



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN**

**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN  
BAJA TENSIÓN”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO)

P R E S E N T A N:

**HERIBERTO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ  
ROBERTO ARREOLA VALDEZ**

ASESOR:  
ING. RAÚL BARRÓN VERA

MÉXICO

2002.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A MI MADRE:**

Por su dedicación en la vida diaria demostró  
El camino de la perseverancia a sus hijos.

**A MI PADRE:**

Por darme la vida.

**A MIS HERMANOS:**

Por que sin proponérselos han sido parte  
Fundamental en la realización de este proyecto  
Y por los gustos y disgustos que compartimos  
A lo largo de nuestra vida familiar.

**A MI ESPOSA (LUZ):**

Por que a lo largo de estos años ha estado  
Formando un proyecto de vida familiar y  
Por que simplemente TE QUIERO.

**A MIS HIJOS (BETO Y BETITO):**

Por que son unos diablillos que demuestran día a día  
Que el amor de un hijo no se cambia por nada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**A MIS COMPAÑEROS:**

Por que todos los compañeros desde primaria  
Hasta la universidad, fueron parte de este proyecto  
Que hoy culmina.

**A HERIBERTO:**

Por compartir este proyecto juntos.

**A EL ING. ENRIQUE BARRON:**

Por darnos su consejo y experiencia en la realización  
De este proyecto.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Dedicada a mis padres PEDRO Y ELOINA, que por su amor, dedicación y perseverancia son mi motivación y orgullo.

A mi esposa FELISA que con su gran fortaleza y valor me ha enseñado a tener fe y esperanza para lograr nuestro sueño.

A mis hermanos ALMA, SILVIA, ROCIO Y DUGAY, que con su apoyo incondicional ayudaron a mi formación profesional

Mi agradecimiento para ROBERTO, quien comparte este proyecto de titulación

Con todo respeto y orgullo a mi escuela UNAM campus ENEP ARAGON  
A mis profesores, familia y amigos, en especial a nuestro asesor Ing. RAUL BARRON VERA, quien nos ha brindado su amistad y apoyo incondicional para la culminación de nuestros estudios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

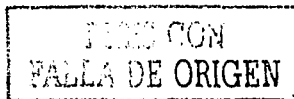
# CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA EN BAJA TENSION

INTRODUCCION.....	5
-------------------	---

## CAPITULO 1

1.0 ELEMENTOS EN LA CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	11
1.1 Calidad de la energía eléctrica.....	11
1.1.1 Efectos de la calidad de la energía .....	13
1.1.2 Tipos de problemas de la calidad de energía.....	15
1.1.3 Perturbaciones aleatorias.....	20
1.1.4 Perturbaciones estacionarias.....	20
1.1.5 Causas y efectos de los problemas de la red eléctrica.....	21
1.2 La distribución eléctrica y el efecto de la conexión a tierra .....	22
1.2.1 Conexión a tierra.....	22
1.2.2 Conexión a tierra efectiva.....	23
1.2.3 ¿Por que tierra física?.....	24
1.2.4 Errores de tierra física.....	26
1.2.5 ¿Qué es la tierra física y para que sirve?.....	27
1.2.6 Valores de resistencia de la tierra.....	29
1.2.7 Mediciones de resistencia de la tierra.....	29
1.2.8 Método de polo.....	31
1.3 Electrodo.....	32
1.3.1 En que consiste un electrodo de tierras.....	32
1.3.2 Variables que afectan la resistencia de un electrodo .....	33
1.3.3 La conexión ( sistema de soldadura cadwell).....	37
1.3.4 Tipos de sistemas de tierras.....	41

1.4	Ruido.....	42
1.4.1	Problemas causados por el ruido.....	45
1.4.2	Causas de ruido.....	45
1.4.3	Soluciones del ruido.....	46
1.5	Armónicos.....	46
1.5.1	Problemas causados por armónicos.....	49
1.5.2	Causas de armónicos.....	50
1.5.3	Soluciones de armónicos.....	51
1.6	Apagones.....	51
1.6.1	Problemas causados por apagones.....	52
1.6.2	Causas de apagones.....	53
1.6.3	Soluciones de apagones.....	54
1.7	Transientes.....	55
1.7.1	Problemas causados por transientes.....	57
1.7.2	Causas de transientes.....	57
1.7.3	Soluciones a los transientes.....	58
1.8	Dispositivos de protección contra sobrevoltajes y bajas de tensión .....	59
1.8.1	Problemas causados por sobrevoltajes.....	61
1.8.2	Causas de fluctuaciones de voltaje.....	63
1.8.3	Soluciones a las fluctuaciones de voltaje.....	64
1.9	Variación de frecuencia .....	65
1.9.1	Problemas causados por variación de frecuencia.....	65
1.9.2	Causas de variación de frecuencia.....	66
1.9.3	Solución a la variación de frecuencia.....	66

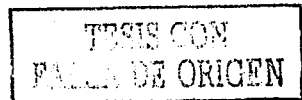


## CAPITULO 2

<b>2.0. SISTEMAS ININTERRUMPIBLES DE ENERGIA (UPS).....</b>	<b>67</b>
2.1. Historia de los ups.....	68
2.2 Diagrama a bloques de una ups.....	71
2.3 Función básica de los ups.....	72
2.4 Módulos principales.....	72
2.5 Tecnologías existentes.....	73
2.5.1 off line.....	73
2.5.2 line interactive.....	76
2.5.3 on line.....	78
2.6 Efectos en los equipos.....	80

## CAPITULO 3

<b>3.0 TECNOLOGÍA DE LOS SEMICONDUCTORES DE UPS.....</b>	<b>81</b>
3.1 SRC.....	82
3.2 Transistor bipolar darlington.....	83
3.3 Transistores de efecto de campo (fet).....	84
3.4 Transistor bipolar de puerta aislada (igbt).....	84
3.5 Motivos para cambio de transistores scr a igbt.....	85
3.6 Desventajas de uso del igbt.....	87
3.7 Dispositivos para aplicaciones de inversor.....	88
3.8 Dispositivos con funcionamiento en paralelo.....	89
3.9 Condiciones necesarias para usar transistores igbt en paralelo.....	89



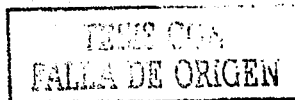


## CAPITULO 4

<b>4.0</b>	<b>OPCIONES DE REDUNDANCIA PARA SISTEMAS CRÍTICOS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE.....</b>	<b>91</b>
4.1	Sistema ups de un solo modulo.....	92
4.2	Redundancia aislada.....	94
4.3	Redundancia en paralelo.....	96
4.4	Redundancia en paralelo 1+1.....	98
4.5	Redundancia de bus anillada.....	99
4.6	Redundancia en lazo.....	100
4.7	Redundancia distribuida.....	102
4.8	Sincronización de los ups.....	104

## CAPITULO 5

<b>5.0</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>106</b>
5.1	Inspección y recomendaciones del terreno para la instalación del equipo... ..	106
5.2	Registros de la fiabilidad de la compañía de suministro eléctrico.....	108
5.3	Costos para la solución del problema de calidad de la energía.....	109
5.4	Técnicas de atenuación de los problemas.....	110
5.5	Recomendaciones suministradas del equipo.....	112
5.6	Eventos asociados a los problemas.....	113
5.7	Inspección de cableado en equipos.....	113
5.8	Diseño de la construcción de sistemas eléctricos.....	116
5.9	Pruebas de operación.....	117
5.10	Tipos de equipos para el acondicionamiento de energía.....	119
5.11	Recomendaciones antes y después de comprar un ups.....	120
	<b>Anexos.....</b>	<b>125</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>126</b>

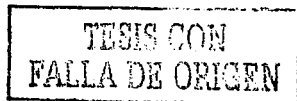


## INTRODUCCIÓN

El abasto suficiente y oportuno de energía eléctrica es el soporte de la planta productiva de un país, hoy en día las oficinas y plantas son dominadas por cargas no lineales, pc's, controladores programables, variadores de velocidad, circuitos de estado sólido, etc. todas estas cargas eléctricas significan corrientes armónicas en cualquier sistema de distribución eléctrica causando fallas prematuras e irreparables conectadas a la red eléctrica, por lo tanto, es necesario satisfacer la demanda en condiciones adecuadas de estabilidad y calidad.

La calidad de la energía eléctrica es la ausencia de interrupciones, sobretensiones, variaciones de voltaje suministrado y deformaciones producidas por armónicas en la red. Sin embargo, existen tres elementos que califican a la energía: continuidad, frecuencia y suministro de voltaje.

La calidad de la energía ha cobrado mayor atención debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas de distribución, los cuales son una causa de degradación en la calidad de la energía. El incremento masivo que se ha tenido en la utilización de equipos basado en electrónica de potencia ha creado un doble problema para el suministrador, en primer lugar, este equipo, al igual que cualquier dispositivo que incorpora electrónica de potencia, es sensible a las variaciones rápidas de voltaje. En segundo lugar, este equipo genera distorsión armónica y, con ciertas condiciones, puede deteriorar la magnitud y forma de onda del voltaje suministrado para la mayoría de los usuarios que comparten esa misma fuente de suministro.



Por su parte los fenómenos naturales, los accidentes o la operación de la misma red son causa de algunos problemas inesperados con la energía. Anteriormente, la mayoría de los usuarios no se percataban de estos disturbios debido a que las cargas eran insensibles a las depresiones o abatimientos de voltaje y por la presencia de armónicas, picos e impulsos de tensión. Sin embargo, el equipo utilizado en plantas industriales modernas se está volviendo cada vez más sensible a estas anomalías, pues se ha elevado el grado de complejidad de los equipos y han aumentado su contenido de electrónica de potencia.

La proliferación de cargas y fuentes no lineales, se ha dado en ausencia de normas completas que limiten las señales armónicas que el sistema de potencia sean capaz de soportar y que las empresas eléctricas puedan ser capaces de absorber.

La importancia de abordar con urgencia el tema de la calidad de la energía se debe a que las estimaciones indican que el nivel de cargas procesadas por electrónica, se incrementará de un nivel actual de 10-20% al 50-60% en el año 2010. y esto no será exclusiva de los consumidores domésticos o comerciales; también se verán inmersos en este problema los consumidores industriales y las propias compañías generadoras y distribuidoras de energía eléctrica.

Por lo tanto podemos señalar que la calidad de la energía eléctrica es el resultado de una atención continua por parte de las compañías suministradoras, pero también de los usuarios. Recordando que los procesos son tanto más eficientes cuanto mejor es la calidad de la energía eléctrica.

La energía eléctrica es indispensable para toda la actividad productiva se encuentra en uno de los momentos más críticos de su historia. Las fallas, distorsiones y desequilibrios en las líneas eléctricas comerciales son las causas principales de los

problemas en los equipos, sin embargo, un problema más grave se refiere al desperdicio de la energía y al descuido y mal manejo que los usuarios le dan a nuestros equipos, por lo que muchas veces los costos de la energía son mas altos.

Hoy es indispensable lograr el mejor cuidado y aprovechamiento de la misma, de no hacerlo en un futuro casi inmediato estaremos castigando nuestro propio desarrollo y aun más el del país. debido a esto hacemos recomendaciones para llegar a obtener la calidad de la energía y su uso adecuado, en el cual proponemos:

Conexiones a tierra de una instalación eléctrica para drenar las corrientes cuando se produzcan fenómenos transitorios o cortos circuitos además de proteger a las personas contra sobre voltajes (principal función de toda protección).

Los picos, sobretensiones y perturbaciones de voltaje pueden resolverse con supresores de sobretension, así mismo los capacitores, compensadores, sensores de voltaje y apartarrayos ayudan a compensar estas variaciones.

En sistemas sofisticados sensibles a las armónicas y transitorios como la televisión requiere filtros activos que corrijan estas fluctuaciones indeseadas.

Los no breaks o sistemas de energía eléctrica ininterrumpible ( ups, uninterruptible power supply), proveen protección contra los tiempos muertos ocasionados por fallas y distorsiones eléctricas, en las líneas de abastecimiento comercial, asegurando la continuidad del suministro de energía sin sufrir interrupciones.

La generación independiente de energía o autogeneración, implica la generación de la energía por parte de los usuarios capaces de hacerla, es decir, generar energía simultánea a los procesos de trabajo que realizan, de esta manera además de ahorrar energía y no desperdiciar su energético, pueden generar su propia energía y garantizar su calidad.

## **COMO ESTA ORGANIZADO ESTE LIBRO**

Este libro pretende ayudar y afinar las habilidades profesionales que se necesitan para obtener calidad de energía eléctrica en baja tensión, comprenden cinco capítulos los cuales trataremos de describir.

### **CAPITULO 1: ELEMENTOS EN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

En este capítulo abordaremos los aspectos que pueden alterar o deformar nuestra onda senoidal y con ello degradar la calidad de energía que suministramos a las cargas tanto críticas como de servicio.

Hablaremos de tierras físicas, que es y para que sirve, los valores a los cuales se deben de operar los pozos de tierras físicas, así como sus características de operación y las diferencias entre electrodos y varillas coperweld.

Apartir del inciso 1.4 abordaremos los temas con la siguiente secuencia daremos el problema que causa como por ejemplo el ruido, enseguida identificaremos las causas reales del tema y por ultimo se darán las soluciones al tema que sé este tratando, por lo que trataremos el ruido, los armónicos, los apagones, los transientes, los dispositivos de protección contra sobrevoltajes y la variación de frecuenci

## **CAPITULO 2: SISTEMAS ININTERRUMPIBLES DE ENERGÍA (UPS)**

En este capítulo hablaremos de cómo los sistemas ininterrumpibles de energía evolucionan, así como su diagrama a bloques, función básica, los módulos principales y el tipo de tecnologías existentes en el mercado. Al finalizar el tema hablamos de los efectos en los equipos que pueden ayudarnos a tener una mejor idea de cómo opera nuestra instalación eléctrica.

## **CAPITULO 3: TECNOLOGÍA DE LOS SEMICONDUCTORES DE UPS**

En este momento ya conocemos más de cómo operan los equipos ups, por lo que es necesario hablar de su tecnología eléctrica- electrónica y comportamiento, por lo que abordamos los temas scr, transistor bipolar, transistor de efecto de campo, igbt, para poder entender más a fondo su comportamiento en los equipos ups.

#### **CAPITULO 4: OPCIONES DE REDUNDANCIA PARA SISTEMAS CRÍTICOS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE**

Una vez conocido el problema de calidad y la tecnología de los ups, nos queda decidir que importancia le daremos a nuestra red, para eso tenemos los diferentes tipos de redundancia y/o arreglos para proteger nuestra carga critica. Existen diferentes tipos o arreglos entre ups, que dependerán del grado de redundancia, pero sin olvidar las cuestiones económicas y humanas que nos traerán algún tipo de redundancia.

Para poder tomar mejores decisiones con respecto a como utilizar un ups, damos a conocer las formas en las cuales se puede realizar una conexión ya sea en paralelo o paralelo 1 + 1 ó en redundancia de buz anillada.

#### **CAPITULO 5: RECOMENDACIONES PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN**

Al introducimos en él ultimo capitulo y después de haber analizado los capítulos anteriores podemos ofrecer una serie de recomendaciones que van mas haya de la teoría profesional y con las cuales pretendemos tener mas herramientas para la toma de decisiones, en las cuales el ingeniero debe estar consciente de todos los aspectos que involucran el tener una instalación con calidad.

## **1.0 ELEMENTOS EN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

Desde hace mucho tiempo el uso de la energía en la red eléctrica es asociado con fallos y efectos que son inadecuados para operar el equipo eléctrico. Donde algunos de los más sensitivos usuarios que emplean continuos procesos industriales se ven afectados por las descargas atmosféricas como el rayo. Debido a esto los usuarios críticos prevenían fallos apagando sus equipos y esperaban a que la tormenta pasara, estos apagones eran incontrolables y ocasionaban grandes pérdidas económicas.

Los dispositivos electrónicos digitales, específicamente contadores digitales y otros componentes como los microprocesadores controlados ( controladores industriales y pc's). Han estado apareciendo desde la primera mitad de los 70'as, estos son usados cada vez mas y vinieron a cambiar el concepto de los viejos estándares de la energía eléctrica, ya que la siguiente era inadecuado para su operación fiable.

### **1.1. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

#### **Calidad:**

La calidad son las cualidades de un bien o servicio para la optima satisfacción del cliente.

por lo tanto:

**Calidad de la energía eléctrica**, será la que no presente perturbaciones en la red eléctrica tales como, armónicos, transientes, ruido, variaciones de tensión, u otras variaciones ajenas a esta, las cuales se enlistaran continuación.



La red de distribución eléctrica de baja tensión presentaría, en ausencia de usuarios (carga), una onda de tensión de calidad que solo se vería perturbada ocasionalmente, por fallos en las líneas y centros de transformación, maniobras y descargas eléctricas atmosféricas principalmente (figura 1).

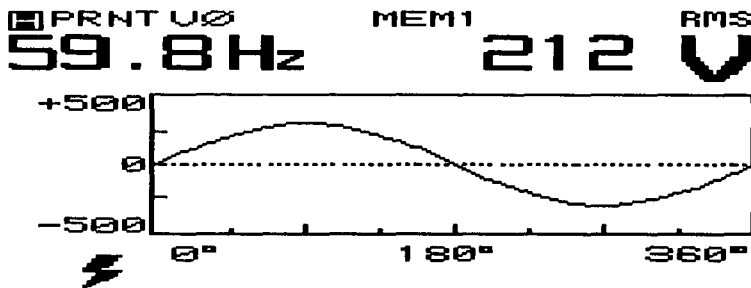


Fig. 1 Forma de onda senoidal pura entregada por cía de luz y fuerza.

Los usuarios al conectar cargas de diversos tipos y magnitudes someten a la red a la influencia de éstas que pueden alterar la onda de tensión (como observamos en la fig. 2) con caídas permanentes o transitorias excesivas, sobrecorrientes en las partidas y sobretensiones en las paradas e inyección de armónicas, entre otras perturbaciones.

PRNT UØ  
59.9 Hz

MEM5  
208

RMS  
V

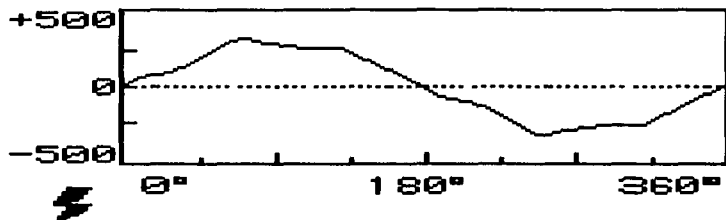


fig. 2 Salida de señal deformada por carga

Si bien puede que los equipos particulares de una instalación operen correctamente, las alteraciones o anomalías que estos producen pueden afectar o dañar los consumos o cargas de una instalación vecina conectada al mismo alimentador o empalme. Por lo cual cada usuario debería evaluar las características de la energía de alimentación requerida para sus consumos, protegiéndose de acuerdo con los requerimientos particulares de su carga crítica. Además, las cargas pueden averiarse por consumos anómalos o cortocircuitos externos que deben ser aislados del sistema de alimentación

### 1.1.1 EFECTOS DE LA CALIDAD DE ENERGÍA

En consecuencia el problema inicial que experimentaron las grandes computadoras operando con energía sucia fue que no-se podían mantener los contadores y controladores digitales a causa de los breves cortes e interrupciones en la energía suministrada causando lo que comúnmente llamamos reset.

TIENE COMO  
FALLA DE ORIGEN

Mas tarde los usuarios residenciales notaron que sus videotapes, recorders, pc's, especificamente en el temporizador digital tenia fallos y este a su vez causaba errores de operaci3n en los equipos.

Con la evoluci3n de la electr3nica digital, la tecnologa tiene mas problemas de operaci3n debido a los grandes cambios y procesamientos de seales el3ctricas, debido a lo cual es necesario e indispensable conocer los problemas de calidad de energa para poder dar la soluci3n adecuada para cada falla, logrando as3 mantener la operaci3n de los equipos para lograr llegar a la excelencia en la operaci3n y producci3n.

***categorias:***

Existen dos grandes categorias de como los problemas de calidad de energa afectan a los equipos

- ***problemas de operaci3n del equipo***

Estos pueden ir desde un desarreglo en la operaci3n programada de computadoras o de equipo controlados por microprocesadores hasta la desactivaci3n de los arrancadores de los motores. Los efectos del mal funcionamiento del equipo tienen consecuencias variables dependiendo de la naturaleza critica del equipo. Los problemas de la calidad de energa pueden interrumpir procesos industriales continuos.

## **- daños a componentes**

Pueden ocurrir daños a componentes por los impulsos de rayos. Estos se ocasionan por lo general, cuando la energía inyectada en el impulso del rayo da lugar a un salto de arco dentro del equipo o de los materiales componentes de otras fuentes, como la interrupción de circuitos o de descargas grandes puede dar lugar a daños semejantes. Incluso la electricidad estática puede causar serios daños a componentes.

El nivel de voltaje que dañaría los impulsos de voltaje puede provenir del exceso de la capacidad de voltaje inverso de pico de los semiconductores y la falla consecuente de la unión o compuerta pn. Al aumentar los circuitos integrados el número de componentes discretos por unidad de área del sustrato, aumenta la susceptibilidad de dichos circuitos a los daños por impulsos de voltaje por razón de la menor distancia entre los componentes y el descenso de los niveles de voltaje de salto de la chispa en el sustrato.

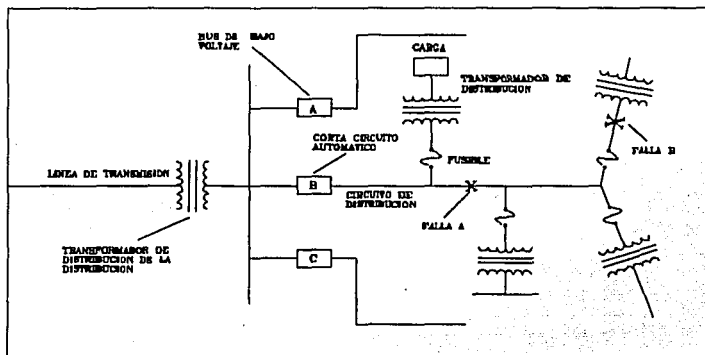
### **1.1.2. TIPOS DE PROBLEMAS EN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA**

Hay, en general, dos tipos de problemas en la calidad de la energía

- Los que crean la interrupción de las cargas eléctricas o de circuitos enteros. creado por el switcheo ( prendido y apagado) de cargas eléctricas o circuitos completos
- Los que causa interacción del equipo eléctrico y el sistema de suministro eléctrico. estas perturbaciones pueden originarse por actividades dentro de los terrenos de la planta o el sistema eléctrico de energía, pueden ser ajenos a la red

## Interrupciones prolongadas

Las interrupciones prolongadas son el tipo más conocible de perturbación. Se presentan ordinariamente como resultado de fallas eléctricas permanentes. El suministrador de energía diseña los sistemas de transmisión o distribución eléctrica a manera de aislar las fallas permanentes y las interrupciones prolongadas resultantes, al área más pequeña posible.



la figura 3 Muestra el diagrama unifilar simple de un circuito típico de distribución y el aislamiento de las fallas eléctricas

## Interrupción momentánea

Las interrupciones momentáneas son pérdidas temporales totales de voltaje y las origina a menudo la operación de los dispositivos automáticos de protección de sobrecorriente.

## **descensos de voltaje**

Los descensos o bajadas de voltaje son niveles de voltaje más bajos que el nominal durante periodos de 2 segundos o menos. La disminución de voltaje puede ocurrir como consecuencia de, cargas grandes como motores o soldadoras eléctricas que estén en el mismo circuito, caída total de los buses en el circuito de distribución del suministro eléctrico, por arranque de motores fallas eléctricas en circuitos alimentadores desde la fuente.

## **sobrevoltajes y perturbaciones en el sistema.**

Los sobrevoltajes son incrementos temporales de voltaje de duración similar a la de los descensos de voltaje pueden ocasionarlos las decargas de rayos o la interrupción de cargas grandes.

## **perturbaciones en el sistema**

En un circuito de transmisión ocurren sobrevoltajes y perturbaciones cuando se alteren cualquier forma las condiciones del circuito. Una oscilación es una perturbación recurrente debida, por lo general, a la oscilación de energía entre los campos electrostático y electromagnético. A una oscilación de baja frecuencia o a una amortiguada rápidamente se le llama variación transitoria. Las perturbaciones pueden ser producidas por causas dentro del sistema mismo, tales como interrupción, tierras o cambios de carga o bien, puede producirlas causas externas como por ejemplo un rayo.

## **impulsos y ruido**

Los impulsos son condiciones de sobrevoltaje que duran menos de medio ciclo. A causa de la forma de onda ( tiempos marcados de elevación y descenso), a los impulsos se les llama comúnmente transitorias, como por ejemplo los rayos.

El ruido es un impulso repetitivo sobrepuesto en la onda senoidal de potencia. los transmisores de radio, lamparas fluorescentes, cargadores de acumuladores, computadoras y conexiones eléctricas flojas pueden ocasionar ruido eléctrico

Hay dos tipos comunes de impulso y ruido en los circuitos de potencia, los de modo común y los de modo transversal. Las perturbaciones de modo común son voltajes medidos entre ya sea una fase energizada y tierra, un neutro y tierra o ambos. Las perturbaciones de modo transversal son voltajes medidos solamente entre conductores que lleven corriente. Las perturbaciones de modo transversal pueden convertirse de modo común por el mutuo acoplamiento entre otras conductores y tierra cuando viajan por todo el sistema eléctrico.

## **armónicas**

La distorsión armónica es una forma de ruido eléctrico, es la sobreposición de señales en múltiplos de la frecuencia fundamental de la potencia sobre la onda senoidal de la misma. Las cargas lineales, las que toman corriente en proporción directa del voltaje aplicado, no generan grandes niveles de armónicas. Las cargas no lineales toman corriente en pulsos. Estas corrientes de pulsos crean caídas de voltaje en todo el sistema como resultado de la interacción de la corriente con la impedancia del sistema.

Las distorsiones de voltaje creadas por las cargas no lineales pueden crear distorsión del voltaje mas allá del sistema de cableado de los terrenos de la planta, a través del sistema de la compañía de servicio, en las instalaciones de otro usuario.

Las cargas concentradas que generan grandes niveles de tercera armónica pueden dar lugar a una corriente de neutro mucho más alta que la que normalmente se encuentra en circuitos en los que las corrientes de retorno de la diferencia de fases se anulan.

### **desviaciones de frecuencia**

La desviación de frecuencia raras veces representa un problema, especialmente donde se unen sistemas generadores múltiples de suministro eléctrico para formar un sistema de rejilla de compañía de servicio eléctrico. Pueden ocurrir desviaciones de frecuencia en los sistemas eléctricos pequeños o en donde no es extensa la red o rejilla de potencia.

La desviación de frecuencia es raramente un problema donde múltiples sistemas generadores de energía se juntan para alimentar una red eléctrica. La desviación de frecuencia puede ocurrir en pequeños sistemas eléctricos o donde la red de energía eléctrica no es muy grande.

Frecuencias extremas en la red de energía eléctrica es una señal de inestabilidad y usualmente causara procedimientos de emergencia ( quitar cargas) para estabilizar la frecuencia del sistema



Hablemos ahora de las perturbaciones de red que pueden clasificarse por la permanencia de su origen en dos categorías, perturbaciones aleatorias y perturbaciones estacionarias, a continuación daremos una explicación de las mismas

### **1.1.3. PERTURBACIONES ALEATORIAS**

Son "fenómenos aleatorios pasajeros que tienen su origen en los elementos que constituyen la red, líneas, transformadores, cables, etc. o en la propia instalación del abonado. La consecuencia típica de estas perturbaciones es la de provocar una caída de tensión transitoria y en ocasiones un corte más o menos prolongado en determinadas zonas de la red".

### **1.1.4. PERTURBACIONES ESTACIONARIAS**

Son "fenómenos de carácter permanente, o que se extiende a lapsos de tiempo bien definidos. Estas perturbaciones tienen, en su mayoría, origen en el funcionamiento de ciertos equipos localizados normalmente en la instalación del abonado".

La calidad, es decir, la constancia de sus características y aproximación a los valores nominales de la red y su seguridad de funcionamiento son muy variables de un país a otro y aún dentro de un mismo país o región, por lo cual una adecuada protección diferirá de un punto a otro.

### 1.1.5. CAUSAS Y EFECTOS DE LOS PROBLEMAS DE LA RED ELÉCTRICA

Recuerde que el 50% de los problemas ocasionados en los equipos eléctricos e informáticos y las pérdidas de información son debidos a interrupciones y perturbaciones en el suministro de la red eléctrica y que esto supone unas pérdidas en el mundo de aproximadamente 30 billones de dólares en el año 2000 (según international power association).

Según un estudio del national power quality laboratory cada año se produce aproximadamente en un edificio de oficinas de cualquier ciudad del mundo unos 36 picos de tensión, 264 bajadas de red, 128 sobre-voltajes ó subidas de tensión 289 microcortes menores a 4 ms y aproximadamente entre 5 a 15 apagones de red mayores a 10 segundos. Realmente de cada 100 perturbaciones 40 causaron pérdidas de datos ó incidencias en las cargas conectadas.

Veamos ahora cuales son las causas más comunes y los problemas que se ocasionan: como ficheros corrompidos, prematuros fallos de hardware o intermitentes fallos y malfunciones de los mismos.

Por principio de cuentas enlistemos cuales son los problemas comunes de la calidad de la energía:

- errores de tierra física
- armónicos
- transientes
- fluctuaciones de voltaje
- cortes de corriente
- ruido eléctrico

A continuación daremos una explicación de dichos conceptos así como la forma de controlarlos y con ello tener energía de calidad.

## **1.2. LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y EL EFECTO DE LA CONEXIÓN A TIERRA**

De acuerdo con investigaciones recientes, la mayoría de los problemas de calidad de la energía se deben a una inapropiada o inefectiva forma de distribución de la energía eléctrica y la conexión a tierra dentro de las instalaciones del usuario. Los problemas típicos por la conexión a tierra y distribución resultan de los siguientes aspectos:

- Alambrado inapropiado, debido a la falta de compatibilidad entre y conexión a tierra para seguridad
- Alta impedancia en el sistema de tierra
- Niveles excesivos de corriente en el sistema de tierras, debido a errores de alambrado, corriente de fuga, corrientes circulantes en el sistema de tierras y otros problemas.

Es esencial que la distribución del usuario y su sistema de conexión a tierra sean diseñados e instalados apropiadamente y de acuerdo con las normas vigentes, para proveer la seguridad del personal y la correcta operación del equipo.

### **1.2.1 CONEXIÓN A TIERRA**

En México, la CFE y Luz y Fuerza del centro, establecen los códigos legales para las instalaciones eléctricas en los sistemas y la NOM-001-SE-1994 para las instalaciones eléctricas en general.

La conexión a tierra se ha establecido de una manera eficiente y sirve para los siguientes propósitos

- Proteger la vida de un shock eléctrico y la propiedad de daños

- Limitar el voltaje de un circuito cuando es expuesto a voltajes más altos de los que fue diseñado
- En general limitar el voltaje de un circuito de CA a 150 volts o menos en circuitos de alambreado interior
- Facilitar la operación de aparatos y sistemas eléctricos
- Limitar el voltaje en un circuito en el que otra forma se puede exponer a una descarga

Afin de tener lo anterior, se requiere una tierra efectiva y una conexión a tierra del equipo apropiado.

### 1.2.2. CONEXIÓN A TIERRA EFECTIVA

- Conexión a tierra efectiva, establece el voltaje cero como referencia para un sistema de distribución eléctrico y provee protección para el sistema eléctrico y el equipo de voltajes superpuestos por descarga y contacto con sistemas de alto voltaje. De La conexión a tierra proviene la aparición de voltajes de tipo estático y potencialmente peligrosos en un edificio.
- El electrodo de tierra más común es una varilla de acero recubierta de cobre, aunque en la actualidad se cuenta con mejor tecnología para acondicionar el suelo como los electrodos químicos.
- La resistencia a tierra debe ser tan baja como sea posible, lo que dará un buen funcionamiento al sistema de distribución y una buena protección al personal.
- La conexión del sistema de distribución eléctrico a tierra se hace en la entrada del servicio
- El neutro y la tierra también se conectan juntos al secundario del transformador en el sistema de distribución, donde el secundario forma un sistema aterrizado.
- El sistema puede ser aterrizado, si cuando se conecta a tierra el voltaje máximo a tierra no excede de 150 volts.
- Los anteriores son los únicos lugares donde se conectan a tierra el neutro y, cualquier otra conexión, sea intencional o no, puede ser peligrosa y traer problemas de calidad de la energía.

### 1.2.3. ¿POR QUE TIERRA FÍSICA?

Hablar de "tierras físicas" suena muy abstracto y aun más la tecnología actual debido a que toda sé esta haciendo digital y esto trae como consecuencia cargas no lineales. La tierra es una conexión de seguridad humana y patrimonial que se da en los equipos eléctricos y electrónicos para protegerlos de disturbios o transitorios imponderables.

Hay un buen numero de buenas razones para implementar un sistema de tierras, pero la principal es la seguridad del personal. Para conectar el sistema de tierras existen normas y recomendaciones apoyadas en las organizaciones que proveen las reglas para asegurar la fiabilidad y optima operación de estas, como son: el código eléctrico nacional (NEC.), Laboratorios de suscriptores (UL), asociación nacional de protección contra incendios (NFPA), instituto de normas nacionales estadounidenses (ANSI), administración de salud y seguridad (MSHA), norma de industria de comunicaciones (TIA). Todos estos organismos regulan y norman las conexiones en la tierra física ( ver tabla 1) para la seguridad del personal, pero también proveen la protección de equipos y la planta (ver figura 4). Un buen sistema de tierras mejorara la confiabilidad de equipo y reducirá la posibilidad de daño como resultado de relámpagos o fallas de corriente.

	Aparatos eléctricos	comunicación	computadoras	Electrónica	Aplicaciones industriales	Instrumentación Y medición	Potencia	Métodos de cableado	Entrenamiento hogareño	otros
Sociedades profesionales		IEEE	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE, ISA	IEEE	IEEE	IEEE, SMPTE	AAMI
Asociaciones Comerciales	AHAM	EIA, ECSA	CBEMA	EIA	EIA		NEMA	NEMA	EIA, NCTA	
Cuerpos Gubernamentales Y reguladores	CPSC	FCC	NBS			NBS	NRC	OSHA	FCC, CPSC	
Diversos	UL							NFPA, UL		ASTM, FDA

AAMI	Association for advancement of medical instrumentation	(Asociación para el avance de la instrumentación médica)
AHAM	Association of home appliance manufacturers	(Asociación de fabricantes de aparatos caseros)
ASTM	American society for testing and materials	(Sociedad Estadounidense para ensayos y materiales)
CBEMA	Computer and business equipment manufacturers association	(Asociación de fabricantes de computadoras y equipos de negocios)
CPSC	Computer products safety commission	(Comisión de seguridad de productos para consumidores)
ECSA	Exchange carriers standards association	(Asociación de normas para transportes de intercambio)
EIA	Electronics industries association	(Asociación de industrias de la electrónica)
FCC	Federal communications commission	(Comisión federal de comunicaciones)
FDA	Federal department of agriculture	(Departamento federal de agricultura)
IEEE	Institute of electrical and electronics engineers	(Instituto de ingenieros electricistas y electrónicos)
ISA	Instrument society of america	(Sociedad de Instrumentos de América)
NBS	National bureau of standards	(Oficina nacional de normas)
NCTA	National cable television association	(Asociación nacional de televisión por cable)
NEMA	National electrical manufacturers association	(Asociación nacional de fabricantes de equipo eléctrico)
NFPA	National fire protection association	(Asociación nacional de protección contra incendios)
NRC	Nuclear regulatory commission	(Comisión reguladora nuclear)
OSHA	Occupational safety and health administration	(Administración de seguridad y salud laborales)
SMPTE	Society of motion picture and television engineers	(Sociedad de Ingenieros en cine y televisión)
UL	Underwriters' laboratories	(Laboratorios de aseguradores)

Tabla 1 Principales organizaciones que intervienen en normas eléctricas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

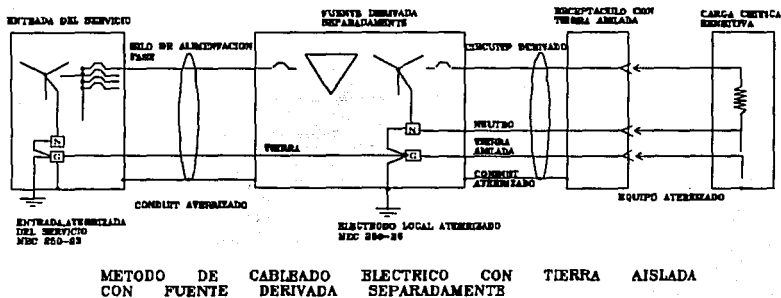


fig. 4 Diagrama esquemático recomendado por IEEE para conexiones neutro y tierra existente en una red eléctrica

### 1.2.4. ERRORES DE TIERRA FÍSICA

Normalmente un director técnico corporativo no le ponía mucha importancia al llamado pozo de tierras físicas, debido a que se consideraba un gasto infructuoso, por lo que la conexión a tierra es una materia frecuentemente mal interpretada, la confusión se debe al hecho de no definir adecuadamente los términos, un malentendido de conceptos básicos y la falta de conceptos nuevos para los sistemas digitales electrónicos modernos. Esto a llevado a que cada día sé eficienten más los llamados pozos de tierras físicas.

Recordemos que anteriormente (aun en estos tiempos) solo se colocaba una varilla coperwell (en el mejor de los casos) conectada a un sistema de zapatas mecánicas y por lo regular se conectaba cualquier cable conductor de cobre con la creencia de que esto drenaría todas las descargas del sistema

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Otro de los principales errores que se ven en la industria es la falta de mantenimiento ya que se acostumbraba dejar las varillas coperwell en un tubo de albañal y cubrietas, con ello evitando la supervisión del estado de la varilla, que están sujetas a corrosión galvánica o química y no volviendo apretar la conexión mecánica en años,

La forma de cómo se instala una varilla de tierra física, también representa un grave error debido a que normalmente se golpea directamente a esta y con ello se pudo perder las características de la varilla, al paso del tiempo la varilla pierde sus características radiales.

Además, el diseño dependerá de los requerimientos de nuestra área a acondicionar, ya que no será el mismo diseño para una empresa de producción que para otra de telecomunicaciones

### **1.2.5. ¿QUE ES LA TIERRA Y PARA QUE SIRVE?**

El NEC, define a la tierra como una conexión conductora que drena a tierra grandes descargas que son peligrosas para el personal u equipo conectado en caso de un cortocircuito provocado o accidental. Cuando hablamos de tierras podemos clasificarlas de dos maneras tierra aterrizada y equipo aterrizado. la tierra aterrizada es la conexión intencional desde un conductor de algún circuito usualmente el neutro hacia un electrodo de tierras localizado en un pozo de tierras

Cuando hablamos de equipo aterrizado, nos referimos a una conexión, desde la estructura del equipo hacia nuestro sistema de tierras para asegurar la operación adecuada del equipo drenando a tierra las corrientes peligrosas provocadas por mal funcionamiento del equipo o conexiones indebidas en el sistema.



Estos dos sistemas de tierras se requieren para mantener separados a excepción de una conexión entre los dos e impedir diferencias de potencial de un posible choque eléctrico ya sea debido a rayos atmosféricos o cortos circuitos( ver figura 5). El propósito de un sistema de tierras aparte de la protección del personal y el equipo es proveer una trayectoria segura para la disipación de las corrientes de falla, relámpagos atmosféricos, descarga estáticas, ruido e interferencias.

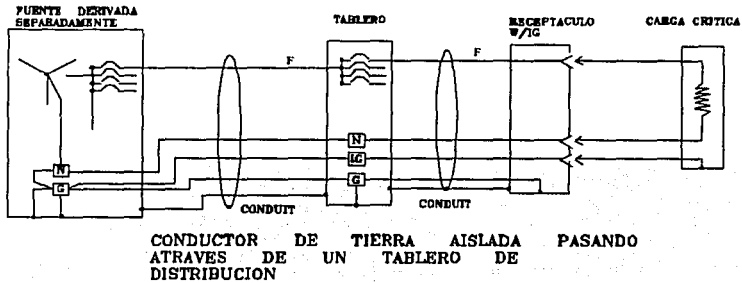


fig.4 Diagrama esquemático recomendado por IEEE para conexiones neutro y tierra existente en una red eléctrica.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## **1.2.6. VALORES DE RESISTENCIA DE LA TIERRA.**

Idealmente una buena tierra debería tener una resistencia de cero ohms, ya que entre mas se aproxime a este valor la corriente de falla lograra tener menos obstáculos para ser disipada en la tierra.

El valor de la resistencia de tierra requerido dependerá de la aplicación de cada industria, para eso la resistencia del terreno deberá ser mejorada de acuerdo ala aplicación. La norma según NEC nos dice que un buen sistema de tierras deberá ser menor a 5 ohms para garantizar una buena disipación de corrientes peligrosas.

## **1.2.7. MEDICIONES DE LA RESISTENCIA DE LA TIERRA**

La razón para medir la resistencia del suelo, es encontrar el terreno con más baja resistencia de tierra posible, una vez encontrado el lugar se dará lugar a diseñar y construir un campo de terreno con las condiciones necesarias, para ello se tendrá que considerar los factores que afectan la resistividad del suelo, debido a que este no es totalmente homogéneo y la resistividad variara geográficamente a profundidades diferentes, otro factor que afecta a la resistividad es la humedad o cantidad de agua que contenga el terreno, por lo tanto la resistividad disminuirá relativamente a la cantidad encontrada de humedad, a mas humedad menor será la resistividad y viceversa (ver figura 5).

El objetivo principal del sistema a tierra es el control de corrientes indeseables, corrientes de falla, corrientes de descarga electrostáticas, corrientes de ruido de alta frecuencia, etc., los sistemas de tierra deben confinar hacia fuera de las instalaciones eléctricas las corrientes indeseables, que son de tres tipos básicamente:

- Estacionarias (corriente directa)
- Altemas lentas (de baja frecuencia)
- Altemas rápidas (de alta frecuencia)

Por esta razón hablaremos de los electrodos que representan el corazón de una instalación eléctrica debido a que el efecto causado por un solo impacto de rayo o corrientes transitorias puede costar miles de dólares en perdidas de equipo sensible, tiempo perdido, operaciones interrumpidas o la perdida de vidas humanas estas son las razones del porque es indispensable tener un buen sistema de tierra.



fig. 5

Distribución para un sistema de tierras en subestacion

### 1.2.8. MÉTODO DE POLO

Este procedimiento de medición descrito a continuación se usa universalmente y fue desarrollado por el Dr. Franquea Wenner de la agencia de normas en 1925.

la formula es la siguiente:

$$p = 2\pi ar$$

$p$  = es la resistividad promedio del suelo a la profundidad en  
ohm-cm

$\pi$  = es la constante 3.1416

$a$  = distancia entre los electrodos

$r$  = resistencia medida en ohms desde el instrumento de prueba

él calculo de esta medida puede ser simplificado por convertir distancia en cm a pies y la ecuación queda:

$$p = 191.5 ar$$

donde:

$p$  = el promedio de la resistividad del suelo a la profundidad en  
ohm-cm/ft

$a$  = distancia entre los electrodos en pies

$r$  = resistencia del valor medido en ohms desde el instrumento  
de prueba

### 1.3. ELECTRODOS

Hablar de electrodos también puede ser abstracto debido a que en la actualidad existen un gran numero de tipos modelos y características que definen a cada uno de ellos, por lo que daremos una explicación de los mismos, así como ventajas y desventajas.

#### 1.3.1 EN QUE CONSISTE UN ELECTRODO DE TIERRAS

Un electrodo de tierras consiste de tres componentes básicos (fig. 6)

- un conductor de tierras (1).
- la conexión del conductor al electrodo de tierras (2)
- el mismo electrodo (3).

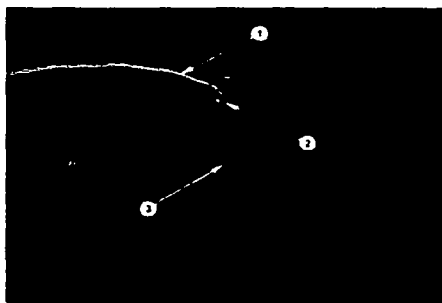


Fig. 6 Izq. vista de electrodo químico: der. Electrodo coperwell con partes principales.

**La resistencia de un electrodo de tierras tiene tres componentes básicos:**

- 1.- la resistencia del electrodo de tierras y las conexiones al electrodo
- 2.- la resistencia de contacto de la tierra de los alrededores de la tierra al electrodo
- 3.- la resistencia del terreno alrededor del electrodo de tierra

### **1.3.2. VARIABLES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA DE UN ELECTRODO**

Existen diferentes variables que afectan los diseños de tierras las cuales son:

- la tierra
- la longitud y profundidad del electrodo de tierras (ver figura 7)
- el diámetro del electrodo de tierras



fig. 7 área de radiación principal de los electrodos

Las varillas para tierra física conocidas como varillas coperwell son de sección circular y con una resistencia mecánica tal que permite su instalación en casi todos los terrenos, pero con la limitante de que el revestimiento es muy delgado y al instalar puede sufrir algunas alteraciones por lo que depende de la habilidad del instalador para no dañar el revestimiento, existen también varillas cadweld que son un electrodo de sección circular resistente a la corrosión y con una resistencia mecánica tal que permite su instalación en casi todos los terrenos.

En las varillas cadweld la parte externa esta formada por cobre puro ligado molecularmente a un núcleo de acero de alta resistencia cumpliendo ampliamente con la norma UL - 467 - 1993 en la que se especifica:

1. - Revestimiento de cobre puro de un espesor de 0.254 mm, (0.010")
2. - Revestimiento de cobre unido molecularmente al núcleo del acero por electrólisis
3. - Ausencia de cualquier fisura en el revestimiento de cobre aun cuando la varilla sea doblada a 30 ° longitudinalmente.

Por lo anterior se debe de garantizar por parte del proveedor que sus varillas emplean un sistema que produce varillas superior a las que se fabrican con sistemas convencionales, por lo que una de las principales características para la selección de un electrodo deberá ser que cumplan con normas técnicas de calidad mundial.

Por otro lado las barras químicas o electrodos químicos cumplen o exceden todos los estándares de seguridad y códigos de diseño desarrollados para la protección del personal (recordemos que esta es la principal función de todas las normas existentes según IEEE), propiedades y equipos sensitivos, en este momento los electrodos químicos están protegiendo a personas, capital invertido en equipos

valiosos y equipos sensibles en estaciones de radio, tv, aeropuertos, centros de control de tráfico aéreo, plantas generadores de fuerza electromotriz, plantas químicas, centro de telecomunicaciones, computadoras, etc. y recordemos que estas instalaciones están localizadas en áreas del mundo mas propensas a sufrir los efectos de los rayos ( ver figura 8).

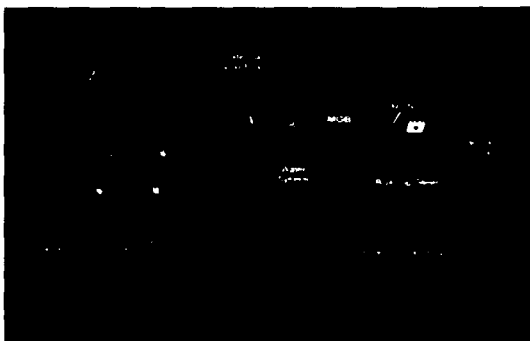


fig. 8 Elementos a aterrizar en una red eléctrica

Otra de las características de los electrodos químicos de tierra física de baja resistencia es el acondicionamiento que se le puede realizar al terreno ya que son diseñados para ser más efectivos aún en roca sólida, frío congelante, resecos o desiertos. Se ha demostrado que un solo electrodo de tierra física de muy baja resistencia puede reemplazar 10 barras convencionales. Este es un factor muy importante cuando uno compara el número de barras y el área de terreno necesaria para lograr tierras de baja resistencia. Es aun más importante, cuando uno entiende que a medida que los requerimientos de baja resistencia se reducen los valores absolutos significativamente más bajos, el número de barras y el terreno requerido se incrementaran exponencialmente.



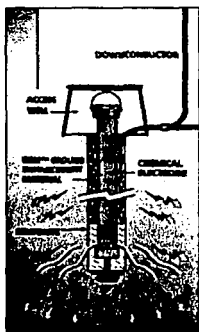


Fig.9 Partes principales de un electrodo químico y elementos químicos que ayudan a acondicionar el terreno.

Por lo que podemos decir que el mas elaborado sistema de tierras que se ha diseñado, puede ser inadecuado, a menos que la conexión del sistema de tierras sea adecuada y tenga una resistencia baja (menos de 1 ohm para sistemas eléctricos industriales), por consiguiente, la conexión a tierra es una de las partes más importantes del sistema eléctrico de una empresa, esto es también la parte más difícil de diseñar y obtener en campo, por lo que los electrodos de tierra de muy baja resistividad vienen hacer una gran solución para la ingeniería actual

En conclusión el sistema de puesta a tierra de baja impedancia de sobretension ultra-eficiente (ver figura 9) específicamente está diseñado para:

- Sistemas de protección contra rayos atmosféricos
- Sistemas de eliminación de sobretensiones de energía y corrientes transitorias
- Prevención de accidentes por corrientes transitorias y cargas estáticas

- Lograr los requerimientos de seguridad de aterrizaje para subestaciones eléctricas
- Protección de equipos electrónicos contra todos los peligros de la energía eléctrica
- Conexión a tierra de sistemas de energía de corriente alterna
- La obtención de sistemas neutralizadores de fallas a tierra rápidos y eficientes
- Conexión a tierra de sistemas electrónicos y centrales de comunicación.

### **1.3.3. LA CONEXIÓN ( SISTEMA DE SOLDADURA CADWELL)**

Después de tener nuestro electrodo. ¿Que debemos de hacer para garantizar la conexión de tierra física?, ¿ Que tenemos que elegir?

Un sistema para la unión al electrodo del cual saldrá nuestro hilo conductor a la placa de cobre de distribución por piso o área de trabajo. Esto es que se pueden conectar por el método de zapatas mecánicas, conexiones eléctricas soldadas exotérmicamente o sistema de compresión.

Hablemos de las conexiones mecánicas: estas representan la peor conexión a nuestro sistema de tierra por que las vibraciones hacen que la conexión se tenga que reapretar constantemente, lo cual representa un inconveniente en dicha instalación.

El sistema conocido como cadweld es el nombre comercial asignado a las conexiones eléctricas soldadas exotérmicamente desarrolladas por erico, ins, en la década de 1930. las conexiones cadweld han sido el sistema confiable para hacer conexiones eléctricas de altas corrientes entre cobre-cobre y cobre-ferro-(acero) las conexiones cadweld no se aflojan, ni están sujetas a corrosión galvánica o química y tienen mayor capacidad de conducción de corriente que los mismos conductores. cadweld provee un proceso sencillo para hacer conexiones soldadas en el campo sin requerir energía externa, equipo costoso o entrenamiento especial al personal normalmente requeridos con otro tipo de soldadura o conexión.

El método de soldadura cadweld para la realización de conexiones eléctricas esta basado en la reducción del oxido de cobre por el aluminio. Esta reacción química desarrolla una cantidad elevada de calor.

Para la realización practica, se utiliza un molde de grafito resistente a temperaturas elevadas. El polvo de oxido de cobre y aluminio, así como el polvo de encendido se coloca en el interior del molde. La reacción química se inicia por medio de una chispa y es prácticamente instantánea. El cobre liberado por la reacción (aproximadamente a 1800°C) baja por un ducto hacia la cavidad de la soldadura por la influencia del elevado calor desarrollado, los metales base se soldan en una verdadera conexión molecular.

El oxido de aluminio formado se deposita en forma de escoria sobre la soldadura que se remueve con facilidad golpeándola.

Las cargas cadweld son empacadas en tubos de plástico y en el mismo se incluyen el fulminante que esta comprimido al fondo del tubo, con cada carga se surte un disco de hoja de lata. Para sostener la carga. Estas cargas se pueden almacenar, transportar y usar sin ningún peligro para el usuario, el humo que despiden a la hora de la reacción es inofensivo.

*Existen tres tipos de polvo o material de soldadura cadweld para soldar el sistema de tierras.*

El f-20 es el material estándar que se usa en todas las conexiones de cobre a cobre y cobre a acero estructural y se diferencia por tener tapa color neutro

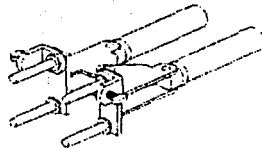
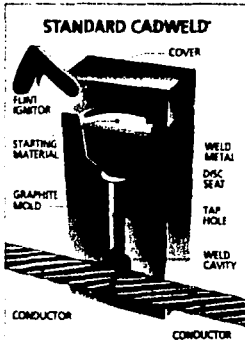
El f-33 es usado en todas las conexiones que sean de protección catódica y se diferencian por tener tapa color verde

El f-80 es usado en todas las conexiones de riel a riel y tiene tapa color naranja

importante: se recomienda almacenar los moldes y las cargas en lugar seco.

molde cadweld

pinza universal I-160



Los modelos cadweld (fig. 10), son fabricados según el tipo de conexión a hacer y son hechos de grafito que es un material que resiste altas temperaturas sin afectar sus propiedades y permite un uso continuo, la vida de los moldes es de 50 conexiones aproximadamente en condiciones normales

## TIPOS DE CONEXIONES CADWELD



PG



PH



SV



PG



PT



TA



PG UN TIRO



BS



XA



XB

fig. 10

partes principales y accesorios del sistema cadweld  
y diferentes tipos de moldes

TRISIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por otro lado hablemos del sistema de conectores a compresión para tierras que cumple con las más estrictas normas de seguridad y funcionamiento, incluyendo aquellas de control ambiental, así como las de diseño de plantas nucleares. La característica básica del sistema se centra en una larga duración y en un funcionamiento excelente. El sistema completo se compone de conexiones en cruz para mallas de tierra, derivaciones, empalmes, cable a varilla de tierra y terminales.

Las herramientas de instalación forman parte integral de este sistema, lo cual hace de este un gran inconveniente debido a que el costo de las herramientas es elevado. pero como ventaja podremos decir que:

- Elimina completamente los efectos de corrosión que se presentan en combinación con otros metales
- No es riesgoso, no es potencialmente inflamable
- No requiere equipo de protección especial
- El material es perfiles de cobre electrolítico, varillas y tubos sin costuras
- Los elementos del sistema de tierra hyground tipo compresión contienen compuesto penetrox que ayuda a la conexión.

#### 1.3.4. TIPOS DE SISTEMAS DE TIERRAS

Existen dos formas de conectar un sistema de tierras, simples y complejos. Esto dependerá de la carga a disipar, aplicación y características del suelo.

*Los simples:* consiste de un electrodo único, es la forma más común de conexión y se puede encontrar en hogares, oficinas o negocio.

*El complejo:* consiste de un arreglo de electrodos múltiples formando mallas o rejillas. Estos sistemas se encuentran donde existen grandes cargas, subestaciones, equipos de emergencia, centrales, centros de computo, etc (ver figura 11).

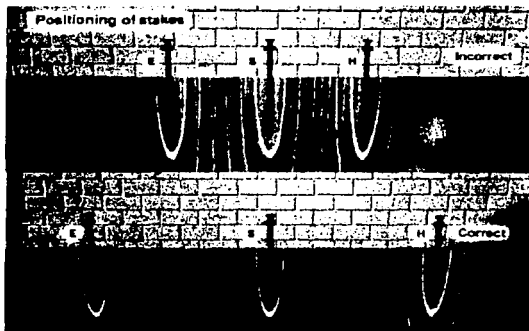


Fig. 11 Distancia adecuada para la instalación de los electrodos ( la distancia debe ser mayor a la longitud de la misma varilla y menor a dos veces la longitud del electrodo).

#### 1.4. RUIDO

El ruido es un fenómeno de bajo voltaje, baja corriente, y de frecuencia repetitiva, el ruido puede ser un evento de corta duración, no es un transitorio y un dispositivo de protección contra transitorios no lo puede eliminar. Frecuentemente generados por la operación normal del equipo de computo. El ruido puede causar varios problemas como es la transferencia incorrecta de datos, errores en las impresoras, fallas en el tablero, mouse y monitor, aun en los programas (ver figura 12).

PRNT U<sub>2</sub>

MEM3

RMS

59.7 Hz

209

V

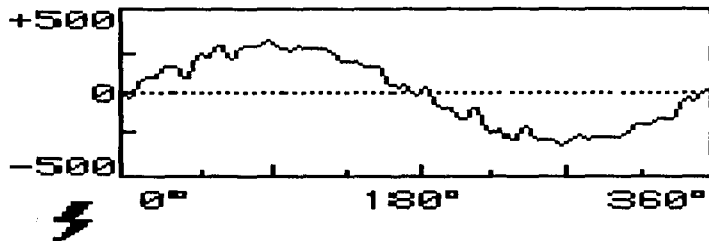


fig. 12 Imagen presentando ruido eléctrico en el sistema eléctrico causado por equipo electrónico ( deformación de la onda senoidal)

El ruido ( noise) frecuentemente generado por la operación normal del equipo de computo. ( Fig. 13) el ruido puede causar varios problemas como son: Transferencia incorrecta de datos, errores en las impresoras, fallas en el tablero, mouse o monitor y fallas en los programas.

solución: usar transformador de aislamiento, también conviene usar transformador ferresonante.

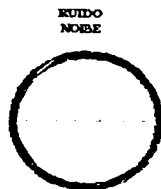


Fig.13 Gráfica de ruido

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



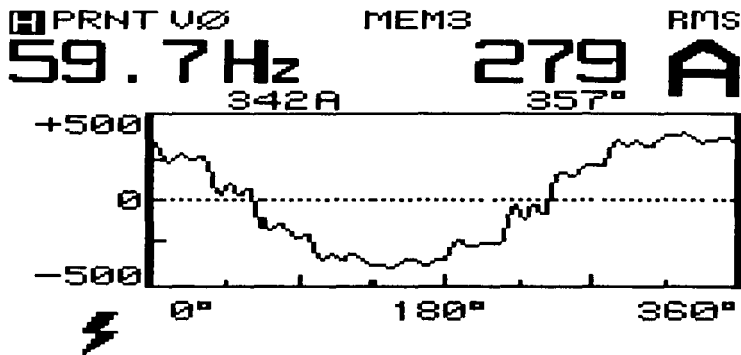


Fig. 14

Ruido eléctrico causado por motores eléctricos

las características específicas del ruido eléctrico (ver figura 14) son:

1. - Bajo voltaje ( menor de 50 voltios)
2. - Baja corriente ( microamperios a miliamperios)
3. - Factores de frecuencia repetitiva

El ruido viaja sobre la onda senoidal de c.a. y puede ser reducido con filtros y/o técnicas de instalación correctas de conexión a tierra.

#### **1.4.1. PROBLEMAS CAUSADOS POR RUIDO**

1. Errores y/o corrupción de datos
2. Cierre erróneo de computadoras
3. Errores de comandos y funciones
4. Degradación de funciones

#### **1.4.2. CAUSAS DE RUIDO**

Interferencia electromagnética ( emi) desde motores a estaciones de radio ( rfi).

Inducción de motores

Compresores

Dimmers

Uso de bancos de capacitores para corrección del factor de potencia en edificios

### 1.4.3. SOLUCIONES DEL RUIDO

Uso de un transformador de aislamiento con celdas para eliminar el ruido de modo común y filtrar la red para eliminar el ruido de modo normal. Esta tecnología es muy eficiente ( 98 %) y es recomendada para cuartos de computo (site).

Use un transformador ferrosresonante para eliminar ambos ruidos el común y ruido de modo normal en todas aquellas áreas donde el calor disipado no sea un problema ( 60-90 % de eficiencia). En ambos casos el transformador debe ser localizado muy cerca de la carga de la computadora para hacer efectiva la atenuación de ruido.

### 1.5. ARMÓNICOS

La distorsión de la forma de onda ( waveform distortion) es causada por la multiplicación natural de la energía normal llamada armónica. ( Fig. 15).

Las armónicas pueden ser causadas por el equipo instalado en la red, como también a cientos de kilómetros generadas por controles de velocidad o las mismas computadoras. las armónicas causan errores en la comunicación y daños en el hardware.



Fig. 15

Gráfica de distorsión de la forma de onda

Solución: debido a que la industria requiere de la utilización de los equipos descritos anteriormente, solo nos queda implementar sistemas de ups que nos supriman las armónicas que más nos afectan como la 3,5,7,9 y 11 armónicas, también en la actualidad se están implementando los llamados filtros activos que automáticamente se ajustan para contrarrestar la armónica.

Una solución mas es limpiar la energía con transformadores de aislamiento para lugares dedicados como site.

¿Que son las armónicas? De acuerdo con el teorema de fourier, una función que se repite cada  $t$  segundos (esto es una función con periodo  $t$ ) puede expresarse como una suma infinita de senos y cosenos, tal como se muestra continuación:

$$f(t) = a_0 + a_1 \cos(1 \times \omega_1 t) + b_1 \sin(1 \times \omega_1 t) + a_2 \cos(2 \times \omega_1 t) + b_2 \sin(2 \times \omega_1 t) + a_3 \cos(3 \times \omega_1 t) + b_3 \sin(3 \times \omega_1 t) + a_4 \cos(4 \times \omega_1 t) + b_4 \sin(4 \times \omega_1 t) + a_5 \cos(5 \times \omega_1 t) + b_5 \sin(5 \times \omega_1 t) + \dots$$

donde  $\omega_1 = 2\pi/t$  es la frecuencia angular en rad/s

La suma de  $a_1 \cos(1 \times \omega_1 t) + b_1 \sin(1 \times \omega_1 t)$  es la componente fundamental y tiene la misma frecuencia y el mismo periodo  $t$  que la función que deseamos descomponer en senos y cosenos. Además de la componente fundamental, aparece una componente de valor constante,  $a_0$ , esta es el valor promedio o componente de la corriente directa ( ver figura 16).

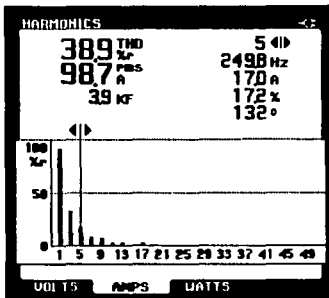


FIG. 16 GRAFICA MOSTRANDO HARMONICOS DE CORRIENTE EXISTENTE EN CARGAS NO LINEALES Y VALORES ASOCIADOS A LA 5 HARMONICA

La suma de  $a_2 \cos(2 \times \omega_1 t) + b_2 \sin(2 \times \omega_1 t)$ , es la segunda armónica y tiene una frecuencia igual al doble de la frecuencia de la función periódica  $f(t)$ . La suma  $a_3 \cos(3 \times \omega_1 t) + b_3 \sin(3 \times \omega_1 t)$ , es la tercera armónica y tiene una frecuencia igual al triple de la frecuencia de la función periódica  $f(t)$ . Las componentes de frecuencia mayor a  $\omega_1$  son las llamadas armónicas.

Resumiendo, tenemos que la suma del valor promedio, la fundamental (senoidal) y las armónicas (senoidales) resulta en una forma periódica que puede verse no muy senoidal.

Las armónicas son corrientes y/o voltajes presentes en un sistema eléctrico, con una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental. Así, en sistemas con frecuencia de 60 hz y cargas monofasicas, las armónicas características son la tercera (180 hz), quinta (300 hz), y séptima (420 hz) por ejemplo. Con el creciente aumento en el uso de cargas no lineales (procedentes de la electrónica de potencia), se tienen algunos problemas en las instalaciones eléctricas debido a los efectos de las componentes armónicas de corriente y voltaje en los sistemas eléctricos, que no se contemplaban anteriormente.

En general cualquier tipo de carga no lineal conectada al sistema eléctrico causara distorsión armónica (ver figura 17), por lo que podemos afirmar que cualquier distorsión en una onda senoidal es una distorsión armónica.

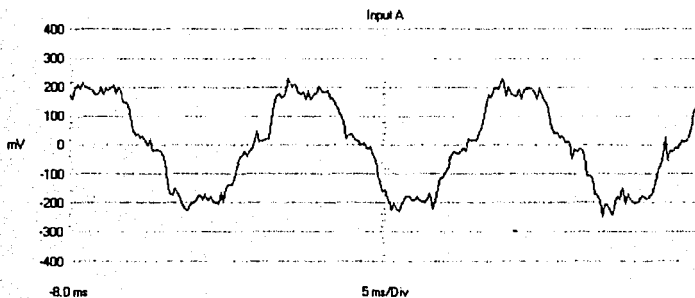


Fig. 17 Onda senoidal mostrando distorsión en la forma de onda, medida en ups, con cargas no lineales y que provocan armónicas

### 1.5.1 PROBLEMAS CAUSADOS POR ARMÓNICOS

Sobrecalentamiento y fuego en el transformador

Sobrecalentamiento del conductor neutro

Fallas prematuras en los motores

Sobrecalentamiento y fallas en los capacitores para corrección del factor de potencia

Sobrecalentamiento y sobrecarga en los generadores de emergencia

Frecuente protección y bote de breakers

Reducción de la eficiencia

## 1.5.2. CAUSAS DE ARMÓNICOS

El uso de cargas no lineales ( ver figura18) como es:

Computadoras

Variadores de frecuencia

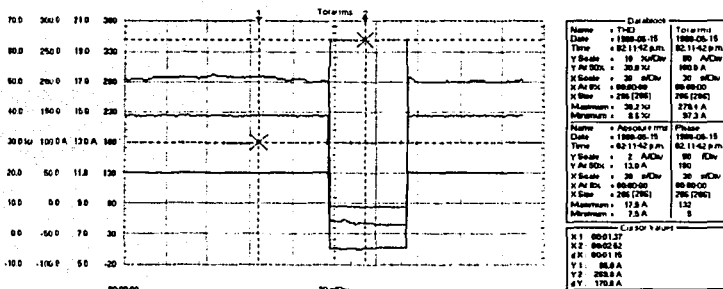
Rectificadores usados solos o dentro de un ups

Dimmers electrónicos

Microprocesadores de equipos

Convertidores de frecuencia

Impresoras láser



Logging of Readings: THD, Total rms, Absolute rms (5 Harmonic), Phase  
Total rms is active waveform (see title and cursors)

Fig. 18 Valor total de thd de una carga real

### **1.5.3. SOLUCIONES A LOS ARMÓNICOS**

- Hacer diseños eléctricos a conciencia calculando las dimensiones adecuadas del calibre del neutro
- Utilizar transformador de aislamiento en delta o estrella con rangos en factor k
- Reducir y/o atenuar las corrientes armónicas usando Transformadores en zigzag.
- Utilizar filtros activos para corregir la forma de onda.

### **1.6. APAGONES**

Los apagones que como ya vimos con anterioridad pueden ser provocados o generados, ya sea por la compañía suministradora o por errores humanos, son la principal causa de pérdida de información, en los sistemas de cómputo y daños irreversibles a equipos de transmisión, en este mundo globalizado de tecnología no podemos darnos el lujo de perder información o tiempo de producción, por causas ajenas a nuestra empresa, por lo que tendremos que adecuar a nuestros sistemas eléctricos la forma de no perder contacto con nuestra energía.



### 1.6.1. PROBLEMAS CAUSADOS POR APAGONES

Perdida completa de datos ( ver figura 19)

Perdida completa de programación

Perdida de producción

En el campo de la medicina trae fatales consecuencias

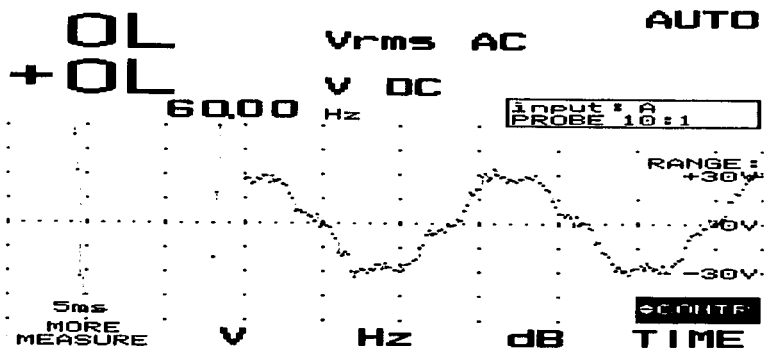


Fig.19 Comportamiento de la onda senoidal al ocurrir un apagón

Los apagones ( outages-blackouts) (fig. 20) usualmente causados por fallas en el sistema de suministro de energía eléctrica. , Causan apagones repentinos y dañinos de todo equipamiento eléctrico.

solución: una ups sin cortes para computadoras y sistemas de redes de alta necesidad, lo cual permite un apagado ordenado o continuar operando.



Fig. 20 Gráfica de ausencia de energía al ocurrir un apagón

## 1.6.2. CAUSAS DE APAGONES

### *Externas al edificio*

Daños en las líneas de transmisión debido a descargas atmosféricas

Sobrecargas de las líneas eléctricas

Rompimiento en la distribución eléctrica

Protección y bote de brakers

Cortos de voltaje provocados o accidentales (figura 21)

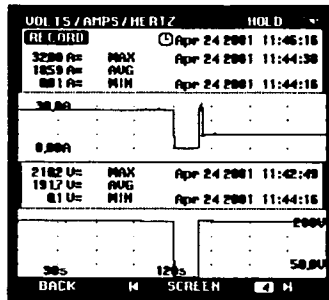


Fig.21 Observa un corte de energía real alterando voltaje y corriente y tirando la carga que soporta.

### 1.6.3 Soluciones a los apagones

Utilizar una fuente de poder ininterrumpible (ups)

Las tecnologías de las ups (ver cap.2.5) que están disponibles son:

### **Off line**

Standby ( off-line) sin regulacion  
Standby ( off-line) con regulacion

### **Line interactive**

Line interactive de simple conversión, usa un transformador ferroresonante o un Regulador electrónico

### **On line**

True on line de doble conversion

## **1.7. TRANSIENTES**

Los transientes son breves sobrevoltajes o sobre corrientes que duran generalmente microsegundos y que son generados por causas internas y externas. Los rayos la conmutación de cargas de las empresas de energía e instalaciones vecinas y el accionamiento de velocidad variable son algunas de las causas de los disturbios de energía.

Los voltajes transientes van desde unos pocos voltios hasta mas de 20,000 voltios con sobrecorrientes que superan los 10,000 amperes, de acuerdo con la definición de ANSI/IEEE c62.41-1991 y pueden ocurrir con frecuencia de 180,000 a 432,000 eventos por hora en medios industriales de extrema actividad. Los estudios muestran que cerca del 80% de la actividad transiente de una instalación se genera internamente.

Los picos de tensión ( transcientes – spikes) (fig. 22) son el resultado de la caída de rayos, ó cuando las cargas eléctricas son apagadas. pueden destruir circuitos electrónicos y corromper datos almacenados:

Solución: supresor de picos de tensión certificado ul, transformador de aislamiento o una ups.

PICOS DE TENSION  
TRANSIENTS - SPIKES

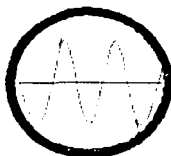


Fig. 22 Gráfica de picos de tensión y transientes

Los transitorios son impulsos de voltaje de alta velocidad superpuestos sobre la onda senoidal de potencia de C.A. o viajan sobre las líneas de señales y datos. Son caracterizados por un tiempo de ascenso muy rápido, típicamente en el orden de microsegundos, región con una característica de corriente de descarga similar a la de un capacitor. los transitorios en un sistema eléctrico de distribución se encuentran específicamente caracterizados por lo siguiente:

- 1.- Alto voltaje ( de 50 a muchos kv)
2. - Alta corriente ( amperios a kiloamperios)
3. - Patrones no repetitivos de frecuencia

Fuera de un edificio o planta, el transitorio es generalmente una fuente de corriente y puede tener muchas veces la corriente pico de los transitorios generados dentro del edificio, pero los transitorios generados dentro del edificio pueden tener mas energía ( potencia).

Los transientes son instantáneos y de muy alto voltaje. Es una onda instantánea e intensa que no dura mas de un ciclo o dos, pero con voltajes del 100% o más de voltaje normal. Los transientes pueden causar errores en los datos, errores de procesamiento, transferencia incorrecta de información, fallas en el teclado, mouse y monitor, así como en el hardware.

#### **1.7.1. PROBLEMAS CAUSADOS POR TRANSIENTES**

1. - Destrucción completa de equipo de computo
- 2.- Severos daños a tarjetas y componentes electrónicos
3. - Errores lógicos en computadoras

#### **1.7.2. CAUSAS DE TRANSCIENTES**

*Externos al edificio*

Relámpagos y rayos

Transferencia de carga a la fuente

Cambios de energía al conectar y desconectar cargas

### **Internas del edificio**

Arranque de motores de aire acondicionado, elevadores y otros equipos de gran potencia.

Uso de banco de capacitores para corrección de factor de potencia

Arco de equipo para soldar

Equipo de oficina como impresoras láser, copiadoras y pc's.

### **1.7.3. SOLUCIONES A LOS TRANSIENTES**

A medida que las empresas en el mundo entero se tornan más complejas, aumentan sus inversiones en microelectrónica, procesadores ultraveloces y automatización instalación, por tal motivo se sugiere la instalación de una red para la supresión de transientes de sobrevoltaje ( tvss).

Los tvss, pueden ser de tres tipos según la capacidad o carga conectada a la red eléctrica para su supresión.

- 1.-Clase a
- 2.-Clase b
- 3.-Clase c

### **Clase a**

Esta categoría esta sujeta a un alto nivel de transientes de onda oscilatoria amortiguada generados por una gran variedad de equipos de carga, incluyendo equipo de oficina y sistemas de fabricación industriales y comerciales.

### **Clase b**

La categoría b esta sujeta a una mezcla de impulsos generados externamente y transientes oscilatorios amortiguados generados internamente por un amplio espectro de equipamiento de carga tal como motores, equipo de control ambiental, equipo de manufactura y de oficina.

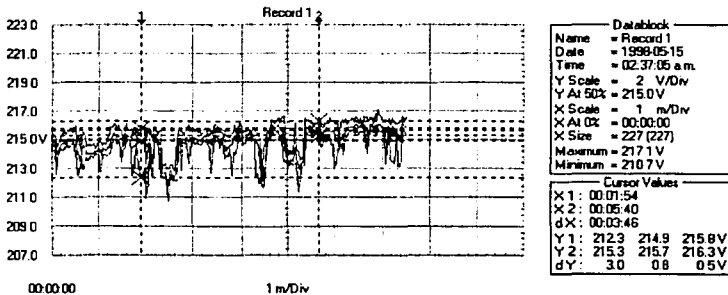
### **Clase c**

Las ubicaciones categoría c están sujetas a grandes impulsos transientes generados externamente por rayos, la conmutación de cargas de las empresas de energía, fallas en la red de energía, factores climáticos e instalaciones aledañas.

## **1.8. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREVOLTAJES Y BAJAS DE TENSIÓN**

El spd es un dispositivo destinado a limitar los sobrevoltajes transitorios (ver figura 23) y desviar las sobrecorrientes, además de los problemas causados por fluctuaciones de voltaje





Waveform Record 1 (Volt)  
Sags & Swells Waveform show Minimum, Average and Maximum values

Fig. 23 Fluctuaciones de voltaje en la red eléctrica, mostrando máximos y mínimos de voltaje. gráfica de analizador de redes fluke 43

Un alto voltaje constante puede causar daños permanentes al equipo de computación

Un alto voltaje momentáneo puede causar errores de datos y degradación de componentes. (Ver fig. 24). |

Un bajo voltaje constante causara perdida de datos y tal vez apagara su equipo de computo

Un bajo voltaje momentáneo causara que su monitor parpadee y posiblemente cerrara el sistema.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

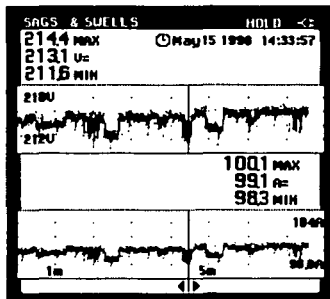


FIG. 24 INCREMENTOS Y DECREMENTOS DE VOLTAJE Y CORRIENTE EXISTENTES EN LA RED ELÉCTRICA DEBIDO A LA CARGA O CAUSAS EXTERNAS

### 1.8.1. PROBLEMAS CAUSADOS POR SOBREVOLTAJES

los sobrevoltajes son incrementos de energía que causan daños a los componentes eléctricos debido a que se incrementa el rango de operación de los equipos.

Los sobrevoltajes nos causan reset en equipos por lo que las pérdidas de productividad se ven gravemente afectadas y con respecto a la seguridad podría causar choques o descargas eléctricas al personal si no se tienen buenos drenes de energía y las conexiones adecuadas que dictan los organismos que regulan la energía eléctrica.

Los sobrevoltajes y sobrecargas ( surges and overloads) (fig. 25) comúnmente causados por cambios largos de carga eléctrica y por el cambio de la línea eléctrica útil. pueden dañar severamente equipamiento eléctrico:

Solución: acondicionador de línea eléctrica basado en tecnología ferroresonante y una ups con la capacidad de compensación de voltajes.

**SOBREVOLTAJES Y SOBRECARGAS  
SURGES AND OVERLOADS**

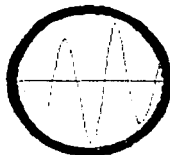


Fig. 25 Gráfica de sobrevoltajes y sobrecargas

Las bajas de tensión ( sag and brownouts) ocurren por lo general cuando se arranca algún motor o por fallas en el suministro de energía eléctrica. Pueden causar funcionamiento impropio o apagones repentinos en computadoras o en equipamiento de proceso de control. ( Fig. 26 ).

**BAJAS DE TENSIÓN  
SAGS AND BROWNOUTS**

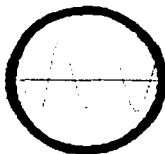


Fig. 26 Gráfica de bajas de tensión

Solución: acondicionador de línea eléctrica y/o una ups.

## 1.8.2. CAUSAS DE FLUCTUACIONES DE VOLTAJE

- Grandes motores arrancando o parando, como son los aires acondicionados (figura 27), elevadores, compresoras, etc.
- Grandes calentadores arrancando o parando como son impresoras láser, calentadores de agua, etc.
- Mecanismos o equipo que tiene un alto consumo de Corriente al arrancar como son las soldadores de arco.
- Bajas de voltaje en la red eléctrica (ver figura 28)
- Gran impedancia en la línea de distribución debido a la distancia Que recorre el voltaje al punto de utilización.

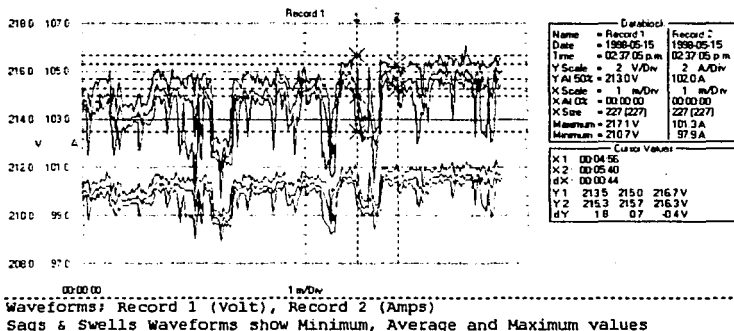


fig. 27 Gráfica de fluctuaciones de voltaje y como se refleja en la corriente mostrando en los dos máximos y mínimos de operación

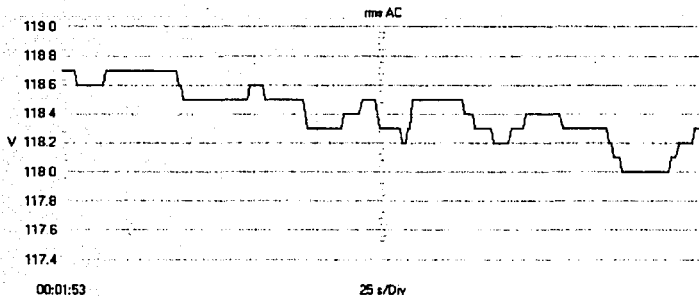


Fig. 28 Muestra de fluctuaciones de voltaje tomadas con un osciloscopio de 100 mhz.

### 1.8.3. SOLUCIONES A LAS FLUCTUACIONES DE VOLTAJE

Use un regulador tipo electrónico si él equipó será instalado en un centro de computo, o si el espacio tiene aire acondicionado ambiental

Use un transformador ferresonante (1 fase) o un regulador sintetizador magnético en lugares industriales donde el calor sé disipe o donde el ruido audible no sea un problema.

ISSUE WITH  
FALLA DE ORIGEN

## 1.9 VARIACIÓN DE FRECUENCIA ( FREQUENCY VARIATIONS)

Generalmente ocasionadas por los generadores ( fig. 29) no son comunes en la corriente normal. Las tecnologías off- line y line interactive en los ups no pueden resolver los problemas de variación de corriente, inclusive algunos ups con tecnología on line no lo pueden resolver: las variaciones pueden causar daños a los equipos:

FREQUENCY VARIATIONS  
VARIACION DE FRECUENCIA

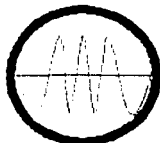


fig. 29 Gráfica de variaciones de frecuencia

### 1.9.1 PROBLEMAS CAUSADOS POR VARIACIÓN DE FRECUENCIA

Los equipos tienen una frecuencia de operación y al variar esta los componentes eléctrico-electronicos sufren daños en la electrónica, a la vez que al interactuar con otros equipos desacoplan los enlaces de referencia al variar la señal de frecuencia ( 60 hz).

Actualmente existe gran variedad de equipos ( variadores de velocidad, inversores de frecuencia etc.) que realizan operaciones específicas variando la frecuencia pero que a su vez descomponen la señal de referencia existente en la red provocando fallos en los demás equipos conectados a la misma red.

## **1.9.2 CAUSAS DE VARIACIÓN DE FRECUENCIA**

Las causas principales de variación de frecuencia son:

- Generadores de energía (cfe y cif)
- Generadores de energía ( plantas de emergencia)
- Variadores de velocidad
- Inversores de frecuencia
- Homos de arco eléctrico
- Computador lógico programable ( plc)

## **1.9.3 SOLUCIÓN A LA VARIACIÓN DE FRECUENCIA**

1.- La calibración y monitoreo de los equipos de generación de energía a las necesidades de la empresa, es decir, que nuestros motogeneradores siempre deberán de operar con o sin carga en los 60 hz o lo más cercano a la misma.

2.- La compañía suministradora del servicio no esta entregando la energía en normas por lo que se sugiere llamar y hacer que se realice un estudio de nuestra acometida.

3.- Utilizar una fuente de energía ininterrumpible ( ups) entre la carga y el motogenerador.

## 2.0. SISTEMAS ININTERRUMPIBLES DE ENERGÍA.

Los sistemas ups ( uninterruptible power supplies) son fuentes de energía ininterrumpida alterna, cuyo principio de funcionamiento se basa en el almacenamiento de energía continua en baterías a través de un rectificador/cargador mientras la energía del sector (red comercial) este presente y en ausencia de ésta un inversor transforma la energía continua en alterna.

Los sistemas ininterrumpidos de energía "ups" son equipos de la más avanzada tecnología true on line de doble conversión, controlados por microprocesador, tecnología pwm ( modulación por ancho de pulso) y diseñados para soportar cargas no lineales (informática) lo que otorga a estos sistemas mayor confiabilidad y mejores prestaciones. Además, están fabricados bajo estrictas normas de calidad internacional y tienen certificación iso-9002. -

Las computadoras se han convertido en el centro de funcionamientos de muchas oficinas, igualmente muchos otros equipos modernos de oficina como aparatos de fax, máquinas de escribir, plantas telefónicas, módems, etc., muchos de los cuales están computarizados hoy en día.

Todos éstos aparatos son vulnerables a las variaciones bruscas y repentinas en el fluido eléctrico, aparte de ocasionar pérdidas de horas valiosas de trabajo (en el caso de las computadoras), implican fuertes gastos en concepto de reparaciones o sustitución de los aparatos dañados.



La necesidad de contar con una *unidad de poder ininterrumpida* es una necesidad que va más allá de las computadoras personales, las redes de hoy día hacen que las oficinas sean más susceptibles a los problemas de energía, dado que la mayoría de los archivos en las redes están centralizados en un servidor de alto rendimiento.

Una baja de corriente que afecte al servidor de la red, afectará indefectiblemente a todos los usuarios conectados. Normalmente un sistema de ésta naturaleza no cuenta con un operador permanente, por lo que la protección de energía también debe ser automatizada.

Todos los problemas derivados de las variaciones en el suministro del fluido eléctrico, usted puede evitarlos haciendo una pequeña inversión al adquirir su *unidad de poder ininterrumpida* ( ups), que le proveerá protección permanente y segura para su información y equipo.

## **2.1 HISTORIA DE LOS UPS**

En la actualidad los usuarios han utilizado alguna forma de ups para protegerse de la pérdida o ineficiencia de la energía. Los primeros ups usaban un motor-generador-alternador con baterías, cuando el sistema de energía publica estaba normal la energía eléctrica era convertida a energía rotatoria por el motor que se volvió generador y a su vez alternador para mantener las baterías cargadas. El alternador convertía la energía mecánica a energía eléctrica para ser utilizada en la carga y/o equipo (ups dinámicos).

Cuando el suministro de energía fallaba, el generador usaba la energía almacenada en la batería para mantener la rotación del generador manteniendo la continuidad de la energía a múltiples formas y la gran rotación de masa representaba una pérdida de energía, por lo que hacía que esta forma de ups fuera de muy baja eficiencia y representaba un alto costo de mantenimiento (este sistema se sigue utilizando pero únicamente para generadores de más de 350kw).

Durante el periodo de 1904 a 1947, el bulbo fue, sin duda, el dispositivo electrónico más interesante y también el que más se desarrolló. El diodo de bulbo fue introducido por J. A. Fleming en 1904. Poco tiempo después en 1906, Lee de Forest le añadió un tercer elemento al diodo al vacío, denominado rejilla de control, lo cual dio como resultado el triodo.

Primer amplificador de su género. En los años subsiguientes la radio y la televisión ofrecieron un gran estímulo a la industria de bulbos. Sin embargo, el 23 de diciembre de 1947, la industria de la electrónica registra la aparición de un nuevo campo de interés y desarrollo. Fue esa tarde cuando Walter H. Brattain y Joseph Bardeen demostraron la acción amplificadora del primer transistor en la compañía Bell Telephone Laboratories. Las ventajas de este dispositivo de estado sólido de tres terminales respecto al bulbo se manifestaron de inmediato: era más pequeño y ligero, no tenía requerimientos de calentamiento o disipación de calor, su construcción era resistente y era más eficiente debido a que el mismo dispositivo consumía menos potencia, estaba disponible para utilizarse de inmediato, no requería de un periodo de calentamiento y era posible utilizar voltajes de operación más bajos, en los años siguientes la industria se convirtió en una de las más importantes y se lograron grandes avances en el diseño, técnicas de manufactura, aplicaciones de alta potencia, alta frecuencia y la miniaturización.

Es a partir de esto que surge el transistor y con el se desarrolla la tecnología para aplicaciones de potencia y se crea con scr el rectificador de seis pulsos. Posteriormente el transistor tipo bipolar en el año 1982.

Para su utilización en ups con las siguientes ventajas, baja disipación de calor y alta capacidad de corriente. Como desventaja se puede afirmar baja velocidad de swicheo y alto ruido acústico. El mosfet es introducido en 1986 únicamente cuatro años después del bipolar con las siguientes características alta velocidad de swicheo y bajo nivel de ruido.

Como desventajas diremos que el mosfet tiene una alta disipación de calor. Tres años después se hace una combinación de los transistores bipolar y mosfet creándose el bi-mos (1987) con las siguientes características baja disipación de calor, alta capacidad de corriente y alta velocidad de swicheo (6khz).

La nueva tecnología que se usa hoy en día utiliza el insulated gate bipolar transistor (igbt), que es un híbrido del tipo bipolar y fet, es el más eficiente transistor en el mundo con las siguientes características alta velocidad de swicheo (6khz), alta capacidad de corriente, alto voltaje, pequeño tamaño por pies cúbicos y una baja disipación de calor.

Hace mas de 30 años los sistemas de estado sólido (transistorizados), fueron descubiertos y con ello superaron las deficiencias existentes en los sistemas ups's.

Desde hace tiempo se han hecho muchos adelantos en los dispositivos de los semiconductores y controles electrónicos, el uso de los circuitos integrados a gran escala reduciendo el número de componentes de control y conexiones dando lugar mejores controles, reducción de volumen y aumentando la fiabilidad.

Hoy los sistemas de ups de estado sólido han incrementado su tiempo de operación con respecto a las fallas de 250 000 a 1,500,000 hrs dependiendo de la manufactura y operación del sistema.

Como observamos el desarrollo de los equipos ininterrumpibles de energía tienen 20 años y sé continua con las mejoras introduciendo en el rectificador e inversor la tecnología igt que trataremos de explicar más adelante.

## 2.2. EL DIAGRAMA A BLOQUES DE UNA UPS

Existen diferentes topología o tecnologías de ups, de acuerdo con la forma y modo de trabajo de cada uno de sus bloques que la conforman, dependiendo de esto será el nivel y calidad de protección eléctrica que puede otorgar ( fig. 30).

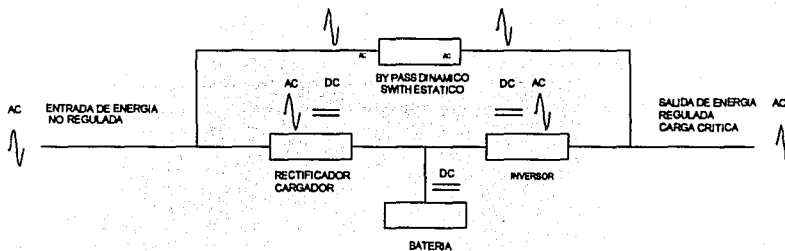


FIG 30 DIAGRAMA A BLOQUES DE UNA CONFIGURACION DE UPS

### **2.3. FUNCIÓN BÁSICA DE LOS UPS**

Debe mantener automáticamente el suministro de corriente a la carga crítica dentro de las tolerancias especificadas sin interrupción durante una falla o deterioro en el suministro de la fuente de energía normal. La continuidad de la corriente a la carga debe ser mantenida durante las interrupciones de energía utilizando la corriente suministrada por las baterías del ups durante el tiempo especificado.

### **2.4. MÓDULOS PRINCIPALES**

En general un ups está formado por los siguientes módulos principales

#### *rectificador*

Su función es transformar la energía alterna de la red comercial en energía CD regulada y filtrada con la cual se alimenta el inversor y cargador de baterías.

#### *banco de baterías*

Su función es almacenar energía continua, para ser entregada al inversor en caso de corte o falla del suministro principal

### *inversor*

Su función es transformar la energía c.d del rectificador, o de las baterías, en energía c.a., que reúna los requerimientos de la carga bajo cualquier condición normal de trabajo.

### *bypass*

Su función es conectar la carga de la ups con la línea de entrada (red) o con la salida del inversor

## **2.5. TECNOLOGÍAS EXISTENTES**

Como veremos a continuación existen tres tipos principales de tecnologías para definir un ups, pueden ser off line, line interactive o on line, las cuales explicaremos continuación.

### **2.5.1 OFF LINE**

En este tipo de ups ( llamado en inglés ups, standby power system figura 22), la carga es alimentada permanentemente por la línea de entrada a través del bypass y en caso de corte de energía o falla de ésta, la carga pasa a ser alimentada por el inversor. En estos equipos el rectificador (cargador) es de baja potencia ya que solo debe mantener en carga las baterías. ( ver fig. 31 ).

## OFF-LINE

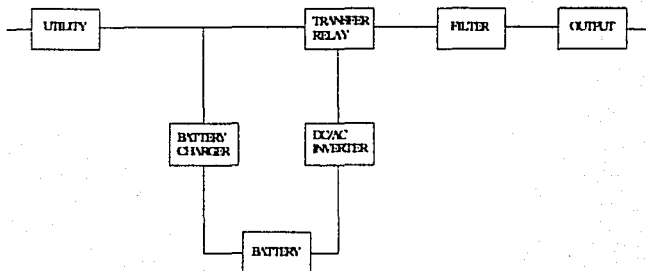


fig. 31 UPS tipo off line

También llamado standby, se utiliza para proteger equipos pequeños y aislados con cargas no críticas como por ejemplo pc's y periféricos.

Esta tecnología ofrece protección contra el 80% de los picos, 90% del ruido, 80% de las interrupciones del suministro, 50% de las ondas de alto voltaje, pero no ofrece protección contra la variación de frecuencia, ni contra la distorsión de la forma de onda.

Esta tecnología funciona de la siguiente manera: durante la operación normal, la energía es filtrada a las salidas del ups. Cuando una variación o falla de energía es detectada, la energía de entrada es desconectada de las salidas del ups y la energía es entregada por el inversor de dc-ac, el cual es alimentado por una batería sellada libre de mantenimiento.

desventajas:

La carga recibe una alimentación de mala calidad normalmente, ya que es la red comercial la que otorga la energía de salida, a no ser que se incorpore un buen filtro de línea y/o una etapa reguladora de tensión.

La carga puede estar sometida a perturbaciones en las fallas y retorno de energía que pueden llegar incluso a microcortes de unos 10 ms aprox. (Fig. 32).

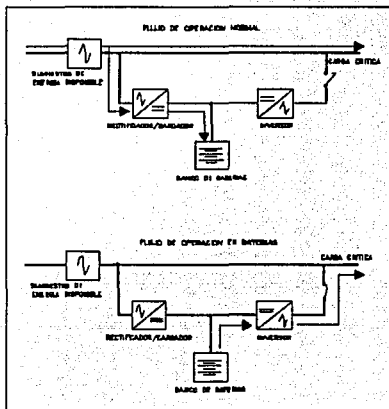


Fig. 32 Flujo de energía en operación normal y en baterías de un sistema off line



## 2.5.2. LINE INTERACTIVE

Esta tecnología se aplica en áreas donde la interrupción del suministro es rara, pero existen variaciones frecuentes de energía.

( Fig. 33).

### LINE INTERACTIVE

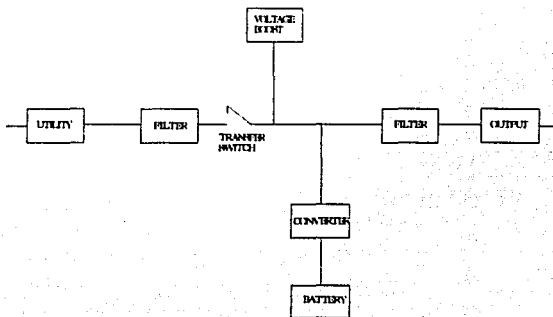


fig. 33 ups tipo línea interactiva

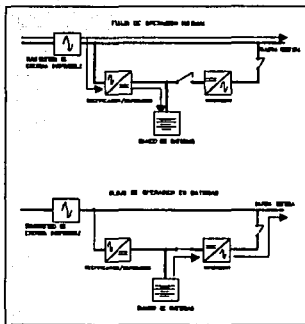


fig. 34 Flujo de energía de un sistema line interactivo en función normal y en modo de respaldo en baterías

El circuito básico (figura 34) de esta tecnología es muy similar al de la tecnología off-line, la principal diferencia entre las dos es en el circuito del boost de voltaje y el rango de voltaje aceptado por el ups, ya que con esta tecnología soporta sin cambiar a baterías, hasta un 25% por debajo de su nivel.

Adecuados para proteger: pc's, servidores de red o nodos críticos, equipos de prueba, estaciones de trabajo, periféricos de redes, routers, bridges y hubs de redes, equipos punto de ventas.

### 2.5.3. ON-LINE

La tecnología on-line, garantiza a la carga alimentación continua limpia de perturbaciones eléctricas producto que la energía de salida es entregado en forma permanente por el inversor de la ups, la cual estabiliza tensión y frecuencia de salida, eliminando variaciones e Interferencias eléctricas (ruido) provenientes de la red comercial, lo que no se obtiene con sistemas de tecnologías off-line o line-interactiva( ver fig. 35).

## ON-LINE

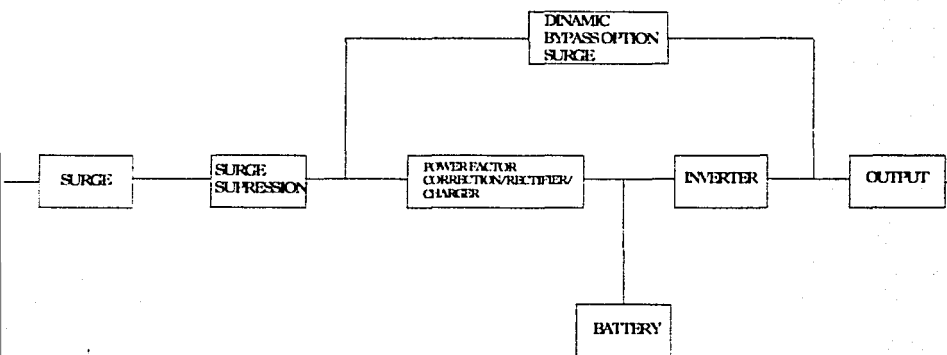
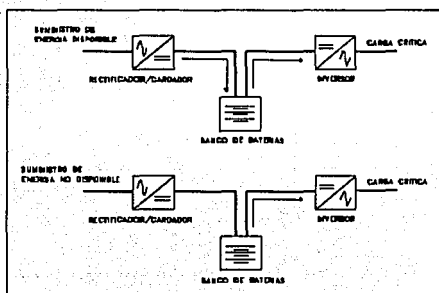


fig. 35 ups tipo on line máxima regulación de energía

En caso de sobrecarga en la salida, el bypass estático de la ups transfiere la carga a la red comercial sin interrupción, re-transfiriéndola al inversor una vez que la sobrecarga ha desaparecido.

ventajas:

La carga recibe alimentación de alta calidad libre de perturbaciones. No hay tiempo de transferencia frente a cortes de energía y retorno de la red.



TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

Fig. 36 Funcionamiento de un sistema on line, arriba funcionamiento normal y abajo funcionamiento de respaldo de baterías, observamos en las dos figuras suministro de energía vía inversor, lo que nos proveerá energía de calidad.

Esta tecnología proporciona el nivel más alto de protección para el suministro de energía eléctrica (fig. 36) la calidad de la tecnología on line es significativamente mejor que la calidad ofrecida por las tecnologías off line o line interactive, ya que estas últimas resuelven el problema de ondas, pandeos o picos utilizando el booster o switchando a baterías, mientras que con la tecnología on line, se corrige la energía para obtener una forma de onda perfecta y corregir las fluctuaciones que pueda tener.

## **2.6. EFECTOS EN EQUIPOS**

Un reciente informe realizado por IEEE demuestra que hoy en día, su casa u oficina puede recibir un sobrevoltaje superior a 1000 volts, esto provocara daños muy costosos a sus equipos electrónicos y sistemas de cómputo. Otro estudio realizado por IBM, demuestra que más de 120 disturbios eléctricos pegari de lleno a una computadora en un periodo de 30 días. Estos disturbios eléctricos son causados por diferentes fuentes y tienen efectos imperceptibles como son perdidas de datos valiosos y reparaciones costosas.

### *problemas de energía en el hogar y oficina*

El rayo es quizá el más dramático recordatorio de la susceptibilidad de daño y perdida de datos en los equipos de computo. Los rayos y su causa van de la mano con sobrecargas y apagones, tormentas, terremotos y disturbios ambientales también crean daños significativos.

### 3. TECNOLOGÍA DE LOS SEMICONDUCTORES EN UPS

La mejor razón para aplicar transistores es que puede hacer más eficiente el equipo y prevé un mejor control de voltaje a la salida. Los semiconductores son el corazón de todos los proveedores de energía ininterrumpible ups. Rectificadores de silicón –controlado (scr), son usados en el rectificador, switch estático y secciones del inversor y más componentes del ups.

Pero en años recientes los fabricantes están cambiando los componentes de los ups, como los inversores transistorizados. No obstante veremos los tipos de conductores de energía, sus aplicaciones, ventajas y desventajas de cada uno, y de cómo actualmente la aplicación de los llamados IGBT ( transistor bipolar de tierra aislada), son aplicados especialmente en los inversores y predominan en la actualidad.

Gracias a los dispositivos de estado sólido se ha hecho posible y cada vez más eficiente la fabricación de las ups, ya que estos dispositivos semiconductores son las partes principales con la que se construyen el rectificador-cargador, inversor, y conmutadores estáticos, que son las partes primordiales de la ups

Como podemos ver la tecnología de los semiconductores Es la principal fuente de alimentación para nuestra aplicación, por lo que daremos una breve explicación, de esta tecnología.

### 3.1. SCR

Un scr es un dispositivo semiconductor con propiedades únicas y puede servir como un rectificador o como un interruptor estático. Además, puede controlar y ganar energía ( controla voltaje y corriente) mas que un típico transistor. Controla la energía a condiciones de uso y protege en ciertas condiciones de anomalía en la energía.

Es el semiconductor más escabroso, disponible y en muchas causas puede dar mas watts por dinero que otros tipos de semiconductores. El scr sirve como un interruptor de conducción o no-conducción. El scr puede ser cambiado a operación de control momentáneo y controla la corriente de la entrada ( gate).

Mientras los transistores requieren una continua señal de prendido ( señal de energía para la conducción) el scr puede conducir en aproximadamente 1 milisegundo, y dentro de un interruptor estático puede ser apagado de 10 a 40 milisegundos. Por eso el scr es ideal para productos de rectificación en el ups, pero tiene desventajas, cuando es aplicado a la sección del inversor, un transistor permite fluir la corriente desde un circuito, cuando la base del transistor recibe una señal eléctrica, en otras palabras este dispositivo puede cambiar de apagado a prendido simplemente moviendo la señal de la base del transistor. Minimiza las pérdidas en el switcheo, sin embargo, circuitos especiales son requeridos para cambiar los circuitos de conducción rápidamente. Los transistores también experimentan pérdidas de saturación durante la conducción en la etapa de un ciclo.

Un transistor es considerado eficiente si tiene una alta ganancia cuando una cantidad relativamente pequeña de conducción es aplicada a la base, permite una gran cantidad comparativa de corriente que fluye en el colector-emisor.

### 3.2. TRANSISTOR BIPOLAR DARLINTON

Los transistores bipolares convencionales producen ganancia por la conducción de corriente. Una corriente aplicada a la base causa una corriente proporcional que fluirá en el colector-emisor.

Una configuración especial de transistor bipolar se llama transistor tipo darlington y consiste en un arreglo de transistores, donde:

El colector-emisor del primer transistor es usado para activar la base del segundo. Los darlington tienen ganancias más altas que un bipolar y son más fáciles de controlar.

La desventaja es que ellos tienen pérdidas de saturación más altas y requieren circuitos especiales de entrada para minimizar las pérdidas por switcheo.



### **3.3. TRANSISTORES EFECTO DE CAMPO ( FET)**

Los transistores de un efecto de campo ( fet), trabajan diferente a los bipolares, ellos no inyectan corriente a las bases, en cambio ellos conducen cuando se presenta un voltaje de ruptura en la compuerta ( gate). Esto significa que consume energía relativamente pequeña a la entrada de la puerta, sin embargo, conducir energía tiene una relativa alta resistencia. Esto crea pérdidas excesivas y baja eficiencia y lo hace de utilización impropia para ups.

### **3.4. TRANSISTOR BIPOLAR DE PUERTA AISLADA ( IGBT)**

El transistor bipolar de puerta aislada ( igbt), combina lo mejor de propiedades del transistor bipolar convencional y fet's.

. Como el fet requiere de un voltaje de ruptura en la base para conducir y los transistores bipolares convencionales son muy eficientes conductores de corriente a través del colector-emisor, los igbt entonces son los transistores preferidos para aplicaciones en los ups. Esto significa mas eficiencia, mas control que cualquier otro semiconductor. Por lo cual son excelentes para uso de cargas mayores a 75 kva con dispositivos en paralelo.

### 3.5.

### MOTIVOS PARA CAMBIO DE TRANSISTORES SCR A IGBT

Si los scr son muy escabrosos, fiables y relativamente baratos. ¿ Por que la gente prefiere transistores igbt ?

la respuesta tiene varias razones:

Primero.

El scr es muy difícil de controlar y requiere de circuitos de conmutación para forzar el mecanismo de apagado durante el ciclo de conducción.

El scr puede ser cambiado a prendido (on) con un muy corto pulso de corriente. Pero el scr solo puede ser vuelto a apagado ( off) por el impulso de corriente de falla, cuando se rectifica o altera la corriente, o cuando se aplica una corriente inversa.

El tiempo de apagado para un scr es aproximadamente de 30 a 40 milisegundos, para aplicaciones de rectificad, el scr puede puntualmente conmutarse desde la forma de onda de C.A. realiza la conmutación a cero. Cruzando el punto. Igualmente los scr son ideales para los interruptores estáticos para proveedores de conmutación de la forma de onda de C.A. y la circuiteria de control de prendido del scr es muy simple y confiable. Por el contrario aplicaciones en el inversor de scr requieren de conmutación de circuitos.

segundo:

El circuito scr de conmutación agrega volumen al inversor. Usando igbt baja el volumen del modulo, como del inversor mismo. Esto significa que los inversores transistorizados pueden ser pequeños para una misma salida de energía.

tercero:

Los circuitos de conmutación del scr incrementan la utilización de partes, debido a esto aumenta el costo.

cuarto:

Los circuitos de conmutación agregan quizá de 5-6 db de ruido audible durante la operación del ups, cuando este esta ligeramente cargado.

cinco:

Los circuitos de conmutación consumen energía y esto ocasiona un decremento en la eficiencia de operación.

seis:

El transistor igbt es un interruptor mucho mas rápido que un scr y puede ser más eficiente. Si las pérdidas por saturación es baja y, además, el rápido switcheo permite una mejor regulación de voltaje. Durante los transientes o condiciones de cargas no lineales.

El comenzar a utilizar transistores igbt puede hacer al ups más eficiente y provee mejor salida de control de voltaje. A pesar de su costo inicial mas alto, permite a los diseñadores de ups simplificar los inversores mejorando la eficiencia de principio a fin bajando el costo poco a poco.

### 3.6. DESVENTAJAS DEL USO DEL IGBT

Cuando el diseñador de ups selecciona los igbt para una aplicación, hay dos factores a condicionar.

primero:

El igbt no es un conductor perfecto de la electricidad, estas perdidas en la conducción son algunas veces llamadas perdidas por saturación.

segundo:

Los igbt disipan una pequeña cantidad de energía cada cierto tiempo ellos son apagados y esta es llamada perdidas de switcheo.

Las perdidas por operación de switcheo es típicamente medida en miliwatts o millijoules/seg. Pero multiplicando estos apagados y prendidos por miles de operaciones por segundo. Representa una perdida de energía significativa.

Los switcheos y perdidas de saturación son efectuados por como son construidos los igbt. Los dispositivos que usan tecnología epitoxial tienen muy bajas perdidas por saturación pero alta capacitancia de enlace causa altas perdidas de switcheo.

### 3.7. DISPOSITIVOS PARA APLICACIONES DE INVERSOR

Para pequeños ups ( debajo de 50 kva), se usan técnicas de alta frecuencia por ancho de pulso en el inversor. Esto significa que IGBT son switcheadas a una relativa alta frecuencia como 20 000 Hz. La alta frecuencia de switcheo, ayuda a tener una respuesta dinámica a la salida y ayuda a reducir el costo de sus componentes.

Mientras las pérdidas por switcheo son significativas, la eficiencia total del ups es lo más importante en el diseño. Para ups grandes ( mayores de 50 kva) generalmente se usa frecuencia baja en el inversor. Este switcheo es a una muy baja velocidad alrededor de 2000 a 5000 Hz.

Mientras las pérdidas por switcheo son generalmente reducidas comparadas contra la alta eficiencia PWM. Las pérdidas por saturación pasan a segundo plano. La eficiencia de todo ups es muy importante en este rango de energía e implica que los diseñadores elijan un tipo homogéneo de IGBT, desde sus pérdidas por switcheo pueden ser de 10-20 % menos para una frecuencia de switcheo dada.

Otra propuesta para diseñar grandes sistemas es específicamente un inversor con PWM o un híbrido de PWM y una tecnología de paso de onda. Este diseño permite cambios a muy baja frecuencia, menos de 1000 Hz. Como resultado las pérdidas son casi insignificantes y los diseñadores puedan seleccionar un tipo epitaxial de IGBT. Desde sus pérdidas por saturación que pueden ser 40 % menos a un alto nivel de energía dada.

Usar frecuencias de switcheo bajas en un diseño convencional de PWM podría significar un mal funcionamiento bajo condiciones de cargas no lineales.

Sin embargo, el sistema híbrido pwm con tecnología de paso de onda y cuando es usado con adecuadas salidas magnéticas y filtros puede brindar una alta eficiencia a cargas no lineales con una forma de onda pura.

### **3.8. DISPOSITIVOS CON FUNCIONAMIENTO EN PARALELO**

Antes que los igbt estuvieran disponibles con alto nivel de energía y precios competitivos, algunos fabricantes de ups comenzaron a utilizar el transistor bipolar, y comenzaron a aplicarlo a una alta capacidad de energía ( alrededor de 1000 kva), a su vez estos fueron forzados a usarse en paralelo. Debido a su capacidad, por lo que muchos fabricantes no aprobaron esto, argumentando que la más fiable configuración es él, más simple dispositivo.

### **3.9. CONDICIONES NECESARIAS PARA USAR TRANSISTORES IGBT EN PARALELO**

Los transistores en paralelo pueden tener el visto bueno:

- Si son  $n+1$  redundante
- Si ellos tienen características iguales de operación
- Si una falla puede solucionarse sin apagar el equipo ( cada dispositivo debe operar con un fusible por separado).
- Si el circuito de señalizacion-deteccion y monitoreo indica la perdida de redundancia
- Si el método de corriente puede ser implementado para que se garantice la conducción durante las transiciones de on-off.

Ahora la mayoría de los fabricantes de ups están diseñando los inversores con igbt. Otro factor esta incitando a los diseñadores para implementar este dispositivo. Los igbt para capacidades hasta de 375 kva están ya competitivamente en precio y están disponibles en todas las marcas y los hay para usos múltiples.

Los dispositivos mayores a 375 están menos disponibles y a medida que sube su capacidad se dispara su costo y es porque algunos productos de ups de gran capacidad están empezando a fabricarse con igbt en paralelo.

Debido a esto algunas marcas han evitado este problema cambiando la estructura y tecnología de los inversores.

Cada base tiene un inversor de primacia y un inversor de retraso y sus rendimientos se suman a través de un transformador de aislamiento para producir rendimientos magníficos a la salida.

Este dispositivo reduce la gran cantidad de corriente a través de cada transistor y esto significa que esta tecnología pueda ser usada para construir ups con 1.73 veces de mayor capacidad que el convencional de simple inversor diseñado con igbt.

**por lo que recomendamos que hoy en la actualidad:**

Si usted es un comprador o diseñadores de ups, asegúrese que los igbt seguirán en el futuro.

Los nuevos dispositivos de ups que se construyen, pueden ser eficaces, fiables y de menor volumen que las tecnologías pasadas.

#### **4 OPCIONES DE REDUNDANCIA PARA SISTEMAS CRÍTICOS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE**

Durante varios años los sistemas y configuraciones de energía han estado cambiando para mejorar la fiabilidad y disponibilidad del suministro de energía. hoy en día existen diferentes configuraciones para los sistemas ups y estas están basadas de acuerdo a las necesidades del equipo, de estas las más importantes son:

1. Un modulo internamente redundante
2. Redundancia aislada
1. Redundancia en paralelo
4. Configuración de redundancia distribuida

Debido a estas opciones es vital para las compañías conocer su aplicación para elegir que tipo de configuración para los ups es recomendable implementar:



#### 4.1. SISTEMA UPS DE UN SOLO MODULO

Con esta configuración un rectificador es usado para convertir la energía de entrada de C.A. a D.C., para cargar las baterías y proporcionar energía de d.c. al inversor.

El inversor convierte la energía de d.c. a energía regulada de c.a. todo el tiempo que es la condición mínima necesaria en un sistema ups, por lo que ningún corte debe existir entre la transición de entrada principal de energía c.a. y batería.

Un by pass de estado sólido es incluido con el ups para proteger el mal funcionamiento del modulo de ups, o para suministrar corrientes que excedan la capacidad del inversor. Un by pass de mantenimiento manual permite cambiar el arreglo y desviar la alimentación del modulo de ups para dar mantenimiento sin causar corte de corriente en la carga crítica.

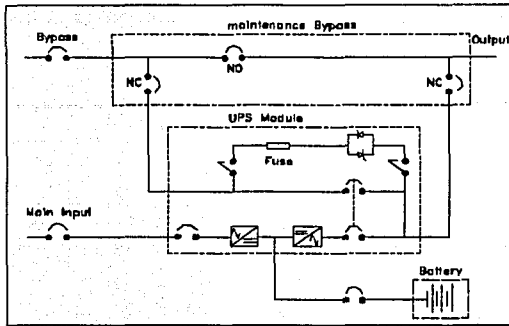


Fig. 37 Diagrama a bloques del suministro de energía a través de un módulo de ups on line y partes principales además de como hace el respaldo de energía a nuestra carga crítica.

Para mejorar la fiabilidad del módulo de ups se han incluido el uso de componentes internamente redundante, los módulos de inversor en paralelo han ido en incremento

Para ganar un nivel alto de fiabilidad a con resultados deseados.

Un principio fundamental de la fiabilidad es tener menos componentes y complejidad más baja.

Internamente los módulos de inversor redundante generalmente no han demostrado su más alto nivel de fiabilidad por que el costo de incremento de partes es más complejo y necesita un control maestro, resultando un solo punto de falla.

Para algunos usuarios la configuración de ups en simple modulo es un inaceptable riesgo en caso de falla del ups, cuando el by pass esta disponible y requiere que la carga crítica sea expuesta a la energía suplementada por el by pass durante el periodo de mantenimiento. Una alternativa es la configuración de redundancia aislada.

En esta configuración un modulo del ups de reserva, proporciona la energía de entrada por medio del by pass del primario, debido a esta razón la carga queda protegida por el ups secundario.. También de esta manera las baterías del modulo primario son protegidas contra una falla y el riesgo del fracaso del modulo de ups primario cuando la energía de by pass no esta disponible.

La protección continua del modulo ups durante periodos de mantenimiento del modulo primario de ups queda garantizada.. Sin embargo, los inconvenientes de esta configuración son que se debe confiar en el funcionamiento adecuado del by pass del modulo primario al recibir la energía del modulo de reserva.

Esta configuración también requiere que los interruptores de by pass de ambos módulos de los ups deben operar para proporcionar corrientes de la misma capacidad del inversor y que el ups de reserva acepte grandes cargas de paso cuando el modulo primario transfiera a by pass.

La configuración de sistema ups de redundancia aislada también han incluido un simple modulo de reserva, proporcionando respaldo a varios módulos primarios independientes de ups. Aquí el modulo de reserva esta generalmente dimensionado para soportar solo una carga de un modulo primario de ups al mismo tiempo.

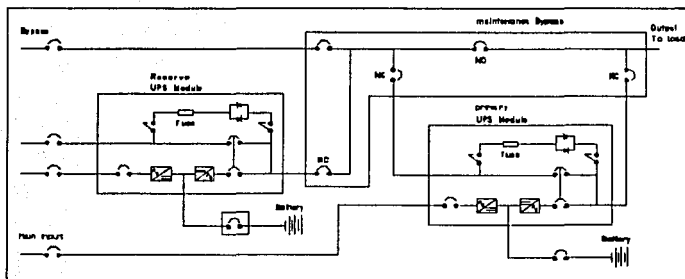


Fig. 38 Diagrama de un sistema de redundancia aislado, donde el by pass interno del ups primario soporta la carga en caso de que exista falla en este modulo. A su vez el modulo de reserva proveerá la energia de calidad a nuestra carga critica.

### 4.3.

### REDUNDANCIA EN PARALELO

Otro tipo de redundancia que tiene gran aceptación de los sistemas ups, es usar módulos de ups redundantes paralelos con un interruptor de by pass estático en el sistema nivelado, donde  $n+1$  redundancia es obtenida proporcionando un modulo mas de ups requerido para soportar la carga total.

Una configuración de ups típica redundante paralela se muestra a continuación

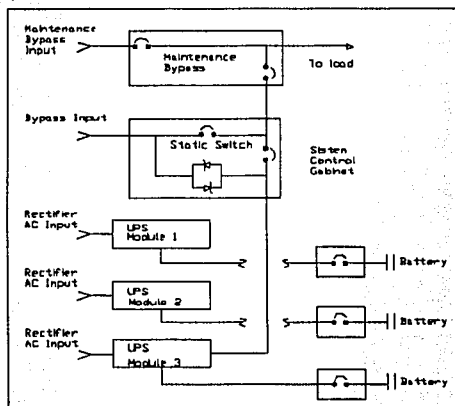


Fig. 39 Diagrama de un sistema de redundancia en paralelo donde el gabinete de sistema de control ( static switch ) mantendrá en sincronía todos los módulos de ups , a su vez este modulo elegira automáticamente que ups operara en caso de falla de alguno de ellos.

Algunos de los inconvenientes son que los controles del sistema nivel y el modulo de desconexión estén aislados del modulo de falla del ups desde el bus paralelo.

Además, los principios de rentabilidad dictaminan que menos módulos son requeridos para una redundancia mejor.

Por ejemplo el calculo de tiempo medio para la primera falla ( mtbf) de dos módulos redundantes en paralelo es de 2.27 millones de horas y el calculo de mtbf de los mismos módulos donde tres módulos son requeridos por esta redundancia es 757 milles de horas. y donde 6 módulos son requeridos para la redundancia mtbf es reducido a tan solo 151 milles de horas

Una variación de la configuración de redundancia en paralelo sin un gabinete para el sistema de control es de 1+1 configuración. En esta configuración cada módulo está conectado a un interruptor estático interior en paralelo, usualmente alguna forma de control-sistema-nivel, todavía se exige implementar dirigir y controlar los módulos, para compartir la carga y la transferencia del control al by pass.

Diagrama consiste un sistema redundante en paralelo 1+1, donde el suministro de energía es a través de un interruptor estático interior conectado en paralelo al otro, aquí se comparten las carga crítica entre ambos módulos.

Generalmente el sistema de control es limitado a dos módulos por redundancia, aunque se han hecho esfuerzos para tener módulos múltiples de varias capacidades en paralelo.

Un problema común es que se están compartiendo las cargas entre los módulos mientras está operando la fuente de bypass donde múltiples interruptores pequeños o interruptores de by pass están operando en paralelo.

A menudo alguna forma de impedancia se requiere para mantener en los circuitos de by pass del módulo para controlar la carga que se comparte en la fuente de by pass. Por lo tanto el sistema nivel de by pass de mantenimiento en el sistema 1+1 configuraciones puede ser molesto.

Por lo tanto el sistema de by pass de mantenimiento nivelado en 1+1 configuraciones puede causar falla.

#### 4.5. REDUNDANCIA DE BUS ANILLADA

Otra variación de la configuración redundante paralela es la configuración de bus anillado. Esta es similar al sistema redundante paralelo, excepto que los interruptores son incluidos para aislar el anillo de los módulos paralelos en uno o más sistemas paralelos.

Las configuraciones anillo bus más comunes con sistemas rotatorios incluyendo alternadores simples y estos son típicamente inversores de estado sólido.

Como la configuración 1+1, el sistema de bus anillado tiene múltiples fuentes de by pass que pueden estar conectadas en paralelo y pueden requerir que el anillo este aislado al operar en by pass o en impedancias usadas en los circuitos de carga mantenida en by pass.

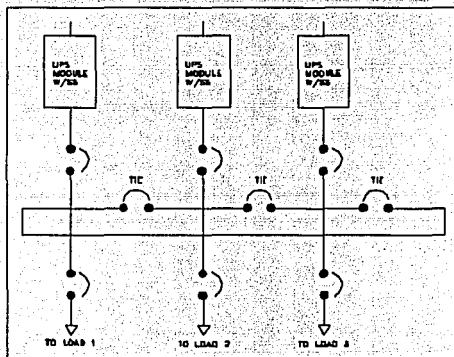


Fig. 41 La configuración de redundancia de bus anillado, tiene múltiples fuentes de by pass conectadas en paralelo conectados a través de interruptores formando un anillo aislado de respaldo.



Una alternativa a la configuración del bus anillado que se usa típicamente con sistemas de ups estático es un sistema de bus ups dual-lazo

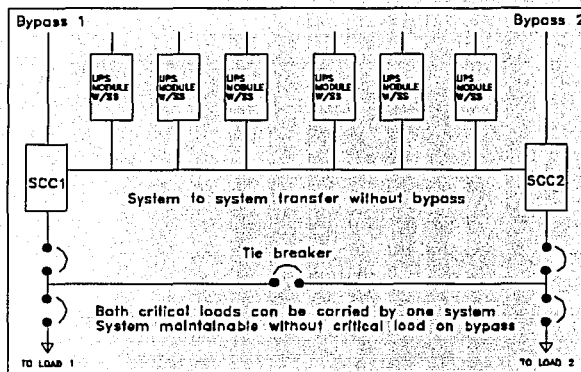
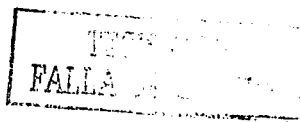


Fig. 42 Esta configuración es el resultado de  $n+2$  redundancias, es usado para mantener redundancia de los módulos ups, cuando varios módulos estén conectados en paralelo, mantienen el suministro de energía de una sola fuente a la salida del ups sin exponer la carga a by pass

La conexión del lazo puede operarse normalmente cerrado o normalmente abierto que son diseños típicos en sistemas de este tipo, la operación normal de los ups dual para los sistemas de distribución redundantes usualmente operan de modo normalmente abierto. Por otro lado con un lazo cerrado, los sistemas de distribución de energía a la salida del ups provienen de una sola fuente.



Una ventaja de los sistemas de bus de doble lazo es la habilidad de cambiar las cargas a otro lado del ups sin exponer la carga a by pass.

En efecto los dos son independientes, los sistemas de ups son operados en paralelo cuando un interruptor del enlace esta cerrado, si antes de los sistemas de ups están aislados.

En algunas versiones de configuración de bus de doble lazo, el interruptor de enlace puede ser cerrado indefinidamente sin aislar uno de los sistemas de ups, en efecto el sistema es operado como un sistema de ups en paralelo de gran capacidad.

Este modo de operación puede ser usado para mantener redundancia de, los módulos de ups, cuando varios módulos de ups estén desconectados.

Por ejemplo 2 de los 3 módulos e ups son requeridos para soportar la carga total del ups ( combinación de carga 1 y carga 2) y un modulo de cada lado del bus es desconectado, el interruptor de lazo podrá cerrarse para recobrar la redundancia de los módulos de ups.

Con el interruptor de enlace cerrado hay para cada ups dos módulos apagado, y hay cuatro módulos de ups disponibles para soportar la carga total.. Esto realmente es el resultado de  $n+2$  redundancias, por que existen solo dos módulos de ups para soportar la carga total.

#### 4.7. REDUNDANCIA DISTRIBUIDA

La configuración de ups de bus doble, esta incrementando su popularidad, no debido a la capacidad del sistema de lazo sino como una configuración de redundancia distribuida.

La configuración de redundancia distribuida requiere de un cambio completo, de prueba de diseño de un gran sistema de ups.

Según un estudio demuestra que las fallas eléctricas que causaron interrupción de funcionamiento a la carga crítica, donde el 79 % de las fallas ocurrieron en el bus de salida del ups y la carga crítica. Y esto no debe ser una sorpresa por que es la mayor probabilidad de que ocurra una falla en un típico cuarto de energía para el procesamiento de datos en el bus de salida de la carga.

En énfasis los diseñadores de sistemas de energía necesitan implementar un sistema donde exista garantía total de no-interrupción de la energía.

Después de todo no solo es importante mantener la energía a la salida del ups, si no también mantener la energía a la entrada del equipo. Por lo que es necesario e indispensable mantener la energía en la trayectoria del ups a la carga. Para este propósito se implemento un tipo de configuración llamada redundancia distribuida.

Esta configuración consiste en dos buses de sistemas de ups redundantes para distribuir los sistemas de energía. De esta forma se eliminan muchos puntos de fallas en el trayecto a la carga. Para esto se necesita un elemento que switchee lo más rápido posible (- static transfer switch) para aislar la falla lo antes posible.

También se requiere que los ups sean alimentados por dos fuentes de energía independientes para así eliminar fallas comunes.

La siguiente figura muestra la implementación de redundancia distribuida, donde todas las entradas a las cargas son de una entrada y las cargas subsiguientes son de entrada doble con la utilización de un transfer de punto de uso para solo utilizar una solo abastecimiento de energía.

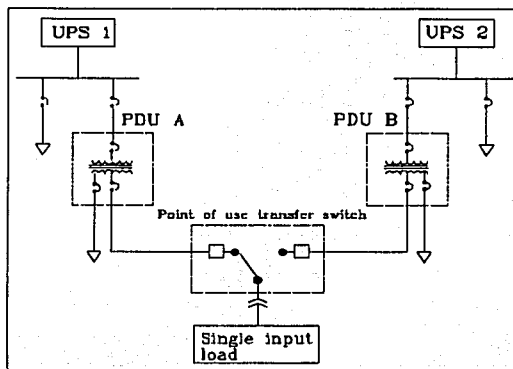


Fig. 43 Debido a que el 80% de las fallas de energía ocurren entre en el bus de salida de la ups y la carga crítica, se implementa el sistema de redundancia distribuida..

El sistema de redundancia distribuida utiliza dos buses de sistemas de ups redundantes y un static transfer switch muy rápido y que este alimentado de dos suministros de energía diferentes para evitar fallas comunes.

Una alternativa es usar un switch de transferencia ( punto de uso) para conectar la carga del equipo una fuente de entrada doble para respaldar la carga. El modulo de swich punto de uso es similar al static transfer switch, este modulo provee una transferencia muy rápida entre dos fuentes de energía independiente. Pero son de capacidad generalmente muy pequeña y tienen muchas fallas de monitoreo al reducir el tamaño y costo.

Para cargas mayores de doble entrada el punto de uso es usado para abastecer de doble opción de energía a la entrada de la carga para así obtener la configuración redundante de una y doble entrada

#### **4.8. SINCRONIZACIÓN DE LOS UPS**

Una de los retos en la configuración de redundancia distribuida especialmente con un transfer de punto de uso es mantener la sincronización de dos sistemas independientes de ups.

Si las fuentes independientes no están sincronizadas todo el tiempo, pueden ocurrir una caída o falla en las fases del equipo. Por otro lado si el ups opera en baterías se manifestara mas la desincronizacion provocando falla en él. Por lo tanto los sistemas de ups necesitan ser equipados con un sistema seguro a prueba de fallas por sincronización para mantener los dos sistemas en línea.

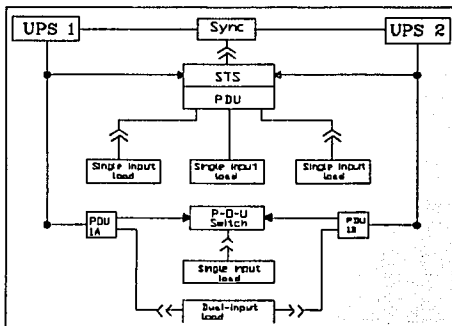


Fig. 44 La sincronización en los sistemas de redundancia ups sea cual fuese es la característica más importante que debe cuidarse, ya que se usa para sincronizar las señales entre ups y mantenerlos en línea.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **5. RECOMENDACIONES PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN**

Las recomendaciones que a continuación daremos, pudiesen parecer un poco obvias en algunos casos, pero en el ámbito laboral suelen presentarse algunas contingencias por no tener los cuidados necesarios, tanto del mantenimiento de un motogenerador o de la ubicación real de nuestro equipo ups o simplemente por no planear adecuadamente e implementar adecuadamente nuestra instalación.

### **5.1 INSPECCIÓN Y RECOMENDACIONES DEL TERRENO PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPO**

En los edificios existentes y nuevos existe la necesidad de acondicionar el lugar para contar con una red eléctrica óptima y confiable antes de instalar el equipo eléctrico sensible. Tales estudios servirán como punto de referencia respecto a si varía o no la calidad de la energía con relación al tiempo.

#### ***monitoreo de la calidad de la energía***

El monitoreo de la calidad de la energía en la etapa temprana de la planeación, facilita la instalación de las cargas sensibles y nos proveerá información sobre los problemas de la calidad de energía que existen.

El monitoreo puede consistir inicialmente en examinar los registros que tenga a la mano la compañía de servicio eléctrico de la localidad para hacer un historial del local eléctrico que puede ser útil mas tarde. Este puede contener información de regulación de voltaje, nivel de distorsión armónica, apagones, interrupciones

momentáneas y otros aspectos que muestren algún cambio fuera de condiciones normales.

Un apropiado y bien administrado programa de monitoreo de la calidad de la energía incrementara la oportunidad de detectar cambios en el ambiente eléctrico antes de que tengamos algún problema de operación en el equipo eléctrico.

El equipo de acondicionamiento de la energía proporcionara protección aun si los disturbios no son detectados.

Un detallado y preciso informe de los problemas de operación del equipo aunado a un programa de monitoreo proveerán información sobre los problemas de calidad de la energía. Estos registros ayudaran a analizar la salida del monitoreo de calidad de energía y a correlacionar los problemas del equipo con las perturbaciones eléctricas. Los registros de tiempos muertos deben indicar cuales equipos tuvieron problemas, la fecha, hora y la duración del problema: en que consistió el problema y las anotaciones pertinentes de cambios que se observaron en las condiciones eléctricas o de otra índole antes o durante la falla.

Las bitácoras ayudaran a analizar y monitorear la calidad de la energía, dando lugar al mantenimiento preventivo y/o correctivo de los disturbios eléctricos que nos pudieran causar problemas, un ejemplo de esto sería tener tvss en cascada en toda nuestra red eléctrica con contadores de eventos y de ahí determinar en donde estamos teniendo mas supresión.

En las instalaciones ya existentes sé tendrá que reprogramar la colocación de los pozos de tierra física, ya que como vimos en el capitulo uno, seguramente no han tenido mantenimiento por muchos años, esto dará la oportunidad de escoger el mejor lugar para la colocación de los electrodos y con ello estar lo más cercano a la carga.



## 5.2 REGISTROS DE LA FIABILIDAD DE LA COMPAÑÍA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

Los registros de la cía de servicio proporcionan información relativa a la frecuencia de las interrupciones prolongadas. Los registros de interrupciones momentáneas pueden ser vitales al determinar la necesidad de cierto acondicionamiento de la energía. Sin embargo, aun cuando parezcan aceptables los registros de la cía de servicio eléctrico publico, esas condiciones no pueden continuar. Los incrementos de carga, la falla inesperada de equipos. Las tempestades, los accidentes de vehículos y demás eventos que están fuera del control de la cía. habrán de afectar la calidad de la energía

Los reportes proveerán información de eventos ajenos a nuestra red eléctrica tales como, frecuencia, apagones prolongados, interrupciones momentáneas que pueden ser vitales en la determinación de las necesidades de acondicionamiento eléctrico, incremento de carga, fallas aplicables en equipos, tormentas, accidentes y otros eventos que nos podrían afectar la calidad de la energía en el trayecto a nuestro punto de consumo.

También los reportes nos darán una base para determinar el incremento de carga que tenga nuestra empresa y poder determinar si requerimos aumentar o decrementar nuestra carga instalada con luz y fuerza del centro o comisión federal de electricidad según sea el caso.

### 5.3 COSTOS PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE CALIDAD DE LA ENERGIA

Es difícil determinar que tanto se debe pagar por la reducción o eliminación de problemas de calidad de la energía. Para evitar problemas costosos, existen algunas medidas preventivas que puede tener el usuario. Algunos de los costos específicos adicionales al precio de compra de un equipo y que deben ser considerados en la adquisición de cualquier producto eléctrico, son los siguientes:

- Costos de la preparación del sitio (requerimientos de espacio, aire acondicionado, etc.).
- Costos de instalación
- Mantenimiento
- Costos de operación, considerando la eficiencia para las condiciones de operación actuales.
- Refacciones y partes de repuesto.
- Disponibilidad de servicio y costo de la indisponibilidad
- Consultoría
- Requerimientos de equipo reductor de disturbios

Los costos de compra de cualquier equipo reductor de disturbios deben sopesarse con el grado de protección requerida. Por ejemplo: en aplicaciones no críticas, no es necesario conectar una fuente ininterrumpible de energía para proteger contra interrupciones del sistema.

#### 5.4. TECNICAS DE ATENUACION DE LOS PROBLEMAS

Los elementos de calidad de la energía claves para atenuar los problemas en la calidad del suministro son:

- Una conexión a tierra apropiada para las instalaciones
- La selección y aplicación del equipo atenuador efectivo
- La consideración de una fuente externa de disturbo en la instalación o instalaciones, solo se hace después de que el comportamiento eléctrico interno ha sido completamente verificado, vía medición y estudios.
- Un circuito dedicado es un simple circuito con una carga. Es una técnica de distribución relativamente barata que puede reducir un ruido.
- La capacidad de un circuito dedicado para resolver problemas en la calidad de la energía dependa de su localización, impedancia y otros factores. Para obtener la más baja impedancia posible, teóricamente la carga del circuito debería estar tan cerca como sea posible de la acometida del servicio, de cualquier forma esto puede agravar la situación si los transitorios tienen un problema, ya que pueden viajar más libremente a través del sistema.
- Para mejorar la operación del circuito, el neutro y los cables para conexión a tierra, deberán ser del mismo calibre que el conductor de corriente.
- Los circuitos derivados resuelven solo problemas locales
- Una instalación inapropiada con alambrado de la conexión a tierra aislada en las tomas de corriente es una causa común de problema de calidad en la energía

- Existe una gran variedad de productos que están disponibles en el mercado que se debe de poner atención en la selección adecuada del equipo de atenuación. , esto reducirá costos materiales y de operación mas aun una mala selección puede ser causa común de problemas en la calidad de la energía
- Un apropiado funcionamiento del sistema puede ser afectado adversamente por cualquier cambio en el comportamiento eléctrico, como por ejemplo un cambio de carga en la instalación. Por lo tanto, el equipo atenuador que fue efectivo una vez, puede fallar para proteger el equipo sensible después de que un cambio semejante ocurra.
- Cuando se seleccione un equipo que tenga una perdida operacional por calor, lo cual es indicativo por una eficiencia menor al 100%, este puede proveerse de un sistema adecuado de aire acondicionado.

## 5.5. RECOMENDACIONES SUMINISTRADAS DEL EQUIPO

Los suministradores de equipo deben de estar dispuestos a proveer las tolerancias establecidas en el equipo vendido, las condiciones de operación deben de establecerse en el punto de uso al instalar el equipo.

Esto es que si nosotros instalamos por ejemplo un ups que tenga tolerancias en frecuencia de 20 %, el proveedor de este equipo deberá demostrar en campo y con el equipo que estamos adquiriendo que efectivamente trabaja para esta condición.

Reiteramos que si el equipo requiere de algunas especificaciones especiales como temperatura, humedad, o alguna otra el proveedor lo deberá de entregar por escrito, para que ambas partes estén enteradas de las especificaciones que se requieren para él óptimo aprovechamiento de la tecnología.

Un ejemplo de esto es que si nosotros deseamos conectar un supresor a la salida del transformador, el proveedor deberá de entregar por escrito, las características técnicas del cableado y las distancias máximas de conexión del gabinete a la distribución. Por que recordemos que al ser un supresor si existe una impedancia demasiado grande entre él y la carga, simplemente no funcionara al ocurrir un evento.

Con esto queremos decir que la mejor tecnología, no es la mejor solución, si no consideramos las especificaciones del fabricante.

## 5.6 EVENTOS ASOCIADOS A LOS PROBLEMAS

Muchas veces cuando ocurre un disturbio eléctrico la causa sale a relucir. Por lo tanto si determinamos e identificamos la relación entre el evento de mal funcionamiento de equipo con algún evento identificable como bajo voltaje etc., tendríamos camino a solucionar dicho problema

Para poder lograr este objetivo, las principales marcas que existen en el mercado, ofrecen un sin numero de equipos para monitorear la red eléctrica, tanto fijos como móviles y con los cuales se determinara la causa del problema.

Un claro ejemplo de esto, puede ser que al comprar una subestacion nueva se le pida al proveedor que el equipo cuente con un panel digital, con las principales mediciones que se requieren como son: El amperaje, el voltaje y la frecuencia como mínimo indispensable para monitorear todo el tiempo nuestra carga ya sea critica o de servicio.

## 5.7 INSPECCIÓN DE CABLEADO EN EQUIPOS

Uno de los primeros pasos de inspección es determinar si el sistema eléctrico esta adecuadamente cableado, si los sistemas corresponden a los códigos y normas de instalación.

Los problemas de operación de muchos equipos son los propios problemas de tierras, problemas de cableado, ya sea por mal calculo de tamaños en conductores, sobredimensionamiento de los mismos, conexiones indebidas u otros que se reflejan en la operación de la carga.

Actualmente existen dispositivos electrónicos que nos ayudan a identificar polaridades, impedancias sobrecargas y problemas de energía. La eliminación de problemas en los cableados son necesarios para la seguridad del personal y fiable operación del sistema eléctrico.

Como mencionamos en el primer capítulo, la falta de criterios entre los responsables del mantenimiento y conservación de las instalaciones eléctricas, deja como consecuencia que al querer cambiar nuestras empresas a tecnologías más modernas, los cableados existentes queden obsoletos y se tenga que hacer una redistribución de nuestras cargas, por que la colocación de nuestros nuevos equipos por si solos no son, la solución a problemas añejos de nuestras instalaciones eléctricas.

Esto implica que antes de sugerir un cambio o compra de tecnología, deberemos haber realizado un estudio real de las condiciones de nuestra red eléctrica y para ello se tendrá dos posibilidades el realizar con nuestro personal el estudio o en su defecto tendremos que contratar una empresa externa, es decir, si contamos con los monitoreos fijos y móviles suficientes, para realizar el informe de las condiciones de la red eléctrica, esto implicara el conocimiento de operación de algunos de los equipos existentes en el mercado, no basta con colocar un multímetro y hacer suposiciones de la red eléctrica.

La otra posibilidad es contratar a una empresa experta en calidad de la energía y con los resultados que de ellos obtengamos poder identificar cuales serán los pasos a seguir para reestructurar nuestra red eléctrica. Cabe hacer mención que después de realizar los cambios en la red eléctrica, será importantísimo tener el equipo adecuado para monitorear y con ello mantener en optimas condiciones nuestra red.

## 5.8 DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

El tiempo óptimo para la planeación de la calidad de la energía es durante el diseño de construcción: Los reajustes son a menudo costosos o impracticos. El equipo de acondicionamiento de energía puede requerir de espacio de piso dedicado o de cuartos especiales. Los generadores de emergencia requieren de tanques de combustible, que plantean consideraciones ambientales. Muchos tipos de acondicionamiento de energía producen calor, el cual puede requerir de acondicionamiento de aire o ventilación adicionales. El equipo especial grande y pesado requiere de reforzamiento en los pisos o de la planeación especial para su instalación, remoción y mantenimiento.

Las cargas sensibles no deben energizarse de los mismos circuitos que las cargas inductivas grandes y de interrupción frecuente, como los elevadores, compresores etc., sin embargo, las cargas continuas inductivas ayudan a proporcionar cierto efecto de arrastre durante los atrasos de voltaje y las interrupciones momentáneas. Los campos magnéticos evanescentes y la fuerza contra electromotriz de los motores proporcionan acción de generador en un plazo breve, hasta las copadoras de oficina y los refrigeradores pueden afectar a las computadoras y otros equipos sensibles

Algunas compañías de servicio imponen multas por factor de potencia bajo, aplicando capacitores a las cargas inductivas del circuito se obtiene corriente reactiva en adelanto y se corrige el factor. Sin embargo, los capacitores para corrección del factor de potencia en el ambiente eléctrico actual, pueden causar mas problemas ( sobrevoltajes, armónicas, corrimiento de la frecuencia resonante, calentamiento de los mismos bancos), que los que resuelven, excepto que sean aplicados correctamente. Las siguientes figuras muestran varios diagramas esquemáticos de diferentes formas de resolver el cableado de edificios y cargas sensibles.



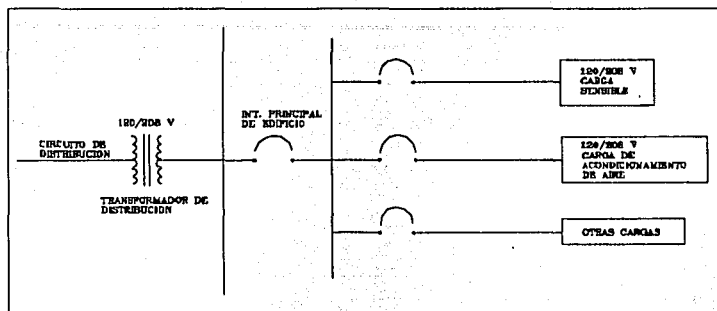


Fig. 46 Diagrama unifilar de un sistema simple de distribución de energía eléctrica donde se mezclan la carga sensible y otras no tanto, además de manejar varios voltajes de derivación. (no es muy bueno)

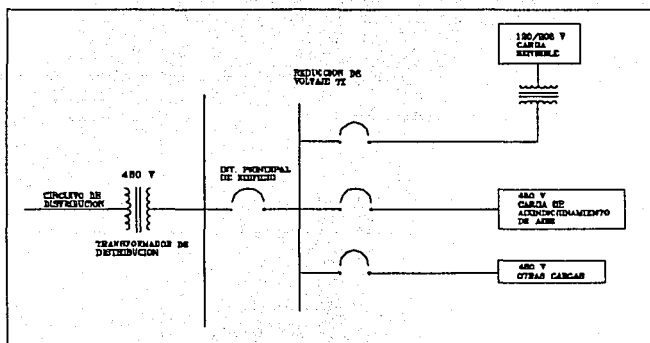


Fig.47 Diagrama unifilar donde aun se mezclan cargas críticas y no críticas, pero manejadas aun voltaje unificado. Aunque no tienen respaldo en caso de falla. ( es mejor que el anterior)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

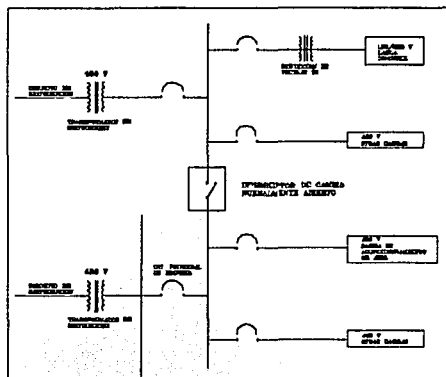


Fig.48 Diagrama unifilar donde no se mezclan la carga crítica con la no crítica, además de tener redundancia, también usamos transformadores de aislamiento para aislar nuestro sistema crítico. ( la mejor distribución de las tres)

## 5.9. PRUEBAS DE OPERACIÓN

Una prueba inicial de los circuitos proporciona un punto de referencia para determinar si se deterioran las condiciones al paso del tiempo. Además de las pruebas que se hacen en los circuitos de tierra, las pruebas efectuadas en los demás conductores a intervalos regulares podrán demostrar condiciones de deterioro antes que ocasionen problemas de funcionamiento del equipo.

Pruebas en los circuitos: Proveerán datos si las condiciones de operación son afectadas después de un tiempo, por que es común que continuemos aumentando nuestras cargas sin ningún control y esto ocasione sobrecargas en los circuitos derivados.

Pruebas de aterrizaje en circuitos: Es indispensable contar con un tester de tierra, para garantizar que nuestros pozos de tierra física continúan con sus características de drenado, por que es muy común que después de realizar una obra plano en llave, se dejen olvidados.

Pruebas de equipo funcionado y de conductores en intervalos regulares, nos ayudan a entender los posibles problemas de operación del equipó.

En el caso de ups redundantes es indispensable hacer pruebas que garanticen que la redundancia tome el 100 % de la carga sin problemas, es decir, que al momento de falla del ups 1, el equipo  $n + 1$ , tome la carga total y sea transparente para la misma. También podemos decir que es indispensable hacer pruebas con el motogenerador para comprobar que siempre que trabajen los equipos en sincronía.

Otra prueba que es necesario hacer en el caso de nuestros transformadores es la de la rigidez dieléctrica, por lo menos una vez al año, es decir, que en el caso del mantenimiento a nuestra subestacion se tendrá que cubrir el mantenimiento anual con todas las pruebas que se le realizan al transformador.

## **5.10 TIPOS DE EQUIPOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE ENERGÍA**

Hay muchos tipos diferentes de equipo para el acondicionamiento de energía que varía de acuerdo a cada necesidad. El costo es usualmente proporcional a la complejidad del producto. en algunos casos diferentes tecnologías se combinan para crear un híbrido de dos o más tipos discretos de acondicionamiento de carga tales como:

- **transient voltage surge suppressors**
- **transformador de aislamiento**
- **transformador de zig zag**
- **moto- generador sets**
- **ups and standby power supplies**
- **ups dinámicos**

Como observamos con anterioridad el comprar un equipo ups no es una decisión fácil o sencilla y por ello el ingeniero encargado de seleccionar dicho aparato deberá de entender perfectamente el funcionamiento del mismo, así como el tipo de tecnología que tiene el ups, por que mientras para el dueño de una empresa representa una batería bastante costosa, para el ingeniero representa el garantizar un servicio de calidad en el suministro de energía eléctrica.

Comencamos diciendo que uno de los puntos más importantes es conocer perfectamente el tipo de carga crítica que tenemos, es decir, que más que tener el calculo real de cuanto kvas (que es un dato indispensable) consumiremos a la salida del equipo, necesitaremos saber como alimentamos esta carga crítica, es decir, si la carga es 100 % monofasica, bifásica o trifasica, esto es muy importante debido a que si tenemos cargas preferentemente monofasicas se presenta un fenómeno de sobredimensionamiento del equipo esto es que requerimos pedir un equipo mas grande de la capacidad a utilizar ya que en el hilo del neutro se presenta una sobrecorriente ocasionando que únicamente podamos conectar el 60 % de la capacidad del equipo.

Otra forma de solucionar el problema causado por cargas preferentemente monofasicas será colocar un transformador de aislamiento a la salida del ups, esto es que el ups trabajara únicamente en delta y con ello alimentaremos nuestro transformador para de ahí obtener un nuevo neutro para las cargas criticas, esta solución dará como resultado una línea de neutro y tierra unidas, con ello facilitaremos que nuestras cargas no tengan problemas de ruido y podremos utilizar hasta el 90 % de capacidad de nuestro ups como máximo ya que requerimos alimentar el transformador de aislamiento.

Como es de entender el transformador de aislamiento deberá ser de una

capacidad mayor a la de nuestro ups, es decir, si el equipo fuese de 100 kvas el transformador de aislamiento a utilizar será de 112.5 kvas que es el que existe en el mercado.

Una recomendación importante, es donde se colocara el equipo, por que por lo general nunca se tiene asignado un cuarto de ups, como lo tenemos para un cuarto de maquinas, en un cuarto de generadores (plantas de emergencia), ya sabemos que debemos tener mínimo el doble del tamaño de nuestro radiador para la toma de aire, para garantizar el óptimo funcionamiento del generador.

En el caso del ups diremos que para capacidades pequeñas se pueden colocar como un rack mas, dentro de nuestro site, transmisor o en una sala de emergencia de algún hospital, debido a que todos estos lugares ya cuentan con el clima apropiado para trabajar y la cantidad de btus no alterara el entorno de trabajo.

Pero para capacidades que pueden ser de 30 kvas hasta 500 kvas, es necesario contar con cuartos perfectamente controlados en el acceso y en el clima ya que la cantidad de btus que disipan puede dañar el entorno al cual queremos proteger, es decir, tendremos que colocar maquinas de aire acondicionado para lograr un clima ideal para que nuestro equipo trabaje sin ningún problema, de no ser así corremos el riesgo de que nuestras baterías y equipo eléctrico se dañen por sobre temperatura y no logremos mantener nuestra carga critica.

El lugar ya fue acondicionado, por lo que ahora tendremos que dar un espacio físico al equipo, esto también es de suma importancia ya que si no tenemos el acceso adecuado a nuestro equipo no podrá realizarse ningún mantenimiento preventivo y/o correctivo, por lo que se tiene que tener mínimo un metro alrededor del equipo para poder realizar cualquier tipo de maniobras.

Al igual que hacemos con nuestros cuartos de casa de maquinas el cuarto de ups deberá contar con el suficiente espacio para cambiar totalmente nuestra unidad en caso de falla mayor, esto es que el acceso tenga las rampas para poder ingresar este tipo de aparatos con montacargas y nunca dejarlos en cuartos de difícil acceso.

Normalmente se deberá de contar con el personal calificado para operar el equipo, es decir, que al realizar la compra del equipo se deberá exigir un curso de operación para el personal asignado a mantener en optimas condiciones el equipo, por que cada modelo y cada marca tienen diferentes modos de encender y de desplegar información importante para el cliente. Un dato importante es que todos los equipos grandes cuentan con un paro de emergencia, el cual al ser accionado tira la carga, por tal motivo la entrada a dicho lugar deberá ser restringida a personal no autorizado.

El curso de capacitación de operación será para el personal de mantenimiento, pero existe un curso para Ingeniería de servicio, el cual el encargado del área, deberá de tomar ya que la responsabilidad de mantener las cargas críticas no es de la empresa suministradora del equipo, la responsabilidad de mantener trabajando siempre las cargas críticas será del gerente de mantenimiento, por lo que recomendamos exigir la misma capacitación que el departamento de servicio que tendremos contratado permanentemente.

La capacitación del personal encargado, resolverá con mayor rapidez el problema generado en el equipo, como sabemos los contratos de mantenimiento para estos equipos no son permanentes y tienen una limitante de tiempo de respuesta, es decir, si consideramos que lo que mantendrán los ups son los procesos más importantes de nuestra empresa no podemos tener tiempos de respuesta de 2 a 4 horas por parte de la compañía proveedora del servicio de mantenimiento del ups (no podemos dejar que el proceso se interrumpa por tal periodo).

El contrato que celebremos con nuestro proveedor de ups deberá de contener

1. Tiempos de respuesta específicos y claros
2. Periodos de mantenimientos preventivos
3. Modo de contactar al personal de soporte técnico las 24 horas del día los 365 días del año
4. Entrega de informes por visita efectuada
5. El contrato tendrá el suministro de partes dañadas
6. Fianza por errores humanos en la operación del equipo
7. Stock de partes del equipo a contratar
8. El proveedor del equipo deberá de entregar por escrito

Las características que recomienda el fabricante para la instalación eléctrica, tanto de entrada como de salida.

Al tener en uso nuestro sistema ups trabajando en condiciones normales deberemos tener algunos cuidados, como son el no trabajar con tuberías de cobre o metales en el área de ups, el no tener obstruidas las puertas de acceso con materiales diversos, no materiales flamables en el ups.

Sé deberá de tener un monitoreo constante del equipo de preferencia por software para determinar todos los incidentes referentes al equipo, en la actualidad casi todas las marcas permiten monitorear sus equipos (mediante software como accesorio del equipo), esto se puede hacer por una maquina dedicada.

Independientemente del monitoreo del software, siempre que exista un corte de energía el personal de mantenimiento deberá de realizar una supervisión directa en el equipo, para comprobar que el equipo sigue actuando sin ninguna dificultad y que esta bien sincronizado con el motogenerador (planta de emergencia).



Al hablar del mantenimiento preventivo que se le realiza a estos equipos, recomendamos que el promedio de este sea de dos visitas al año, ya que el personal de mantenimiento mantendrá en perfectas condiciones nuestro cuarto de ups y con ello evitando anomalías en el equipo.

Otra recomendación importante, es que nuestra compañía suministradora del equipo sea la importadora directa del mismo, ya que con ello garantizaremos tener una mayor respuesta por parte del fabricante, es decir, no compramos a terceras personas o empresas que en un momento de fallas mayores, se deslinden del problema y nos dejen con el mismo.

Como venimos diciendo en el presente trabajo, es indispensable que al tener la responsabilidad de elegir una marca consideremos:

- Que sea competitiva en el ámbito mundial
- Que el soporte técnico sea capacitado con el fabricante
- Que el proveedor cuente con un kit de refacciones del modelo que estamos adquiriendo
- Que la marca ya se haya utilizado en el ámbito laboral en el que trabajamos

Como recomendación diremos que si pensamos colocar un solo equipo, en nuestra carga crítica por cuestiones económicas, lo mínimo indispensable será colocar un bypass externo de mantenimiento, para que en caso extremo de falla, sea continuo el trabajo en el bypass externo (es decir, que para la carga sea transparente) y con ello podamos reparar o sustituir el equipo dañado.

## ANEXOS

Por ultimo daremos a conocer algunos folletos de las tecnologías más modernas que existen en el mercado nacional, con esta serie de folletos representativos podemos encontrar todas las características técnicas necesarias para la comparación de las fuentes de energía ininterrumpible, aclarando que existen muchas marcas y equipos pero en la actualidad en equipos grandes, es decir, de 50 Kvas en adelante solo podemos elegir entre las cuatro más grandes y con representantes en México.

Por todo lo anterior expuesto deseamos compartir alguno de los proyectos eléctricos que actualmente se encuentran operando y que tienen una visión de Calidad de la energía en baja tensión. Estos diagramas unifilares representan en síntesis lo expresado en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

ARMÓNICOS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES

ARMANDO LLAMAS TERRE

ITESUM-IEEE

OCTUBRE DE 2000

UNDERSTANDING THE NATIONAL ELECTRICAL CODE

MICHAEL HOLT

EDITION 1997

CURSO AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

IMPARTIDO POR INGENIERÍA ENERGÉTICA INTEGRAL

FIDE, AÑO 2000

ING. ALFREDO AGUILAR GALVAN

POWER QUALITY SOLUTIONS

TECHNICAL GUIDE

INTL POWER ASSOCIATION

LATINOAMERICA DIVISION

MICHAEL KAMP

CALIDAD DE POTENCIA

UNIVERSIDAD DE IDAHO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

STANDARD HANDBOOK FOR ELECTRICAL ENGINEERS

DONALD G. FINK

H. WAYNE BEAUTY

EDIT. MC GRAW HILL

PROTECCIÓN CONTRA SOBREVOLTAJES TRANSITORIOS PARA SISTEMAS  
DIGITALES, DATOS Y COMUNICACIONES ( CALIDAD DE POTENCIA)  
UNIVERSIDAD DE IDAHO

EL ABC DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELECTRICA

ENRIQUEZ HARPER

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ENRÍQUEZ HARPER

CURSO MITSUBISHI SERIE 8600

ING. RODOLFO DE LEÓN P.

MÉXICO, 1998

CURSO MITSUBISHI SERIE 2033A

ING. MICHAEL A.CHMURA

CHICAGO ILLS, 1997

CURSO MGE MODELO COMET 150 KVA

ING. JAIME RAMÍREZ

CALIFORNIA, 2000

SECRETARIA DE ENERGÍA MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL  
NORMA MEXICANA 001 SEMP-1195  
SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

ELECTROTEK CONCEPTS INC..  
ARMONICOS  
PQNETWORK  
HIGH DISTORTION LEVELS CAUSED BY NONLINEAR LOADS  
AFC CABLE SYSTEMS  
EFFECTS OF HARMONICS ON EQUIPMENT

ELECTRONICA SERIES 1/7  
HARRY MILEAF  
EDIT. LIMUSA

PARARRAYOS REACTIVO Y ELECTRODO DE TIERRAS MEXICANOS  
INGETEL

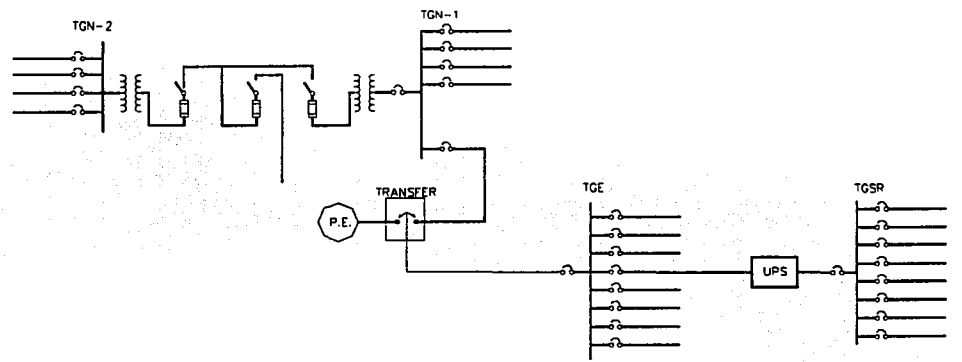
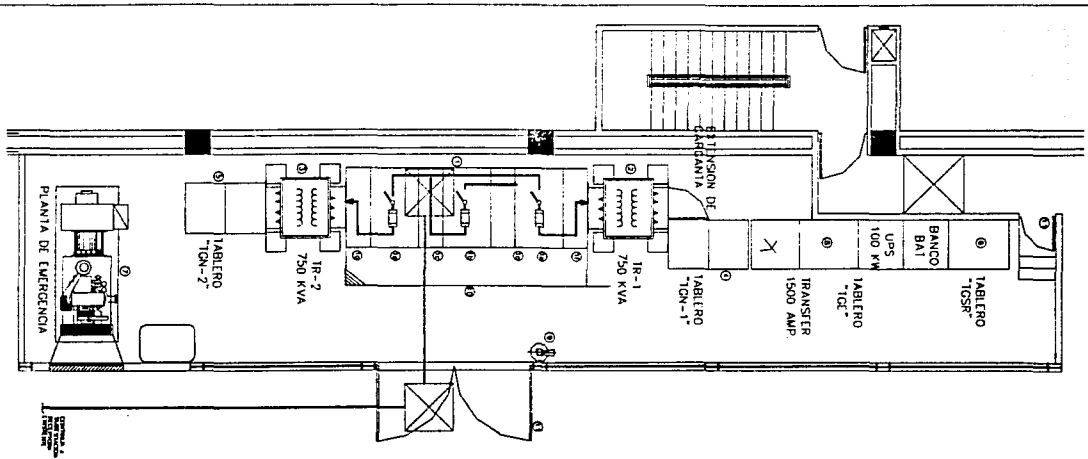
CURSO REDES DE MONITOREO Y CONTROL FAMILIA POWER LOGIC  
SCHNEIDER ELECTRIC MÉXICO

CURSO INTERACTIVO INTERRUPTOR DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN  
MASTER PACT

CURSO INTERACTIVO DE VARIADORES DE VELOCIDAD  
SCHNEIDER ELECTRIC MEXICO







**DISEÑO Y DISTRIBUCION DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE UNA RED ELECTRICA EN BAJA TENSION**



FIELD INSTALLABLE  
POWER UPGRADE

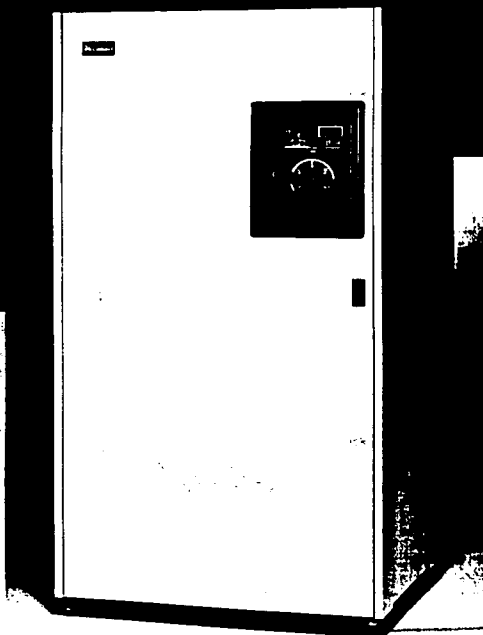
TRUE  
ON-LINE

MODULAR BATTERY  
UPGRADE

# POWER PROTECTION

Series 300 UPS

## TOTAL SYSTEM POWER PROTECTION FOR SENSITIVE ELECTRONIC LOADS



■ FLEXIBILITY IN APPLICATION

■ FIELD-INSTALLABLE POWER



ISO 9000  
CERTIFIED  
COMPANY

132

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LIEBERT CORPORATION  
**S E R I E S 3 0 0 U P S**

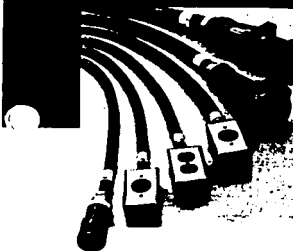
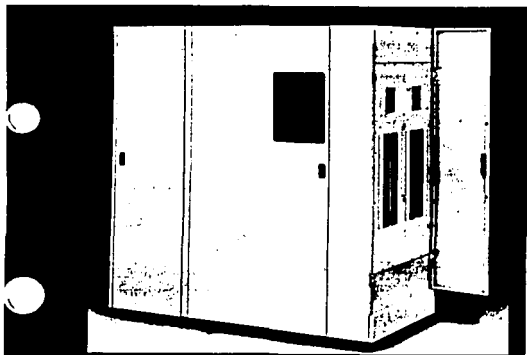
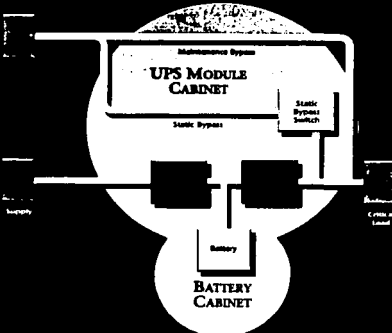
**AN ENGINEERED  
 UPS SOLUTION FOR  
 DUAL INPUT APPLICATIONS**

When your site requires dual utility input for UPS operations, Liebert offers an engineered solution - Series 300 DT Dual Input UPS.

This field proven UPS system has separate input power connections for rectifier/charger and bypass inputs, providing power protection for engineered applications. The 300 DT is built for reliability and ruggedness, for the computer room or industrial applications.

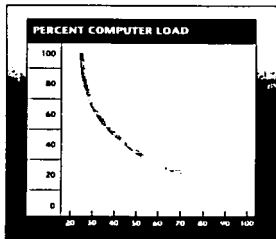
- On line, reverse transfer configuration
- Separate utility inputs for rectifier and bypass

**BLOCK DIAGRAM SERIES 300  
 DT DUAL INPUT UPS**



The bolt on slot line distribution cabinet includes one or two 42 pole panel boards and custom flexible output cables to distribute power to your computer equipment.

Battery time available is based on your running load and battery charge level—the lighter the load, the greater the time available.



**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**



## Liebert Series 300 UPS

### INPUT:

**Voltage:** 208, 480 or 600 VAC, 60 Hz,  
 3 or 4-Wire plus ground.  
**Voltage Range:** +10%, -25%.  
**Frequency Range:** 60 Hz  $\pm$  5%.  
**Current Limit:** 125% of full load input current.  
**Current Walk-In:** 20 seconds to full load.  
**Surge Protection:** Sustains input surges without damage, per  
 criteria listed in ANSI C62.41-1980 (IEEE 587).

### OUTPUT:

**Voltage:** 208, 480 or 600 VAC, 60 Hz,  
 3 or 4-Wire plus ground.  
**Voltage Regulation:**  $\pm$ 1% for balanced load.  
**Voltage Unbalance:**  $\pm$ 1% for balanced load,  $\pm$  2% for  
 50% unbalanced load,  $\pm$ 5% for 100% unbalanced load.  
**Voltage Adjustment Range:**  $\pm$ 5%.  
**Frequency:** 60 Hz  $\pm$ 0.1%.

**Load Power Factor Range:** 0.9 Leading to 0.5 Lagging.  
**Power Rating:** Rated kVA at 0.8 lagging power factor.  
**Harmonic Distortion:** 5% maximum total for linear loads.  
 3% maximum for single harmonics.

**Phase Displacement:** 120°  $\pm$ 1° for balanced load,  
 120°  $\pm$ 3° for unbalanced load.  
**Transient Response:**  $\pm$ 1% for loss or return of input power,  $\pm$ 4%  
 for 20% step load or a manual transfer  
 of 100% load.  $\pm$ 5% for 30% step load.  $\pm$ 8% for  
 50% step load.

**Transient Recovery Time:** To within 1% of output  
 voltage within 50 milliseconds.

**Overload Capability:** 125% for 10 minutes.  
 150% for 30 seconds.

**Fault Clearing Current:** 300% subcycle.

### ENVIRONMENTAL:

**Operating Temperature:** 32°F to 104°F (0°C to 40°C) (UPS).  
 68° to 86°F (20°C to 30°C) (Battery).

**Non-Operating Temperature:** -4°F to 158°F (-20°C to 70°C)

For battery, check manufacturer's recommendations.

**Relative Humidity:** 0 to 95% non-condensing.

**Altitude:** Up to 2000 meters. Derated for higher  
 elevations.

**Audible Noise Level:** 65 dBA measured at 1 meter  
 from the UPS.

### PHYSICAL

**Cabinet:** NEMA Type 1 freestanding. Provided with casters and  
 leveling feet.

**Cooling:** Forced air. Redundant fans.

**Cable Entry:** Top or bottom.

**Access:** Front access only.

## SPECIFICATIONS

UPS CABINET						
kVA	kw	Battery Rat. (Cells)	Dist. WxDxH (in/cm)	Weight (lbs/kg)	Net Capacity (kWh/kVAh)	Front Clearance
10/15	8/12	102	36x28x72 (91x71x183)	1100(498)	6000/6000	
20/30	18/24	180	36x28x72 (91x71x183)	1400(635)	8800/12000	
40/50	32/40	180	36x28x72 (91x71x183)	1900(862)	16400/18700	
65/75	52/60	180	54x28x72 (137x71x183)	2900(1334)	24200/25400	
100/125	80/100	180	54x28x72 (137x71x183)	3700(1725)	33800/38000	

MATCHING BATTERY CABINETS												
Battery Type (in Minutes)	UPS Rated kVA	10	15	20	30	40	60	85	75	100	125	Weight (lbs/kg)
24	14											760(345)
37	21											1000(454)
60	39											1300(590)
	13	7										983(447)
	22	12	8	5								1150(522)
	34	19	11	7								1500(680)
	56	35	24	17								2050(930)
	47	33	27									36(81)
												2050(930)
												36(81)
												72(183)
												4100(1860)
												36(81)
												72(183)
												5000(2264)

POWER DISTRIBUTION CABINET		
kVA	Dimensions WxDxH (in/cm)	Weight (lbs/kg)
all	106x28x72 in. (2671x71x183 cm)	210(95)

METERING			
Internal Provisions	Input	Battery	Output
Voltage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frequency	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Current	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
% Load	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V/Phase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Time Remaining	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### LIEBERT CORPORATION

1050 DEARBORN DRIVE  
 P.O. Box 29186  
 COLUMBUS, OHIO 43229  
 800.877.9222 PHONE  
 614.841.6022 FAX

### LIEBERT EUROPE

ELGIN DRIVE  
 SWINDON, WILTSHIRE  
 SN2 6DX, ENGLAND  
 44.1 793.553355  
 44.1 793.553402

### LIEBERT WEB SITE

<http://www.liebert.com>



While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness in this  
 brochure, Liebert Corporation assumes no responsibility, and disclaims all liability for  
 damages resulting from use of this information or for any errors or omissions.

© 1993 Liebert Corporation. All rights reserved throughout the world.  
 Specifications subject to change without notice.  
 All names referred to are trademarks or registered trademarks of their respective owners.

SL-24570 (R3/96)

Printed in U.S.A.



134

## ADVANCED FEATURES

- ▶ Sine-wave output
- ▶ Input power factor correction
- ▶ Automatic failsafe and overload bypass
- ▶ Automatic UPS and battery test
- ▶ Matching distribution cabinet with optional distribution panels
- ▶ Extended battery options
- ▶ On-board maintenance bypass
- ▶ 120 + 208 + 240 VAC output operation possible
- ▶ Galvanic isolation in all modes of operation
- ▶ Generator compatible
- ▶ Free network-based, Solution-Pac power management software
- ▶ SNMP ready

## Pulsar EXL 5/7.5/10 5/7.5/10kVA UPS True On-Line Double Conversion Intelligent Protection for Multiple Server Sites.



**MGE UPS SYSTEMS** introduces the latest generation of Pulsar EXL models: EXL5, EXL7.5, EXL10. Like all Pulsar UPS models, they work around the clock to improve hardware reliability and maximize the availability of critical systems.

**True on-line double conversion** technology assures highest quality AC output. Input AC is converted to DC and reconverted to AC for high isolation from AC utility noise. All transfers to or from battery back-up mode are completely undetectable and uninterrupted.

**Automatic failsafe and overload bypass** is provided during overloads or if the UPS output falls outside regulation limits. All transfers to or from bypass are uninterrupted. A convenient audible and visual warning is provided in bypass mode since this is not a desirable long-term operating mode.

**Fast recharge** to 80% capacity.

**Extended batteries** to supply up to 50 minutes at full load in matching cabinet (40 min. with EXL5) are available.

**REPO and low flammability batteries** are provided for computer room installations.

**An AS/400 communication port** is included for AS/400 interface (requires optional cable).

**EXL can be directly connected to the network** with its own IP address through the UM Link option. EXL's optional environmental monitoring modules (UM Sensor) and its extended back-up time modules provide flexibility now and for the future.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MGE  
UPS SYSTEMS

# Technical Specifications

	True on-line double conversion	True on-line double conversion	True on-line double conversion
Technology	True on-line double conversion	True on-line double conversion	True on-line double conversion
Input voltage*	208 or 240 VAC	208 or 240 VAC	208 or 240 VAC
Input voltage range	180-257 VAC	180-257 VAC	180-257 VAC
Input frequency	47-63 Hz	47-63 Hz	47-63 Hz
Input power factor	0.99	0.99	0.99
Input current	26 amps maximum	40 amps maximum	52 amps maximum
Input phases	2	2	2
Input conductors	H, H, G	H, H, G	H, H, G
Efficiency	88% typical	88% typical	88% typical
Input maximum wire gauge	10 awg	4 awg	4 awg
Recommended ext. input breaker	30 amps	60 amps	60 amps
BTU/hr	1,725	2,236	2,982
Air flow	110 CFM	220 CFM	220 CFM
Service clearance**			
Front	36"	36"	36"
Right	0"	0"	0"
Left	0"	0"	0"
Back	24"	24"	24"
Output power (kVA/kW)	5/4	7.5/6	10/8
Output voltage*	120 + 208 and 240 VAC	120 + 208 and 240 VAC	120 + 208 and 240 VAC
Output frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Crest factor	3:1	3:1	3:1
Output current 120 VAC	21 + 21 amps	31 + 31 amps	42 + 42 amps
Output current 208 VAC	24 amps	35 amps	46 amps
Output maximum wire gauge (hardwired cabinet)	10 awg	4 awg	4 awg
Back-up time in minutes, 100% load	7	13	13
Back-up time with extension modules) at 100% load (0.6 pf)	24 or 40 minutes available	30 or 50 minutes available	30 or 50 minutes available
Recharge time (internal battery, 80%)	5 hours	2 hours	2 hours
DC cable provided	3 feet	3 feet	3 feet
Internal DC breaker provided	yes	yes	yes
DC voltage	180	180	240
Service clearance (same as shown for UPS above)			
Noise level	<50 dBA (typical load)	<53 dBA (typical load)	<53 dBA (typical load)
Temperature	0-30°C cont., up to 40°C up to 8 hours	0-25°C cont., up to 40°C up to 8 hours	0-25°C cont., up to 40°C up to 8 hours
Humidity	0-95 % non-condensing	0-95 % non-condensing	0-95 % non-condensing
Altitude	Sea level to 3000m	Sea level to 3000m	Sea level to 3000m
<b>EXLS UPS</b>	28.7"Hx24.7"Wx16.5"D/320lbs.		
UPS 24 min. batt.	28.7"Hx14.2"Wx16.5"D/147lbs.		
UPS 40 min. batt.	28.7"Hx14.2"Wx16.5"D/242lbs.		
<b>EXL7.5 UPS</b>		35.8"Hx26.2"Wx22.2"D/538lbs.	
UPS 30 min. batt.		35.8"Hx15.7"Wx21.6"D/260lbs.	
UPS 50 min. batt.		35.8"Hx15.7"Wx21.6"D/473 lbs.	
<b>EXL10 UPS</b>			35.8"Hx26.2"Wx22.2"D/582 lbs.
UPS 30 min. batt.			35.8"Hx15.7"Wx21.6"D/328 lbs.
UPS 50 min. batt.			35.8"Hx15.7"Wx21.6"D/605 lbs.
Floor loading	NTE 150 lbs./square inch	NTE 200 lbs./square inch	NTE 200 lbs./square inch
Parts & labor on-site	2 years	2 years	2 years
P3 equipment protection warranty	\$35,000	\$35,000	\$35,000

\* Factory set for 208 or 240 VAC input, 120 + 208 + 240 VAC output, call factory for other voltages

\*\* Allow sufficient flexible conduit length to pull unit forward 3 feet

136

FALLA DE ORIGEN

# 7011A Series

UNINTERRUPTIBLE POWER  
SUPPLY SYSTEMS

Brought to you by the  
world's leading manufacturer  
of power transistors.

**Our new IGBT technology  
Rectifier/Inverter system  
offers you:**

- Extra wide input voltage 40-160 V  
(enhances batteries' performance  
dramatically in poor power conditions)
- Extra wide input frequency (40-120 Hz)  
for complete generator compatibility
- Unprecedented 3 year "Bumper to  
Bumper" product warranty
- 2% output regulation under all load and  
input voltage conditions
- Elimination of load harmonics
- Internal manual bypass switch for  
uninterrupted service
- Triple conversion technology



FOR CRITICAL OPERATIONS

 MITSUBISHI ELECTRIC

TESIS  
FALLA DE ORIGEN

137

# SPECIFICATIONS

Part Number	7011A-10	7011A-20	7011A-30
<b>Input</b>	5 - 15R Terminal block (hardwired)		
<b>Input Connection</b>	Terminal block (hardwired)		
<b>Phase</b>	Single-phase	Single-phase	Single-phase
<b>Wide Voltage Input Window</b>	40V - 160V (1)	40V - 160V (1)	40V - 160V (1)
<b>Frequency (Motor Generator Capable)</b>	40 Hz - 120 Hz (2)	40 Hz - 120 Hz (2)	40 Hz - 120 Hz (2)
<b>Capacity (Maximum)</b>	1.0kVA	2.0kVA	3.0kVA
<b>Power Factor</b>	0.95 (at full load)	0.95 (at full load)	0.95 (at full load)
<b>Automatic Bypass</b>	Yes	Yes	Yes
<b>Transient Protection</b>	Yes	Yes	Yes
<b>Output: Pure Sine Wave</b>	Yes		
<b>Phase</b>	Single-phase	Single-phase	Single-phase
<b>Voltage (User Selectable)</b>	100V - 120V	100V - 120V	100V - 120V
<b>Frequency (User Selectable)</b>	50/60 Hz (±0.01%)	50/60 Hz (±0.01%)	50/60 Hz (±0.01%)
<b>Transfer Time</b>	Zero transfer time		
<b>Total Harmonic Distortion</b>	Less than 3% (rated resistive load)		
<b>Overload Capacity</b>	110% for 30 seconds		
<b>Permissible Inverter Peak Current</b>	300% of rated current effective value		
<b>Output Receptacles</b>	(6) 5-15R	Hardwired terminal block and (6) 5-15R	
<b>Operating Systems Supported</b>	Microsoft Windows, Windows 95, Windows NT, Windows ME, Windows 2000, OS/2, Hewlett Packard (HP-UX), Novell Netware, IBM, AIX, SCO UNIX, SCO XENIX, SUN OS, SUN 4, SUN SolarisTM, UNIX, Silicon Graphics, Red Hat Linux		
<b>SNMP Connectable</b>	Yes	Yes	Yes
<b>Battery Information</b>	Sealed lead-acid (3 to 5 year expected life)		
<b>Type (Life)</b>	Sealed lead-acid (3 to 5 year expected life)		
<b>Runtime (Full Load)</b>	10 minutes	10 minutes	10 minutes
<b>Recharge Time</b>	90% after 8 hours	90% after 8 hours	90% after 8 hours
<b>Dimensions</b>			
<b>Width</b>	6.7 in.	9.8 in.	9.8 in.
<b>Depth</b>	17.8 in.	20.8 in.	20.8 in.
<b>Height</b>	10.6 in.	19.7 in.	19.7 in.
<b>Weight</b>	45 lbs.	110 lbs.	135 lbs.
<b>Environment</b>			
<b>Operating Temperature</b>	0°C to 40°C (32°F to 104°F) optimal at 25°C		
<b>Operating Humidity</b>	0% to 95% (non-condensing)		
<b>Altitude</b>	Less than 3000 m (9000 ft)		
<b>Audible Noise</b>	45 db at 1 m (3.3 ft) from front panel		
<b>Approvals</b>			
<b>Safety</b>	UL 1778 Standard, cUL, ISO9001, IEEEC62-41-1991, National Electric Code (NFPA-70)		
<b>Emissions</b>	EMI Compatibility, FCC Title 47, A		

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

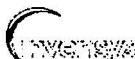
Notes:  
 1. Input voltage outside the normal operating voltage (40V-65V and 145V-180V) will be supported for up to 1 minute depending on the load.  
 2. The Power Factor/THD will vary when the frequency is outside the normal operating range (47 Hz - 63 Hz).

Corporate Headquarters:  
 Mitsubishi Electric Automation, Inc.  
 500 Corporate Woods Parkway  
 Vernon Hills, IL 60061  
 Phn: (847) 478-2100  
 Fax: (847) 478-2253  
 www.meau.com



L-VH-08129 Printed in USA  
 Effective August, 2001  
 Specifications and products offered  
 subject to change without notice.





Contact us

Powerware

Home | Countries | About | Products | How to buy | Global Services | Software Downloads | Search

Product Page

### Powerware 9305

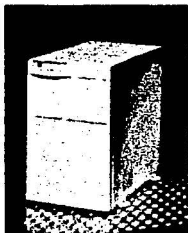
- 7.5-15kVA Spec Details
- Battery Runtimes 25-45kVA Spec Details
- Battery Runtimes

**Note:**  
*The Powerware 9305 UPS is not sold in North America.*

#### Special features

Brochure Download  
Brochure (Powerware 9305)

- Uninterruptible power protection against power failures, power sags, power surges, brownouts, line noise, high voltage spikes, frequency variation, ups, switching transients and harmonic distortion
- Advanced Battery Management (ABM™) - doubles battery service life
- LanSafe III compatible - an easy and complete power management solution
- Silent - Ideal for server rooms
- DC Expert™ - accurate remaining back-up time indication



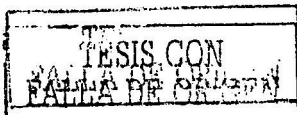
#### Specification overview

#### 25 - 45 kVA

- **Double Conversion Topology** ensures trouble-free output.
- **3-Phase UPS with 3-Phase Bypass** ensures balanced loading of the mains also in bypass.
- **Widest Input Voltage and Frequency Window in the Market** means longer battery life and increased reliability.
- **Continuous 100% Unbalanced Loading** means that loads can be started and stopped without worrying about balancing.
- **On-site Upgrading Possible** means that the customer can later increase the load without buying a new UPS.
- **Output Power Factor of 0.96** means smaller fuses are used, ensuring a more cost effective installation.
- **Selectable Output Voltage** ensures excellent output voltage properties for demanding situations
- **Communication Interfaces** allow serial communication with local computers and remote computers via modem. The relay interface allows building monitoring.
- **LanSafe III Compatibility** for an easy and complete power management solution.
- **Sentinel FORS Compatibility** for remote monitoring by service centers.
- **PowerVision® Compatibility** for top of the line monitoring and trend analysis software for monitoring all components from UPSs and generators to utility and power distribution (the whole power train).
- **Programmable Bulking Alarms** gives flexibility in meeting site/application specific demands.
- **Advanced Battery Management (ABM™)**. Since the UPS charges the batteries only when necessary, the temperature of the batteries is lower and corrosion is lessened, allowing a 50% longer life time for the batteries. On-line remote monitoring during rest mode, safe test means that the UPS doesn't switch to battery mode and the load will not crash in case of faulty battery. Test results and Advanced Battery Management™ status availability via local and remote monitoring ensures early warning for the customer and the service. In case of faulty battery, the early warning gives enough time for the customer to change the battery bank before it becomes useless
- **DC Expert™** "learns" the battery and takes aging into account, ensuring an accurate remaining back-up time indication.
- **Size**. The unit is small, light, equipped with castors and has a very small foot print making it ideal for a server room. It is easy to move and install.
- **Robust Design** makes this UPS ideal for industrial environments.
- **Front Access** for installation and service
- **Ease of Use**. LFDs indicate the status of the UPS and there is one-switch operation.

Search for:  Go

139





- **Battery Start** means that it can be started also when the mains is missing.
- **Silent** makes this UPS ideal for server rooms

### 7.5 - 15 kVA

- **Double Conversion Topology** ensures trouble free output.
- **3-Phase UPS with 3-Phase Bypass** ensures balanced loading of the mains also in bypass.
- **Widest Input Voltage and Frequency Window in the Market** means longer battery life and increased reliability.
- **Continuous 100% Unbalanced Loading** means that loads can be started and stopped without worrying about balancing.
- **On-site Upgrading Possible** means that the customer can later increase the load without buying a new UPS.
- **Output Power Factor of 0.96** means smaller fuses are used, ensuring a more cost effective installation.
- **Selectable Output Voltage** ensures excellent output voltage properties for demanding situations.
- **Communication Interfaces** allow serial communication with local computers and remote computers via modem. The relay interface allows building monitoring.
- **LanSafe III Compatibility** for an easy and complete power management solution.
- **Sentinel FORS Compatibility** for remote monitoring by service centers.
- **PowerVision® Compatibility** for top of the line monitoring and trend analysis software for monitoring all components from UPSs and generators to utility and power distribution (the whole power train).
- **Advanced Battery Management (ABM™)**. Since the UPS charges the batteries only when necessary, the temperature of the batteries is lower and corrosion is lessened, allowing a 50% longer life time for the batteries. On-line remote monitoring during rest mode, safe test means that the UPS doesn't switch to battery mode and the load will not crash in case of faulty battery. Test results and Advanced Battery Management™ status availability via local and remote monitoring ensures early warning for the customer and the service. In case of faulty battery, the early warning gives enough time for the customer to change the battery bank before it becomes useless.
- **DC Expert™** "learns" the battery and takes aging into account, ensuring an accurate remaining back-up time indication.
- **Size.** The unit is small, light, equipped with castors and has a very small foot print making it ideal for a server room. It is easy to move and install.
- **Robust Design** makes this UPS ideal for industrial environments.
- **Ease of Use.** LEDs indicate the status of the UPS and there is one-switch operation.
- **Battery Start** means that it can be started also when the mains is missing.
- **Silent** makes this UPS ideal for server rooms.

---

© Copyright 2000 Powerware, an Invensys company.  
All rights reserved. Legal information | Privacy Statement | email: info@psd.invensys.com

