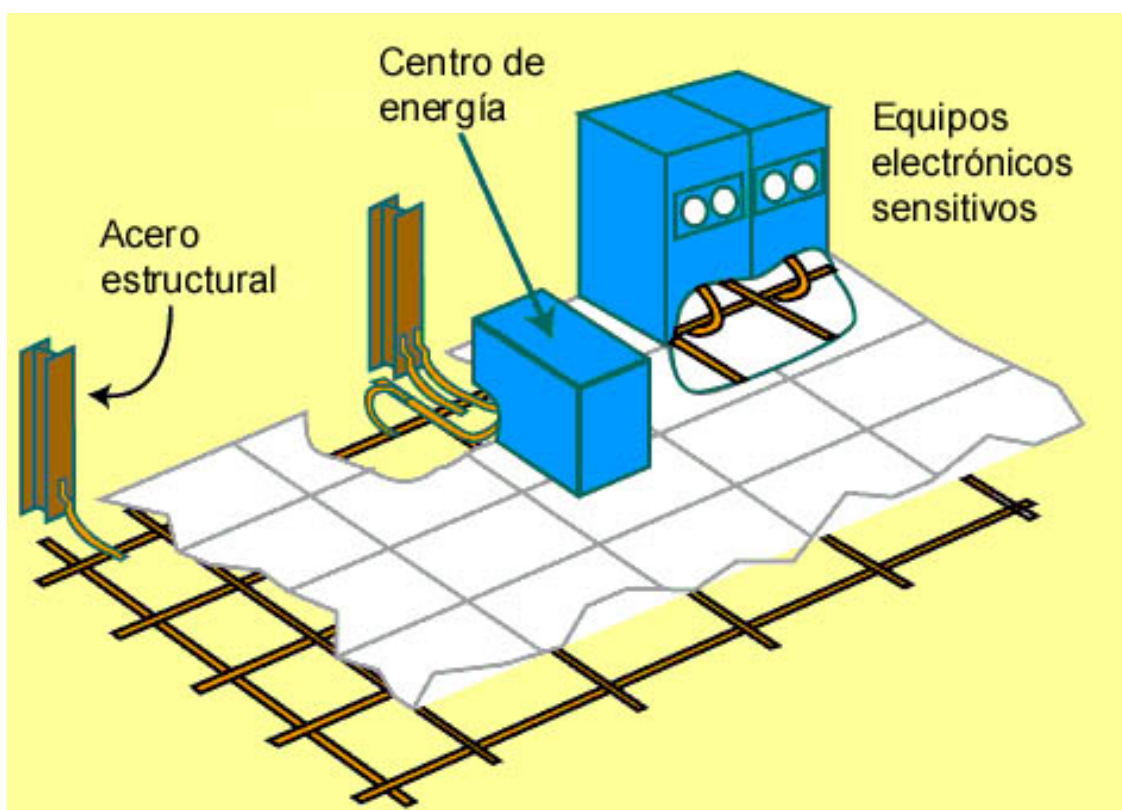
Estos efectos son completamente impredecibles, debido a que las señales de interferencia no son continuas y a que varía la sensibilidad de los equipos de procesamiento de datos.

Las computadoras operan con señales binarias (on / off, 0 ó 1). Los equipos son más sensitivos en el momento en que cambian de un estado a otro. Si ocurre un impulso en este momento, puede ocurrir un falso "bit" de datos en el sistema. Otras veces el mismo impulso puede no afectar el proceso. Estos errores son extremadamente difíciles de identificar..

Este punto requiere interconectar todos los gabinetes del sistema al mismo potencial para todas las frecuencias, desde 50 Hz. o menos hasta las muy elevadas de RF. Una de las mejores formas de cumplir con esto es mediante una grilla de señales de referencia.

Si los conductores están conectados en red o grilla para formar una multitud de loops de baja impedancia en paralelo. que presenten pequeñas diferencias de tensión entre dos puntos cualesquiera de la grilla a todas las frecuencias desde 50 Hz en adelante. Una grilla de 50 cm² provee una tierra equipotencial efectiva de referencia para señales hasta 30 MHz. Si una grilla de estas características se instala en una sala de computadoras, cada pieza de equipo se debe conectar a ella mediante pequeños tramos de cable. Este método no introduce problemas de ruidos debidos a la pequeña diferencia de potencial entre dos piezas de equipo.

El piso flotante se puede emplear como grilla de referencia si se diseña apropiadamente (Figura 2.28).



Una protección adicional contra falsas señales se obtiene empleando cables trenzados para interconectar los equipos o empleando filtros para atrapar señales desconocidas ajenas al sistema.

Los ruidos de alta frecuencia constituyen un problema difícil y persistente que no tienen una solución estándar; pero una grilla de referencia constituye una solución adecuada para minimizar las

dificultades.

Para finalizar no podemos dejar de resaltar que ambos Sistemas de Puesta a Tierra, el de potencia y el de señales, sólo son compatibles si están lo suficientemente alejadas, en principio del orden de los 30 metros, de lo contrario se produce la ya mencionada circulación de corriente por Tierra.

<i>menú</i>	<i>índice</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Calidad de la Energía	Cap. 1
Generalidades sobre Calidad de la Energía	Pág. 1/9

El término **Calidad de la Energía (Power Quality)** se aplica a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos en sistemas de potencia.

La creciente aplicación de equipos electrónicos acrecentó el interés en la calidad de la energía y ello fue acompañado por el desarrollo de una terminología especial para describir estos fenómenos. Desafortunadamente, esta terminología no se emplea de la misma forma en los diferentes segmentos de la industria, lo que ocasiona una gran confusión entre proveedores y usuarios acerca de porqué los equipos no funcionan adecuadamente, tal como se esperaba de ellos.

Entre los términos de uso común que debemos conocer para abordar el tema se encuentran:

Evento de potencia (power event): es una observación o medición de los valores de tensión o de corriente fuera de los límites establecidos para los sistemas de monitoreo.

Disturbio (disturbance): es un evento, observado o registrado, que ocasiona una reacción indeseable en el ambiente eléctrico o los sistemas electrónicos.

Problema de potencia (power problem): conjunto de disturbios o condiciones que pueden producir resultados indeseables en las instalaciones, los sistemas o los equipos.










Asimismo, se emplean muchos términos ambiguos que tienen significados poco claros o múltiples. Por ejemplo, la palabra **surge** se emplea para describir una amplia variedad de disturbios que causan fallas o salidas de servicio de los equipos. De igual forma un supresor de disturbios (*surge suppressor*) puede eliminar algunos de estos pero no tener absolutamente ningún efecto sobre los otros.

Otros términos como **glitch** ó **blink** no tienen un significado técnico concreto, pero se emplean dentro de este vocabulario.

Las definiciones adoptadas se basan en la [IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality \(1159-1995\)](#) y en una serie de publicaciones de empresas especializadas.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)



-
-  **1** [Generalidades sobre Calidad de la Energía](#)
 -  **2** [Cambios sufridos por las instalaciones](#)
 -  **3** [Origen de los problemas de Calidad de la Energía](#)
 -  **4** [Categorías de problemas de Calidad de la Energía](#)
 -  **5** [Mecanismos para interpretar los problemas](#)
 -  **6** [Normativas sobre Calidad de la Energía](#)
 -  **7** [Normativas en la Argentina](#)
 -  **8** [Disposiciones del ENRE para las Distribuidoras](#)
 -  **9** [Disposiciones del ENRE para los usuarios](#)

Calidad de la Energía	<i>Cap. 1</i>
Cambios sufridos por las instalaciones	<i>Pág. 2/9</i>

El incremento en la productividad de las empresas se basa actualmente en los procesos continuos y en la producción just-in-time, que depende de una alimentación confiable, ininterrumpida y totalmente libre de perturbaciones. Ello explica porque la calidad de la energía tiene un impacto directo en la industria.

Cualquier incidente resulta en una detención temporaria de los procesos y puede representar perdidas significativas de producción y descartes de materiales debido a la necesidad de limpiar las máquinas, reiniciar el proceso en la secuencia que se encontraba y recalibrar las líneas de producción de acuerdo a las especificaciones de proceso requeridas.

Durante muchos años las cargas de los usuarios eran lineales por naturaleza. Cuando una tensión sinusoidal se aplicaba a las mismas, estas originaban una corriente sinusoidal. Ello ocurría típicamente en aplicaciones tales como iluminación, calefacción y en motores. En general, no eran muy sensibles a las variaciones momentáneas en la tensión de alimentación, tales como Sobre-tensiones y Baja-tensiones. Las cargas no se encontraban conectadas en redes y temas como las puestas a tierra no constituían factores críticos de seguridad.

Estos cambios en las características de las cargas crearon un amplio mercado para los equipos de acondicionamiento de línea que previenen variaciones en la Calidad de la Energía.

A fin de aplicar los equipos más efectivos, los usuarios han debido convertirse en expertos sobre estos problemas, conociendo sus causas, su posible impacto y las soluciones para mitigarlos. De la misma forma, dado que algunas de las causas se originan en los sistemas de las distribuidoras de energía, estas también deben entender el amplio rango de estos problemas.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)

Calidad de la Energía	Cap. 1
Generalidades sobre Calidad de la Energía	Pág. 1/9

El término **Calidad de la Energía (Power Quality)** se aplica a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos en sistemas de potencia.

La creciente aplicación de equipos electrónicos acrecentó el interés en la calidad de la energía y ello fue acompañado por el desarrollo de una terminología especial para describir estos fenómenos. Desafortunadamente, esta terminología no se emplea de la misma forma en los diferentes segmentos de la industria, lo que ocasiona una gran confusión entre proveedores y usuarios acerca de porqué los equipos no funcionan adecuadamente, tal como se esperaba de ellos.

Entre los términos de uso común que debemos conocer para abordar el tema se encuentran:

Evento de potencia (power event): es una observación o medición de los valores de tensión o de corriente fuera de los límites establecidos para los sistemas de monitoreo.

Disturbio (disturbance): es un evento, observado o registrado, que ocasiona una reacción indeseable en el ambiente eléctrico o los sistemas electrónicos.

Problema de potencia (power problem): conjunto de disturbios o condiciones que pueden producir resultados indeseables en las instalaciones, los sistemas o los equipos.

Asimismo, se emplean muchos términos ambiguos que tienen significados poco claros o múltiples. Por ejemplo, la palabra **surge** se emplea para describir una amplia variedad de disturbios que causan fallas o salidas de servicio de los equipos. De igual forma un supresor de disturbios (*surge suppressor*) puede eliminar algunos de estos pero no tener absolutamente ningún efecto sobre los otros.

Otros términos como **glitch** ó **blink** no tienen un significado técnico concreto, pero se emplean dentro de este vocabulario.

Las definiciones adoptadas se basan en la [IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality \(1159-1995\)](#) y en una serie de publicaciones de empresas especializadas.

Calidad de la Energía	<i>Cap. 1</i>
Cambios sufridos por las instalaciones	<i>Pág. 2/9</i>

El incremento en la productividad de las empresas se basa actualmente en los procesos continuos y en la producción just-in-time, que depende de una alimentación confiable, ininterrumpida y totalmente libre de perturbaciones. Ello explica porque la calidad de la energía tiene un impacto directo en la industria.

Cualquier incidente resulta en una detención temporaria de los procesos y puede representar perdidas significativas de producción y descartes de materiales debido a la necesidad de limpiar las máquinas, reiniciar el proceso en la secuencia que se encontraba y recalibrar las líneas de producción de acuerdo a las especificaciones de proceso requeridas.

Durante muchos años las cargas de los usuarios eran lineales por naturaleza. Cuando una tensión sinusoidal se aplicaba a las mismas, estas originaban una corriente sinusoidal. Ello ocurría típicamente en aplicaciones tales como iluminación, calefacción y en motores. En general, no eran muy sensibles a las variaciones momentáneas en la tensión de alimentación, tales como Sobre-tensiones y Baja-tensiones. Las cargas no se encontraban conectadas en redes y temas como las puestas a tierra no constituían factores críticos de seguridad.

Estos cambios en las características de las cargas crearon un amplio mercado para los equipos de acondicionamiento de línea que previenen variaciones en la Calidad de la Energía.

A fin de aplicar los equipos más efectivos, los usuarios han debido convertirse en expertos sobre estos problemas, conociendo sus causas, su posible impacto y las soluciones para mitigarlos. De la misma forma, dado que algunas de las causas se originan en los sistemas de las distribuidoras de energía, estas también deben entender el amplio rango de estos problemas.

Calidad de la Energía	<i>Cap. 1</i>
Origen de los Problemas de Power Quality	<i>Pág. 3/9</i>

Múltiples factores, algunos de los cuales se reseñan a continuación, influyen para que los ingenieros a cargo de estas instalaciones se replanteen una alimentación de energía de alta calidad para todos los equipos:

- Instalación de sistemas eléctricos y electrónicos altamente sensibles en instalaciones antiguas
- Instalación de equipos sensibles en instalaciones nuevas que no fueron diseñadas teniendo en mente los posibles problemas de calidad de la energía
- Planes de protección inadecuados o inexistentes
- Diseño inadecuado de las instalaciones eléctricas y los sistemas de puesta a tierra

La Calidad de la Energía puede ser considerada buena o mala dependiendo del sistema o de la reacción de los equipos específicos; en ocasiones ello depende del tipo de evento. Entre estos factores podemos mencionar:

- La naturaleza y origen de los eventos de potencia
- La susceptibilidad de las cargas particulares a esos eventos, y
- El efecto de los eventos sobre las condiciones de operación, productividad o de procesos.

Todas las anomalías se generan en fuentes internas o externas, y luego viajan por la instalación desde el origen de las mismas hacia toda ella.

Calidad de la Energía	<i>Cap. 1</i>
Categorías de Problemas	<i>Pág. 4/9</i>

Para iniciar el tratamiento del tema es necesario comprender cuales son las perturbaciones de Calidad de la Energía que pueden ocasionar problemas a las cargas sensibles.

A estas categorías de perturbaciones se les ha dado nombres y definiciones diversos, según el país o el área de la industria de que se trate. Un grupo de trabajo de la IEEE desarrolló un conjunto consistente de definiciones que son las que habitualmente se emplean para la coordinación de las mediciones. Sobre la base de estas definiciones las principales perturbaciones son:

- **Transitorios** (transients)
 - Transitorios de Impulso
 - Transitorios oscilatorios
- **Variaciones de Tensión**
 - Baja-tensiones (sags)
 - Sobre-tensiones (swells)
 - Interrupciones (interruptions)
- **Desbalance de tensiones** (Voltage unbalance)
- **Fluctuaciones de Tensión (Flicker)**
- **Variaciones en la frecuencia de la red**
- **Distorsiones de la Forma de onda** (waveform distortion):
 - **Inserción de Corriente Continua** (DC Offset)
 - **Armónicas** (Harmonics)
 - **Ínter - Armónicas** (Interharmonics)
 - **Notching**
 - **Ruido eléctrico** (Noise)

Calidad de la Energía	<i>Cap. 1</i>
Mecanismos para interpretar los problemas	<i>Pág. 5/9</i>

La comprensión de los problemas asociados con la Calidad de la Energía es el primer paso para poder desarrollar normativas sobre el tema. Ello significa la posibilidad identificar las causas de los problemas, su impacto en los equipamientos y en los procesos productivos dentro de las instalaciones de los clientes.

Existe un número significativo de desarrollos en curso para ayudar a interpretar los problemas de Calidad de la Energía. Estos se pueden agrupar en tres categorías de investigaciones:

1. **Monitoreo.** Tanto las distribuidoras de energía como los clientes están efectuando mas y mas monitoreos de la Calidad de la Energía, lo que está dando una buena base de información sobre el tema. Por otra parte, existen organismos como el Electric Power Research Institute (EPRI) que sponsorizan proyectos de monitoreo de largo plazo.
2. **Estudio de casos.** El estudio de casos es una buena forma de caracterizar los problemas de Calidad de la Energía. Existen numerosos casos estudiados por las Distribuidoras de energía o por los clientes. Analizando y combinando los mismos se puede obtener resultados de validez general. Del mismo modo, las soluciones implementadas para los casos particulares analizados pueden ser extrapoladas para obtener soluciones generales a los problemas de calidad de la energía.
3. **Herramientas Analíticas.** Los resultados del monitoreo y del estudio de casos pueden ser utilizados para desarrollar modelos analíticos para la simulación de perturbaciones que pueden servir de ayuda para evaluar los problemas y determinar posibles soluciones.

La ventaja de emplear la simulación es que permite evaluar los sistemas bajo condiciones que no existen actualmente (ej. expansiones futuras de las plantas).

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas sobre Calidad de la Energía	Pág. 6/9

Las normas sobre Calidad de la Energía sirven de guía, recomendación y de límites para asegurar la compatibilidad entre los equipamientos empleados por los usuarios y los sistemas de alimentación donde se aplican.

El desarrollo de normativas internacionales está a cargo de la IEC, que definió las denominadas *Normas de Compatibilidad Electromagnética (EMC)* que cubren los problemas de Calidad de la Energía y las posibles interferencias con los equipos finales.

Las normativas sobre la performance incluyen, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Interrupciones
- Picos de Tensión
- Regulación de Estados instantáneos de Tensión
- Desbalance de Tensiones
- Distorsiones Armónicas en la tensión
- Transitorios de tensión.

Las normas de mayor aplicación en el tema son las IEC que abarcan seis categorías, a saber:

1. **Generales.** Proveen definiciones, terminologías, etc. (IEC 1000-1-x)
2. **De entorno.** Determinan las características del entorno donde se aplican los equipos (1000-2-x).
3. **De Límites.** Determinan límites de emisiones, definen los niveles de perturbaciones aceptables que pueden causar perturbaciones a los equipos conectados. Estas normas se denominaban originalmente como la serie IEC 555, pero ahora se enumeran como 1000-3-x. Por ejemplo, IEC 555-2 es ahora la IEC 1000-3-2.
4. **Técnicas de Medición.** Proveen lineamientos para los equipos de medición de forma de asegurar su compatibilidad con otras partes de la instalación (1000-4-x).
5. **Equipos de Acondicionamiento.** Determinan lineamientos para los equipos que resuelven problemas de Calidad de la Energía, como filtros, acondicionadores de línea, supresores de transitorios, etc. (1000-5-x).
6. **Genéricas y de Productos.** Definen los niveles de inmunidad requeridos para los equipamientos en categorías generales o para tipos específicos de equipos (1000-6-x).

Las normas IEC se emplean generalmente en los países de la Comunidad Europea (CENELEC) por lo que se ajustan a los equipos vendidos en Europa. La aplicación en el resto de los países varía según la región.

En USA, el Departamento de Comercio publicó en 1983 los lineamientos de sistemas de energía, puestas a tierra y protección de dispositivos sensibles. Este documento se conoce como FIPS 94 (*Federal Information Processing Standards Publication*). Estos lineamientos fueron consultados con la Asociación de Fabricantes de computadoras (CBMA) para definir el lenguaje común sobre los problemas de Calidad de la Energía.

Este documento es de gran utilidad para entender como las cargas electrónicas sensibles reaccionan en ambiente eléctricos comunes.

La Publicación FIPS 94 sirve como línea guía para determinar la relación costo / beneficio de los distintos cursos de acción y, como resultado, obtener la mejor solución para cada caso.

Calidad de la Energía	<i>Cap. 1</i>
Normativas en la Argentina	<i>Pág. 7/9</i>

Con la privatización de las empresas de energía en los contratos de concesión se establecieron pautas sobre Calidad de la Energía, que básicamente consisten en:

- obligación de prestar el servicio a todo aquel que lo solicite dentro de su área de concesión.
- prestar el servicio con un nivel de calidad satisfactorio, definido en el contrato de concesión; para lo cual el concesionario debía realizar todas las inversiones que sean necesarias.

Se le encargó en Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) fijar las normas de calidad solicitadas para el servicio eléctrico y verificar el fiel cumplimiento de las pautas establecidas.

También se definieron etapas para su implementación. Con tal objeto, las Distribuidoras deben realizar campañas de mediciones (Edenor y Edesur 300 mediciones mensuales y Edelap 70 mediciones mensuales), durante las cuales se detectan posibles generadores de perturbaciones. Luego se mide en el centro de transformación que alimenta a ese cliente y se verifica si la perturbación se ha amortiguado en el camino o, por el contrario, está afectando a la red y en que magnitud.

En los casos en que el ENRE determine que las distribuidoras no han ejercido con responsabilidad sus posibilidades de resolver el problema detectado serán pasibles de sanciones.

Al final de esta fase se debe obtener un monitoreo representativo del nivel de perturbaciones existentes en las redes de suministro y la identificación y resolución de los potenciales problemas.

En vista que la mayor parte de las perturbaciones son producidas por usuarios que demandan intensidades fluctuantes o por cargas de respuesta no lineal el ENRE dictó la Resolución N^a 99/97, que establece que como la red tiene cierta capacidad de absorber perturbaciones sin que se superen los Niveles de Referencia establecidos, se asigna a los usuarios de la red un Límite de Emisión Individual de perturbación, basado en criterios objetivos y no discriminatorios. Además se fija la metodología de control de las emisiones.

En caso de comprobarse emisiones excesivas los usuarios deberán realizar las acciones correctivas necesarias para reducir el nivel de las mismas. Las penalizaciones a las Distribuidoras se aplicarán en forma de bonificaciones a los usuarios afectados por la mala calidad del servicio técnico

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas del ENRE para las Distribuidoras de Energía	Pág. 8/9

Las normas de calidad solicitadas para las Distribuidoras del Servicio Eléctrico se denominan **Calidad del Producto Técnico** y abarcan a las perturbaciones y el nivel de tensión, considerándose como perturbaciones a las variaciones rápidas de tensión (flicker), las caídas lentas de tensión y las Armónicas.

La Distribuidora es responsable de mantener, para cada tipo de perturbación, un nivel razonable de compatibilidad, definido como Nivel de Referencia, que tiene un 5% de probabilidad de ser superado.

La Distribuidora debe arbitrar los medios conducentes a:

- Fijar los límites de emisión (niveles máximos de perturbación que un aparato puede generar o inyectar en el sistema de alimentación) para sus propios equipos y los de los usuarios, compatibles con los valores internacionales reconocidos.
- Controlar a los Grandes Usuarios, a través de límites de emisión fijados por contrato.
- Impulsar, conjuntamente con el ENRE, la aprobación de normas de fabricación y su inclusión en las órdenes de compras propias y de los usuarios.

En este contexto, La Distribuidora podrá penalizar a los usuarios que excedan los límites de emisión fijados, hasta llegar a la interrupción del suministro. En ambos casos deberá contar con la aprobación del ENRE.

A partir del sexto año de la transferencia del servicio, La Distribuidora deberá haber implementado un sistema, que asegure un nivel de calidad de la tensión suministrada acorde con lo especificado por normas internacionales de validez reconocida, tales como las IEC, y tendrá implementados controles, métodos y/o procedimientos que permitan al ENRE su verificación.

Las variaciones porcentuales de la tensión, medida en los puntos de suministro, con respecto al valor nominal, son las siguientes:

- Alta Tensión: -5,0 % + 5,0 %
- Alimentación Aérea (MT o BT): -8,0 % + 8,0 %
- Alimentación Subterránea (MT o BT): -5,0 % + 5,0 %
- Rural: -10,0 % + 10,0 %

Los Niveles de Tensión se determinarán al nivel de suministro mediante campañas de medición, que permitirán adquirir y procesar información sobre curvas de carga y nivel de la tensión en suministros, en distintos puntos de la red.

Se considerará que La Distribuidora queda sujeta a la aplicación de sanciones si se verifica el incumplimiento de los niveles mencionados por responsabilidad de la misma, durante un tiempo superior al 3% del período en el que se efectúe la medición. Este período será como mínimo una semana.

Las sanciones se aplicarán en la forma de bonificaciones en la facturación de cada usuario afectado por la mala calidad de la tensión.

Para determinar las sanciones se calculará la energía suministrada con niveles de tensión fuera de los rangos permitidos, y se la valorizará de acuerdo a la tabla adjunta. Para conocer la energía suministrada en malas condiciones de calidad, se deberá medir, simultáneamente con la tensión, la potencia del consumo.

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas del ENRE para los usuarios	Pág. 9/9

El **Límite de Emisión Individual (en ingles PST)** de un usuario es el nivel de perturbación que puede inyectar en la red en su punto de suministro y que no podrá ser superado en mas de un 5% del tiempo total del período de medición.

Para Flicker, el límite de emisión individual asignado a un usuario depende de la potencia contratada y de su nivel de tensión; debe ser medido sobre una impedancia de referencia fijada por la norma IEC 1000-3-3:

- Clientes conectados en BT (220 ó 380 V.) en tarifa 1 (< 10 kW): se establece un PST = 1
- Clientes conectados en BT (220 ó 380 V.) en tarifa 2 (>10 kW y < 50 kW): se establecen valores de PST según la Tabla 1.1:

Potencia Contratada (kW)	Límites de emisión individual (PST)
10 ≤ P < 20	1.00
20 ≤ P < 30	1.26
30 ≤ P < 40	1.58

Tabla 1.1

- Clientes con tarifa T3 (> 50 kW) conectados en BT o MT y usuarios con tarifa T3 conectados en alta tensión (66 y 220 kV.):

Para usuarios conectados en redes de BT los límites de emisión individual surgen de la Tabla siguiente, en función de la relación entre la capacidad de suministro contratada para cada banda horaria por el usuario (SL) y la potencia del centro de transformación donde se encuentra conectado. Para usuarios conectados en redes de MT y AT, los límites de emisión individuales se obtienen de la tabla siguiente, en función de la relación entre la capacidad de suministro contratada para cada banda horaria por el usuario (SL) y la potencia de cortocircuito (Scc) en el punto de suministro del usuario (Tabla 1.2).

Usuarios en BT SL = K1 Smtbt	Usuarios en MT y AT SL = k1 Smtbt	Límites de emisión individual (PST)
K1 mucho menor 0.1	K1 mucho menor 0.005	0.37
0.1 > K1 ≤ 0.2	0.005 > K1 ≤ 0.01	0.46
0.2 > K1 ≤ 0.4	0.01 > K1 ≤ 0.02	0.58
0.4 > K1 ≤ 0.6	0.02 > K1 ≤ 0.03	0.67
0.6 > K1 ≤ 0.8	0.03 > K1 ≤ 0.04	0.74
0.8 > K1	0.04 > K1	0.79

Tabla 1.2

Para corrientes Armónicas, los límites de emisión asignados se indican en la tabla siguiente; para los usuarios de tarifa 1 están fijados como valores en unidades de corriente (A), mientras que para los de tarifa 2 y 3 están fijados como valores porcentuales respecto de la intensidad de carga demandada por el usuario, obtenida a partir de la potencia contratada para cada banda horaria y considerando un factor de potencia de 0,85 (Tabla 1.3).

Armónica de orden n	Usuarios T1	Usuarios T2 y T3 en BT y MT	Usuarios T3 en MT
	Intensidad Armónica máxima en A.	Intensidad Armónica Máxima, como % de la corriente de carga contratada.	
Armónicas impares no múltiplos de 3			
5	2.28	12.0	6.0
7	1.24	8.5	5.1
11	0.66	4.3	2.9
13	0.42	3.0	2.2
17	0.26	2.7	1.8
19	0.24	1.9	1.7
23	0.20	1.6	1.1
25	0.18	1.6	1.1
> 25	4.5 / n	0.2 + 0.8*25 / n	0.4
Armónicas impares múltiplos de 3			
3	4.60	16.6	7.5
9	0.80	2.2	2.2
15	0.30	0.6	0.8
21	0.21	0.4	0.4
> 21	4.5 / n	0.3	0.4
Armónicas pares			
2	2.16	10.0	10.0
4	0.86	2.5	3.8
6	0.60	1.0	1.5
8	0.46	0.8	0.5
10	0.37	0.8	0.5
12	0.31	0.4	0.5
> 12	3.68 / n	0.3	0.5

Tabla 1.3

Calidad de la Energía	Cap. 1
Origen de los Problemas de Power Quality	Pág. 3/9

Múltiples factores, algunos de los cuales se reseñan a continuación, influyen para que los ingenieros a cargo de estas instalaciones se replanteen una alimentación de energía de alta calidad para todos los equipos:

- Instalación de sistemas eléctricos y electrónicos altamente sensibles en instalaciones antiguas
- Instalación de equipos sensibles en instalaciones nuevas que no fueron diseñadas teniendo en mente los posibles problemas de calidad de la energía
- Planes de protección inadecuados o inexistentes
- Diseño inadecuado de las instalaciones eléctricas y los sistemas de puesta a tierra

La Calidad de la Energía puede ser considerada buena o mala dependiendo del sistema o de la reacción de los equipos específicos; en ocasiones ello depende del tipo de evento. Entre estos factores podemos mencionar:

- La naturaleza y origen de los eventos de potencia
- La susceptibilidad de las cargas particulares a esos eventos, y
- El efecto de los eventos sobre las condiciones de operación, productividad o de procesos.

Todas las anomalías se generan en fuentes internas o externas, y luego viajan por la instalación desde el origen de las mismas hacia toda ella.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)

Calidad de la Energía	Cap. 1
Categorías de Problemas	Pág. 4/9

Para iniciar el tratamiento del tema es necesario comprender cuales son las perturbaciones de Calidad de la Energía que pueden ocasionar problemas a las cargas sensibles.

A estas categorías de perturbaciones se les ha dado nombres y definiciones diversos, según el país o el área de la industria de que se trate. Un grupo de trabajo de la IEEE desarrolló un conjunto consistente de definiciones que son las que habitualmente se emplean para la coordinación de las mediciones. Sobre la base de estas definiciones las principales perturbaciones son:

- **Transitorios** (transients)
 - Transitorios de Impulso
 - Transitorios oscilatorios
- **Variaciones de Tensión**
 - Baja-tensiones (sags)
 - Sobre-tensiones (swells)
 - Interrupciones (interruptions)
- **Desbalance de tensiones** (Voltage unbalance)
- **Fluctuaciones de Tensión (Flicker)**
- **Variaciones en la frecuencia de la red**
- **Distorsiones de la Forma de onda** (waveform distortion):
 - **Inserción de Corriente Continua** (DC Offset)
 - **Armónicas** (Harmonics)
 - **Ínter - Armónicas** (Interharmonics)
 - **Notching**
 - **Ruido eléctrico** (Noise)

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)

Calidad de la Energía	Cap. 1
Mecanismos para interpretar los problemas	Pág. 5/9

La comprensión de los problemas asociados con la Calidad de la Energía es el primer paso para poder desarrollar normativas sobre el tema. Ello significa la posibilidad identificar las causas de los problemas, su impacto en los equipamientos y en los procesos productivos dentro de las instalaciones de los clientes.

Existe un número significativo de desarrollos en curso para ayudar a interpretar los problemas de Calidad de la Energía. Estos se pueden agrupar en tres categorías de investigaciones:

1. **Monitoreo.** Tanto las distribuidoras de energía como los clientes están efectuando mas y mas monitoreos de la Calidad de la Energía, lo que está dando una buena base de información sobre el tema. Por otra parte, existen organismos como el Electric Power Research Institute (EPRI) que sponsorizan proyectos de monitoreo de largo plazo.
2. **Estudio de casos.** El estudio de casos es una buena forma de caracterizar los problemas de Calidad de la Energía. Existen numerosos casos estudiados por las Distribuidoras de energía o por los clientes. Analizando y combinando los mismos se puede obtener resultados de validez general. Del mismo modo, las soluciones implementadas para los casos particulares analizados pueden ser extrapoladas para obtener soluciones generales a los problemas de calidad de la energía.
3. **Herramientas Analíticas.** Los resultados del monitoreo y del estudio de casos pueden ser utilizados para desarrollar modelos analíticos para la simulación de perturbaciones que pueden servir de ayuda para evaluar los problemas y determinar posibles soluciones.

La ventaja de emplear la simulación es que permite evaluar los sistemas bajo condiciones que no existen actualmente (ej. expansiones futuras de las plantas).

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas sobre Calidad de la Energía	Pág. 6/9

Las normas sobre Calidad de la Energía sirven de guía, recomendación y de límites para asegurar la compatibilidad entre los equipamientos empleados por los usuarios y los sistemas de alimentación donde se aplican.

El desarrollo de normativas internacionales está a cargo de la IEC, que definió las denominadas *Normas de Compatibilidad Electromagnética (EMC)* que cubren los problemas de Calidad de la Energía y las posibles interferencias con los equipos finales.

Las normativas sobre la performance incluyen, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Interrupciones
- Picos de Tensión
- Regulación de Estados instantáneos de Tensión
- Desbalance de Tensiones
- Distorsiones Armónicas en la tensión
- Transitorios de tensión.

Las normas de mayor aplicación en el tema son las IEC que abarcan seis categorías, a saber:

1. **Generales.** Proveen definiciones, terminologías, etc. (IEC 1000-1-x)
2. **De entorno.** Determinan las características del entorno donde se aplican los equipos (1000-2-x).
3. **De Límites.** Determinan límites de emisiones, definen los niveles de perturbaciones aceptables que pueden causar perturbaciones a los equipos conectados. Estas normas se denominaban originalmente como la serie IEC 555, pero ahora se enumeran como 1000-3-x. Por ejemplo, IEC 555-2 es ahora la IEC 1000-3-2.
4. **Técnicas de Medición.** Proveen lineamientos para los equipos de medición de forma de asegurar su compatibilidad con otras partes de la instalación (1000-4-x).
5. **Equipos de Acondicionamiento.** Determinan lineamientos para los equipos que resuelven problemas de Calidad de la Energía, como filtros, acondicionadores de línea, supresores de transitorios, etc. (1000-5-x).
6. **Genéricas y de Productos.** Definen los niveles de inmunidad requeridos para los equipamientos en categorías generales o para tipos específicos de equipos (1000-6-x).

Las normas IEC se emplean generalmente en los países de la Comunidad Europea (CENELEC) por lo que se ajustan a los equipos vendidos en Europa. La aplicación en el resto de los países varía según la región.

En USA, el Departamento de Comercio publicó en 1983 los lineamientos de sistemas de energía, puestas a tierra y protección de dispositivos sensibles. Este documento se conoce como FIPS 94 (*Federal Information Processing Standards Publication*). Estos lineamientos fueron consultados con la Asociación de Fabricantes de computadoras (CBMA) para definir el lenguaje común sobre los problemas de Calidad de la Energía.

Este documento es de gran utilidad para entender como las cargas electrónicas sensibles reaccionan en ambiente eléctricos comunes.

La Publicación FIPS 94 sirve como línea guía para determinar la relación costo / beneficio de los distintos cursos de acción y, como resultado, obtener la mejor solución para cada caso.

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas en la Argentina	Pág. 7/9

Con la privatización de las empresas de energía en los contratos de concesión se establecieron pautas sobre Calidad de la Energía, que básicamente consisten en:

- obligación de prestar el servicio a todo aquel que lo solicite dentro de su área de concesión.
- prestar el servicio con un nivel de calidad satisfactorio, definido en el contrato de concesión; para lo cual el concesionario debía realizar todas las inversiones que sean necesarias.

Se le encargó en Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) fijar las normas de calidad solicitadas para el servicio eléctrico y verificar el fiel cumplimiento de las pautas establecidas.

También se definieron etapas para su implementación. Con tal objeto, las Distribuidoras deben realizar campañas de mediciones (Edenor y Edesur 300 mediciones mensuales y Edelap 70 mediciones mensuales), durante las cuales se detectan posibles generadores de perturbaciones. Luego se mide en el centro de transformación que alimenta a ese cliente y se verifica si la perturbación se ha amortiguado en el camino o, por el contrario, está afectando a la red y en que magnitud.

En los casos en que el ENRE determine que las distribuidoras no han ejercido con responsabilidad sus posibilidades de resolver el problema detectado serán pasibles de sanciones.

Al final de esta fase se debe obtener un monitoreo representativo del nivel de perturbaciones existentes en las redes de suministro y la identificación y resolución de los potenciales problemas.

En vista que la mayor parte de las perturbaciones son producidas por usuarios que demandan intensidades fluctuantes o por cargas de respuesta no lineal el ENRE dictó la Resolución N° 99/97, que establece que como la red tiene cierta capacidad de absorber perturbaciones sin que se superen los Niveles de Referencia establecidos, se asigna a los usuarios de la red un Límite de Emisión Individual de perturbación, basado en criterios objetivos y no discriminatorios. Además se fija la metodología de control de las emisiones.

En caso de comprobarse emisiones excesivas los usuarios deberán realizar las acciones correctivas necesarias para reducir el nivel de las mismas. Las penalizaciones a las Distribuidoras se aplicarán en forma de bonificaciones a los usuarios afectados por la mala calidad del servicio técnico

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas del ENRE para las Distribuidoras de Energía	Pág. 8/9

Las normas de calidad solicitadas para las Distribuidoras del Servicio Eléctrico se denominan **Calidad del Producto Técnico** y abarcan a las perturbaciones y el nivel de tensión, considerándose como perturbaciones a las variaciones rápidas de tensión (flicker), las caídas lentas de tensión y las Armónicas.

La Distribuidora es responsable de mantener, para cada tipo de perturbación, un nivel razonable de compatibilidad, definido como Nivel de Referencia, que tiene un 5% de probabilidad de ser superado.

La Distribuidora debe arbitrar los medios conducentes a:

- Fijar los límites de emisión (niveles máximos de perturbación que un aparato puede generar o inyectar en el sistema de alimentación) para sus propios equipos y los de los usuarios, compatibles con los valores internacionales reconocidos.
- Controlar a los Grandes Usuarios, a través de límites de emisión fijados por contrato.
- Impulsar, conjuntamente con el ENRE, la aprobación de normas de fabricación y su inclusión en las órdenes de compras propias y de los usuarios.

En este contexto, La Distribuidora podrá penalizar a los usuarios que excedan los límites de emisión fijados, hasta llegar a la interrupción del suministro. En ambos casos deberá contar con la aprobación del ENRE.

A partir del sexto año de la transferencia del servicio, La Distribuidora deberá haber implementado un sistema, que asegure un nivel de calidad de la tensión suministrada acorde con lo especificado por normas internacionales de validez reconocida, tales como las IEC, y tendrá implementados controles, métodos y/o procedimientos que permitan al ENRE su verificación.

Las variaciones porcentuales de la tensión, medida en los puntos de suministro, con respecto al valor nominal, son las siguientes:

- Alta Tensión: -5,0 % + 5,0 %
- Alimentación Aérea (MT o BT): -8,0 % + 8,0 %
- Alimentación Subterránea (MT o BT): -5,0 % + 5,0 %
- Rural: -10,0 % + 10,0 %

Los Niveles de Tensión se determinarán al nivel de suministro mediante campañas de medición, que permitirán adquirir y procesar información sobre curvas de carga y nivel de la tensión en suministros, en distintos puntos de la red.

Se considerará que La Distribuidora queda sujeta a la aplicación de sanciones si se verifica el incumplimiento de los niveles mencionados por responsabilidad de la misma, durante un tiempo superior al 3% del período en el que se efectúe la medición. Este período será como mínimo una semana.

Las sanciones se aplicarán en la forma de bonificaciones en la facturación de cada usuario afectado por la mala calidad de la tensión.

Para determinar las sanciones se calculará la energía suministrada con niveles de tensión fuera de los rangos permitidos, y se la valorizará de acuerdo a la tabla adjunta. Para conocer la energía suministrada en malas condiciones de calidad, se deberá medir, simultáneamente con la tensión, la potencia del consumo.

Calidad de la Energía	Cap. 1
Normativas del ENRE para los usuarios	Pág. 9/9

El **Límite de Emisión Individual (en inglés PST)** de un usuario es el nivel de perturbación que puede inyectar en la red en su punto de suministro y que no podrá ser superado en mas de un 5% del tiempo total del período de medición.

Para Flicker, el límite de emisión individual asignado a un usuario depende de la potencia contratada y de su nivel de tensión; debe ser medido sobre una impedancia de referencia fijada por la norma IEC 1000-3-3:

- Clientes conectados en BT (220 ó 380 V.) en tarifa 1 (< 10 kW): se establece un PST = 1
- Clientes conectados en BT (220 ó 380 V.) en tarifa 2 (>10 kW y < 50 kW): se establecen valores de PST según la Tabla 1.1:

Potencia Contratada (kW)	Límites de emisión individual (PST)
10 ≤ P < 20	1.00
20 ≤ P < 30	1.26
30 ≤ P < 40	1.58

Tabla 1.1

- Clientes con tarifa T3 (> 50 kW) conectados en BT o MT y usuarios con tarifa T3 conectados en alta tensión (66 y 220 kV.):

Para usuarios conectados en redes de BT los límites de emisión individual surgen de la Tabla siguiente, en función de la relación entre la capacidad de suministro contratada para cada banda horaria por el usuario (SL) y la potencia del centro de transformación donde se encuentra conectado. Para usuarios conectados en redes de MT y AT, los límites de emisión individuales se obtienen de la tabla siguiente, en función de la relación entre la capacidad de suministro contratada para cada banda horaria por el usuario (SL) y la potencia de cortocircuito (Scc) en el punto de suministro del usuario (Tabla 1.2).

Usuarios en BT SL = K1 Smtbt	Usuarios en MT y AT SL = k1 Smtbt	Límites de emisión individual (PST)
K1 mucho menor 0.1	K1 mucho menor 0.005	0.37
0.1 > K1 ≤ 0.2	0.005 > K1 ≤ 0.01	0.46
0.2 > K1 ≤ 0.4	0.01 > K1 ≤ 0.02	0.58
0.4 > K1 ≤ 0.6	0.02 > K1 ≤ 0.03	0.67
0.6 > K1 ≤ 0.8	0.03 > K1 ≤ 0.04	0.74
0.8 > K1	0.04 > K1	0.79

Tabla 1.2

Para corrientes Armónicas, los límites de emisión asignados se indican en la tabla siguiente; para los usuarios de tarifa 1 están fijados como valores en unidades de corriente (A), mientras que para los de tarifa 2 y 3 están fijados como valores porcentuales respecto de la intensidad de carga demandada por el usuario, obtenida a partir de la potencia contratada para cada banda horaria y considerando un factor de potencia de 0,85 (Tabla 1.3).

Armónica de	Usuarios T1	Usuarios T2 y T3 en BT y MT	Usuarios T3 en MT
-------------	-------------	-----------------------------	-------------------

orden n	Intensidad Armónica máxima en A.	Intensidad Armónica Máxima, como % de la corriente de carga contratada.	
Armónicas impares no múltiplos de 3			
5	2.28	12.0	6.0
7	1.24	8.5	5.1
11	0.66	4.3	2.9
13	0.42	3.0	2.2
17	0.26	2.7	1.8
19	0.24	1.9	1.7
23	0.20	1.6	1.1
25	0.18	1.6	1.1
> 25	4.5 / n	0.2 + 0.8*25 / n	0.4
Armónicas impares múltiplos de 3			
3	4.60	16.6	7.5
9	0.80	2.2	2.2
15	0.30	0.6	0.8
21	0.21	0.4	0.4
> 21	4.5 / n	0.3	0.4
Armónicas pares			
2	2.16	10.0	10.0
4	0.86	2.5	3.8
6	0.60	1.0	1.5
8	0.46	0.8	0.5
10	0.37	0.8	0.5
12	0.31	0.4	0.5
> 12	3.68 / n	0.3	0.5

Tabla 1.3

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)

Calidad de la Energía	Anexo
Glosario de términos habituales	<i>Pág. 1/1</i>

La tecnología relativa a la Calidad de la Energía (Power Quality) se halla aún en desarrollo, por tal motivo los términos creados para definir los problemas que involucra han tenido interpretaciones diferentes según los diversos fabricantes, utilizándose la mayoría de ellos en ingles (lengua en la que fueron creados).

El propósito de esta sección es suministrar definiciones concisas de los términos más comunes, según se las emplea habitualmente en la industria, mencionando también aquellos términos con interpretaciones ambiguas.

[A](#) [B](#) [C](#) [D](#) [E](#) [F](#) [G](#) [H](#) [I](#) [L](#) [M](#) [N](#) [O](#) [P](#) [R](#) [S](#) [T](#) [U](#) [V](#) [W](#)
[Términos Ambiguos](#)

Active Filter. Dispositivo electrónico para eliminar las distorsiones Armónicas.

Arc furnace: Horno de arco

Arcing: formación de arco

Amperage: La IEEE desarrolló formas de onda típicas para pruebas. En estas líneas guía, las corrientes de descarga (surge currents) son de 200A, 500A, y 3000A. Estos valores, combinados con la forma de onda apropiada para el transitorio, representan la posible actividad de los transitorios de acuerdo con la ANSI / IEEE C62.4 1 - 1980.

Bonding: unión, vínculo, anclaje

Burning out: quemarse o fundirse (un fusible)

CBEMA Curve Conjunto de curvas que representan la aptitud de los computadores en función de la magnitud y duración de las perturbaciones de tensión. Fue desarrollada por la Computer Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA), y se convirtió de hecho en el standard para las mediciones de performance de todo tipo de equipos y sistemas de potencia; comúnmente se hace referencia a ellas por este nombre.

Choke: bobina

Clamping device: dispositivo de enclavamiento

Common Mode Voltage. Ruido de tensión que aparece normalmente en el transporte de corriente del conductor a tierra.

Coupling. Elemento o elementos de los circuitos o de redes, que se pueden transferir de uno a otro.

Crest Factor. Valor reportado por muchos instrumentos de monitoreo de la calidad de la energía que representa la relación del valor de cresta de la forma de onda medida del valor RMS de la fundamental. Por ejemplo, el factor de cresta de una onda sinusoidal es 1,414.

Critical Load. Son dispositivos o equipos que pueden continuar operando satisfactoriamente aún en casos de fallas, constituyendo un peligro para la seguridad del personal, u ocasionando fallas de procesos o daños a otros equipos críticos.

Crowbar: descargador

Current Distortion (*distorsión de corriente*). Distorsión en las líneas de corriente alterna.

Damped: amortiguado

DC:: tensión o corriente continua

DC Offset: presencia de tensión o de corriente continua en un sistema de potencia con corriente alterna.

Differential Mode Voltage. Tensión entre dos conductores activos especificados.

Dynamic Test: Prueba realizada aplicando la tensión normal de operación.

Dip. Ver Sag.

Distortion. Cualquier desviación de la onda senoidal normal, en un sistema de corriente alterna.

Disturbance: perturbación

Drop Out. Pérdida de operación en los equipos (señales de datos discretas) debidas a ruidos, sags, o interrupciones.

Drop Out Voltage. Tensión a la cual el dispositivo pasa a la posición de desenergizado (a los efectos del presente trabajo es la tensión a la cual el dispositivo produce una falla de operación).

Eddy: Corrientes parásitas.

Electric welders: soldadoras eléctricas

Electromagnetic Compatibility. Habilidad de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables a otros equipos de su entorno.

Energy: Máxima energía admisible para un impulso simple de 10/1000 ps de forma de onda de corriente. Es un indicador de la máxima cantidad de energía que un supresor puede disipar. Esta energía es transitoria y dependiente de tres variables: 1. tensión, 2. corriente y 3. tiempo. Cualquier variación de las mismas afecta este parámetro.

Equipment Grounding Conductor. Conductor empleado para conectar las partes que habitualmente no conducen corriente al conductor de tierra y al electrodo de tierra del tablero principal o al secundario de un sistema separado de derivación (ej. transformador de aislamiento).

Failure Mode: Efecto que se observa en las fallas

Fast Tripping. Se refiere a una práctica común de *relaying* en las protecciones de las distribuidoras, en la cual las protecciones o los reconectadores de línea operan con mayor rapidez de lo que un fusible e puede fundir. También se llama protector de fusibles. Es efectivo para superar fallas de transitorios sin interrupciones sostenidas, pero algunas veces es controvertido debido a que las cargas industriales están sujetas a interrupciones momentáneas o temporarias.

Fault. Generalmente se refiere a un cortocircuito en el sistema de potencia.

Fault, Transient. Es un cortocircuito en el sistema de potencia generalmente inducido por descargas atmosféricas, ramas de árboles, o animales que pueden ocasionar interrupciones momentáneas de corriente.

Filter Frequency Range: Rango de frecuencias en los que opera un filtro. Generalmente se sitúa en 3db por debajo y por encima de los extremos de la escala de frecuencias.

Flicker. Impresión de parpadeo inducida por un estímulo de luz cuya luminancia o distribución espectral fluctúa con el tiempo.

Frequency Deviation. Incremento o decremento en la frecuencia de potencia. La duración de una desviación de frecuencia puede durar desde algunos ciclos hasta varias horas.

Frequency (Noise) Attenuation: Rango de atenuación para un rango de frecuencias determinado. Un número grande de signo negativo indica una gran atenuación.

Frequency Response. En la terminología de calidad de la energía, generalmente se refiere a la variación de impedancia del sistema, o a la medición de transductancia, como función de la frecuencia.

Fundamental (Component). Componente de orden 1 (50 o 60 Hz) de la serie de Fourier de una cantidad periódica.

Gap: brecha

Ground. Conductor de conexión, tanto intencional como accidental, a través del cual un circuito eléctrico se conecta a tierra, o a un elemento conductor relativamente grande que puede actuar como tierra en lugar de esta.

Ground Electrode (electrodo de tierra). Conductor o grupo de conductores en contacto íntimo con la tierra con el propósito de proveer una conexión con tierra.

Ground Grid (grilla de tierra). Sistema de barras conductoras interconectadas dispuestas en forma de cuadrícula sobre un área determinada, colocada debajo de la superficie de la tierra. Su propósito fundamental es proveer seguridad a las personas limitando las diferencias de potencial a los límites de seguridad permitidos en el caso de que altas corrientes puedan fluir por el circuito mientras se está trabajando, debido a su energización por cualquier razón o por estar en adyacencias de un circuito energizado por una condición de falla. No es necesariamente la misma que la Grilla de Referencia de Señales.

Ground Loop. Situación potencialmente peligrosa que se presenta cuando dos o mas puntos en un sistema eléctrico, que está nominalmente al potencial de tierra, se conectan por un camino conductor tal que uno o ambos puntos no están al mismo potencial de tierra.

Ground Window. Se emplea habitualmente en sistemas de comunicaciones donde el sistema de tierra del edificio se conecta a un área que de otra manera no tiene conexión a tierra.

Harmful: dañino

Harmonic (component). Componente de orden mayor a uno en la serie de Fourier de una cantidad periódica.

Harmonic Content: Es la cantidad obtenida de sustraer la componente fundamental de una cantidad alternativa.

Harmonic Distortion. Distorsión periódica de la onda senoidal. Ver Distortion y Total Harmonic Distortion (THD).

Harmonic Filter. En sistemas de potencia, dispositivo para filtrado de una o mas armónicas de un sistema de potencia. Muchos son combinaciones de inductancias, capacitancias y resistencias. Las tecnologías más modernas incluyen filtros activos que pueden requerir energía reactiva.

Harmonic Number. Número entero dado por la relación entre la frecuencia de la armónica y la frecuencia fundamental.

Harmonic Resonance. Condición en la que el sistema de potencia está en resonancia cerca de una de las mayores armónicas producidas por un elemento no lineal en el sistema, exacerbando la Distorsión Armónica.

Impulse. Pulso que, para una aplicación determinada, se aproxima a un pulso unitario o a la función de Dirac. Cuando se emplea en relación al monitoreo de la calidad de la energía, es conveniente emplear el término transitorio impulsivo en vez de impulso.

Impulsive transient. Cambio repentino en la condición de estado instantáneo de tensión o corriente que es unidireccional en polaridad (positiva o negativa).

Input Power Frequency: Rango de frecuencias en que opera un supresor sin causar daños al

supresor o al equipo y sin interferir con las señales de potencia. Se aplica en circuitos de corriente alterna.

Instantaneous. Cuando se usa para cuantificar una variación de corta duración, se refiere al rango de tiempo entre medio ciclo y 30 ciclos, a la frecuencia de potencia.

Instantaneous Reclosing. Término comúnmente aplicado al reconectado de los interruptores de las Distribuidoras tan rápido como sea posible después de interrumpir la corriente de falla. Tiempos típicos son entre 18-30 ciclos.

Interharmonic (component). Inter Armónicas. Tensiones o corrientes que tienen componentes de frecuencias de una cantidad periódica que no es múltiplo entero de la frecuencia a la que fue diseñada para operar el sistema (50 Hz o 60 Hz).

Interruptions, temporary Ocurren cuando la tensión de alimentación o las corrientes de carga disminuyen a valores inferiores a 0.1 del nominal, por periodos de tiempo que no exceden de 1 minuto.

Interruption, Momentary: Interrupción de duración limitada al periodo requerido para restablecer el servicio por sistemas de control automático o por sistemas manuales donde el operador está siempre disponible. El tiempo de reconexión no debe exceder de 5 minutos.

Interruption, Sustained:. Variación de larga duración o pérdida completa de tensión.

Isolation (aislación). Separación de una sección de un sistema de la influencia no deseada de otras secciones.

Lightning arrester: protector de descargas atmosféricas

Lightning stroke: Descarga atmosférica

Listings: Listado de laboratorios independientes para ensayos de seguridad y / o performance.

Linear Load: Carga eléctrica de un dispositivo que, en el estado instantáneo de operación, presenta una impedancia de carga esencialmente constante a la fuente de potencia a través de ciclo de tensión aplicado.

Log: registro

Long Duration Variation. Variación del valor nominal de la tensión RMS por un período superior a un minuto. Generalmente se describe mejor indicando como se modifica la magnitud de tensión (ej. Bajo Tensión, sobre Tensión o Interrupción de Tensión).

Low-Side Surges. Término acuñado por los fabricantes de transformadores para describir el pico de corriente que se inyecta en los terminales del secundario de un transformador debido a una descarga atmosférica a tierra en el vecindario.

Maximum Operating Voltage: Máxima tensión sinusoidal RMS admisible a 50 hz. Si el supresor está expuesto a tensiones continuas superiores a la especificada, el supresor puede sufrir daños.

Measured Limiting (Let-Through) Voltage: Magnitud máxima de tensión medida a través de los terminales de un SPD durante la aplicación de impulsos de forma de onda y amplitud determinada.

Mistaken: erróneo

Momentary: Cuando se usa para cuantificar la duración de una variación, se refiere al rango de tiempo (a la frecuencia de potencia) que oscila entre 30 ciclos y 3 segundos.

Noise: señal eléctrica desconocida con contenido espectral menor de 200 kHz sobreimpuesta sobre la tensión o corriente del sistema de potencia en los conductores de fase, en el conductor neutro o en las líneas de señales.

Nominal Voltage. (V_n). Valor nominal asignado a un circuito o sistema con el fin de diseñar correctamente su clase de tensión (ej. 208/120, 480/277, 600).

Nonlinear Load. Carga eléctrica que dibuja una onda de corriente discontinua o cuya impedancia varia a través del ciclo, en una línea alimentada con tensión alterna (ac).

Normal Mode Voltage. Tensión que aparece entre o a través de los conductores de un circuito activo.

Notching: Perturbación periódica de la tensión causada por la operación normal de dispositivos electrónicos cuando la corriente es conmutada de una fase a otra. Es un efecto de percepción de las personas en la variación del brillo de las lámparas.

On - load tap chargers: variadores de tensión bajo carga

Oscillatory Transient: Cambio repentino en la condición instantánea de tensión o corriente, que incluye valores de polaridad positiva y negativa.

Outage: salida de servicio en una red de energía (de una Distribuidora)

Overvoltage: Incremento en la tensión RMS de corriente alterna por encima del 110 porciento del valor nominal, a la frecuencia de alimentación, con duraciones superiores a 1 minuto.

Passive Filter: Combinación de inductores, capacitores y resistores diseñados para eliminar una o mas armónicas. El tipo mas común es simplemente un inductor en serie con un capacitor shunt, que cortocircuita los mayores componentes armónicos del sistema.

Phase Angle: Es el punto de la onda senoidal donde ocurre un transitorio. Es importante para determinar el dispositivo supresor de perturbaciones responda a los transitorios a varios ángulos de fase.

Phase Shift: Es el desplazamiento en tiempo de una forma de onda de tensión en relación a otra forma de onda de tensión.

Physical Dimensions: Longitud, ancho y peso del dispositivo supresor de perturbaciones. Cuando existen consideraciones de espacio en cualquier aplicación, esta especificación representa la condición de aceptabilidad.

Peak Surge Current: Corriente máxima permitida para un transitorio impulsivo 8x20,µs con tensión continua.

Plot: representación gráfica.

Positive of Negative Polarity: Indica la dirección en que ocurre la perturbación.

Power Factor, Displacement: El factor de potencia del componente de frecuencia fundamental de la forma de onda de tensión y corriente.

Power Factor (True): Relación entre la potencia activa (watts) y la potencia aparente (voltamperes).

Power Frequency Variations: Variación de la frecuencia fundamental del sistema de potencia respecto del valor nominal especificado.

Protection Modes: Indica la habilidad del supresor para proteger diferentes caminos de actividad de transitorios. El modo normal es de "línea a tierra" y / o "neutro a tierra".

Pulse. Variación abrupta y de corta duración de una cantidad física seguida de un rápido retorno al valor inicial.

Reclosing: Práctica común en las distribuidoras con líneas sobrecalentadas, consistente en reconectar las líneas poco tiempo después de desaparecida la falla, teniendo en cuenta de que muchas de las fallas son transitorias o temporarias.

Recovery Time. Intervalo de tiempo necesario para que la tensión o corriente de salida retorne a un valor que esté dentro de los especificados luego de agregarse una carga o producirse un cambio en la línea. También indica el intervalo de tiempo en que entra en operación una alimentación auxiliar luego de producida una interrupción en la alimentación.

Recovery Voltage. Tensión existente entre los terminales de un polo o dispositivo interruptor de un circuito durante la interrupción de corriente.

Regardless: Indiferente.

Response Time: Tiempo en que un dispositivo supresor de transitorios responde al transitorio.

Rise times: cantidad de veces de incremento

Safety Ground. Ver: Equipment Grounding Conductor.

Sags (dips): Disminución de entre 0.1 y 0.9 pu en la tensión o corriente RMS, a la frecuencia de alimentación, con duraciones de entre 0.5 ciclos a 1 minuto.

Sharp: puntiagudo

Shield: Blindaje. Se aplica normalmente a los cables de instrumentación para referirse a la capa conductora (generalmente metálica) aplicada sobre la aislación de uno o varios conductores, con el propósito de reducir el acoplamiento entre el conductor blindado y los otros conductores que pueden ser susceptibles a, o que pueden generar campos electrostáticos o electromagnéticos desconocidos (ruidos).

Shielding (of utility lines). Construcción de un conductor de tierra o de una torre sobre las líneas para interceptar las descargas atmosféricas, de forma de mantener las corrientes de las descargas fuera del sistema de potencia.

Short Duration Variation. Variación del valor RMS de tensión desde su valor nominal por un tiempo mayor de medio ciclo a la frecuencia de potencia, con una duración menor o igual que un minuto. Generalmente se describe mejor indicando como se modifica la magnitud de tensión (ej. Sag, Swell, o Interrupción) e indicando la duración de la variación (ej. Instantánea, Momentánea o Temporal).

Shutdown: suspensión, interrupción.

Signal Reference Grid (or Plane). Sistema de caminos conductivos entre equipos interconectados, que reduce el nivel de ruidos inducidos a niveles que permiten una operación adecuada. Las configuraciones más comunes incluyen grillas y planos.

Sympton: síntoma

Smoothed: Uniforme

Sustained (sostenido): Cuando se emplea para cuantificar la duración de una interrupción de tensión, se refiere a una duración prolongada de dicha variación (ej. mayor de un minuto).

Static Test: Ensayo realizado aplicando tensiones diferentes de la normal de operación.

Steady: firme, seguro.

Stray: extraviada.

Strike: golpear

Swell. Incremento temporario del valor RMS de tensión de mas del 10% del nominal, a la frecuencia de potencia, con duración de 0.5 ciclos hasta un minuto.

Switching Mode: modo conmutado

Synchronous Closing. Generalmente se emplea en referencia a la colocación de los tres polos del conmutador de un capacitor en sincronismo con el sistema de potencia, a efectos de minimizar los transitorios.

Temporary. Cuando se emplea para cuantificar la duración de una variación de corta duración, se refiere a rangos de tiempo entre 3 segundos y 1 minuto.

Threshold: tolerancia

Total Demand Distortion (TDD). Es la relación entre la raíz cuadrática media de las corrientes armónicas a la raíz cuadrática media de la demanda máxima de corriente fundamental, expresada como porcentaje.

Total Disturbance Level Es el nivel de perturbación electromagnética causada por la superposición de la emisión de todas las piezas de equipo en un determinado sistema.

Total Harmonic Distortion (THD). Es la relación entre la raíz cuadrática media del contenido armónico a la raíz cuadrática media del valor fundamental, expresado como porcentaje de la fundamental.

Transient. (Transitorio) Define fenómenos en los que una magnitud determinada varía entre dos valores de estado consecutivos durante un breve intervalo de tiempo comparado con la escala de tiempos en que se maneja el sistema. Los transitorios pueden ser impulsos unidireccionales de cualquier polaridad o bien ondas oscilatorias amortiguadas con el primer pico ocurriendo en cualquier polaridad.

Trench: Surco, trinchera

Triggering: gatillo, disparador

Triplen Harmonics. Término frecuentemente empleado para referirse a los múltiplos superiores de la tercera Armónica, sobre los que se debe prestar especial atención debido a los perjuicios que ocasiona.

True RMS: valor eficaz verdadero (se refiere a tensión o corriente)

Undervoltage: Cuando se usa para describir un tipo específico de variación de larga duración, se refiere a una disminución del valor RMS de tensión por debajo del 90 por ciento, a la frecuencia nominal, por una duración superior a un minuto.

Voltage: Es el pico de tensión que se aplica a una unidad bajo ensayo. De acuerdo a la ANSI / IEEE C62.41 1980, sección 4.1: es valor es de 6 kV, por lo tanto, puede ser seleccionado como un valor típico de corte para la ocurrencia de picos de tensión en sistemas interiores de potencia.

Voltage Change: Variación sostenida del valor RMS o del valor pico de tensión entre dos niveles consecutivos, pero de duración no especificada.

Voltage Dip. Ver Sag.

Voltage Distortion. Distorsión en la onda de tensión en corriente alterna. Ver Distortion.

Voltage Fluctuation: Es una variación sistemática en el sentido de la tensión o una serie de cambios al azar en la tensión; el rango que no debe ser superado por la tensión está especificado en la norma ANSI C84.1-1982 de 0.9 a 1.1 pu.

Voltage Imbalance (Unbalance). Condición en la cual la tensión de las tres fases difiere en amplitud o está desplazada de la normal en 120 grados. Generalmente se expresa como una relación entre el promedio de los valores máximos de desvío de tensión o corriente de las tres fases, dividido por el promedio de tensión o corriente de las tres fases, expresado en %.

Voltage Interruption. Desaparición de la tensión de alimentación en una o mas de las fases. Generalmente se califica con un término adicional que indica la duración de la interrupción (ej.

Momentánea, Temporaria o Sostenida)

Voltage Regulation. Grado de control o estabilidad de la tensión RMS de la carga. Algunos lo especifican en relación a otros parámetros, tales como los cambios en la tensión de entrada, cambios en las cargas o cambios de temperatura.

Voltage Magnification. Es la amplificación de un transitorio oscilatorio de tensión producido por la conmutación de un capacitor.

Waveform Distortion (*distorsión de la forma de onda*): Desviación en el estado instantáneo de la onda ideal (senoidal) a la frecuencia fundamental, caracterizada por el contenido espectral de la desviación.

Weight: Peso del dispositivo supresor. Útil para verificar los requerimientos de instalación.

Winding: bobinado

W + G - Descripción del tipo de conexión para una aplicación, ej. 2W + G significa 2 cables + tierra.

 - Configuración Delta (triángulo).

Y - Configuración en estrella (Wye).

Términos ambiguos

La historia reciente de la Calidad de la Energía estuvo condicionada por los desarrollos de un gran número de fabricantes de equipos que luchaban por imponer sus productos en el mercado. De esta forma crearon términos y frases destinadas a convencer a sus potenciales compradores. Desafortunadamente, muchos de los términos que emplearon son ambiguos y no se pueden emplear para una definición técnica.

Los términos siguientes han tenido usos diversos, y algunos tienen definiciones específicas para otras aplicaciones. El empleo de estas palabras para describir fenómenos de Calidad de la Energía debe ser acompañado en la mayoría de los casos por otros textos descriptivos del fenómeno.

Blackout
Blink
Brownout
Bump
Clean Ground
Clean Power
Dirty Ground
Dirty Power
Glitch
Interruption
Outage
Power Surge
Raw Power
Spike
Surge
Wink

Referencia utilizadas para las definiciones anteriores:

ANSI/IEEE C62.4 1-1980

UL Segunda Edición 1449

Diccionario de Electrónica



Anexos



1 [Guía rápida de los principales dispositivos](#)



2 [Guía rápida de diagnóstico de la instalación](#)



3 [Caso de ejemplo N° 1](#)



4 [Caso de ejemplo N° 2](#)



5 [Caso de ejemplo N° 3](#)



6 [Caso de ejemplo N° 4](#)



7 [Preguntas Frecuentes5](#)



8 [Referencias sobre Calidad de la Energía](#)

Anexos	Cap. 1
Guía Rápida de los Principales Dispositivos	Pág. 1/8

En el cuadro siguiente se resume la performance de los principales dispositivos de acondicionamiento de líneas:

Dispositivo	Descripción general	Principales funciones
Transformadores de Aislación	Transformador con bobinados físicamente diferentes para el primario y el secundario. Habitualmente tiene blindaje electrostático para reducir ruidos.	Magnitud pico, Tiempo de elevación y Duración.
Filtros de Ruidos	Series de inductores con capacitores en paralelo.	Reducción de ruidos eléctricos.
Filtros de Armónicas	Series de inductores con trampas de Armónicas para prevenir la realimentación de Armónicas a la línea.	Reducción de la entrada de corrientes Armónicas de cargas no lineales que puedan causar calentamiento de los conductores, transformadores, motores, etc.
Supresores de Transitorios	Existen diferentes tipos, como ser los de descarga, de enclavamiento de tensiones, de atenuación y los híbridos.	Eliminación o atenuación de picos.
Reguladores de Tensión	Utilizan una variedad de técnicas como transformadores y reactores de regulación.	Provee tensión de salida relativamente constante para un rango de tensión de entrada.
Acondicionadores de Línea	Transformadores blindados ferroresonantes, incluyen supresores de transitorios y filtros.	Provee de regulación de tensión y reducción de ruido.
Sintetizadores Magnéticos	Trifásico, basado en dispositivos ferroresonantes que generan una tensión de salida de múltiples transformadores saturados para corrección de forma de onda.	Regulación de tensión, supresión de ruidos y picos de tensión o distorsiones de tensión.
Motor Generador	Suelen estar compuestos de dos dispositivos separados, un motor y un alternador (generador), interconectados por algún dispositivo mecánico.	Regulación de tensión, eliminación de ruidos o picos y corrección de la forma de onda en distorsiones de tensión.

Fuentes de Energía Ininterrumpibles (UPS)	Las tecnologías mas comunes incluyen un rectificador / inversor. Una batería suministra potencia al inversor durante la pérdida de energía en la entrada.	Mantener el suministro de tensión regulada, forma de onda y protección contra picos y ruidos, durante el tiempo que dure la falla.
--	---	--

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

Anexos	Cap. 1
Guía Rápida de los Principales Dispositivos	Pág. 1/8

En el cuadro siguiente se resume la performance de los principales dispositivos de acondicionamiento de líneas:

Dispositivo	Descripción general	Principales funciones
Transformadores de Aislación	Transformador con bobinados físicamente diferentes para el primario y el secundario. Habitualmente tiene blindaje electrostático para reducir ruidos.	Magnitud pico, Tiempo de elevación y Duración.
Filtros de Ruidos	Series de inductores con capacitores en paralelo.	Reducción de ruidos eléctricos.
Filtros de Armónicas	Series de inductores con trampas de Armónicas para prevenir la realimentación de Armónicas a la línea.	Reducción de la entrada de corrientes Armónicas de cargas no lineales que puedan causar calentamiento de los conductores, transformadores, motores, etc.
Supresores de Transitorios	Existen diferentes tipos, como ser los de descarga, de enclavamiento de tensiones, de atenuación y los híbridos.	Eliminación o atenuación de picos.
Reguladores de Tensión	Utilizan una variedad de técnicas como transformadores y reactores de regulación.	Provee tensión de salida relativamente constante para un rango de tensión de entrada.
Acondicionadores de Línea	Transformadores blindados ferromagnetos, incluyen supresores de transitorios y filtros.	Provee de regulación de tensión y reducción de ruido.
Sintetizadores Magnéticos	Trifásico, basado en dispositivos ferromagnetos que generan una tensión de salida de múltiples transformadores saturados para corrección de forma de onda.	Regulación de tensión, supresión de ruidos y picos de tensión o distorsiones de tensión.
Motor Generador	Suelen estar compuestos de dos dispositivos separados, un motor y un alternador (generador), interconectados por algún dispositivo mecánico.	Regulación de tensión, eliminación de ruidos o picos y corrección de la forma de onda en distorsiones de tensión.

Fuentes de Energía Ininterrumpibles (UPS)	<p>Las tecnologías mas comunes incluyen un rectificador / inversor. Una batería suministra potencia al inversor durante la pérdida de energía en la entrada.</p>	<p>Mantener el suministro de tensión regulada, forma de onda y protección contra picos y ruidos, durante el tiempo que dure la falla.</p>
--	--	---

Anexos	Cap. 1
Guía Rápida para el Diagnóstico de las Instalaciones	Pág. 2/8

En la Tabla siguiente se resumen las diferentes categorías de problemas, sus causas probables y los equipos de Acondicionamiento de Línea que habitualmente se emplean para solucionarlos.

Tipo de perturbación	Forma de ponerla en evidencia	Causas típicas	Soluciones típicas
Transitorios de Impulso	Magnitud pico, Tiempo de elevación y Duración.	Iluminación, Descargas electrostáticas, Conmutación de cargas	Supresores de picos, Filtros, Transformadores de Aislación.
Transitorios Oscilatorios	Forma de onda, Magnitud pico, Componentes de Frecuencia	Conmutación de líneas, Conmutación de capacitores, Cargas conmutadas	Supresores de Picos, Filtros, Transformadores de aislamiento.
Picos de tensión (sags) y Valles de tensión (swells)	Valor RMS vs. tiempo, Magnitud, duración	Fallas de sistemas remotos	Transformadores Ferroresonantes, UPS's, generadores de respaldo
Interrupciones	Duración	Sistemas de protección (interruptores, fusibles), Mantenimiento	Tecnologías de almacenamiento de energía, UPS's, generadores de respaldo
Baja Tensiones y Sobre Tensiones	Valor RMS vs. tiempo, Estadísticas	Arranque de motores, variaciones de cargas	Reguladores de Tensión, Transformadores Ferroresonantes
Distorsiones Armónicas	Espectro Armónico, Distorsión Armónica total, Estadísticas	Cargas no lineales, Sistemas resonantes	Filtros (activos y pasivos), Transformadores Ferroresonantes
Flicker de tensión	Variaciones de magnitud, frecuencia de ocurrencia, Modulación de frecuencia	Cargas intermitentes, arranques de motores, hornos de arco	Sistemas estáticos de variación

Anexos	Cap. 1
Caso de ejemplo N° 1	Pág. 3/8

Ambiente

Edificio de oficinas con personal, computadoras, copiadoras y otros equipos eléctricos de oficina alimentados por sistema trifásico.

Problema

Los ingenieros de la instalación sufrían reiteradas fallas en los equipos de distribución eléctrica. Los transformadores de distribución se sobrecalentaban y fallaban, las protecciones saltaban y los conectores eléctricos se fundían. Todos estos problemas son característicos de situaciones de sobrecargas.

Por lo tanto, las mediciones iniciales de corrientes de fase usando amperímetros RMS verdaderos mostraban corrientes de 257 a 298 Ampere. Estos valores no exceden los valores especificados de los equipos

Mediciones

El problema comenzó a manifestarse cuando se midieron las corrientes en el neutro común. Este presentaba valores de 229 Ampere, muy cercanos a las corrientes de fase, aún cuando las mismas estaban balanceadas.

Se realizaron análisis adicionales empleando un monitor de potencia (Fig. 7.1). La onda de corriente de la fase A mostraba una forma no sinusoidal, típicamente debida a corrientes armónicas originadas en equipos de alimentación de potencia habitualmente empleados para automatización de oficinas (cargas no lineales).

Las corrientes pico eran de 475 Ampere, pero si la forma de onda hubiera sido sinusoidal la corriente pico sería sólo de 363 ampere. Como se ve en la Fig. 7.2 la distorsión armónica total es de alrededor del 32%, de las cuales la tercera armónica contribuye con el 31%.

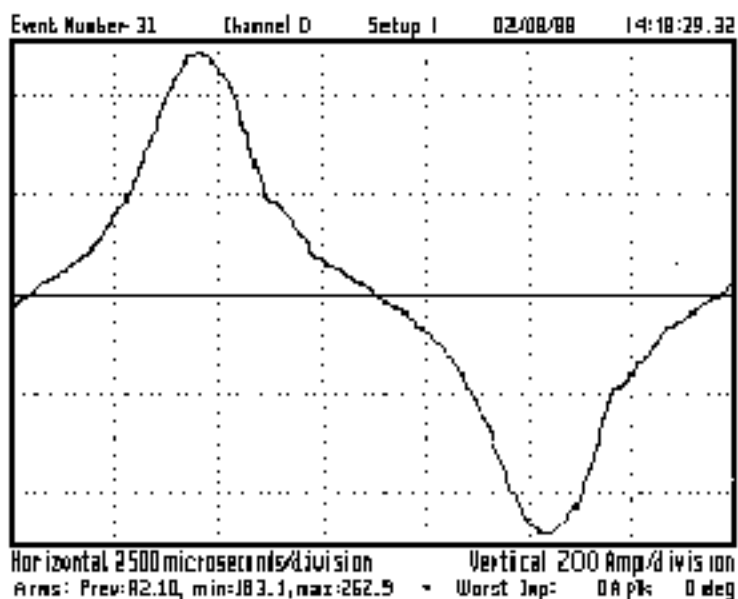


Fig. 7.1 - Corriente de fase A de forma no sinusoidal debido a cargas no lineales

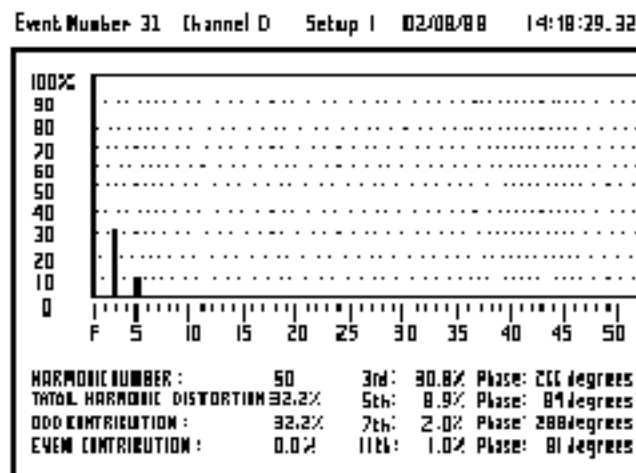


Fig. 7.2 - El ploteo de la fase A muestra un elevado contenido de terceras armónicas

Cuando las corrientes de fase se distorsionan de esta forma, no ocurre la normal cancelación de las tres fases que resulta en una corriente de neutro cercana a cero. Las ondas armónicas producidas a 180 Hz, 300 Hz y mayores frecuencias en los conductores de fase resulta en importantes corrientes transportadas por el neutro, predominantemente a 180 Hz. Ello se observa en la Fig. 7.3.

El efecto sobre los cables de la instalación es la sobrecarga de corriente del neutro, más allá de su capacidad. En casos severos excede las corrientes de fase. Estas corrientes de alta frecuencia pueden hacer fallar a los transformadores y otros dispositivos diseñados para trabajar a 60 Hz. (se trata de un caso de instalación en USA).

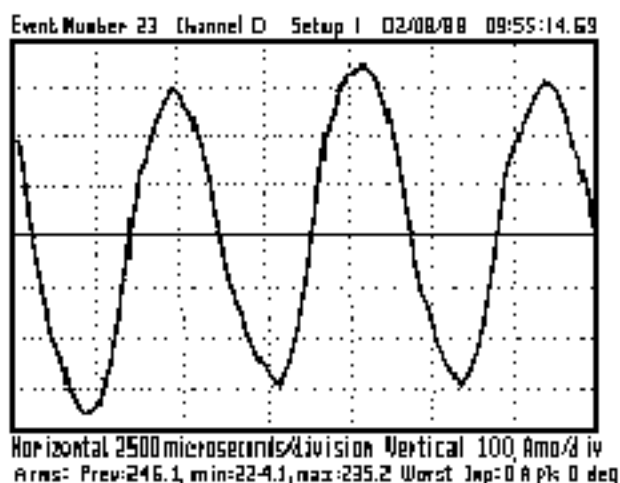


Fig. 7.3 - La forma de onda de la corriente en el neutro común muestra predominancia de 180 Hz (para frecuencia fundamental de 60 Hz)

Soluciones

El problema puede ser controlado rápidamente incrementando la sección del conductor neutro y cambiando la escala del transformador en un valor más razonable del 60%.

Síntomas

Los televisores, teléfonos y computadores se dañaban durante las tormentas.

Problemas

Puestas a tierra inadecuadas. Diferencias en el potencial de tierra (los equipos sensitivos tienen múltiples referencias de tierra que no están enlazadas)

Soluciones

Unir las tierras de las líneas telefónicas, CATV, etc. al electrodo de tierra de potencia

La Figura 7.4 muestra tres configuraciones que se emplean habitualmente.

- La primera muestra una puesta a tierra incorrecta.
- La central es correcta, pero no es la más adecuada. Las tierras de potencia, teléfono y CATV están conectadas con una jabalina.
- El esquema de la derecha es el correcto y el preferido, con las tierras de referencia de potencia y comunicaciones referenciadas al sistema de tierra con un conductor de muy pequeña longitud.

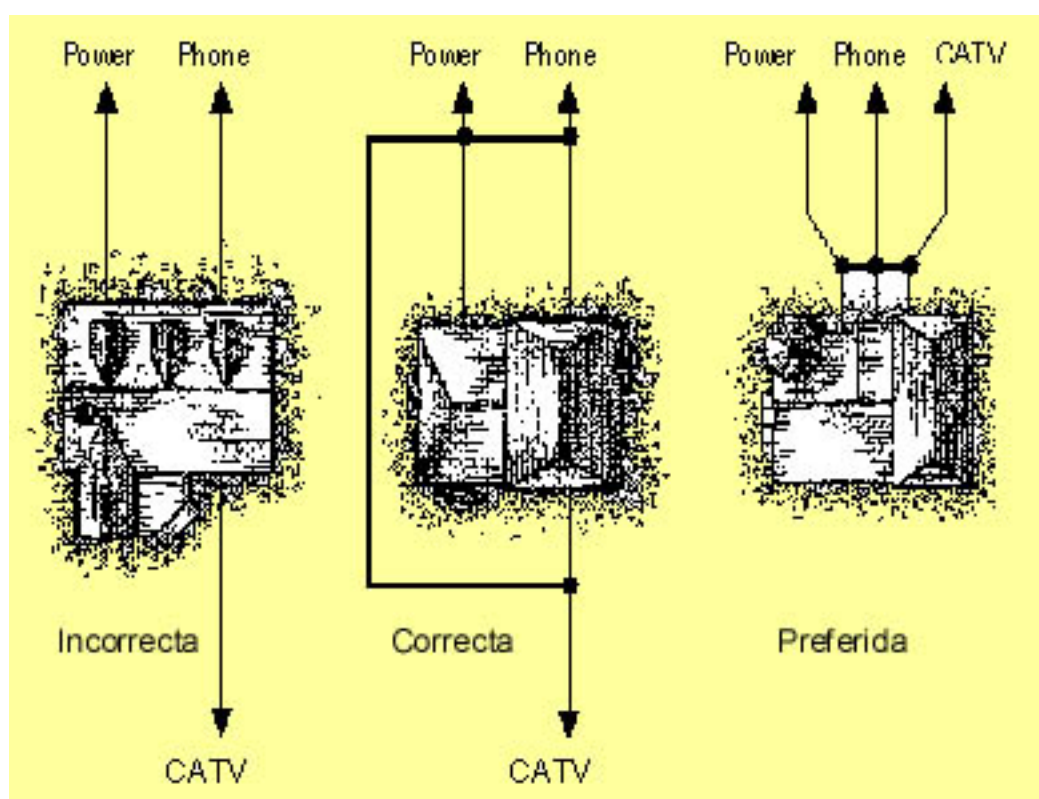


Figura 7.4: Configuraciones de tierras para edificios residenciales

Anexos	Cap. 1
Caso de ejemplo n° 3	Pág. 5/8

Ambiente

Edificio de hospital.

Problema

Los controladores de un equipo Volumen de Aire Variable (VAV), recién instalado, daban respuestas erróneas cuando misteriosos picos de corriente aparecían en el sistema eléctrico.

Mediciones

Para analizar el sitio se empleó un analizador de disturbios en la entrada de la línea. En un período de 2,5 semanas se notaron solo cuatro incidentes de aumento de tensión, y de solo 2 a 3% por encima de las tolerancias (Figura 7.5). Ello no garantizaba el funcionamiento del dispositivo de acondicionamiento de potencia

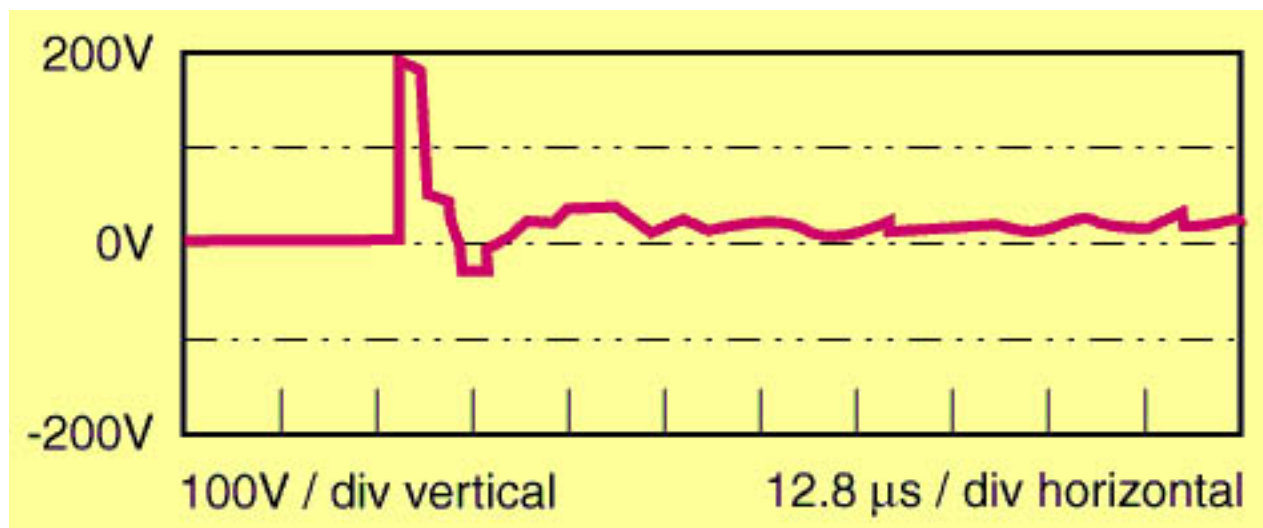


Figura 7.5

Lo primero que se notó fue la escala, no eran segundos ni milisegundos sino microsegundos. Estábamos viendo 128 microsegundos, es decir un octavo de milisegundo.

Lo segundo que se notó (Figura 7.6) fue que el frente de onda del "pico" de tensión crecía y decaía en forma vertical. Con el análisis anterior de la traza era obvia la imposibilidad de que la energía representada por el pico hubiera viajado cualquier distancia.

Si ello hubiera ocurrido, la forma de onda sería mas parecida a la de la figura siguiente (línea punteada) debido al tiempo necesario para la transmisión del disturbio.

Ello significa que el problema no es de la distribuidora sino de un punto cercano dentro de la instalación.

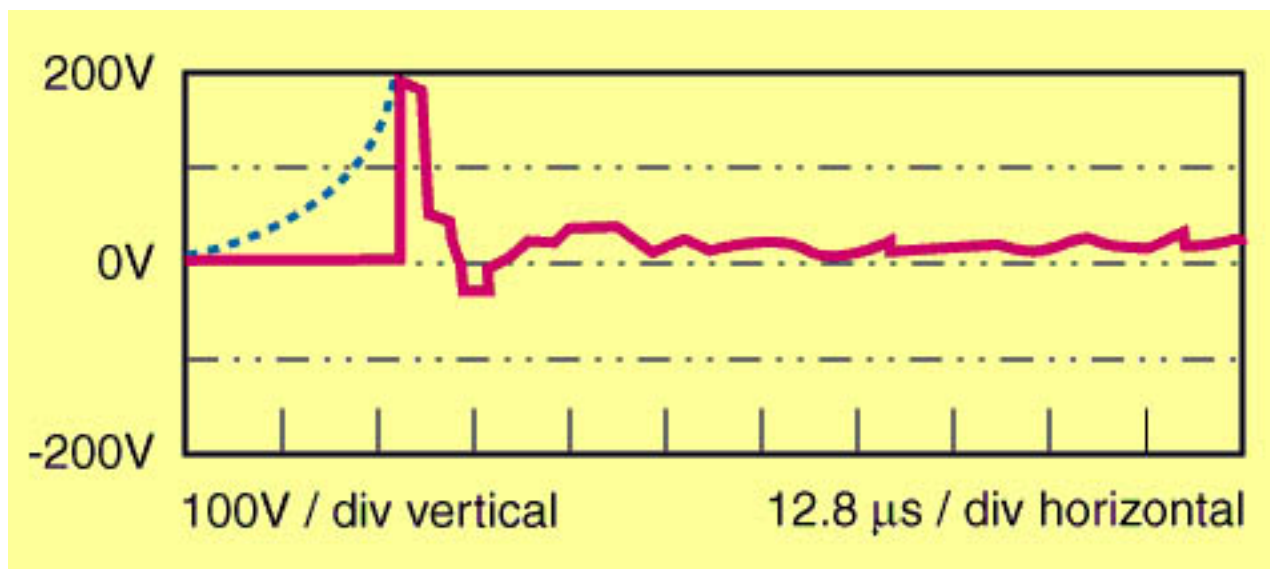


Figura 7.6

Investigaciones posteriores demostraron la presencia de arcos en la conexión de un motor de uno de los ascensores del hospital.

Soluciones

Para proteger los VAV's se recomendó, además de la reparación del ascensor, el empleo de reactores en línea en la cabecera de los VAV's para prevenir cualquier disturbio de alta velocidad.

Anexos	<i>Cap. 1</i>
Caso de ejemplo n° 4	<i>Pág. 6/8</i>

Ambiente

Aeropuerto moderno con mas de 30000 motores manejando los diferentes sistemas (calefacción, aire acondicionado, equipaje, etc.).

Problema

Durante la puesta en marcha los electricistas encontraron más de 30 fallas por día.

Los motores giraban en sentido contrario o con movimientos caóticos, o simplemente echaban humo sin siquiera moverse.

Soluciones

La instalación de filtros de armónicos no resolvió el problema. Un correcto sistema de puesta a tierra le permitió a los filtros trabajar adecuadamente.

Anexos	Cap. 1
Preguntas Frecuentes sobre Transitorios	Pág. 7/8

Que es un Transitorio de Sobre Tensión?

Un Transitorio Eléctrico es un exceso temporario de tensión y/o corriente en un circuito eléctrico que ha sufrido una perturbación. Los Transitorios son eventos de corta duración, con duraciones típicas de unos pocos milisegundos hasta millonésimas de segundos (nanosegundos). Se pueden encontrar en todo tipo de circuitos eléctricos, de datos y de comunicaciones.

Cuales son las causas de un transitorio eléctrico?

El simple acto de encender (o apagar) una luz, un motor, una fotocopiadora u otro dispositivo eléctrico puede provocar una perturbación en los circuitos eléctricos, creando un transitorio. En general, todas las cargas importantes producen disturbios cuando se encienden o apagan. Existen estudios que demuestran que la mayor parte de los transitorios (alrededor del 80%) se generan dentro de una instalación.

Las descargas atmosféricas entre nube y nube son capaces de crear campos eléctricos intensos, del orden de decenas de miles de volt por metro. Un cable de dos metros de longitud (de potencia o de señales) expuesto a un campo eléctrico intenso de 300 volt por metro puede desarrollar un transitorio inducido de 600 volt (2 metros X 300 volt/metro = 600 volt). Si este Transitorio de 600 volt aparece a través de una línea sin protección de potencia, teléfono, datos, o coaxial, el resultado puede ser la destrucción del sistema.

Se debe proteger el tablero principal, los seccionales o ambos?

Se deben proteger los dos, considerando que siempre se requiere un mínimo absoluto de dos niveles de protección. En el tablero principal se debe colocar el primero de ellos, que proporciona la primera línea de defensa contra los transitorios externos.

Estos transitorios generados externamente incluyen a los causados por tormentas, por problemas en las líneas exteriores de distribución y por ruidos eléctricos cercanos.

Las unidades para tableros seccionales manejan los picos remanentes que pueden permanecer luego de que un evento masivo haya superado el tablero principal. Adicionalmente, los protectores de tableros seccionales, previenen transitorios debidos a la contaminación cruzada entre varios circuitos o entre varias cargas.

También se pueden colocar equipos de protección individuales en los puntos de uso (siempre considerando la protección AC y de señales), que protegen de la actividad de transitorios en el mismo circuito.

Que es la Tensión Remanente (Let – Through voltaje)?

La Tensión Remanente del transitorio (let-through) está definida en la norma UL 1449 como "El máximo pico de tensión ocurrido dentro de los 100 microsegundos después de la aplicación del ensayo de forma de onda." Es decir que hablamos de la máxima amplitud de tensión luego de actuar el supresor de transitorios.

Porqué son importantes las normas como las UL?

Porque fijan las condiciones de seguridad para la supresión de transitorios. Por ejemplo, la

norma UL 1449 fija un límite a la tensión remanente, constituyendo un ensayo de seguridad para los equipos. Suelen complementarse con los ensayos de forma de onda (como los de las normas ANSI / IEEE C62.41-1991).

Cual es la vida útil de los Protectores de Sobre Tensiones?

Los productos de mayor renombre tienen una larga vida útil, superior a los 10 años, y una amplia garantía. Por esta razón, podemos decir que los equipos de primera línea tienen confiabilidad y longevidad.

Que medidas de seguridad brindan los equipos disponibles?

La protección que brindan los equipos disponibles en el mercado varían ampliamente según los fabricantes y modelos. Normalmente estos datos se detallan en las hojas técnicas respectivas.

Algunos equipos están diseñados para utilizar solamente componentes que se ajusten a una norma determinada, como ser la UL 1449.

Como puedo proteger grandes motores?

Se pueden proteger de la misma forma que cualquier otro dispositivo o sistema eléctrico. Primero, se debe efectuar un relevamiento del sistema eléctrico para determinar sus características (tensión, corriente, número de fases, número de conductores, configuración estrella o triángulo, etc.). Segundo, los puntos de entrada o puntos de generación de transitorios, tales como descargas atmosféricas y / o grandes dispositivos inductivos o capacitivos.

Anexos	Cap. 1
Referencias sobre Calidad de la Energía	Pág. 8/8

APC, APC —American Power Conversion
Intersystem Ground Noise [July-August '95, page 34]

Abi-Samra, Nicholas —Westinghouse Electric Corp.
Active Power Line Conditioning: A New Approach to Power Quality [July-August '93, page 10]

Allen, Arnie —BOLDER Technologies Corporation
TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Allina, Edward —Meter Treater Inc.
Beware of Paralleled MOVs [Premier VI '90, page 410]

Allina, Edward —Meter-Treater Inc.
Facility Surge Protection [Premier I '90, page 49]

Andres, Charlotte —Power Solutions & Applications
Understanding Grounding Contamination [July-August '95, page 10]

Atkins, Ted W. —Baldor Electric Company
Questionable National Energy Bill Would Impact Motor Manufacturers and Users
[November-December '91, page 54]

Atkins, Ted W. —Baldor Electric Company
Voltage Ring-Up Wear and Tear on Electric Motors by Inverters [September-October 1995, page 26]

Baxter, Les A. —AT&T Bell Laboratories
Avoiding Telecommunications Infrastructure Disasters [July-August '93, page 38]

Bell, David A. —EFI Electronics Corporation
The Day of the Systems Integrator Has Arrived [September-October '92, page 158]

Bey, Larry —Onan Corporation
AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems [April-June '92, page 68]

Bey, Larry —Onan Corporation
AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems - Part II Ground Fault Protection
[July-August '92, page 22]

Bird, Anthony O. —Atlantic Scientific Corporation
Strategic Application of Surge Protection Devices Enhances Facility Power Quality [July-August '94, page 7]

Bowes, Kenneth B. —Northeast Utilities
Effects of Power Line Disturbances on Electronic Products [Premier V '90, page 296]

Boxleitner, W. —KeyTek Instrument Corp.
Simulating Power Line Dips and Interrupts [November-December '92, page 18]

Boyd, Michael —Current Technology, Inc.
Powering and Protecting the Modern Facility [January-February '95, page 56]

Boyd, Michael —Current Technology, Inc.
Powering and Protecting the Modern Facility [January-February '95, page 56]

Brill, Ken —Computersite Engineering
UPS Starts With a "B" [January-February '91, page 54]

Brittain, Ron —Fluke Corporation

Rail System Engineers Analyze System Noise [July-August '95, page 70]

Brittain, Ron —Fluke Corporation

Engineer Proves That AC and DC Don't Mix [May-June '95, page 41]

Brown, Eugene —Behlman

Cutting Harmonics: More Phases Are Better [July-August '91, page 54]

Buck, Cris W. —EFI Electronics Corporation

Open-Architecture LAN Power Management [March-April '95, page 14]

Buckley, William —Crystal Semiconductor

An Introduction to Technical Subcommittee T1E1 "Interfaces, Power and Protection of Networks" [May-June '94, page 24]

Burleigh, Roger S. —Current Technology, Inc.

A Master Plan to Meet the Challenges of Integrated Building Design Protection [January-March '92, page 39]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

New Measurement Techniques Promote TeleComputer Reliability [January-February '93, page 36]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

Market Forces Influence Telecomputer Reliability Costs [July-August '92, page 39]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

Electromagnetic Compatibility Impacts TeleComputer Marketing [September-October '92, page 23]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

New Rule! Telecom Reliability Means Marketing [July-August '92, page 40]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

The Marketing of Telecomputer Electromagnetic Compatibility - Part 1: Grounding Site Power Systems and Distribution for EMC [September-October '92, page 24]

Bush, William —Telecom Reliability Services

An Introduction to Technical Subcommittee T1E1 "Interfaces, Power and Protection of Networks" [May-June '94, page 24]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Telecom System Fundamentals [November-December '91, page 30]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Understanding the Proliferation of Power, Grounding and Protection Standards [January-February '94, page 53]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Systems (In)Compatibility in the Network [March-April '94 page 44]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Telecom System Electrical Reliability Requires Planning - Part I: The Public Telephone Network Approach [January-March '92, page 24]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Infrastructure Problems Create Infostructure Disasters [April-June '92, page 34]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Telecom System Electrical Reliability Requires Planning - Part II: Standardizing the Equipment and Site Ambient [April-June '92, page 48]

Byerley, Leon —Global Atmospheric, Inc

Thunderstorm Sensing For Uninterrupted Up-Time [September-October 1995, page 44]

Byrne, J. Allen —System Engineering International, Inc.

Tomorrow's TeleComputer Network: The Powering Challenge [July-August '94, page 18]

Cannon, Stanley —Cannon Load Banks, Inc.

Load Banks Keep Emergency Standby Generators Honest [March-April '94 page 34]

Cantwell, Edward C. —ECOS Electronics Corporation

The Proper Use of Disturbance Analyzers in Site Surveys - Part I [Premier I '90, page 39]

Cantwell, Edward C. —ECOS Electronics Corporation

The Proper Use of Disturbance Analyzers in Site Surveys - Part II [Premier II '90, page 119]

Carosella, Gino —Stentor Resource Center

The Never-Ending Pursuit of Float Voltage Uniformity in Stationary Reserve Battery Plants [January-February '95, page 42]

Chapman, Ron —Advanced Protection Technologies

TVSS Clamping Voltage: A Closer Look [Premier VI '90, page 400]

Chavoustie, David M. —Carolina Power & Light

Selective Power Conditioning Keeps Plant Operating [July-August '94, page 76]

Chmura, Michael A. —Mitsubishi Electronics of America, Inc.

Determining Value in a UPS System [March-April '95, page 45]

Clark, O. Melville —General Semiconductor Industries Inc.

Data I/O Ports: Your Computer's Achilles Heel [Premier II '90, page 94]

Clark, O. Melville —General Semiconductor Industries Inc.

Multilocation Surge Protection for Commercial and Industrial Environments [Premier VI '90, page 380]

Clarke, Patrick —Clarke Associates

Telecom Power Quality Guidelines [September-October '91, page 38]

Clarke, Patrick —PQAM Advisory Board

New Telecomputer Challenges Require Dialogue Between Battery Users and Makers [January-February '95, page 34]

Clemmensen, Jane M. —Collective Intelligence

New Tools for Site Surveys: Power Disturbance Monitors and Expert - System Software [May-June '91, page 26]

Clemmensen, Jane M. —Collective Intelligence

EMF: A Real or Imagined Problem? [Premier V '90, page 370]

Coffin, Michael J. —G.J. Yamas, Inc.

Energy-Saving Variable-Speed Drives Provide Fast Payback [April-June '92, page 14]

Conrad, Larry —PSI Energy

Improving Voltage Dip Survivability of ASDs [Premier V '90, page 325]

Cool, John K. —Community Electrical Design, Inc.

Electrocution and the Human Body [July-August '94, page 84]

Cote, Roger W. —Einhorn Yaffee Prescott

Isolating the Impacts of Single-Point Failures In a Data Center [September-October '93, page 56]

Cote, Roger W. —Joseph R. Loring & Associates

New Year's Eve on the Information Highway [November-December '94, page 16]

Curlett, John —Consultant

Design and Performance of Harmonic Filters [Premier VI '90, page 414]

Cyberex, Cyberex —Cyberex

Static Transfer Switch Part II: Design and Testing [September-October '94, page 39]

Daish, Michael —Reliable Power Meters

New Technology Provides Broad Power Measurement Capability [September-October '93, page 49]

Darrelmann, H. —Anton Piller GmbH & Co., Germany

Compact, Rotary UPS Combines Motor and Generator [January-February '91, page 29]

Davis, Sam —Power Quality Magazine

Electronic Solutions to Improving Power Factor and Reducing Harmonics [Premier V '90, page 320]

Davis, Sam —Power Quality Magazine

Personal Computing Goes UPS [Premier I '90, page 26]

De Angelo, John —Power Service Concepts

UPS Starts With a "B" [January-February '91, page 54]

DeCoster, Dennis P. —IPS/TIMA Engineering

A Cure for Excessive Cycling Damage to UPS Batteries [Premier IV '90, page 258]

DeDoncker, R.W., —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

DeMartini, Gayly, —PANAMAX

Power and Signal Line Protection [September-October 1995, page 42]

DeWinkel, Carel C. —Superconductivity, Inc.

Superconducting Magnet Energy Storage System Provides Continuous Power to Megawatt Loads [September-October '93, page 59]

Delans, Darwin —C&D Charter Power Systems

Intelligent UPS Battery Selection [September-October '92, page 10]

Dellorto, George E. —Evanston Township High School

Co-Generation Increasing Reliability, Reducing Costs [March-April '95, page 48]

Devereux, Tony —ZM Communications

Deregulation – The United Kingdom Outlook [May-June '95, page 59]

Dhooge, Ted —Panamax Corp.

Beware of Paralleled MOVs [Premier VI '90, page 410]

Diaz, Henry —MCI Telecommunications

Power Quality Analysis at MCI [March-April '95, page 40]

Donnelly, R. Patrick —Northrop Grumman Corporation

A Dynamic UPS Solution [May-June '95, page 10]

Dorr, Douglas S. —National Power Laboratory

Power Interruption Study Discloses Frequency and Impact [November-December '92, page 8]

Eernisse, Jim —Wood/Aarbinger, Inc.

Bank Operations Center Designed for Uptime, Flexibility, Reliability [January-February '93, page 6]

Elder, Kenneth —Kenick, Inc.

Overlooked But Important - UPS Efficiency [Premier IV '90, page 224]

Ellison, Jeff —Square D

Power Monitoring Systems Improve Power Quality Analysis [November-December '91, page 8]

Elson, Robert E. —Kirkwood Dynalectric Corporation
A Dynamic UPS Solution [May-June '95, page 10]

Epstein, Barry —Current Technology, Inc.
A Master Plan Approach To Improving LAN Electrical Reliability - Part I: LAN Basics [March-April '93, page 6]

Epstein, Barry —Current Technology, Inc.
A Master Plan Approach To Improving LAN Electrical Reliability - Part II: The LAN Port and Master Plan Solution [May-June '93, page 38]

Eudy, W.T., —Silicon Power Networks
Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Feder, David O. —Electrochemical Energy Storage Systems, Inc.
The Never-Ending Pursuit of Float Voltage Uniformity in Stationary Reserve Battery Plants [January-February '95, page 42]

Ferraro, Ralph J. —Tennessee Center for Research & Development
Electric Service Compatibility: Dealing With Realities [Premier III '90, page 154]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Insurance coverage for Latent Injury Claims – EMF Litigation [September-October 1995, page 33]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
British High Court Rejects Attempt To Force Regulation of EMF [July-August '95, page 80]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Punitive Damages – What's Behind All the Commotion? [July-August '95, page 75]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Defective Power: Is It a Product Liability Issue? [May-June '95, page 55]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
The Essential Connection Between Loss Prevention and Liability [March-April '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Emerging Insurance Coverage Issues in the Electric Power Industry [January-February '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Legal Update; Duty to Warn [November-December '94, page 21]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Emerging Insurance Coverage Issues in the Electric Power Industry [January-February '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
The Essential Connection Between Loss Prevention and Liability [March-April '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky
Defective Power: Is it a Product Liability Issue? [May-June '95, page 55]

Foerster, Andrew —Power Logic Business, Square D Company
Power Quality Information Systems [Stephen W. McCluer, EPE Technologies, Inc.]

Freedman, Alan —Bankers Trust Company
Bankers Trust Company Banks on Utility Power Backup System [January-February '91, page 38]

Freund, Arthur —Consulting Editor
Closed Transition Transfer [Premier III '90, page 184]

Geist, Tom —Best Power Technology

Engine-Driven DC Power System For Extended Runtimes [January-February '95, page 66]

Gillow, Ed —Teledyne Inet

Shipboard Electrical Systems Require Survivability and Power Quality [July-August '91, page 22]

Ginsburg, Ed —Task Force Solutions

Future Power Shower: Nursing Homes at Risk [Premier II '90, page 142]

Grainger, Lance G. —SNC Inc.

Limiting Variable Frequency Drive Harmonics [Premier II '90, page 114]

Gravely, Michael —USAF PCCIE Materiel Group

Air Force Micro-SMES Program Demonstrates Successful Application of the Dual Use Initiative [January-February '95, page 28]

Grebe, Thomas —Electrotek Concepts, Inc.

Why Power Factor Correction Capacitors May Upset Adjustable Speed Drives [May-June '91, page 17]

Gross, Peter —PRK Associates

Effective Data Center Operation Depends on Power Quality Support [January-February '91, page 8]

Gross, Peter —PRK Associates

Design and Performance of Harmonic Filters [Premier VI '90, page 414]

Gruzs, Thomas M. —Liebert Corporation

The How's and Why's of Isolated Grounding [March-April '95, page 59]

Gruzs, Thomas M. —Liebert Corporation

An Overview of Power Conditioning Technologies: Part I-Power Enhancement [Premier VI '90, page 391]

Gruzs, Thomas M. —Liebert Corporation

An Overview of Power Conditioning Technologies: Part II-Power Synthesizers [January-February '91, page 24]

Hall, Dave —Wisconsin Electric Power Company

Clean Air, Dirty Power: The Case of the Two-Timing Clock [September-October '92, page 18]

Halmbacher, Gary —MagneTek

Electronic Bus Transfer Switch Connects High-Power Asynchronous Loads in Less Than 50 Microseconds [November-December '91, page 38]

Hanley, J. —AT&T Real Estate

Integration of Purpose in the Data Center Support Environments [May-June '93, page 28]

Hansell, Charles D. —Charles D. Hansell Consultants Inc.

The MiniFortress Concept for Surge Protection [September-October '92, page 37]

Harvey, Jeff —Portland General Energy Systems

Computer System Case Study Reveals the Need for Better Power Design and Construction Practices [January-February '91, page 34]

Harvey, Jeff —Portland General Energy Systems

Purchasing and Installing Mitigation Equipment: The Rest of the Story [March-April '93, page 54]

Harvey, Jeff —Portland General Energy Systems

System Engineering Avoids Electrical Disasters [July-August '93, page 15]

Hashim, Amid —The Wiremold Company

Running Power and Data Lines In Close Proximity [July-August '95, page 53]

Heaton, Jim —Oracle, Inc.

Expanded Use of Computer/Electronic Systems Requires Greater Attention to Power Quality
[January-March '93, page 58]

Heytow, Andrew —Amalgamated Bank of Chicago

Rental Gen Sets Power Bank During Chicago Flood. [July-August '92, page 12]

Hirai, Toshio —Yuasa Battery (America), Inc.

Batteries Must Be Included [Premier I '90, page 36]

Hoevenaars, Tony —Celestica, Inc.

Static Transfer Switch - Part I: Application and Installation [July-August '94, page 66]

Houdek, John A. —MTE Corporation

Reactors Provide A Low-Cost Solution to Inverter/Drive Power Quality [September-October '91, page 27]

Hughes, Ron —California Data Center Design Group

The Top Ten Ways To Keep Your Data Center Online [July-August '95, page 44]

Hunter, Patrick L. —UNIPOWER Corporation

The Battery Backup Switcher as an Alternative to the UPS [March-April '95, page 29]

Ittner, David D. —Liebert Corporation, CS&S

Selecting and Maintaining UPS Battery Systems [January-February '94, page 19]

Iverson, Jim —Onan Corporation

AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems [April-June '92, page 68]

Iverson, Jim —Onan Corporation

AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems - Part II Ground Fault Protection
[July-August '92, page 22]

Jacques, Joseph F. —Acran, Inc.

Codes Update for Battery Rooms [July-August '95, page 22]

James, Mark —Asgard Engineering

Protecting PCs on the Factory Floor [September-October 1995, page 10]

Jaske, E. Juhani —FMT Equipment Corporation

Ground Fault Monitoring [May-June '95, page 22]

Johnson, David —Solid State Controls

Industrial and Process Control Systems Have Unique UPS Requirements [April-June '92, page 25]

Johnson, Sam —Beacon Light Products Inc.

New Compact Fluorescent Lamp Design Provides Energy Savings and Improved Power Quality
[November-December '91, page 18]

Jonsson, Lennart —Fiskars Power Systems, Akersberga Sweden

Battery System Reliability and Availability Determine UPS Performance [Premier IV '90, page 234]

Juergens, Tristan —BOLDER Technologies Corporation

TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Katzaroff, Paul —PRK Associates

Effective Data Center Operation Depends on Power Quality Support [January-February '91, page 8]

Katzaroff, Paul —PRK Associates

Using Intelligent UPS Systems in the Distributed Processing Environment [May-June '94, page 16]

Kaufman, Harvey —Tel Plus Communications Co.

LAN and PBX Interaction [March-April '93, page 13]

Klein, Jon —Microlinear Corp.

Electronic Solutions to Improving Power Factor and Reducing Harmonics [Premier V '90, page 320]

Knox, Philip M. —Knox, Lemmon, Brady, Anapolsky & Sheridan

Electric Utilities Encounter Legal Issues [January-February '93, page 15]

Koepe, Paul F. —Superconductivity, Inc.

Superconducting Magnet Energy Storage System Provides Continuous Power to Megawatt Loads [September-October '93, page 59]

Korn, Sebald —General Electric Company

Transient Voltage Protection for the Automated Factory [Premier I '90, page 21]

Kreiss, David G. —Kreiss Johnson Technologies

The CBEMA Chart Needs to Be Revised [September-October 1995, page 59]

Kujala, Anssi —Fiskars Power Systems

LAN Power Quality Problem Solutions Require Attention to Grounding and Transients [September-October '91, page 20]

Kujala, Anssi —Fiskars Power Systems, Espoo, Helsinki, Finland

Battery System Reliability and Availability Determine UPS Performance [Premier IV '90, page 234]

Kusko, Alexander —Failure Analysis Associates

Handling Nonlinear Loads With an Emergency Generator [Premier III '90, page 182]

Laidley, Wendell H. —Zero Surge Inc.

Power Line Protection - A Danger to Network Data Lines [Premier II '90, page 104]

Larkins, Gary —Portland General Energy Systems

Computer System Case Study Reveals the Need for Better Power Design and Construction Practices [January-February '91, page 34]

Lee, Robert H. —R. H. Lee Engineering

Origin and Characteristics of Harmonics Currents-Part I [Premier V '90, page 349]

Lee, Robert H. —R. H. Lee Engineering

Eliminating Harmonic Currents Using Transformers [September-October '91, page 33]

Leventopoulos, Peter —Mesta Electronics, Inc.

UPS Applications in the Healthcare Industry [May-June '95, page 43]

Lewis, Fred A. —MTE Corporation

Reactors Provide A Low-Cost Solution to Inverter/Drive Power Quality [September-October '91, page 27]

Lewis, Pete, —Intermatic Inc.

Transient Voltage Surge Suppression Response Time [September-October 1995, page 56]

Lewis, Warren —Lewis Consulting Services, Inc.

Infrastructure Problems Create Infrastructure Disasters [April-June '92, page 34]

Lewis, Warren H. —Lewis Consulting Services, Inc.

Branch Circuits and Feeders - Shared or Dedicated? - Part I [Premier III '90, page 165]

Lewis, Warren H. —Lewis Consulting Services, Inc.

Branch Circuits and Feeders - Shared or Dedicated? - Part II [Premier IV '90, page 262]

Lewis, Warren H. —Lewis Consulting Services, Inc.

Is There a K-Factor in Your Future? [March-April '91, page 54]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation
Utility Deregulation and Its Opportunities [July-August '95, page 78]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation
The "Real World" of Data Lines [November-December '92, page 12]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation
Beyond Power Quality [January-February '93, page 42]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation
Things to Consider Before Buying Migration Equipment [November-December '93, page 6]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation
Equipment Evaluation and Power Protection Planning Yield Equipment Uptime Rewards [May-June '94, page 6]

Lurch, Henry S. —Power Engineering Associates
Systems Approach Provides Power Problem Solutions [January-March '92, page 20]

Lurch, Henry S. —Power Engineering Associates
Impact of Protecting Facilities to the Revised IEEE C62.41 Standard [April-June '92, page 72]

Maloney, John —PANAMAX
Surge Protection for the Desktop: The Advantage of a Modular Protection Platform [March-April '95, page 21]

Maranto, J.A. —Silicon Power Networks
Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Marciano, Nathan J. —Prime Paradigm, Inc.
Successful Integration Between Power and Computer Equipment Starts With Dialogue [September-October '93, page 20]

Marsh, Ken —Group Dekko International Research & Development
The Case for the Shared Neutral [November-December '91, page 25]

Mason, Robert S. —Bayboro Consulting Group
TVSS: Lots of Industry Confusion [Premier VI '90, page 426]

McCluer, Stephen —EPE Technologies, Inc.
Supercomputers Need Super Backup [July-August '91, page 10]

McCluer, Stephen —EPE Technologies, Inc.
Generators and UPS - Good News, Bad News [March-April '94 page 6]

McDermott, Jay —Johnson Controls Battery Group Inc.
Backup Battery Reliability & Longevity [May-June '95, page 26]

McEachern, Alex —
Power Quality: What is it worth? [Premier I '90, page 51]

McGranaghan, Mark F. —Electrotek Concepts, Inc.
Adapting Adjustable Speed Drives to the Electrical Environment [Premier I '90, page 32]

McIntosh, Doug —Dart Controls
Software Improves Noise Immunity of Adjustable-Speed Drives [Premier V '90, page 332]

McKinley, Alan D. —Canadian Automated Buildings Association
Upgrading To Intelligent Building Technology [July-August '95, page 37]

McShane, Steve —Midtronics
Conductance Testing Provides an Accurate Measure of Battery Condition [January-February '93,

Mehta, H. —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Meirick, R. P. —Meirick Inc.

The Evolution of Uninterruptible Power Supplies [Premier IV '90, page 224]

Messer, G. John —Exide Electronics

Electrical Power Network Management: A Key to Disaster Avoidance [May-June '93, page 31]

Meyer, Hans —AC Battery Corporation

Providing Continuity to Industrial Processes: Battery Energy Storage [Premier IV '90, page 242]

Middleton, Joe R. —The Mary Imogene Bassett Hospital

Emergency Power —More Than a Power Source [May-June '95, page 15]

Miller, Robert G. —Industry Marketing Specialist, Phoenix Contact Inc.

New Test Waveform Sparks Innovative Lightning Protection Technology [May-June '94, page 44]

Minor, Gil —Engine Division, Caterpillar Inc.

UPS System & Generator Set Considerations [May-June '95, page 29]

Minor, Gil —Engine Division, Caterpillar Inc.

UPS System & Generator Set Considerations [May-June '95, page 29]

Moncrief, W. A. —Consultant

Outlet Testers Save Equipment [March-April '91, page 24]

Monk, Gordon —Net X, Inc.

SNMP and UPS in Network Power Management [November-December '93, page 16]

Moore, Jeff, —Liebert Corporation of North America

Four Classes of Power Protection [July-August '95, page 66]

Morser, Harold —Consultant

An Actuarial Approach to Disaster Avoidance [January-March '92, page 28]

Morser, Harold —Consultant

Managing System Uptime and Planned Obsolescence [May-June '93, page 14]

Mungenast, John E. —Editor in Chief

Engine Generators for the Electronic Age [Premier III '90, page 178]

Murphy, Howard G. —Allen-Bradley

Power Quality Issues With Adjustable-Frequency Drives: Coping With Power Loss and Voltage Transients [May-June '93, page 18]

Nelson, Robert D. —MagneTek, Louis Allis

Synchronous Condensers Improve Power Factor [July-August '92, page 18]

Nelson, Robert F. —BOLDER Technologies Corporation

TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Nelson, Robert F. —BOLDER Technologies Corporation

TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Nowak, Stewart —Clary Corporation

Poor Power Quality Can Make Your Heart Stop [March-April '91, page 26]

Nowak, Stewart —Clary Corporation

Selecting a UPS [Premier III '90, page 195]

O'Sullivan, George —Abacus Controls, Inc.

Solar Array Controller Optimizes Cogeneration [April-June '92, page 61]

Olson, Gary L. —Onan Corp.

Improving Generator Set and UPS Compatibility Part I: Conventional Wisdom and Associated Problems [March-April '94 page 20]

Olson, Gary L. —Onan Corp.

Improving Generator Set and UPS Compatibility Part II: Frequency and Voltage Variations and Stability [May-June '94, page 32]

Olson, Stephen N. —UPS Systems Inc., Division of Chloride

UPS Rating System Formalizes Purchasing Decisions [July-August '91, page 50]

Osman, Richard H. —Halmar Robicon Group

Adjustable-Speed Drives and Generator Compatibility [September-October '94, page 8]

Oughton, George —Exide Electronics

UPS-Backup Generator Compatibility [January-March '92, page 43]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff

Artificial Intelligence Simplifies Power Quality Analysis [September-October '93, page 25]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff

90-Bed Hospital Immunizes Against Power Quality Diseases [March-April '91, page 15]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff

Ten Budget Saving Tips for Solving Hospital Power Quality Problems [March-April '91, page 30]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff

High Tech In Low Tech Environment Can Be Costly – Does Anyone Care About the Costomer [May-June '91, page 10]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff

Changing Technology Makes Telecommunications More Susceptible to Power Quality Problems [September-October '91, page 54]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff

Data Processing Facility Support Requires Effective Management of Technological Obsolescence- [July-August '91, page 70]

Paul, Steve —Best Power Technology

Engine-Driven, Regulated DC Source Extends Critical Load Runtime [April-June '92, page 56]

Payne III, Henry E. —Payne Engineering

Electromagnetic Fields From Utility Power Lines [May-June '95, page 60]

Pelant, Barney F. —Barney F. Pelant & Associates

The Worst Disaster in Recent History [April-June '92, page 37]

Petrecca, Richard —Westinghouse Electric Corp.

Active Power Line Conditioning: A New Approach to Power Quality [July-August '93, page 10]

Pettersson, Harry —Fiskars Power Systems

LAN Power Quality Problem Solutions Require Attention to Grounding and Transients [September-October '91, page 20]

Porter, Greg —Public Service Indiana

Health Care Industry Battles a New Ailment "Power Quality" [March-April '91, page 8]

Porter, Greg —Public Service Indiana

Adjustable-Speed Drives in the Process Industry -Workhorse or Achilles Heel? [May-June '91, page

Porter, Greg —Public Service Indiana

Look Beyond Waveforms for Power Quality Solutions [Premier I '90, page 44]

Porter, Greg —Public Service Indiana

Tiptoe Through the Mine Field [Premier IV '90, page 286]

Porter, Greg —Public Service Indiana

Power Electronics: Common Denominator Between Power Quality and Demand Side Management [January-February '93, page 24]

Porter, Greg —Public Service Indiana

The Retail Industry Depends on Quality Power [Premier II '90, page 109]

Posma, Bonne —Saftronics

Energy-Saving Variable-Speed Drives Provide Fast Payback [April-June '92, page 14]

Posma, Bonne —Saftronics

Variable-Frequency Motor Starters Cut Emergency Generator Loading and Costs [Premier III '90, page 190]

Price, Kenneth —Dranetz Technologies, Inc.

Coping With Harmonics [Premier II '90, page 128]

Richman, P. —KeyTek Instrument Corp.

Simulating Power Line Dips and Interruptions [November-December '92, page 18]

Robbins, Robert —Acran, Inc.

Battery Room Disaster Avoidance, Mitigation and Recovery [September-October '92, page 40]

Robbins, Robert —Acran, Inc.

Codes Update for Battery Rooms [July-August '95, page 22]

Roberts, Brad —Statordyne Corporation

Synchronous Motor Generator Enhances Power Quality [January-February '93, page 24]

Roussel, Dominique —Technology Applications Group

Mobile Telecommunications Power Requirements – New End-User Demands [May-June '95, page 57]

Russell, Michael J. —Philips Medical Systems

Cardiovascular Imaging Equipment Requires Emergency Power [January-March '92, page 8]

Russell, Michael J. —Philips Medical Systems

Wrong Prognoses Aggravate Medical Imaging Problems [March-April '91, page 33]

Russell, Michael J. —Philips Medical Systems

Medical Imaging Systems Need Special Care Too [March-April '91, page 36]

Rutledge, W. T. —Reserve Energy Systems

What's Wrong With Lead Acid Batteries [January-February '95, page 41]

Savarese, Joe —S.B.P. Industries

Diesel Fuel Storage and Handling [September-October '93, page 64]

Schelling, Troy —PDI

Harmonic Reduction With Phase-Shifted Transformers [March-April '95, page 26]

Schmidt, Heribert —Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme

CHarge EQualizer: The Solution to an Old Battery Problem [July-August '93, page 46]

Schwartzberg, J.W. —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Shariff, Masood A. —AT&T Bell Laboratories

Avoiding Telecommunications Infrastructure Disasters [July-August '93, page 38]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

Controlling Electromagnetic Fields Aids Electronic System Performance [July-August '94, page 87]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

Begin the Process of Controlling High Frequency AC Coupled Interference [March-April '94 page 30]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

Use Derating and K-Factor Calculations Carefully [March-April '94 page 36]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

Recognizing Site and Equipment Interaction Problems [September-October '93, page 14]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

How Does Your UPS Stack UP? [January-February '94, page 6]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

The "Real World" of Data Lines Revisited [January-February '94, page 39]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

Power Factor, Harmonics and Harmonic Filters [September-October '94, page 30]

Shroff, Jay R. —AT&T Energy Systems

Round Cell Batteries In Telecom and UPS Applications [September-October '91, page 10]

Shumaker, Lyne M. —Global Atmospherics, Inc

Thunderstorm Sensing For Uninterrupted Up-Time [September-October 1995, page 44]

Sieberg, Michael —Kato Engineering

Generators and UPS - Good News, Bad News [March-April '94 page 6]

Siedle, Christoph —Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme

CHarge Equalizer: The Solution to an Old Battery Problem [July-August '93, page 46]

Smith, Ron —General Motors Corporation

General Motors Deals With Power Quality Problems [Premier I '90, page 10]

Sorenson, Don —Alpha Technologies

A New Broadband Powering Paradigm [September-October '94, page 18]

Srinivasan, Krishnaswamy —IREQ Hydro Quebec

How Much Harmonics Is Your Responsibility? [July-August '95, page 62]

Stangler, Jeff —Generac Corporation

Standby Generator Technology [May-June '95, page 48]

Steinhoff, Hans —Joslyn Electronic Systems Co.

You Can Parallel MOVs...If You Take Precautions [May-June '91, page 39]

Stephenson, Victor —Virginia Electric & Power Company

Hardboard Facility Solves Shutdowns Caused by Capacitors [May-June '91, page 43]

Stonely, Bruce —EFI

SNMP and UPS in Network Power Management [November-December '93, page 16]

Stringfellow, Michael —PowerCET

Lightning [September-October 1995, page 16]

Stringfellow, Michael F. —EFI

Lightning and Surge Protection for Commercial and Industrial Facilities [March-April '94 page 28]

Stringfellow, Michael F. —EFI

Lightning and Surge Protection for Commercial and Industrial Facilities Part II: Lightning and How It Strikes [May-June '94, page 40]

Stringfellow, Michael F. —PowerCET Corporation

Lightning and Surge Protection for Commercial and Industrial Facilities – Part III: The Transient Problem [July-August '94, page 81]

Suntio, Teuvo —Fiskars Power Systems, Espoo, Helsinki, Finland

Battery System Reliability and Availability Determine UPS Performance [Premier IV '90, page 234]

Swanson, Keith —Joslyn Electronic Systems Corporation

Current and Future Surge Protection Technology [September-October 1995, page 51]

Thiele, Tom N. —Best Power Technology

Engine-Driven, Regulated DC Source Extends Critical Load Runtime [April-June '92, page 56]

Thomas, John R. —Proxima Power Products, Computer Accessories Corporation

Using Shutdown Software to Prevent Data Loss [Premier V '90, page 330]

Toth, Richard —Sacramento Utility District

Thermography: The Predictive Maintenance Tool [July-August '95, page 73]

Ver Mulm, Dennis —POWERVER

Safe Healthcare Requires Healthy Power [May-June '95, page 38]

Vigerstol, Ole —SAFT NIFE, Inc.

Optimize UPS End-of-Discharge Battery Voltage to Improve Performance [September-October '91, page 25]

Waggoner, Ray —ENTEG Systems, Inc.

Step Right Up to the Great UPS Crapshoot! [Premier III '90, page 214]

Waller, Mark —Waller Group

The Dumb Building of the Future [Premier I '90, page 70]

Waller, Mark —Waller Group

Grounding - Part I Basic Principles [Premier III '90, page 201]

Waller, Mark —Waller Group

Grounding - Part II: The Potential for Ground Loops [Premier IV '90, page 269]

Ward, Daniel —Virginia Electric & Power Company

Hardboard Facility Solves Shutdowns Caused by Capacitors [May-June '91, page 43]

Waterman, Craig —BMI (Basic Measuring Instruments)

Medical Facility Power Quality Problems Can Be Deadly [Premier II '90, page 82]

Weiss, Ed —Prime Computer

Isolation Transformer-TVSS Approach Enhances Computer Site Power Quality [Premier V '90, page 312]

White, John M. —Behlman Electronics, Inc

IEC Standards Testing [September-October 1995, page 36]

Wiltsch, F. W. —General Electric

Implementation of Uninterruptible Uptime Related Projects [March-April '93, page 49]

Wright, Jeff —S L Waber, Inc.

Using UL Specifications to Select Transient Voltage Surge Suppressors [Premier VI '90, page 402]

Yakulis, Sam C. —Georator Corporation

Resonant Energy Storage Device Eliminates Harmonics [April-June '92, page 65]

Yost, Roger —Yost/Grube/Hall/Johnson Architecture

Bank Operations Center Designed for Uptime, Flexibility, Reliability [January-February '93, page 6]

Zechmeister, Jerry —Automated Power Technologies

Protecting PCs on the Factory Floor [September-October 1995, page 10]

Van der Merwe, David —Saftronics

Energy-Saving Variable-Speed Drives Provide Fast Payback [April-June '92, page 14]

Anexos	Cap. 1
Guía Rápida para el Diagnóstico de las Instalaciones	Pág. 2/8

En la Tabla siguiente se resumen las diferentes categorías de problemas, sus causas probables y los equipos de Acondicionamiento de Línea que habitualmente se emplean para solucionarlos.

Tipo de perturbación	Forma de ponerla en evidencia	Causas típicas	Soluciones típicas
Transitorios de Impulso	Magnitud pico, Tiempo de elevación y Duración.	Iluminación, Descargas electrostáticas, Conmutación de cargas	Supresores de picos, Filtros, Transformadores de Aislación.
Transitorios Oscilatorios	Forma de onda, Magnitud pico, Componentes de Frecuencia	Conmutación de líneas, Conmutación de capacitores, Cargas conmutadas	Supresores de Picos, Filtros, Transformadores de aislamiento.
Picos de tensión (sags) y Valles de tensión (swells)	Valor RMS vs. tiempo, Magnitud, duración	Fallas de sistemas remotos	Transformadores Ferroresonantes, UPS's, generadores de respaldo
Interrupciones	Duración	Sistemas de protección (interruptores, fusibles), Mantenimiento	Tecnologías de almacenamiento de energía, UPS's, generadores de respaldo
Baja Tensiones y Sobre Tensiones	Valor RMS vs. tiempo, Estadísticas	Arranque de motores, variaciones de cargas	Reguladores de Tensión, Transformadores Ferroresonantes
Distorsiones Armónicas	Espectro Armónico, Distorsión Armónica total, Estadísticas	Cargas no lineales, Sistemas resonantes	Filtros (activos y pasivos), Transformadores Ferroresonantes
Flicker de tensión	Variaciones de magnitud, frecuencia de ocurrencia, Modulación de frecuencia	Cargas intermitentes, arranques de motores, hornos de arco	Sistemas estáticos de variación

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)

Anexos	Cap. 1
Caso de ejemplo N° 1	Pág. 3/8

Ambiente

Edificio de oficinas con personal, computadoras, copiadoras y otros equipos eléctricos de oficina alimentados por sistema trifásico.

Problema

Los ingenieros de la instalación sufrían reiteradas fallas en los equipos de distribución eléctrica. Los transformadores de distribución se sobrecalentaban y fallaban, las protecciones saltaban y los conectores eléctricos se fundían. Todos estos problemas son característicos de situaciones de sobrecargas.

Por lo tanto, las mediciones iniciales de corrientes de fase usando amperímetros RMS verdaderos mostraban corrientes de 257 a 298 Ampere. Estos valores no exceden los valores especificados de los equipos

Mediciones

El problema comenzó a manifestarse cuando se midieron las corrientes en el neutro común. Este presentaba valores de 229 Ampere, muy cercanos a las corrientes de fase, aún cuando las mismas estaban balanceadas.

Se realizaron análisis adicionales empleando un monitor de potencia (Fig. 7.1). La onda de corriente de la fase A mostraba una forma no sinusoidal, típicamente debida a corrientes armónicas originadas en equipos de alimentación de potencia habitualmente empleados para automatización de oficinas (cargas no lineales).

Las corrientes pico eran de 475 Ampere, pero si la forma de onda hubiera sido sinusoidal la corriente pico sería sólo de 363 ampere. Como se ve en la Fig. 7.2 la distorsión armónica total es de alrededor del 32%, de las cuales la tercera armónica contribuye con el 31%.

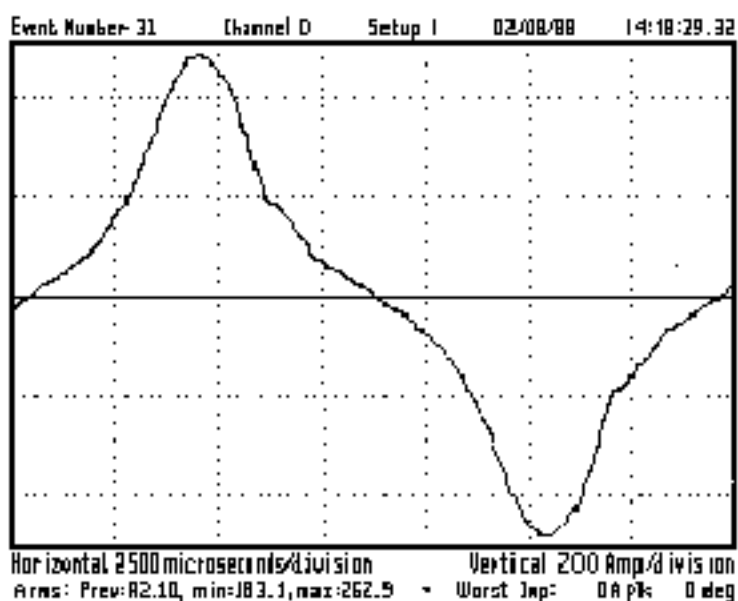


Fig. 7.1 - Corriente de fase A de forma no sinusoidal debido a cargas no lineales

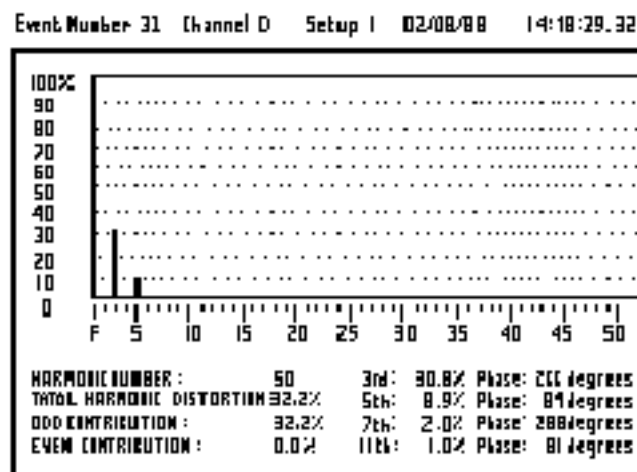


Fig. 7.2 - El ploteo de la fase A muestra un elevado contenido de terceras armónicas

Cuando las corrientes de fase se distorsionan de esta forma, no ocurre la normal cancelación de las tres fases que resulta en una corriente de neutro cercana a cero. Las ondas armónicas producidas a 180 Hz, 300 Hz y mayores frecuencias en los conductores de fase resulta en importantes corrientes transportadas por el neutro, predominantemente a 180 Hz. Ello se observa en la Fig. 7.3.

El efecto sobre los cables de la instalación es la sobrecarga de corriente del neutro, más allá de su capacidad. En casos severos excede las corrientes de fase. Estas corrientes de alta frecuencia pueden hacer fallar a los transformadores y otros dispositivos diseñados para trabajar a 60 Hz. (se trata de un caso de instalación en USA).

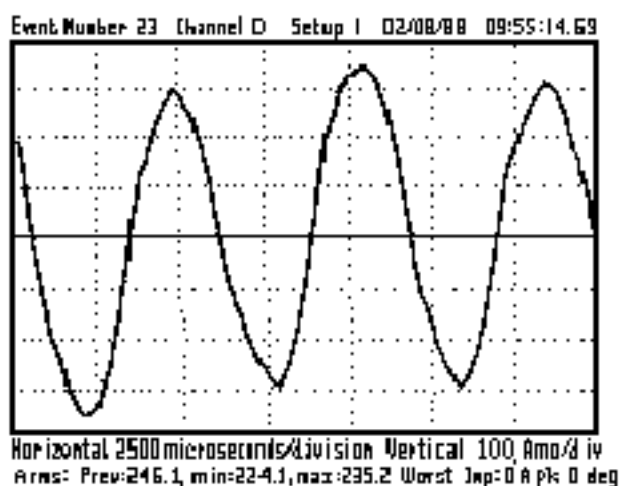


Fig. 7.3 - La forma de onda de la corriente en el neutro común muestra predominancia de 180 Hz (para frecuencia fundamental de 60 Hz)

Soluciones

El problema puede ser controlado rápidamente incrementando la sección del conductor neutro y cambiando la escala del transformador en un valor más razonable del 60%.

menú

índice

1

2

3

4

5

6

7

8

Síntomas

Los televisores, teléfonos y computadores se dañaban durante las tormentas.

Problemas

Puestas a tierra inadecuadas. Diferencias en el potencial de tierra (los equipos sensitivos tienen múltiples referencias de tierra que no están enlazadas)

Soluciones

Unir las tierras de las líneas telefónicas, CATV, etc. al electrodo de tierra de potencia

La Figura 7.4 muestra tres configuraciones que se emplean habitualmente.

- La primera muestra una puesta a tierra incorrecta.
- La central es correcta, pero no es la más adecuada. Las tierras de potencia, teléfono y CATV están conectadas con una jabalina.
- El esquema de la derecha es el correcto y el preferido, con las tierras de referencia de potencia y comunicaciones referenciadas al sistema de tierra con un conductor de muy pequeña longitud.

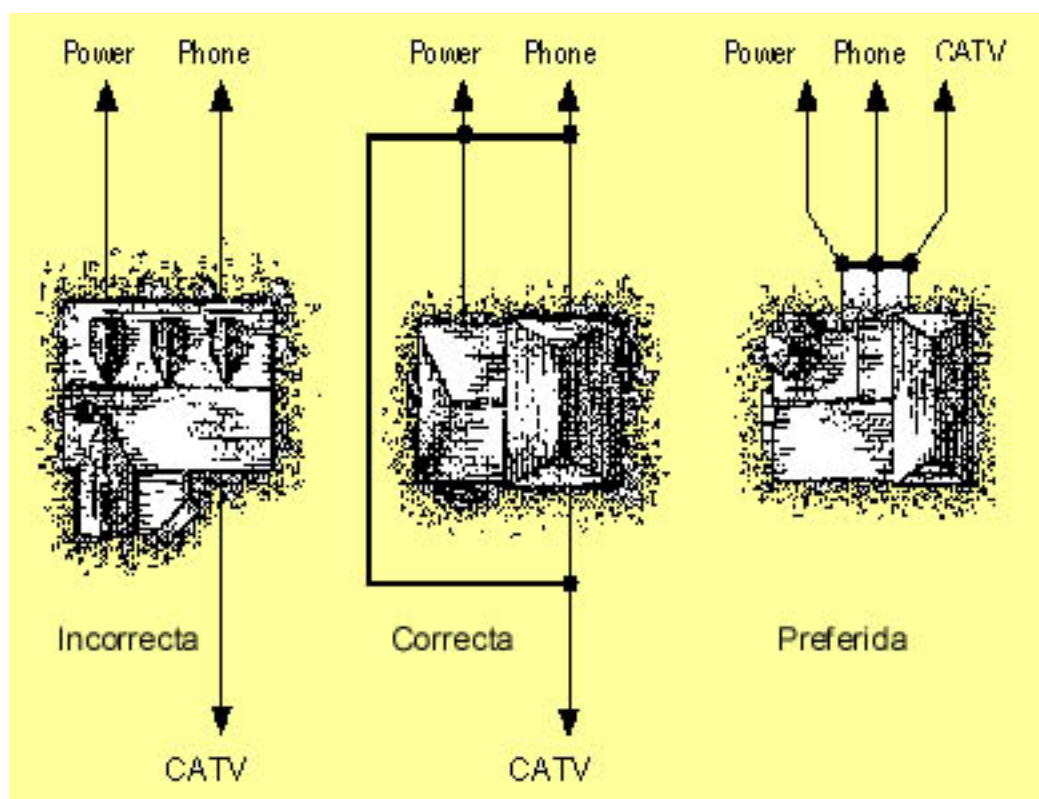


Figura 7.4: Configuraciones de tierras para edificios residenciales

Anexos	Cap. 1
Caso de ejemplo n° 3	Pág. 5/8

Ambiente

Edificio de hospital.

Problema

Los controladores de un equipo Volumen de Aire Variable (VAV), recién instalado, daban respuestas erróneas cuando misteriosos picos de corriente aparecían en el sistema eléctrico.

Mediciones

Para analizar el sitio se empleó un analizador de disturbios en la entrada de la línea. En un período de 2,5 semanas se notaron solo cuatro incidentes de aumento de tensión, y de solo 2 a 3% por encima de las tolerancias (Figura 7.5). Ello no garantizaba el funcionamiento del dispositivo de acondicionamiento de potencia

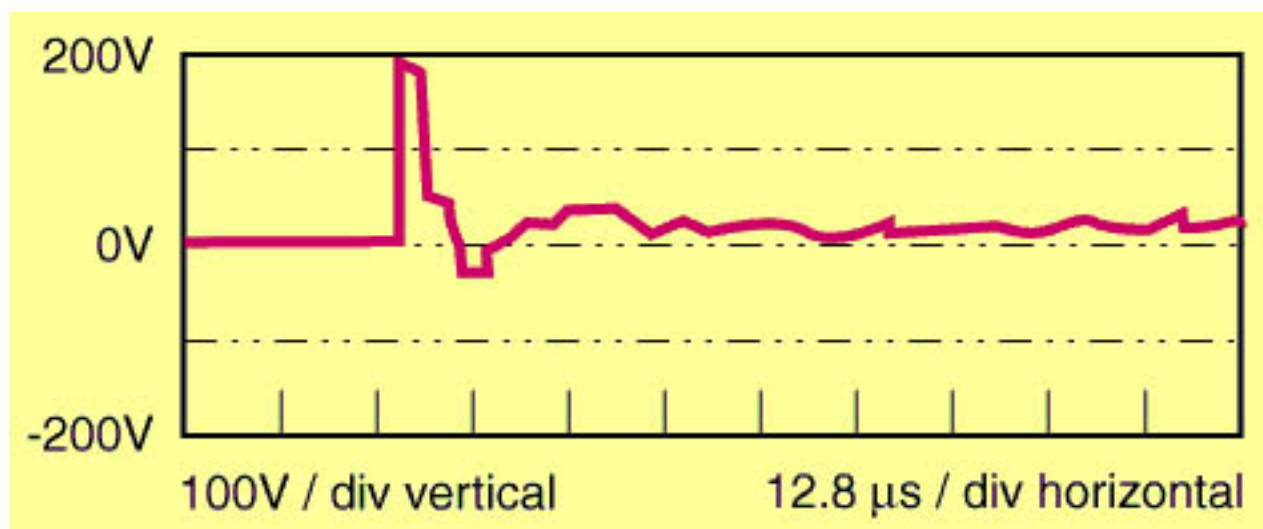


Figura 7.5

Lo primero que se notó fue la escala, no eran segundos ni milisegundos sino microsegundos. Estábamos viendo 128 microsegundos, es decir un octavo de milisegundo.

Lo segundo que se notó (Figura 7.6) fue que el frente de onda del "pico" de tensión crecía y decaía en forma vertical. Con el análisis anterior de la traza era obvia la imposibilidad de que la energía representada por el pico hubiera viajado cualquier distancia.

Si ello hubiera ocurrido, la forma de onda sería mas parecida a la de la figura siguiente (línea punteada) debido al tiempo necesario para la transmisión del disturbio.

Ello significa que el problema no es de la distribuidora sino de un punto cercano dentro de la instalación.

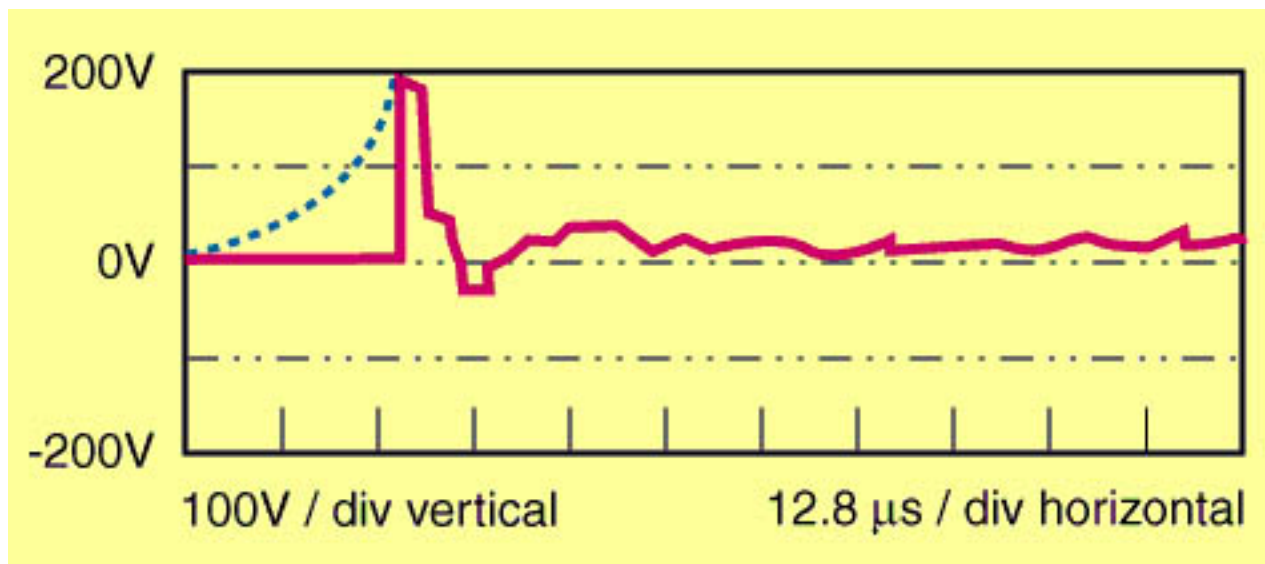


Figura 7.6

Investigaciones posteriores demostraron la presencia de arcos en la conexión de un motor de uno de los ascensores del hospital.

Soluciones

Para proteger los VAV's se recomendó, además de la reparación del ascensor, el empleo de reactores en línea en la cabecera de los VAV's para prevenir cualquier disturbio de alta velocidad.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)

Anexos	Cap. 1
Caso de ejemplo n° 4	Pág. 6/8

Ambiente

Aeropuerto moderno con mas de 30000 motores manejando los diferentes sistemas (calefacción, aire acondicionado, equipaje, etc.).

Problema

Durante la puesta en marcha los electricistas encontraron más de 30 fallas por día.

Los motores giraban en sentido contrario o con movimientos caóticos, o simplemente echaban humo sin siquiera moverse.

Soluciones

La instalación de filtros de armónicos no resolvió el problema. Un correcto sistema de puesta a tierra le permitió a los filtros trabajar adecuadamente.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

Anexos	Cap. 1
Preguntas Frecuentes sobre Transitorios	Pág. 7/8

Que es un Transitorio de Sobre Tensión?

Un Transitorio Eléctrico es un exceso temporario de tensión y/o corriente en un circuito eléctrico que ha sufrido una perturbación. Los Transitorios son eventos de corta duración, con duraciones típicas de unos pocos milisegundos hasta millonésimas de segundos (nanosegundos). Se pueden encontrar en todo tipo de circuitos eléctricos, de datos y de comunicaciones.

Cuales son las causas de un transitorio eléctrico?

El simple acto de encender (o apagar) una luz, un motor, una fotocopiadora u otro dispositivo eléctrico puede provocar una perturbación en los circuitos eléctricos, creando un transitorio. En general, todas las cargas importantes producen disturbios cuando se encienden o apagan. Existen estudios que demuestran que la mayor parte de los transitorios (alrededor del 80%) se generan dentro de una instalación.

Las descargas atmosféricas entre nube y nube son capaces de crear campos eléctricos intensos, del orden de decenas de miles de volt por metro. Un cable de dos metros de longitud (de potencia o de señales) expuesto a un campo eléctrico intenso de 300 volt por metro puede desarrollar un transitorio inducido de 600 volt (2 metros X 300 volt/metro = 600 volt). Si este Transitorio de 600 volt aparece a través de una línea sin protección de potencia, teléfono, datos, o coaxial, el resultado puede ser la destrucción del sistema.

Se debe proteger el tablero principal, los seccionales o ambos?

Se deben proteger los dos, considerando que siempre se requiere un mínimo absoluto de dos niveles de protección. En el tablero principal se debe colocar el primero de ellos, que proporciona la primera línea de defensa contra los transitorios externos.

Estos transitorios generados externamente incluyen a los causados por tormentas, por problemas en las líneas exteriores de distribución y por ruidos eléctricos cercanos.

Las unidades para tableros seccionales manejan los picos remanentes que pueden permanecer luego de que un evento masivo haya superado el tablero principal. Adicionalmente, los protectores de tableros seccionales, previenen transitorios debidos a la contaminación cruzada entre varios circuitos o entre varias cargas.

También se pueden colocar equipos de protección individuales en los puntos de uso (siempre considerando la protección AC y de señales), que protegen de la actividad de transitorios en el mismo circuito.

Que es la Tensión Remanente (Let – Through voltaje)?

La Tensión Remanente del transitorio (let-through) está definida en la norma UL 1449 como "El máximo pico de tensión ocurrido dentro de los 100 microsegundos después de la aplicación del ensayo de forma de onda." Es decir que hablamos de la máxima amplitud de tensión luego de actuar el supresor de transitorios.

Porqué son importantes las normas como las UL?

Porque fijan las condiciones de seguridad para la supresión de transitorios. Por ejemplo, la norma UL 1449 fija un límite a la tensión remanente, constituyendo un ensayo de seguridad para

los equipos. Suelen complementarse con los ensayos de forma de onda (como los de las normas ANSI / IEEE C62.41-1991).

Cual es la vida útil de los Protectores de Sobre Tensiones?

Los productos de mayor renombre tienen una larga vida útil, superior a los 10 años, y una amplia garantía. Por esta razón, podemos decir que los equipos de primera línea tienen confiabilidad y longevidad.

Que medidas de seguridad brindan los equipos disponibles?

La protección que brindan los equipos disponibles en el mercado varían ampliamente según los fabricantes y modelos. Normalmente estos datos se detallan en las hojas técnicas respectivas.

Algunos equipos están diseñados para utilizar solamente componentes que se ajusten a una norma determinada, como ser la UL 1449.

Como puedo proteger grandes motores?

Se pueden proteger de la misma forma que cualquier otro dispositivo o sistema eléctrico. Primero, se debe efectuar un relevamiento del sistema eléctrico para determinar sus características (tensión, corriente, número de fases, número de conductores, configuración estrella o triángulo, etc.). Segundo, los puntos de entrada o puntos de generación de transitorios, tales como descargas atmosféricas y / o grandes dispositivos inductivos o capacitivos.

menú

índice

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

Anexos	Cap. 1
Referencias sobre Calidad de la Energía	Pág. 8/8

APC, APC —American Power Conversion
Intersystem Ground Noise [July-August '95, page 34]

Abi-Samra, Nicholas —Westinghouse Electric Corp.
Active Power Line Conditioning: A New Approach to Power Quality [July-August '93, page 10]

Allen, Arnie —BOLDER Technologies Corporation
TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Allina, Edward —Meter Treater Inc.
Beware of Paralleled MOVs [Premier VI '90, page 410]

Allina, Edward —Meter-Treater Inc.
Facility Surge Protection [Premier I '90, page 49]

Andres, Charlotte —Power Solutions & Applications
Understanding Grounding Contamination [July-August '95, page 10]

Atkins, Ted W. —Baldor Electric Company
Questionable National Energy Bill Would Impact Motor Manufacturers and Users
[November-December '91, page 54]

Atkins, Ted W. —Baldor Electric Company
Voltage Ring-Up Wear and Tear on Electric Motors by Inverters [September-October 1995, page 26]

Baxter, Les A. —AT&T Bell Laboratories
Avoiding Telecommunications Infrastructure Disasters [July-August '93, page 38]

Bell, David A. —EFI Electronics Corporation
The Day of the Systems Integrator Has Arrived [September-October '92, page 158]

Bey, Larry —Onan Corporation
AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems [April-June '92, page 68]

Bey, Larry —Onan Corporation
AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems - Part II Ground Fault Protection
[July-August '92, page 22]

Bird, Anthony O. —Atlantic Scientific Corporation
Strategic Application of Surge Protection Devices Enhances Facility Power Quality [July-August '94, page 7]

Bowes, Kenneth B. —Northeast Utilities
Effects of Power Line Disturbances on Electronic Products [Premier V '90, page 296]

Boxleitner, W. —KeyTek Instrument Corp.
Simulating Power Line Dips and Interrupts [November-December '92, page 18]

Boyd, Michael —Current Technology, Inc.
Powering and Protecting the Modern Facility [January-February '95, page 56]

Boyd, Michael —Current Technology, Inc.
Powering and Protecting the Modern Facility [January-February '95, page 56]

Brill, Ken —Computersite Engineering
UPS Starts With a "B" [January-February '91, page 54]

Brittain, Ron —Fluke Corporation

Rail System Engineers Analyze System Noise [July-August '95, page 70]

Brittain, Ron —Fluke Corporation

Engineer Proves That AC and DC Don't Mix [May-June '95, page 41]

Brown, Eugene —Behlman

Cutting Harmonics: More Phases Are Better [July-August '91, page 54]

Buck, Cris W. —EFI Electronics Corporation

Open-Architecture LAN Power Management [March-April '95, page 14]

Buckley, William —Crystal Semiconductor

An Introduction to Technical Subcommittee T1E1 "Interfaces, Power and Protection of Networks" [May-June '94, page 24]

Burleigh, Roger S. —Current Technology, Inc.

A Master Plan to Meet the Challenges of Integrated Building Design Protection [January-March '92, page 39]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

New Measurement Techniques Promote TeleComputer Reliability [January-February '93, page 36]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

Market Forces Influence Telecomputer Reliability Costs [July-August '92, page 39]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

Electromagnetic Compatibility Impacts TeleComputer Marketing [September-October '92, page 23]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

New Rule! Telecom Reliability Means Marketing [July-August '92, page 40]

Bush, William —PQAM Telecom Advisory Board

The Marketing of Telecomputer Electromagnetic Compatibility - Part 1: Grounding Site Power Systems and Distribution for EMC [September-October '92, page 24]

Bush, William —Telecom Reliability Services

An Introduction to Technical Subcommittee T1E1 "Interfaces, Power and Protection of Networks" [May-June '94, page 24]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Telecom System Fundamentals [November-December '91, page 30]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Understanding the Proliferation of Power, Grounding and Protection Standards [January-February '94, page 53]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Systems (In)Compatibility in the Network [March-April '94 page 44]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Telecom System Electrical Reliability Requires Planning - Part I: The Public Telephone Network Approach [January-March '92, page 24]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Infrastructure Problems Create Infostructure Disasters [April-June '92, page 34]

Bush, William —Telecom Reliability Services

Telecom System Electrical Reliability Requires Planning - Part II: Standardizing the Equipment and Site Ambient [April-June '92, page 48]

Byerley, Leon —Global Atmospheric, Inc

Thunderstorm Sensing For Uninterrupted Up-Time [September-October 1995, page 44]

Byrne, J. Allen —System Engineering International, Inc.

Tomorrow's TeleComputer Network: The Powering Challenge [July-August '94, page 18]

Cannon, Stanley —Cannon Load Banks, Inc.

Load Banks Keep Emergency Standby Generators Honest [March-April '94 page 34]

Cantwell, Edward C. —ECOS Electronics Corporation

The Proper Use of Disturbance Analyzers in Site Surveys - Part I [Premier I '90, page 39]

Cantwell, Edward C. —ECOS Electronics Corporation

The Proper Use of Disturbance Analyzers in Site Surveys - Part II [Premier II '90, page 119]

Carosella, Gino —Stentor Resource Center

The Never-Ending Pursuit of Float Voltage Uniformity in Stationary Reserve Battery Plants [January-February '95, page 42]

Chapman, Ron —Advanced Protection Technologies

TVSS Clamping Voltage: A Closer Look [Premier VI '90, page 400]

Chavoustie, David M. —Carolina Power & Light

Selective Power Conditioning Keeps Plant Operating [July-August '94, page 76]

Chmura, Michael A. —Mitsubishi Electronics of America, Inc.

Determining Value in a UPS System [March-April '95, page 45]

Clark, O. Melville —General Semiconductor Industries Inc.

Data I/O Ports: Your Computer's Achilles Heel [Premier II '90, page 94]

Clark, O. Melville —General Semiconductor Industries Inc.

Multilocation Surge Protection for Commercial and Industrial Environments [Premier VI '90, page 380]

Clarke, Patrick —Clarke Associates

Telecom Power Quality Guidelines [September-October '91, page 38]

Clarke, Patrick —PQAM Advisory Board

New Telecomputer Challenges Require Dialogue Between Battery Users and Makers [January-February '95, page 34]

Clemmensen, Jane M. —Collective Intelligence

New Tools for Site Surveys: Power Disturbance Monitors and Expert - System Software [May-June '91, page 26]

Clemmensen, Jane M. —Collective Intelligence

EMF: A Real or Imagined Problem? [Premier V '90, page 370]

Coffin, Michael J. —G.J. Yamas, Inc.

Energy-Saving Variable-Speed Drives Provide Fast Payback [April-June '92, page 14]

Conrad, Larry —PSI Energy

Improving Voltage Dip Survivability of ASDs [Premier V '90, page 325]

Cool, John K. —Community Electrical Design, Inc.

Electrocution and the Human Body [July-August '94, page 84]

Cote, Roger W. —Einhorn Yaffee Prescott

Isolating the Impacts of Single-Point Failures In a Data Center [September-October '93, page 56]

Cote, Roger W. —Joseph R. Loring & Associates

New Year's Eve on the Information Highway [November-December '94, page 16]

Curlett, John —Consultant

Design and Performance of Harmonic Filters [Premier VI '90, page 414]

Cyberex, Cyberex —Cyberex

Static Transfer Switch Part II: Design and Testing [September-October '94, page 39]

Daish, Michael —Reliable Power Meters

New Technology Provides Broad Power Measurement Capability [September-October '93, page 49]

Darrelmann, H. —Anton Piller GmbH & Co., Germany

Compact, Rotary UPS Combines Motor and Generator [January-February '91, page 29]

Davis, Sam —Power Quality Magazine

Electronic Solutions to Improving Power Factor and Reducing Harmonics [Premier V '90, page 320]

Davis, Sam —Power Quality Magazine

Personal Computing Goes UPS [Premier I '90, page 26]

De Angelo, John —Power Service Concepts

UPS Starts With a "B" [January-February '91, page 54]

DeCoster, Dennis P. —IPS/TIMA Engineering

A Cure for Excessive Cycling Damage to UPS Batteries [Premier IV '90, page 258]

DeDoncker, R.W., —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

DeMartini, Gayly, —PANAMAX

Power and Signal Line Protection [September-October 1995, page 42]

DeWinkel, Carel C. —Superconductivity, Inc.

Superconducting Magnet Energy Storage System Provides Continuous Power to Megawatt Loads [September-October '93, page 59]

Delans, Darwin —C&D Charter Power Systems

Intelligent UPS Battery Selection [September-October '92, page 10]

Dellorto, George E. —Evanston Township High School

Co-Generation Increasing Reliability, Reducing Costs [March-April '95, page 48]

Devereux, Tony —ZM Communications

Deregulation – The United Kingdom Outlook [May-June '95, page 59]

Dhooge, Ted —Panamax Corp.

Beware of Paralleled MOVs [Premier VI '90, page 410]

Diaz, Henry —MCI Telecommunications

Power Quality Analysis at MCI [March-April '95, page 40]

Donnelly, R. Patrick —Northrop Grumman Corporation

A Dynamic UPS Solution [May-June '95, page 10]

Dorr, Douglas S. —National Power Laboratory

Power Interruption Study Discloses Frequency and Impact [November-December '92, page 8]

Eernisse, Jim —Wood/Aarbinger, Inc.

Bank Operations Center Designed for Uptime, Flexibility, Reliability [January-February '93, page 6]

Elder, Kenneth —Kenick, Inc.

Overlooked But Important - UPS Efficiency [Premier IV '90, page 224]

Ellison, Jeff —Square D

Power Monitoring Systems Improve Power Quality Analysis [November-December '91, page 8]

Elson, Robert E. —Kirkwood Dynalectric Corporation

A Dynamic UPS Solution [May-June '95, page 10]

Epstein, Barry —Current Technology, Inc.

A Master Plan Approach To Improving LAN Electrical Reliability - Part I: LAN Basics [March-April '93, page 6]

Epstein, Barry —Current Technology, Inc.

A Master Plan Approach To Improving LAN Electrical Reliability - Part II: The LAN Port and Master Plan Solution [May-June '93, page 38]

Eudy, W.T., —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Feder, David O. —Electrochemical Energy Storage Systems, Inc.

The Never-Ending Pursuit of Float Voltage Uniformity in Stationary Reserve Battery Plants [January-February '95, page 42]

Ferraro, Ralph J. —Tennessee Center for Research & Development

Electric Service Compatibility: Dealing With Realities [Premier III '90, page 154]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Insurance coverage for Latent Injury Claims – EMF Litigation [September-October 1995, page 33]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

British High Court Rejects Attempt To Force Regulation of EMF [July-August '95, page 80]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Punitive Damages – What's Behind All the Commotion? [July-August '95, page 75]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Defective Power: Is It a Product Liability Issue? [May-June '95, page 55]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

The Essential Connection Between Loss Prevention and Liability [March-April '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Emerging Insurance Coverage Issues in the Electric Power Industry [January-February '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Legal Update; Duty to Warn [November-December '94, page 21]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Emerging Insurance Coverage Issues in the Electric Power Industry [January-February '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

The Essential Connection Between Loss Prevention and Liability [March-April '95, page 8]

Fleishman, Barry —Anderson Kill Olick & Oshinsky

Defective Power: Is it a Product Liability Issue? [May-June '95, page 55]

Foerster, Andrew —Power Logic Business, Square D Company

Power Quality Information Systems [Stephen W. McCluer, EPE Technologies, Inc.]

Freedman, Alan —Bankers Trust Company

Bankers Trust Company Banks on Utility Power Backup System [January-February '91, page 38]

Freund, Arthur —Consulting Editor

Closed Transition Transfer [Premier III '90, page 184]

Geist, Tom —Best Power Technology

Engine-Driven DC Power System For Extended Runtimes [January-February '95, page 66]

Gillow, Ed —Teledyne Inet

Shipboard Electrical Systems Require Survivability and Power Quality [July-August '91, page 22]

Ginsburg, Ed —Task Force Solutions

Future Power Shower: Nursing Homes at Risk [Premier II '90, page 142]

Grainger, Lance G. —SNC Inc.

Limiting Variable Frequency Drive Harmonics [Premier II '90, page 114]

Gravelly, Michael —USAF PCCIE Materiel Group

Air Force Micro-SMES Program Demonstrates Successful Application of the Dual Use Initiative
[January-February '95, page 28]

Grebe, Thomas —Electrotek Concepts, Inc.

Why Power Factor Correction Capacitors May Upset Adjustable Speed Drives [May-June '91, page 17]

Gross, Peter —PRK Associates

Effective Data Center Operation Depends on Power Quality Support [January-February '91, page 8]

Gross, Peter —PRK Associates

Design and Performance of Harmonic Filters [Premier VI '90, page 414]

Gruzs, Thomas M. —Liebert Corporation

The How's and Why's of Isolated Grounding [March-April '95, page 59]

Gruzs, Thomas M. —Liebert Corporation

An Overview of Power Conditioning Technologies: Part I-Power Enhancement [Premier VI '90, page 391]

Gruzs, Thomas M. —Liebert Corporation

An Overview of Power Conditioning Technologies: Part II-Power Synthesizers [January-February '91, page 24]

Hall, Dave —Wisconsin Electric Power Company

Clean Air, Dirty Power: The Case of the Two-Timing Clock [September-October '92, page 18]

Halmbacher, Gary —MagneTek

Electronic Bus Transfer Switch Connects High-Power Asynchronous Loads in Less Than 50 Microseconds [November-December '91, page 38]

Hanley, J. —AT&T Real Estate

Integration of Purpose in the Data Center Support Environments [May-June '93, page 28]

Hansell, Charles D. —Charles D. Hansell Consultants Inc.

The MiniFortress Concept for Surge Protection [September-October '92, page 37]

Harvey, Jeff —Portland General Energy Systems

Computer System Case Study Reveals the Need for Better Power Design and Construction Practices
[January-February '91, page 34]

Harvey, Jeff —Portland General Energy Systems

Purchasing and Installing Mitigation Equipment: The Rest of the Story [March-April '93, page 54]

Harvey, Jeff —Portland General Energy Systems

System Engineering Avoids Electrical Disasters [July-August '93, page 15]

Hashim, Amid —The Wiremold Company

Running Power and Data Lines In Close Proximity [July-August '95, page 53]

Heaton, Jim —Oracle, Inc.

Expanded Use of Computer/Electronic Systems Requires Greater Attention to Power Quality
[January-March '93, page 58]

Heytow, Andrew —Amalgamated Bank of Chicago

Rental Gen Sets Power Bank During Chicago Flood. [July-August '92, page 12]

Hirai, Toshio —Yuasa Battery (America), Inc.

Batteries Must Be Included [Premier I '90, page 36]

Hoevenaars, Tony —Celestica, Inc.

Static Transfer Switch - Part I: Application and Installation [July-August '94, page 66]

Houdek, John A. —MTE Corporation

Reactors Provide A Low-Cost Solution to Inverter/Drive Power Quality [September-October '91, page 27]

Hughes, Ron —California Data Center Design Group

The Top Ten Ways To Keep Your Data Center Online [July-August '95, page 44]

Hunter, Patrick L. —UNIPOWER Corporation

The Battery Backup Switcher as an Alternative to the UPS [March-April '95, page 29]

Ittner, David D. —Liebert Corporation, CS&S

Selecting and Maintaining UPS Battery Systems [January-February '94, page 19]

Iverson, Jim —Onan Corporation

AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems [April-June '92, page 68]

Iverson, Jim —Onan Corporation

AC Generator Grounding in Emergency and Standby Power Systems - Part II Ground Fault Protection [July-August '92, page 22]

Jacques, Joseph F. —Acran, Inc.

Codes Update for Battery Rooms [July-August '95, page 22]

James, Mark —Asgard Engineering

Protecting PCs on the Factory Floor [September-October 1995, page 10]

Jaske, E. Juhani —FMT Equipment Corporation

Ground Fault Monitoring [May-June '95, page 22]

Johnson, David —Solid State Controls

Industrial and Process Control Systems Have Unique UPS Requirements [April-June '92, page 25]

Johnson, Sam —Beacon Light Products Inc.

New Compact Fluorescent Lamp Design Provides Energy Savings and Improved Power Quality [November-December '91, page 18]

Jonsson, Lennart —Fiskars Power Systems, Akersberga Sweden

Battery System Reliability and Availability Determine UPS Performance [Premier IV '90, page 234]

Juergens, Tristan —BOLDER Technologies Corporation

TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Katzaroff, Paul —PRK Associates

Effective Data Center Operation Depends on Power Quality Support [January-February '91, page 8]

Katzaroff, Paul —PRK Associates

Using Intelligent UPS Systems in the Distributed Processing Environment [May-June '94, page 16]

Kaufman, Harvey —Tel Plus Communications Co.

LAN and PBX Interaction [March-April '93, page 13]

Klein, Jon —Microlinear Corp.

Electronic Solutions to Improving Power Factor and Reducing Harmonics [Premier V '90, page 320]

Knox, Philip M. —Knox, Lemmon, Brady, Anapolsky & Sheridan

Electric Utilities Encounter Legal Issues [January-February '93, page 15]

Koepppe, Paul F. —Superconductivity, Inc.

Superconducting Magnet Energy Storage System Provides Continuous Power to Megawatt Loads [September-October '93, page 59]

Korn, Sebald —General Electric Company

Transient Voltage Protection for the Automated Factory [Premier I '90, page 21]

Kreiss, David G. —Kreiss Johnson Technologies

The CBEMA Chart Needs to Be Revised [September-October 1995, page 59]

Kujala, Anssi —Fiskars Power Systems

LAN Power Quality Problem Solutions Require Attention to Grounding and Transients [September-October '91, page 20]

Kujala, Anssi —Fiskars Power Systems, Espoo, Helsinki, Finland

Battery System Reliability and Availability Determine UPS Performance [Premier IV '90, page 234]

Kusko, Alexander —Failure Analysis Associates

Handling Nonlinear Loads With an Emergency Generator [Premier III '90, page 182]

Laidley, Wendell H. —Zero Surge Inc.

Power Line Protection - A Danger to Network Data Lines [Premier II '90, page 104]

Larkins, Gary —Portland General Energy Systems

Computer System Case Study Reveals the Need for Better Power Design and Construction Practices [January-February '91, page 34]

Lee, Robert H. —R. H. Lee Engineering

Origin and Characteristics of Harmonics Currents-Part I [Premier V '90, page 349]

Lee, Robert H. —R. H. Lee Engineering

Eliminating Harmonic Currents Using Transformers [September-October '91, page 33]

Leventopoulos, Peter —Mesta Electronics, Inc.

UPS Applications in the Healthcare Industry [May-June '95, page 43]

Lewis, Fred A. —MTE Corporation

Reactors Provide A Low-Cost Solution to Inverter/Drive Power Quality [September-October '91, page 27]

Lewis, Pete, —Intermatic Inc.

Transient Voltage Surge Suppression Response Time [September-October 1995, page 56]

Lewis, Warren —Lewis Consulting Services, Inc.

Infrastructure Problems Create Infrastructure Disasters [April-June '92, page 34]

Lewis, Warren H. —Lewis Consulting Services, Inc.

Branch Circuits and Feeders - Shared or Dedicated? - Part I [Premier III '90, page 165]

Lewis, Warren H. —Lewis Consulting Services, Inc.

Branch Circuits and Feeders - Shared or Dedicated? - Part II [Premier IV '90, page 262]

Lewis, Warren H. —Lewis Consulting Services, Inc.

Is There a K-Factor in Your Future? [March-April '91, page 54]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation

Utility Deregulation and Its Opportunities [July-August '95, page 78]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation

The "Real World" of Data Lines [November-December '92, page 12]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation

Beyond Power Quality [January-February '93, page 42]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation

Things to Consider Before Buying Migration Equipment [November-December '93, page 6]

Lonie, Bruce —PowerCET Corporation

Equipment Evaluation and Power Protection Planning Yield Equipment Uptime Rewards [May-June '94, page 6]

Lurch, Henry S. —Power Engineering Associates

Systems Approach Provides Power Problem Solutions [January-March '92, page 20]

Lurch, Henry S. —Power Engineering Associates

Impact of Protecting Facilities to the Revised IEEE C62.41 Standard [April-June '92, page 72]

Maloney, John —PANAMAX

Surge Protection for the Desktop: The Advantage of a Modular Protection Platform [March-April '95, page 21]

Maranto, J.A. —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Marciano, Nathan J. —Prime Paradigm, Inc.

Successful Integration Between Power and Computer Equipment Starts With Dialogue [September-October '93, page 20]

Marsh, Ken —Group Dekko International Research & Development

The Case for the Shared Neutral [November-December '91, page 25]

Mason, Robert S. —Bayboro Consulting Group

TVSS: Lots of Industry Confusion [Premier VI '90, page 426]

McCluer, Stephen —EPE Technologies, Inc.

Supercomputers Need Super Backup [July-August '91, page 10]

McCluer, Stephen —EPE Technologies, Inc.

Generators and UPS - Good News, Bad News [March-April '94 page 6]

McDermott, Jay —Johnson Controls Battery Group Inc.

Backup Battery Reliability & Longevity [May-June '95, page 26]

McEachern, Alex —

Power Quality: What is it worth? [Premier I '90, page 51]

McGranaghan, Mark F. —Electrotek Concepts, Inc.

Adapting Adjustable Speed Drives to the Electrical Environment [Premier I '90, page 32]

McIntosh, Doug —Dart Controls

Software Improves Noise Immunity of Adjustable-Speed Drives [Premier V '90, page 332]

McKinley, Alan D. —Canadian Automated Buildings Association

Upgrading To Intelligent Building Technology [July-August '95, page 37]

McShane, Steve —Midtronics

Conductance Testing Provides an Accurate Measure of Battery Condition [January-February '93, page 37]

Mehta, H. —Silicon Power Networks

Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Meirick, R. P. —Meirick Inc.

The Evolution of Uninterruptible Power Supplies [Premier IV '90, page 224]

Messer, G. John —Exide Electronics

Electrical Power Network Management: A Key to Disaster Avoidance [May-June '93, page 31]

Meyer, Hans —AC Battery Corporation

Providing Continuity to Industrial Processes: Battery Energy Storage [Premier IV '90, page 242]

Middleton, Joe R. —The Mary Imogene Bassett Hospital

Emergency Power —More Than a Power Source [May-June '95, page 15]

Miller, Robert G. —Industry Marketing Specialist, Phoenix Contact Inc.

New Test Waveform Sparks Innovative Lightning Protection Technology [May-June '94, page 44]

Minor, Gil —Engine Division, Caterpillar Inc.

UPS System & Generator Set Considerations [May-June '95, page 29]

Minor, Gil —Engine Division, Caterpillar Inc.

UPS System & Generator Set Considerations [May-June '95, page 29]

Moncrief, W. A. —Consultant

Outlet Testers Save Equipment [March-April '91, page 24]

Monk, Gordon —Net X, Inc.

SNMP and UPS in Network Power Management [November-December '93, page 16]

Moore, Jeff, —Liebert Corporation of North America

Four Classes of Power Protection [July-August '95, page 66]

Morser, Harold —Consultant

An Actuarial Approach to Disaster Avoidance [January-March '92, page 28]

Morser, Harold —Consultant

Managing System Uptime and Planned Obsolescence [May-June '93, page 14]

Mungenast, John E. —Editor in Chief

Engine Generators for the Electronic Age [Premier III '90, page 178]

Murphy, Howard G. —Allen-Bradley

Power Quality Issues With Adjustable-Frequency Drives: Coping With Power Loss and Voltage Transients [May-June '93, page 18]

Nelson, Robert D. —MagneTek, Louis Allis

Synchronous Condensers Improve Power Factor [July-August '92, page 18]

Nelson, Robert F. —BOLDER Technologies Corporation

TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Nelson, Robert F. —BOLDER Technologies Corporation

TMF Technology for VRLA Batteries [March-April '95, page 33]

Nowak, Stewart —Clary Corporation

Poor Power Quality Can Make Your Heart Stop [March-April '91, page 26]

Nowak, Stewart —Clary Corporation

Selecting a UPS [Premier III '90, page 195]

O'Sullivan, George —Abacus Controls, Inc.

Solar Array Controller Optimizes Cogeneration [April-June '92, page 61]

Olson, Gary L. —Onan Corp.

Improving Generator Set and UPS Compatibility Part I: Conventional Wisdom and Associated Problems [March-April '94 page 20]

Olson, Gary L. —Onan Corp.

Improving Generator Set and UPS Compatibility Part II: Frequency and Voltage Variations and Stability [May-June '94, page 32]

Olson, Stephen N. —UPS Systems Inc., Division of Chloride

UPS Rating System Formalizes Purchasing Decisions [July-August '91, page 50]

Osman, Richard H. —Halmar Robicon Group

Adjustable-Speed Drives and Generator Compatibility [September-October '94, page 8]

Oughton, George —Exide Electronics

UPS-Backup Generator Compatibility [January-March '92, page 43]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff
Artificial Intelligence Simplifies Power Quality Analysis [September-October '93, page 25]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff
90-Bed Hospital Immunizes Against Power Quality Diseases [March-April '91, page 15]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff
Ten Budget Saving Tips for Solving Hospital Power Quality Problems [March-April '91, page 30]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff
High Tech In Low Tech Environment Can Be Costly – Does Anyone Care About the Costomer [May-June '91, page 10]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff
Changing Technology Makes Telecommunications More Susceptible to Power Quality Problems [September-October '91, page 54]

PQAM, PQAM —Power Quality Assurance Magazine Staff
Data Processing Facility Support Requires Effective Management of Technological Obsolescence- [July-August '91, page 70]

Paul, Steve —Best Power Technology
Engine-Driven, Regulated DC Source Extends Critical Load Runtime [April-June '92, page 56]

Payne III, Henry E. —Payne Engineering
Electromagnetic Fields From Utility Power Lines [May-June '95, page 60]

Pelant, Barney F. —Barney F. Pelant & Associates
The Worst Disaster in Recent History [April-June '92, page 37]

Petrecca, Richard —Westinghouse Electric Corp.
Active Power Line Conditioning: A New Approach to Power Quality [July-August '93, page 10]

Pettersson, Harry —Fiskars Power Systems
LAN Power Quality Problem Solutions Require Attention to Grounding and Transients [September-October '91, page 20]

Porter, Greg —Public Service Indiana
Health Care Industry Battles a New Ailment "Power Quality" [March-April '91, page 8]

Porter, Greg —Public Service Indiana
Adjustable-Speed Drives in the Process Industry -Workhorse or Achilles Heel? [May-June '91, page 32]

Porter, Greg —Public Service Indiana
Look Beyond Waveforms for Power Quality Solutions [Premier I '90, page 44]

Porter, Greg —Public Service Indiana
Tiptoe Through the Mine Field [Premier IV '90, page 286]

Porter, Greg —Public Service Indiana
Power Electronics: Common Denominator Between Power Quality and Demand Side Management [January-February '93, page 24]

Porter, Greg —Public Service Indiana
The Retail Industry Depends on Quality Power [Premier II '90, page 109]

Posma, Bonne —Saftronics
Energy-Saving Variable-Speed Drives Provide Fast Payback [April-June '92, page 14]

Posma, Bonne —Saftronics
Variable-Frequency Motor Starters Cut Emergency Generator Loading and Costs [Premier III '90, page 190]

Price, Kenneth —Dranetz Technologies, Inc.
Coping With Harmonics [Premier II '90, page 128]

Richman, P. —KeyTek Instrument Corp.
Simulating Power Line Dips and Interruptions [November-December '92, page 18]

Robbins, Robert —Acran, Inc.
Battery Room Disaster Avoidance, Mitigation and Recovery [September-October '92, page 40]

Robbins, Robert —Acran, Inc.
Codes Update for Battery Rooms [July-August '95, page 22]

Roberts, Brad —Statordyne Corporation
Synchronous Motor Generator Enhances Power Quality [January-February '93, page 24]

Roussel, Dominique —Technology Applications Group
Mobile Telecommunications Power Requirements – New End-User Demands [May-June '95, page 57]

Russell, Michael J. —Philips Medical Systems
Cardiovascular Imaging Equipment Requires Emergency Power [January-March '92, page 8]

Russell, Michael J. —Philips Medical Systems
Wrong Prognoses Aggravate Medical Imaging Problems [March-April '91, page 33]

Russell, Michael J. —Philips Medical Systems
Medical Imaging Systems Need Special Care Too [March-April '91, page 36]

Rutledge, W. T. —Reserve Energy Systems
What's Wrong With Lead Acid Batteries [January-February '95, page 41]

Savarese, Joe —S.B.P. Industries
Diesel Fuel Storage and Handling [September-October '93, page 64]

Schelling, Troy —PDI
Harmonic Reduction With Phase-Shifted Transformers [March-April '95, page 26]

Schmidt, Heribert —Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
ChARGE Equalizer: The Solution to an Old Battery Problem [July-August '93, page 46]

Schwartzberg, J.W. —Silicon Power Networks
Medium Voltage Subcycle Transfer Switch [July-August '95, page 46]

Shariff, Masood A. —AT&T Bell Laboratories
Avoiding Telecommunications Infrastructure Disasters [July-August '93, page 38]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation
Controlling Electromagnetic Fields Aids Electronic System Performance [July-August '94, page 87]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation
Begin the Process of Controlling High Frequency AC Coupled Interference [March-April '94 page 30]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation
Use Derating and K-Factor Calculations Carefully [March-April '94 page 36]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation
Recognizing Site and Equipment Interaction Problems [September-October '93, page 14]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation
How Does Your UPS Stack UP? [January-February '94, page 6]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation
The "Real World" of Data Lines Revisited [January-February '94, page 39]

Shaughnessy, Tom —PowerCET Corporation

Power Factor, Harmonics and Harmonic Filters [September-October '94, page 30]

Shroff, Jay R. —AT&T Energy Systems

Round Cell Batteries In Telecom and UPS Applications [September-October '91, page 10]

Shumaker, Lyne M. —Global Atmospherics, Inc

Thunderstorm Sensing For Uninterrupted Up-Time [September-October 1995, page 44]

Sieberg, Michael —Kato Engineering

Generators and UPS - Good News, Bad News [March-April '94 page 6]

Siedle, Christoph —Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme

CHarge EQualizer: The Solution to an Old Battery Problem [July-August '93, page 46]

Smith, Ron —General Motors Corporation

General Motors Deals With Power Quality Problems [Premier I '90, page 10]

Sorenson, Don —Alpha Technologies

A New Broadband Powering Paradigm [September-October '94, page 18]

Srinivasan, Krishnaswamy —IREQ Hydro Quebec

How Much Harmonics Is Your Responsibility? [July-August '95, page 62]

Stangler, Jeff —Generac Corporation

Standby Generator Technology [May-June '95, page 48]

Steinhoff, Hans —Joslyn Electronic Systems Co.

You Can Parallel MOVs...If You Take Precautions [May-June '91, page 39]

Stephenson, Victor —Virginia Electric & Power Company

Hardboard Facility Solves Shutdowns Caused by Capacitors [May-June '91, page 43]

Stonely, Bruce —EFI

SNMP and UPS in Network Power Management [November-December '93, page 16]

Stringfellow, Michael —PowerCET

Lightning [September-October 1995, page 16]

Stringfellow, Michael F. —EFI

Lightning and Surge Protection for Commercial and Industrial Facilities [March-April '94 page 28]

Stringfellow, Michael F. —EFI

Lightning and Surge Protection for Commercial and Industrial Facilities Part II: Lightning and How It Strikes [May-June '94, page 40]

Stringfellow, Michael F. —PowerCET Corporation

Lightning and Surge Protection for Commercial and Industrial Facilities – Part III: The Transient Problem [July-August '94, page 81]

Suntio, Teuvo —Fiskars Power Systems, Espoo, Helsinki, Finland

Battery System Reliability and Availability Determine UPS Performance [Premier IV '90, page 234]

Swanson, Keith —Joslyn Electronic Systems Corporation

Current and Future Surge Protection Technology [September-October 1995, page 51]

Thiele, Tom N. —Best Power Technology

Engine-Driven, Regulated DC Source Extends Critical Load Runtime [April-June '92, page 56]

Thomas, John R. —Proxima Power Products, Computer Accessories Corporation

Using Shutdown Software to Prevent Data Loss [Premier V '90, page 330]

Toth, Richard —Sacramento Utility District

Thermography: The Predictive Maintenance Tool [July-August '95, page 73]

Ver Mulm, Dennis —POWERVER

Safe Healthcare Requires Healthy Power [May-June '95, page 38]

Vigerstol, Ole —SAFT NIFE, Inc.

Optimize UPS End-of-Discharge Battery Voltage to Improve Performance [September-October '91, page 25]

Waggoner, Ray —ENTEG Systems, Inc.

Step Right Up to the Great UPS Crapshoot! [Premier III '90, page 214]

Waller, Mark —Waller Group

The Dumb Building of the Future [Premier I '90, page 70]

Waller, Mark —Waller Group

Grounding - Part I Basic Principles [Premier III '90, page 201]

Waller, Mark —Waller Group

Grounding - Part II: The Potential for Ground Loops [Premier IV '90, page 269]

Ward, Daniel —Virginia Electric & Power Company

Hardboard Facility Solves Shutdowns Caused by Capacitors [May-June '91, page 43]

Waterman, Craig —BMI (Basic Measuring Instruments)

Medical Facility Power Quality Problems Can Be Deadly [Premier II '90, page 82]

Weiss, Ed —Prime Computer

Isolation Transformer-TVSS Approach Enhances Computer Site Power Quality [Premier V '90, page 312]

White, John M. —Behlman Electronics, Inc

IEC Standards Testing [September-October 1995, page 36]

Wiltsch, F. W. —General Electric

Implementation of Uninterruptible Uptime Related Projects [March-April '93, page 49]

Wright, Jeff —S L Waber, Inc.

Using UL Specifications to Select Transient Voltage Surge Suppressors [Premier VI '90, page 402]

Yakulis, Sam C. —Georator Corporation

Resonant Energy Storage Device Eliminates Harmonics [April-June '92, page 65]

Yost, Roger —Yost/Grube/Hall/Johnson Architecture

Bank Operations Center Designed for Uptime, Flexibility, Reliability [January-February '93, page 6]

Zechmeister, Jerry —Automated Power Technologies

Protecting PCs on the Factory Floor [September-October 1995, page 10]

Van der Merwe, David —Safronics

Energy-Saving Variable-Speed Drives Provide Fast Payback [April-June '92, page 14]

menu

indice

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)



Trayectoria



Organización



Club Pirelli



Garantía Pirelli



El Cuidado del Entorno



Tour





C

A

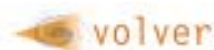
B

L

E

S

Trayectoria



Ingeniero Juan Carlos Migliorini
Director General

La empresa Pirelli fue fundada en Milán (Italia) en 1872, iniciando su producción de cables en 1879.

La internacionalización de la empresa comienza en 1902, cuando se instala en España la primera planta en el exterior; a la misma le seguirán las del Reino Unido en 1914, Argentina en 1917, Brasil en 1929 y sucesivamente Canadá, Estados Unidos, Francia y Australia.

En la Argentina la actividad comercial, comenzada exitosamente en 1910 condujo rápidamente a la instalación de un primer establecimiento fabril en el barrio de Flores.

La rápida expansión de las actividades hizo que las elaboraciones se transfieran en 1931 a la actual Planta "La Rosa", en el barrio de Mataderos.

Actualmente esta planta se dedica a la producción y comercialización de productos metalúrgicos, cables de baja, media y alta tensión, y toda la gama de cables para comunicaciones.

En 1982 se inauguró la planta de cables de fibra óptica, en su momento la primera de América Latina.

Pirelli Cables produce y comercializa otros productos como alambrón de colada continua, accesorios para energía y comunicaciones y equipos para transmisiones ópticas. La actividad de instalaciones se canaliza a través de la empresa Tel3, lo que le permite ofrecer soluciones "llave en mano" a los diversos requerimientos de sus clientes, tanto en los segmentos de energía como de comunicaciones.

En 1996 el volumen de ventas se situó en las 23000 toneladas, viéndose afectado por la retracción de la demanda de cables de telecomunicaciones y de parte de los operadores energéticos, unido a la finalización de la línea de altísima tensión de Yacyretá, que no pudo ser compensada con las restantes actividades y el mercado de exportación.



ORGANIZACION DE LA EMPRESA

Director General

Ing. Juan Carlos Migliorini

Gerente Administrativo

Dr. Roberto Barraza

Gerente Industrial y de Calidad

Ing. Gustavo Etchepare

Gerente de Recursos Humanos

Ing. Osvaldo Panzica

Gerente de Ingeniería

Ing. Juan Jose Cappetta

Gerente de Sistemas

Dr. Marcelo Di Paola

Gerente Ventas a Grandes Clientes

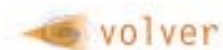
Ing. Javier Defferrari

Gerente de Ventas a Mercado General

Lic. Enrique Canonico

Gerente Grupo Instalaciones

Ing. Luis Borroni



Ser miembro del *Pirelli Club* es un privilegio de los Profesionales de la electricidad y las comunicaciones que ofrece la posibilidad de disfrutar de beneficios exclusivos.

El **Pirelli Club** surge con la necesidad de simplificar la vida profesional de sus socios. Pone a su disposición toda la información referida a los cables y accesorios eléctricos que son indispensables para permanecer actualizado.

Pero el Pirelli Club toma en cuenta no sólo los beneficios que puede ofrecer al socio en su actividad laboral, sino también aquellos que incluyen su vida social y familiar. Por eso ha realizado acuerdos con distintas empresas de viajes, compañías de seguros, capacitación, arte, recreación, etc.

Identificación de los socios



La llave para acceder a los servicios del **Pirelli Club** es la tarjeta personal sobre la cual figuran impresos el nombre y apellido y número de socio. Esta tarjeta es personal e intransferible y da derecho a su titular a utilizar todos los servicios y ventajas que proporciona, con carácter totalmente gratuito, el **Pirelli Club** a sus socios.

"Línea Azul"

El socio de **Pirelli Club**, accederá cuantas veces lo necesite, a la "Línea Azul": una línea directa con Pirelli Cables mediante la cual podrá solicitar cualquier tipo de información o asesoramiento en forma gratuita. Un equipo de técnicos especializados dará respuesta precisa a consultas sobre distintos tipos de instalaciones, materiales recomendados según las condiciones de trabajo, cálculo de cargas, y cualquier otro aspecto que se relacione con el ejercicio cotidiano de su actividad. Para ello solo tendrá que marcar este número: **630-2038** y darnos su nombre y número de socio.

Una Revista propia

Pirelli Club edita su propia revista, con carácter trimestral, a todo color y ampliamente ilustrada, que usted recibirá en su domicilio, lugar de trabajo o donde lo indique.

Esta publicación, además de contener notas y artículos relacionados con su profesión, también incluye temas de interés general, economía, marketing, deportes, espectáculos y entretenimientos que harán de esta revista un medio de comunicación ameno e interesante. Así mismo, nos interesa particularmente que nuestra publicación se convierta en una tribuna abierta para el profesional. Por eso, lo invitamos a escribir sus experiencias sobre aquellos temas que crea interesante compartir, instalaciones que haya realizado y que ofrezcan interés por su envergadura, dificultad o características singulares; opiniones respecto de nuevas tecnologías; consejos prácticos frente a problemas habituales de la profesión, o bien la manifestación de

dudas o el pedido de información sobre algún tema determinado.

Reglamento del Club

La inscripción al ***Pirelli Club*** es completamente gratuita.

Para dar un mejor servicio, el ***Pirelli Club*** tiene como objetivo fundamental agrupar en torno a esta iniciativa a todas aquellas personas cuya profesión o actividad esta relacionada con el mundo de los cables eléctricos, la energía o las telecomunicaciones.



C

A

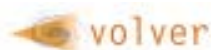
B

L

E

S

Garantía Pirelli



GARANTIA "PIRELLI"



Nuevo cable **PIRASTIC ECOPLUS**

A la hora de elegir un cable, lo básico es la máxima confianza; todo lo demás son riesgos innecesarios.

Es por ello que en vez de mencionarles las ventajas de nuestras nuevas líneas de productos hacemos lo que nadie hace: garantizarle por escrito las características de los cables:

- Las materias primas utilizadas son de óptima calidad y primer uso.
- La longitud del cable es exactamente la indicada en el embalaje y cumple los requisitos de la norma técnica respectiva.
- Se cumplen todas las normativas del diseño y de seguridad frente al fuego indicadas en el embalaje.
- Este producto fue fabricado y ensayado de acuerdo con patrones internacionales de calidad y seguridad.
- El diseño del cable está optimizado para ofrecer la máxima facilidad de instalación.

Ningún otro fabricante se compromete tanto con la calidad de sus productos como Pirelli Cables. ¿Existe mayor garantía?



C

A

B

L

E

S

El Cuidado del Entorno



PIRELLI FRENTE AL DESAFIO AMBIENTAL

Las grandes naciones del mundo comprendieron que la salud del planeta estaba en peligro y que debían poner sus ojos en los efectos que la actividad industrial provocaba en el medio ambiente. Así pareció concluir, al menos, la Conferencia de Río en 1992 donde se acuñó un concepto con el que las industrias deberían entrar en sintonía a partir de entonces: el desarrollo económico sin perder de vista la protección del medio ambiente; es decir el entendimiento de la generación actual sin comprometer el derecho de las generaciones futuras.

El modelo de desarrollo sustentable ha puesto en el debate la necesidad de aplicar instrumentos de gestión ambiental, en forma de incentivos o desincentivos para la recuperación del medio ambiente. Entre los instrumentos económicos aplicables a la política de medio ambiente se pueden mencionar los subsidios, los canones y las tasas ambientales.

El aprovechamiento de los residuos y el mejor aprovechamiento de las materias primas son vistos como las únicas salidas para la continuidad del proceso tecnológico. Al mismo tiempo el reciclaje permite un reaprovechamiento de recursos y disminuye las agresiones al medio ambiente.

Se comienza a analizar cambios en el contexto tales como:

- Existe un crecimiento en el número de consumidores locales con una "demanda verde".
- Se debe adecuar los procesos productivos a las estrategias ecológicas para acceder a nuevos mercados y a créditos internacionales.

Las empresas comienzan a incorporar nuevos conceptos de producción basados en la observación de la naturaleza como un modelo sustentable y perenne. La ecoeficiencia de los productos se está tornando un aspecto importante de la calidad total, pudiendo convertirse en una fuente de ventajas competitivas.

La situación Argentina

La situación de la Argentina en materia ambiental, si bien lleva algo de retardo respecto de los países más desarrollados, sigue un camino similar en la medida que existe una creciente demanda de los consumidores por "productos verdes".

Las reglamentaciones oficiales también están obligando a tomar conciencia en el tema, siendo la ley 24051 (de Residuos Peligrosos) la que rige a nivel nacional, cuya autoridad de aplicación es la Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente.

En la provincia de Buenos Aires está la ley 11459 de Radicación Industrial, que establece la obligatoriedad de presentar un estudio del impacto industrial de las empresas, tanto en lo relativo a su radicación como a sus actividades productivas, el que permite obtener un "Certificado de aptitud ambiental". También están en vías de reglamentación las leyes Nros. 11720 (de residuos especiales) y 11723 (ley marco ambiental). La importancia de las mismas es que el 80% del aparato productivo nacional está radicado en dicha provincia.

Por otra parte, casi todos los créditos internacionales establecen actualmente cláusulas de protección ambiental.

La suma de estos factores hace que en el seno de las empresas se hayan incorporado términos hasta ahora desconocidos como los de desarrollo sustentable, tecnologías limpias y sistemas de gestión ambiental.

En síntesis, la globalización de los mercados hizo que en la Argentina las empresas adoptaran, en primera instancia la homologación bajo normas ISO 9000, que dan cuenta de la calidad de un proceso, producto o servicio. La segunda etapa es adoptar las normas ISO 14000, que exigen

que las empresas cumplan con la legislación ambiental vigente en el país donde se encuentren.

La vocación ecológica de Pirelli

Pirelli estaba lista para aceptar el desafío y ha estado cooperando activamente con organizaciones nacionales e internacionales que legislan los temas relacionados con el medio ambiente. En particular, el Grupo participa en el diseño de un marco regulatorio ambiental en tres comisiones europeas con base en Bruselas.

Actualmente, con la intención de sistematizar algunas acciones que ya se vienen desarrollando en sus empresas afiliadas, Pirelli ha hecho un significativo aporte a la protección del medio ambiente al adoptar una nueva política que deberá ser implementada en todas las plantas del Grupo. Esta política incluye el análisis del ciclo de vida de los productos determinando el impacto que ellos pueden tener en el medio ambiente tanto durante como luego de su uso.

En los mercados en que actúa Pirelli, el mayor problema ambiental se da en la industria de los neumáticos ya que todavía se producen en el mundo muchos más neumáticos de los que se pueden reciclar. Pirelli participa junto con otros grandes productores en un proyecto de reciclado de neumáticos que abarca a toda Europa.

En el sector de cables, la sensibilidad con el medio ambiente es igualmente aguda, existiendo algunos proyectos ya concluidos a fin de lograr el mínimo impacto de los cables en el medio ambiente.

Otro punto en el que el grupo concentra su atención es en la prevención de la dispersión de sustancias contaminantes una vez instalados los cables. Un ejemplo de ello es el desarrollo de la línea Afumex de cables que emiten apenas una mínima cantidad de gases tóxicos en caso de incendio. En este sentido, Pirelli se esfuerza por eliminar, o al menos minimizar, cualquier efecto negativo que produzca su actividad industrial en el medio ambiente, cumpliendo y hasta perfeccionando, cuando es posible, los requerimientos impuestos por las leyes de protección ambiental de todos los países donde el Grupo produce.

Como parte de su política de desarrollo sustentable, Pirelli compra materias primas que puedan ser recicladas, usa las más modernas tecnologías, y acuerda con proveedores y clientes desarrollos que protejan el medio ambiente.

Actualmente, la política básica del Grupo determina que antes de que una nueva planta se construya debe confeccionarse un estudio del posible impacto ambiental. Cada estudio debe considerar cuidadosamente todos los aspectos relacionados con el tema: el tamaño de la planta; la posible emanación de gases; la manipulación de desechos líquidos y sólidos; el impacto de las materias primas; las mercaderías terminadas; el transporte del personal desde y hacia la planta; la instalación, producción y uso de energía, entre muchos otros puntos.

En las plantas existentes, a la hora de tomar decisiones sobre nuevas inversiones y la elección de tecnología debe considerarse obligatoriamente el factor ambiental.

La planta de neumáticos de Santo André, Brasil, es una buena muestra de lo que puede lograrse en materia de mantenimiento. Se ha convertido en la primera planta del Grupo Pirelli (y creemos que en el mundo entero) en detener la emanación del vapor de carbón negro. Las inmaculadas paredes blancas de su sala de producción merecieron un premio en la Conferencia de Río. Este destacado logro fue posible porque todo el staff de la planta estaba involucrado con el objetivo, desde los cuadros gerenciales a cada uno de los obreros.

Como se comprenderá está en manos de cada filial el cumplimiento cotidiano de estas políticas ambientales determinadas por el Grupo para el corto y largo plazo. En ellas recae la responsabilidad de instruir a cada uno de los empleados y directivos en la aplicación de estas normas. En cada planta Pirelli existe un especialista en cuidado ambiental que informa a los empleados sobre el correcto procedimiento para proteger al máximo el medio ambiente.

Además, el Grupo cuenta con un Departamento de Salud y Medio Ambiente que ayuda a cada filial para certificar un positivo desempeño medioambiental. El departamento también mantiene contacto con organizaciones científicas internacionales y promueve el intercambio de información dentro de las empresas del Grupo.

Como hemos visto, todo el Grupo Pirelli está empeñado en la conservación del ambiente con acciones concretas.

En Pirelli Cables ello se manifiesta en el desarrollo de productos más respetuosos del medio ambiente y en una mejora notable de su reciclabilidad. Pudiendo decir por ello que tratamos de cerrar el ciclo "de la naturaleza a la naturaleza", que comprende todo el esquema de fabricación - desechos - reciclado - fabricación.

Es decir que estamos contribuyendo a que las generaciones futuras puedan habitar un mundo más limpio, y aspiramos por ello a convertirnos en una "empresa verde".



C

A

B

L

E

S

Tour



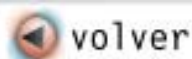
volver



- [Nuestra Empresa](#)
- [Certificados](#)
- [SICA Internacional](#)
- [SICA Club](#)
- [Tour](#)



Nuestra Empresa



La realidad de la electrotécnica de vanguardia

Tres plantas de producción, la última de ellas, totalmente equipada con las más avanzadas tecnologías de producción. Más de 1.600 artículos producidos y distribuidos comercialmente en toda Latinoamérica.

Transferencia tecnológica y distribución de las principales marcas internacionales, de Alemania, Estados Unidos, Italia y Japón. El liderazgo tecnológico y comercial en los más importantes campos de la electricidad han hecho de la marca Sica la preferencia creciente en el mercado de materiales eléctricos.

250 personas, entre ingenieros, técnicos, operarios y administrativos, integran su plantilla laboral, gracias a los planes de capacitación técnica que reciben en los principales centros de desarrollo tecnológico a nivel mundial, pueden responder profesionalmente a las más exigentes alternativas del mercado en materia de productos eléctricos y de iluminación. La realidad SICA se concreta en la capacidad de su estructura, en la confiabilidad de sus productos, en la eficiencia de sus servicios y en la profesionalidad de sus distribuidores. La característica sobresaliente de Industrias Sica es el constante mejoramiento de la calidad de sus productos y por ende la calidad de vida que ellos brindan.



CERTIFICADO

**La Entidad Certificadora TÜV CERT
de TÜV Rheinland**

Sicherheit und Umweltschutz GmbH

certifica, conforme al procedimiento TÜV CERT,
que la empresa.

INDUSTRIA SICA S.A.I.C.

25 de Mayo 1200

RA-1824 Lanús Oeste - Buenos Aires - Argentina

ha implantado y aplica un Sistema de la Calidad para el área

**Fabricación de productos para
instalaciones eléctricas**

Mediante auditoría realizada, con

N° de informe 6667

se verificó el cumplimiento de las exigencias recogidas en la forma

DIN EN ISO 9002

Este certificado es válido hasta Enero de 2000

N° de registro del certificado 09 100 6667



CERTIFICACION ISO 9000

EQNET/CSQ

Para productos provenientes de AVE spa-ITALIA.

Línea HABITAT.



SELLO DE CONFORMIDAD IRAM

Para interruptores unipolares, combinación y pulsador, en sus 4 colores y para sus versiones de 1 módulo, 1/2 módulo y 2 módulos, tipo 16A - 250V; según la norma IRAM N°2007.

Para tomacorrientes con toma de tierra para instalaciones fijas en sus 4 colores; tipo 10A - 250V; según la norma IRAM N°2071.

Fotocontrol para iluminación exterior; según la norma IRAM/AADL - J2024/25.



SELLO DE CONFORMIDAD UNIT

Para interruptores unipolares, combinación y pulsador, en sus 4 colores y para sus versiones de 1 módulo, 1/2 módulos, tipo 16A - 250V; según la norma UNIT 100-89 - IEC 669.1

Para tomacorrientes con toma de tierra para instalaciones fijas en sus 4 colores; tipo 10A - 250V; según la norma UNIT N° 821-91 y UNIT-IEC N° 884-1-91



CERTIFICACION DE CALIDAD CESMEC

Para interruptores manuales y tomacorrientes para instalaciones eléctricas civiles según Secretaría de Combustibles de Chile.



CERTIFICACION KS A 9001

Para productos provenientes de KOCOM - KOREA
línea de productos de Citofonía.



SICA esta presente con sus productos en el Mercosur en los siguientes países.

URUGUAY

Fivisa:
Sudel Ltda.
Bill Antonio Berges S.A.

PARAGUAY

ABS
CPC Cía. Comercial de Paraguay

BOLIVIA

El Porvenir

ECUADOR

Equipos y Servicios Ecuatorianos

PERU

Electro Pachitea

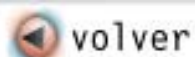
CHILE

Comercial Eléctrica Ltda.

BRASIL

Italian Desing Comercial Ltda.

Club SICA



Como socio, recibirá numerosos beneficios y podrá obtener información actualizada sobre todos nuestros productos.

Para convertirse en un miembro de nuestro **CLUB SICA** complete el siguiente formulario, conéctese a INTERNET y envíelo.

O imprímalo y envíelo por fax al 249-1583

Nombre:
Apellido:
Dirección: Ciudad: Código:
País:
Tel.: Fax:
E-mail:

Por cualquier duda comuníquese con nosotros enviándonos un mensaje a ventas@sicaelec.com.ar

Tour

sica



volver