



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

15  
2e1

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

ANÁLISIS DE PARÁMETROS PARA  
LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA  
ININTERRUMPIBLE PARA REDES TELEMÁTICAS

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
P R E S E N T A N  
FRANCISCO ISRAEL GARCÍA MONTOYA  
RODRIGO CERVANTES RÍOS

DIRECTOR DE TESIS:  
ING. DAVID BERNARDO ESTOPIER BERMÚDEZ



Campus Aragón

MÉXICO

1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

270694



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.

PASINIANI.

DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN  
DIRECCIÓN

FRANCISCO ISRAEL GARCIA MONTOYA  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 26 de febrero del año en curso, presentada por RODRIGO CERVANTES RIOS y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. DAVID BERNARDO ESTOPIER BERMUDEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "ANÁLISIS DE PARAMETROS PARA LA EVALUACION DE SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUMPIBLE PARA REDES TELEMATICAS", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, a 16 de marzo de 1978  
EL DIRECTOR.

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ

c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGON - UNAM.

JEFATURA DE AREA DE INGENIERIA  
MECANICA ELECTRICA.

OFICIO: ENAR/JAME/1243/98.

ASUNTO: Sínodo.

LIC. ALBERTO IBARRA-ROSAS,  
SECRETARIO ACADÉMICO.  
P R E S E N T E :

Por este medio, me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínodo del Examen Profesional del alumno -- RODRIGO CERVANTES RIOS, con el tema de Tesis "ANALISIS DE PARAMETROS PARA LA EVALUACION DE SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUMPIDA PARA REDES TELEMATICAS".

PRESIDENTE:	ING. RAUL BARRON VERA	OCTUBRE	78
VOCAL:	ING. JUAN GASTALDI PEREZ	OCTUBRE	79
SECRETARIO:	ING. NARCISO ACEVEDO HDEZ.	ENERO	86
SUPLENTE:	ING. DAVID B. ESTOPIER B.	JUNIO	87
SUPLENTE:	ING. DAVID M. TERAN PEREZ	MAYO	90

Quiero subrayar que el Director de la Tesis es el Ing. David B.-- Estopier Bermudez, el cual está incluido en base a lo que reza el - Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. méx., noviembre 3, 1998.

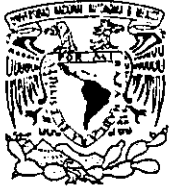
EL JEFE DE AREA.

ING. RAUL BARRON VERA.



c.c.p.- Lic.Ma. Teresa Luna Sánchez.-  
Jefe del Depto. de Servicios Escolares.  
c.c.p.- Ing. David B. Estopier Bermudez.- Asesor.  
c.c.p.- Alumno.

RBV!mlev\*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Ing. RAÚL BARRÓN VERA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 29 de octubre del año en curso, por la que se comunica que los alumnos RODRIGO CERVANTES RÍOS y FRANCISCO ISRAEL GARCÍA MONTOYA, de la carrera de INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA, han concluido su trabajo de investigación intitulado "ANÁLISIS DE PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE PARA REDES TELEMÁTICAS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 30 de octubre de 1998

EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c c p Asesor de Tesis.  
c c p Interesado.

AIR/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

## ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN

DIRECCION

RODRIGO CERVANTES RIOS  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 26 de febrero del año en curso, presentada por FRANCISCO ISRAEL GARCIA MONTOYA y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. DAVID BERNARDO ESTOPIER BERMUDEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "ANALISIS DE PARAMETROS PARA LA EVALUACION DE SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUMPIBLE PARA REDES TELEMATICAS", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL-ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México., a 16 de marzo de 1998  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ

c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGON - UNAM.

JEFATURA DE AREA DE INGENIERIA  
MECANICA ELECTRICA.

OFICIO: ENAR/JAME/1242/98.

ASUNTO: Sínodo.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS,  
SECRETARIO ACADÉMICO.  
P R E S E N T E :

Por este medio, me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínodo del Examen Profesional del alumno -- FRANCISCO ISRAEL GARCIA MONTOYA, con el tema de Tesis: "ANALISIS DE PARAMETROS PARA LA EVALUACION DE SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUMPIDA PARA REDES TELEMATICAS"

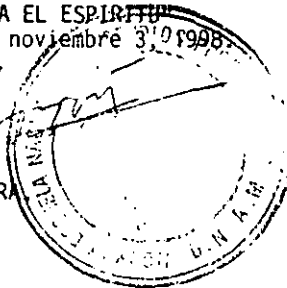
PRESIDENTE	ING. RAUL BARRON VERA	OCTUBRE	78
VOCAL:	ING. JUAN GASTALUI PEREZ	OCTUBRE	79
SECRETARIO:	ING. NARCISO ACEVEDO HDEZ.	ENERO	86
SUPLENTE:	ING. DAVID B. ESTOPIER BERMUDEZ	JUNIO	87
SUPLENTE:	ING. DAVID M. TERAN PEREZ	MAYO	90

Quiero subrayar que el Director de la Tesis es el Ing. David B. -- Estopier Bermudez, el cual está incluido en base a lo que reza el - Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, noviembre 3<sup>o</sup> 1998.

EL JEFE DE AREA

ING. RAUL BARRON VERA



c.c.p.- Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.-  
Jefe del Depto. de Servicios Escolares.  
c.c.p.- Ing. David B. Estopier Bermudez.- Asesor.  
c.c.p.- Alumno.

RBV/mlev\*





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Ing. RAÚL BARRÓN VERA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 29 de octubre del año en curso, por la que se comunica que los alumnos FRANCISCO ISRAEL GARCÍA MONTOYA y RODRIGO CERVANTES RÍOS, de la carrera de INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA, han concluido su trabajo de investigación intitulado "ANÁLISIS DE PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE PARA REDES TELEMÁTICAS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 30 de octubre de 1998

EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c c p Asesor de Tesis.  
c c p Interesado

AIR/vr

## DEDICATORIA

Esta obra esta dedicada como prueba de mi eterno agradecimiento a mi asesor el Ing. David B. Estopier Bermúdez, a mis profesores y en general, a todas aquellas personas que se esfuerzan por hacer de los estudiantes universitarios la gente del mañana, que a su vez, sin el mayor interés que el de servir a los suyos están dispuestos a seguir con la ardua tarea de formarse como profesionistas del más alto nivel.

## AGRADECIMIENTO

### *A mi madre*

Gracias por apoyarme en el logro de todas y cada una mis metas, por tus desvelos, por enseñarme que no hay sacrificio sin recompensa y sobretodo, por tu infinito amor.

### *A mi hermano y familia*

Absolutamente ningún sacrificio suyo será en vano Agradecido les estaré siempre por el enorme apoyo que me han brindado, por guiarme en el buen camino, por creer en mi.

### *A mi hermana*

El estar apoyándome en el logro de una de las metas que me he propuesto y que finalmente he conseguido me da la certeza de saber que no estoy solo.

*Rodrigo Cervantes Ríos*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, a mis hermanos por todo el apoyo y cariño que me brindan ya que sin el seria muy dificil seguir adelante.

También quiero dar las gracias a mis amigos que siempre han estado conmigo Angélica, Bety, Eliza, Paty y Polo.

Sin olvidar a mis profesores y especialmente a mi asesor de tesis Ing. David Bernardo Estopier Bermudez.

*Francisco I. García Montoya*

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO 1 CONCEPTOS BÁSICOS DE REDES .....</b>	<b>3</b>
1.- Que es una red informática .....	3
1.1.- Topologías de red .....	4
1.1.A.- Topología jerárquica .....	5
1.1.B.- Topología horizontal (bus) .....	6
1.1.C.- Topología en estrella .....	6
1.1.D.- Topología en anillo .....	7
1.1.E.- Topología en malla .....	8
1.2.- Que es un protocolo .....	9
1.3.- Arquitectura de redes .....	9
1.4.- Medios de transmisión en las redes .....	11
1.4.1.- Medio magnético .....	12
1.4.2.- Par trenzado .....	12
1.4.3.- Cables coaxiales .....	12
1.4.3.A.- Cable coaxial de banda base .....	12
1.4.3.B.- Cable coaxial de banda ancha .....	13
1.4.4.- Fibra óptica .....	14
1.4.5.- Línea telefónica .....	18
1.4.6.- Medios no físicos .....	21
1.5.- Ejemplos de redes .....	23
2.- Que es una red telemática .....	29
3.- Aplicaciones y servicios que ofrecen las redes telemáticas .....	29
<b>CAPITULO 2 SISTEMAS DE TIERRA.....</b>	<b>33</b>
1.- Definición y objeto de un sistema de tierra .....	33
2.- Constitución y parámetros de un sistema de tierra .....	35
2.1.- Características del terreno .....	35
2.1.1.- Resistividad y métodos de medición .....	35
2.1.2.- Factores que influyen en la resistividad .....	42
2.1.2.A.- Composición .....	42
2.1.2.B.- Granulometría, Compacidad y Estratigrafía .....	43
2.1.2.C.- Contenido de sales y estado higrométrico .....	43
2.1.2.D.- Temperatura .....	44
2.2.- Elementos de una puesta a tierra .....	45
2.2.1.- Tomas de tierra .....	45
2.2.2.- Líneas principales de tierra .....	47
2.2.3.- Derivaciones de las líneas .....	47
2.2.4.- Conductores de protección .....	47

3.- Tensiones de seguridad.....	49
3.1.- Tensión de paso.....	50
3.2.- Tensión de contacto.....	51
4.- Efectos que produce la corriente sobre el cuerpo humano.....	52
5.- Criterio de diseño y especificaciones para una puesta a tierra de acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad.....	53
5.1.- Resistencia eléctrica del cuerpo humano.....	53
5.2.- Tensiones de seguridad.....	54
5.3.- Datos para el diseño del sistema de tierra.....	54
5.3.1.- Conductor para la malla de tierra.....	54
5.3.2.- Cálculo de la resistencia de tierra.....	55
5.3.3.- Uso de electrodos.....	56
6.- Especificaciones para una puesta a tierra de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana.....	57

**CAPITULO 3 SISTEMAS DE FUERZA EN LA RED .....63**

1.- Requerimientos de energía en una red telemática.....	63
1.1.- Alimentación centralizada de corriente eléctrica.....	71
1.2.- Alimentación descentralizada de corriente eléctrica.....	75
2.- Tipos de alimentación posibles.....	76
2.1.- Según la función que desempeña dentro del sistema eléctrico al que pertenece.....	76
2.2.- Según la clase de corriente que genera.....	76
2.3.- Según la clase de energía primaria que transforma.....	77
3.- Sistemas de respaldo.....	85
3.1.- Grupo electrógeno.....	86
3.2.- UPS.....	88
4.- Requerimientos pico de consumo.....	92
APÉNDICE A. Tensiones alternas superpuestas.....	99
APÉNDICE B. Dispositivos semiconductores.....	101

**CAPITULO 4 ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE SELECCIÓN DE UN UPS.....109**

1.- El UPS.....	110
1.1.- UPS off-line.....	111
1.2.- UPS on-line.....	112
2.- Componentes de un UPS.....	113
2.1.- Supresor de sobretensiones.....	113
2.2.- Filtro.....	114
2.3.- Reguladores de voltaje.....	114
2.4.- Cargador de baterías.....	115
2.4.1.- Métodos de carga.....	116
2.5.- Baterías.....	117
2.5.1.- Tecnología plomo-ácido.....	117
2.5.2.- Tecnología níquel-cadmio.....	121

2.6.- Inversor de estado sólido.....	122
2.7.- Interruptor de transferencia estático .....	123
2.8.- Controles, instrumentos y alarmas.....	124
3.- Análisis de la elección del tipo de protección que requieren los equipos de la red telemática .....	125
3.1.- Requisitos totales de energía para las cargas .....	125
3.2.- Tiempo de respaldo.....	125
3.2.1.- Problemática cuando hay un sobredimensionamiento.....	126
3.3.- Tipo de protección que se debe emplear.....	127
3.3.1.- Comparación entre protección distribuida y protección centralizada .....	129
4.- Acondicionamiento de las instalaciones .....	130
5.- Parámetros de selección de un UPS para equipos de redes telemáticas.....	136
5.1.- En cuanto al UPS .....	137
5.2.- Capacidad de la batería.....	140
5.2.1.- Garantías del contrato de servicio.....	142
6.- Administración de redes.....	143
Conclusión .....	147
Glosario .....	149
Bibliografía .....	153

## INTRODUCCIÓN

La fuente de alimentación es el nexo entre los sistemas de una red telemática y la red pública de energía eléctrica. Por lo tanto debe no sólo adaptarse a las características de la red sino cumplir, además, con todas las exigencias de los sistemas de una red telemática. Esto se logra convirtiendo las tensiones de la red, o de los equipos que la reemplazan en tensiones adecuadas a la alimentación de los sistemas de una red telemática respetando, especialmente, sus exigencias en lo referente a parámetros como pueden ser niveles de tensión, tolerancias, etc.

Ante fallas en la red de suministro ( como pueden ser cortes de energía) o de la propia fuente de alimentación es necesario adoptar las medidas dirigidas a preservar la seguridad de servicios e información en una red telemática.

Muchos de los complejos sistemas eléctricos y electrónicos modernos necesitan una fuente de alimentación ininterrumpible, cuidadosamente supervisada y controlada, además de un sistema de protección para evitar interrupciones de alimentación en caso de fallas importantes de potencia. En las redes telemáticas algunos ejemplos de sistemas de carga crítica son: las terminales o computadoras, instrumentos electrónicos de control de procesos, equipo crítico de telecomunicaciones.

Las disminuciones momentáneas de voltaje, variaciones de frecuencia y perturbaciones momentáneas o sostenidas del suministro de energía del exterior pueden causar funcionamiento deficiente o una interrupción total de las cargas críticas. La suspensión de energía cuando se alimentan cargas críticas en una red telemática causa tiempos muertos de producción, pérdida de información sin mencionar lo costoso del equipo si este sufriera algún daño.

Si las disminuciones momentáneas de voltaje exceden los valores rigurosamente establecidos, las computadoras pueden perder o dañar la información o interrumpirse la transmisión de la misma, o enviar señales equivocadas si ocurren interrupciones aun de una fracción de ciclo.

La solución para este tipo de problemas es una sistema de alimentación ininterrumpible, que use dispositivos estáticos para operar como regulador de las perturbaciones entre el alimentador de energía del suministro externo y las cargas críticas del usuario. Anteriormente se habían adoptado una gran cantidad de sistemas de regulación, algunos con diferentes combinaciones de turbogeneradores o motogeneradores algunos con volantes y otros con conmutadores electromecánicos de transferencia. Los sistemas de alimentación ininterrumpible de tipo rotatorio son efectivos para cargas de gran magnitud, aunque los

sistemas de estado sólido, más ventajosos, tienen cada vez más aceptación. Los sistemas de alimentación ininterrumpible de tipo rotatorio se basan en sistemas inerciales, (volantes con o sin acoplamiento de corrientes parásitas) con diferentes combinaciones de equipo rotatorio accionado con motores síncronos o de inducción.

Durante los últimos quince años, el uso de dispositivos electrónicos con componentes de estado sólido hizo posible la construcción de una nueva clase de equipos. Los transistores, diodos, rectificadores, controladores de silicio y otros componentes, proporcionaron un adelanto en los sistemas de alimentación ininterrumpible empleados en la industria y en la mayoría de los campos productivos, con la fabricación de rectificadores, inversores y conmutadores estáticos.

Un sistema de alimentación ininterrumpible de estado sólido se compone básicamente de un cargador con rectificador de estado sólido, una batería y un inversor estático. Algunas veces se coloca un conmutador estático a la salida para agregar protección. Estos sistemas se destinan para proporcionar alimentación ininterrumpible de AC a sistemas de carga crítica que no pueden tolerar una interrupción ni siquiera de una fracción de ciclo, de la línea de alimentación.

Los dispositivos de estado sólido proporcionan transitorios de reacción rápida, frecuencia estable de salida, alta eficiencia y operación relativamente silenciosa (60 dB). El equipo de estado sólido con rectificadores controlados de silicio y conmutadores estáticos, aísla los transitorios de voltaje de la línea de potencia del suministro externo, variaciones de frecuencia y estados de alto y bajo voltaje de la carga crítica de CA. En otras palabras, los dispositivos y circuitos de estado sólido actúan como filtros de línea y reguladores de voltaje, además de asegurar una alimentación continua durante las interrupciones normales de energía. Además de estas ventajas, el costo por kVA de los UPS se han reducido debido a los avances técnicos y al desarrollo de la tecnología de estado sólido.

Por tal motivo este tema se considera importante para contribuir al desarrollo y correcta implementación de proyectos de redes telemáticas.



# REDES

## 1.- Que es una red informática

Una red informática es un conjunto de ordenadores y periféricos que interactúan entre sí, por medio de una conexión física o lógica que les permita compartir e intercambiar una serie de recursos, tales como impresión, almacenamiento, procesamiento, etc., así como utilizar servicios que no tendrían sentido en un ordenador aislado.

Los ordenadores conectados en red deben de hablar el mismo idioma para poder comunicarse entre sí; el idioma que manejan los sistemas de telecomunicaciones se conoce como protocolo de comunicación ( ver inciso 1.2).

De acuerdo a la extensión geográfica en la que se requiera intercambiar información se tienen los siguientes tipos de redes con sus correspondientes distancias entre procesadores:

Cuando los ordenadores se encuentran conectados en la misma habitación o edificio, o suficientemente próximos como para que la conexión sea directa, se dice que constituyen una red de área local (LAN- Local Area Network).

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el mismo
10 mts.	Cuarto
100 mts.	Edificio
1 km.	Complejo industrial

Si para conectar entre sí a los ordenadores es necesario utilizar a las telecomunicaciones (teléfono, radio, microondas, etc.) se dice que tenemos una red de área amplia o extensa (WAN-Wide Área Network).

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el mismo
10 km.	La ciudad
100 km.	País

Varias redes pueden conectarse entre sí para formar una red mayor, para lo cual se utilizan dispositivos especiales (*bridges, routers y gateways*) que permiten el intercambio de información entre ellas, entonces tendremos una interred ( en inglés llamada *Internet*).

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el mismo
1000 km.	Continente
10,000 km.	Planeta

### 1.1.- Topologías de red

El término "topología" es un concepto geométrico con el que se hace referencia al aspecto de una cosa. La topología de una red es la forma en que esta conectada físicamente. Los objetivos principales que un diseñador de redes debe plantearse a la hora de establecer la topología de una red, son los siguientes:

- Proporcionar la máxima fiabilidad posible, esto es, que la red tenga la capacidad para transportar datos correctamente (sin errores) de un equipo terminal a otro, al decir correctamente nos referimos a la recuperación de errores o datos perdidos en la red, ya sea por fallo de canal, del equipo terminal de datos, del equipo de comunicación o del equipo de conmutación. La fiabilidad esta relacionada con el mantenimiento del sistema, en el que se incluyen comprobaciones diarias y mantenimiento preventivo (encargado de relevar de sus tareas a los componentes averiados o de funcionamiento incorrecto y de aislar los focos de averías).
- Encaminar el tráfico de datos entre el equipo terminal transmisor y el equipo terminal receptor a través del camino más económico dentro de la red, para lo cual es preciso:
  - 1.- Minimizar la longitud real del canal que une los componentes, esto es, encaminar el tráfico a través del menor número posible de componentes intermedios.
  - 2.- Proporcionar el canal más económico para cada actividad concreta.
- Obtener un tiempo de respuesta mínimo, esto se logra acortando el retardo entre la transmisión y la recepción de los datos entre equipos terminales; un caudal efectivo al transmitir la cantidad máxima de datos en un determinado periodo de tiempo.

### 1.1.A.- *Topología jerárquica*

Las redes con topología jerárquica se conocen también como redes verticales o en árbol. Estas estructuras se han venido usando ampliamente desde hace bastantes años, y seguirán empleándose durante mucho tiempo ya que permiten la evolución gradual hacia una red más compleja, puesto que la adición de nuevos equipos terminales de datos subordinados es relativamente sencilla. El software que controla la red es relativamente simple, la topología empleada proporciona un punto de concentración de las tareas de control y de resolución de errores. Generalmente, el equipo terminal de datos que está situado en el nivel más elevado de la jerarquía es el que controla la red.

Es de gran importancia tomar en cuenta los inconvenientes que presentan este tipo de topología, el más común es que presentan la posibilidad de la aparición de cuellos de botella; el equipo terminal que está en el nivel superior de la jerarquía, normalmente un gran ordenador central, controla todo el tráfico entre los distintos equipos terminales, este hecho no solo puede crear saturaciones de datos, sino que además plantea serios problemas de fiabilidad. Se puede presentar otro gran problema cuando se llegue a averiar el ordenador que se encuentra en el nivel superior y no se tenga otro ordenador de reserva capaz de hacerse cargo de todas las funciones del ordenador averiado.

A continuación se muestra una estructura de red jerárquica (Figura No. 1), en donde podemos ver que se incorpora cierto carácter distribuido, dotando a los equipos terminales subordinados un control directo sobre equipos terminales situados en niveles inferiores dentro de la jerarquía, lo cual reduce la carga de trabajo del nodo central A.

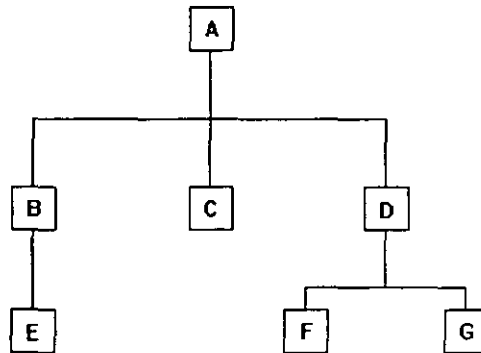


Fig. No. 1 Topología jerárquica o en árbol

### 1.1.B.- Topología horizontal (bus)

La topología horizontal o en bus es frecuente en las redes de área local. Se caracteriza por la facilidad de controlar el flujo de tráfico entre los distintos equipos terminales, ya que el bus permite que todas las estaciones reciban todas las transmisiones, es decir, una estación puede *difundir* la información a todas la demás. Esta topología esta limitada por el hecho de que se cuenta con un único canal de comunicaciones para todos los dispositivos de la red (Ver fig. 2). En consecuencia, si el canal de comunicaciones falla, toda la red deja de funcionar. Además del inconveniente mencionado anteriormente, esta configuración presenta dificultad para aislar las averías de los componentes individuales conectados al bus, esto debido a la falta de puntos de concentración.

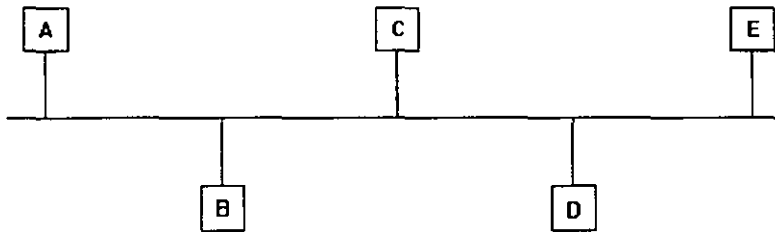


Fig. No. 2 Topología horizontal o en bus

### 1.1.C.- Topología en estrella

Los sistemas de comunicación de datos emplean más la topología en estrella que cualquier otra. Una de sus principales razones es histórica, se utilizó a lo largo de los años sesenta y principios de los setenta por que es fácil de controlar, su software no es complicado y su flujo de tráfico es sencillo. A continuación presentamos el esquema representativo de la topología en estrella, en ella podemos ver que todo el tráfico emana del núcleo de la misma, siendo éste el nodo central A (Ver fig. 3).

El nodo A, por lo general un ordenador, posee el control total de los equipos terminales de datos conectados a él, es responsable de encaminar el tráfico hacia el resto de los componentes; además, hace posible la localización de averías aislando las líneas para identificar el problema. Sin embargo, y al igual que en la estructura jerárquica, una red en estrella puede sufrir saturaciones y problemas en caso de avería del nodo central. Algunas redes en estrella construidas en los años setenta experimentaron serios problemas de fiabilidad, debido a su carácter centralizado. En otros sistemas se estableció redundancia en el nodo central, como medida de seguridad, con lo cual aumentó considerablemente su fiabilidad.

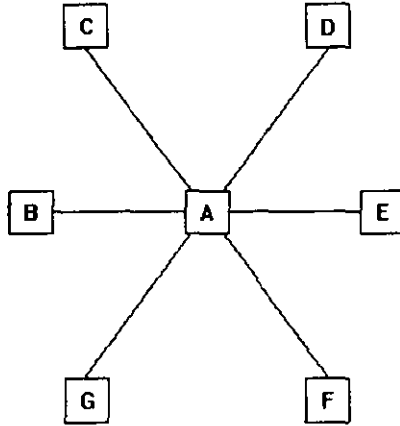


Fig. No. 3 Topología en estrella

#### 1.1.D.- Topología en anillo

Este tipo de topología es llamado así por el aspecto circular del flujo de datos. Generalmente, los datos fluyen en una sola dirección, y cada estación recibe la señal y la retransmite a la siguiente del anillo. Se caracteriza por lo raro de los embotellamientos, caso particular que presentan los sistemas en estrella o en árbol. El esquema representativo para este tipo de red se muestra enseguida:

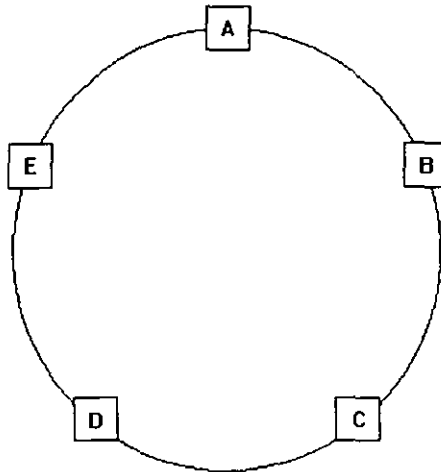


Fig. No. 4 Topología en anillo

La lógica necesaria para poner en marcha una red de este tipo es relativamente simple. Cada componente realiza tareas bastante sencillas: aceptar datos, enviarlos al equipo terminal de datos conectado al anillo o retransmitirlos al próximo componente del mismo.

Como podemos ver en el esquema anterior, todos los componentes del anillo están unidos por un mismo canal, lo cual representa un problema, puesto que si falla el canal entre dos nodos, toda la red se interrumpe. Razón por la cual algunos fabricantes han ideado diseños especiales que incluyen canales de seguridad por si se produce la pérdida de algún canal. Otros fabricantes construyen conmutadores que redirigen los datos automáticamente, saltándose el nodo averiado, hasta el siguiente nodo del anillo, con el fin de evitar que el fallo afecte a toda la red.

### 1.1.E.- *Topología en malla*

Este tipo de topología se ha venido empleando en los últimos años. Es caracterizada por su relativa inmunidad a los problemas de embotellamiento y averías. Gracias a la multiplicidad de caminos que ofrece a través de los distintos equipos terminales y de conmutación de datos, es posible orientar el tráfico por trayectorias alternativas en caso de que algún nodo este averiado u ocupado. A pesar de que la realización de este método es compleja y cara ( para proporcionar estas funciones especiales, la lógica de control de protocolos de una red en malla puede llegar a ser sumamente complicada), muchos usuarios prefieren la fiabilidad de una red en malla a otras alternativas.

La configuración característica de una red en malla es la siguiente:

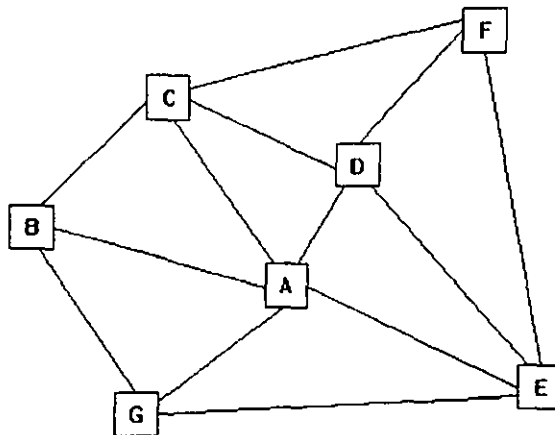


Fig. No. 5 Topología en malla

### 1.2.- Que es un protocolo

Una red de ordenadores consiste en el intercambio de información entre varios componentes de un sistema (hardware o software), capaces de producir o consumir informaciones. Este intercambio se produce en diversos niveles: entre usuarios, entre ordenadores centrales, entre nodos de conmutación, etc. Para que se pueda realizar en forma ordenada, es necesario un conjunto de reglas llamadas protocolo.

Los protocolos son necesarios para reglamentar una serie de aspectos relacionados con el intercambio de informaciones. Inicialmente, es preciso establecer unas especificaciones sobre cuál es la unidad de información que va a ser intercambiada entre los componentes de los sistemas participantes. Evidentemente, a nivel físico, estas unidades acaban reduciéndose a señales en los enlaces.

Un segundo aspecto definido por el protocolo se relaciona con la creación de estándares como la definición del código de representación de las unidades que son intercambiadas, formatos utilizados, cuales son las velocidades y que controles pueden ser aplicados para reglamentar la transferencia.

Para que los elementos del sistema puedan comunicarse es necesario identificarse de alguna forma. Un protocolo debe definir cómo puede realizarse esta identificación, función que se denomina *direccionamiento*.

Dadas las características físicas presentes en la red, se pueden introducir errores en las informaciones intercambiadas. Además, los mecanismos utilizados en la operación de la red, tal como el control de congestión, pueden causar la pérdida de unidades de información. Otra función de un protocolo es definir como se hará la recuperación de errores.

Un protocolo establece el control de flujo de datos, las reglas para el establecimiento y término de las conexiones.

### 1.3.- Arquitectura de redes

Las redes se encuentran organizadas en una sucesión de capas o niveles, esto con el objeto de simplificar su diseño y administración. El número de capas, nombre, contenido y función de cada una de ellas varía de una red a otra, es decir, cuando se diseña una red se esta resolviendo un problema único, ya que no existe una red igual a otra. Sin embargo el propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas que la preceden, ahorrándoles el trabajo de conocer detalladamente cómo se realizan dichos servicios.

A todo el conjunto de capas y protocolos se le conoce como *arquitectura de red*. La Organización Internacional de Normalizaciones (ISO son sus siglas inglesas) y el Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT) desarrollaron un modelo de

arquitectura de referencia, denominado niveles ISA (para redes de varios niveles), este modelo ha sido adoptado por la mayoría de los fabricantes de redes a nivel mundial.

Las características de la arquitectura ISA son:

- Proporciona una serie de normas para la comunicación entre los sistemas.
- Elimina los problemas técnicos que pudieran surgir para la comunicación entre los sistemas.
- Definir los puntos de interconexión para el intercambio de información.
- Limitar el número de opciones, para incrementar la facilidad de comunicación.

Los niveles de ISA

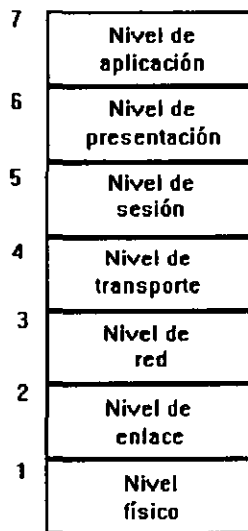


Fig. No. 6 Niveles del modelo de referencia ISA, arquitectura de 7 capas.

*Nivel físico.*- Las funciones contenidas en este estrato se refieren a el Hardware encargado de activar, mantener y desactivar un circuito físico entre una Estación Terminal de Datos (ETD) y un Equipo de Conmutación de Datos (ECD). Los principales estándares para el nivel físico publicados son el RS-232-C y el V-24

*Nivel de enlace.*- Es el que se encarga de la transmisión de datos por el canal. Proporciona a los datos la sincronización para optimizar el flujo de bits del nivel físico. Además de validar los bits, para que los datos lleguen sin errores a su destino o ETD receptor. Una de sus funciones más importante consiste en detectar errores en la transmisión, y si fuera necesario, recuperar los datos perdidos, duplicados o erróneos.



*Nivel de red.*- Define la interfaz entre el ETD de usuario y la red de conmutación de paquetes. Además de la interfaz de un ETD con otro a través de esta red específica cual es la ruta a seguir por la red, y la comunicación entre varias redes. En este nivel se encuentran una gran variedad de funciones, además de la especificación X.25.

*Nivel de transporte.*- Proporciona la interfaz entre la red de conmutación de datos y los tres niveles superiores. Es el nivel que permite al usuario elegir entre las diversas opciones de calidad y precio dentro de una misma red. Esta diseñada para mantener al margen a los usuarios finales sobre aspectos físicos y de funcionamiento de la red. Además se encarga de la facturación entre los dos extremos.

*Nivel de sesión.*- Funciona como interfaz del usuario con el nivel de transporte, en este nivel se organiza el intercambio de datos entre usuarios. El usuario decide el tipo de control y sincronía que desea de la red, por ejemplo:

- 1.- Diálogo bidireccional alternado o bidireccional simultáneo.
- 2.- Cancelaciones y rearranques
- 3.- Flujos de datos normal y acelerado.

El nivel de sesión posee una serie de servicios específicos y unidades del protocolo de datos, que se encuentran documentados por el CCITT e ISO.

*El nivel de presentación.*- Determina la forma en que se presentaran los datos sin preocuparse por su significado o semántica. Su principal tarea es por ejemplo, aceptar tipos de datos como podrían ser caracteres, enteros, etc., procedentes del nivel de aplicación y negociar con el nivel homólogo la presentación escogida. Este nivel consta de varias tablas sintácticas (que corresponden a códigos como el teletipo, ASCII, Videotex, etc.), puede resolver la recepción de un mensaje electrónico procedente del nivel de aplicación y encargar al nivel del otro extremo que proporcione al otro nivel de aplicación un formato de página determinado, por ejemplo una composición tipográfica.

*El nivel de aplicación.*- Su función es la de atender el proceso de aplicación del usuario final, a diferencia con el nivel de presentación, este nivel tiene en cuenta la semántica de los datos. Supervisa los procesos de aplicación tales como la gestión de trabajos, el intercambio de datos financieros (ANSI X.9), sentencias SEND/RECEIVE (enviar /recibir) de distintos lenguajes de programación (Serie J-ANSI); el intercambio de datos comerciales (ANSI X.12).

#### 1.4.- Medios de transmisión en redes

El desarrollo de las comunicaciones, en nuestros días, se debe a la búsqueda constante de nuevas técnicas que satisfagan la calidad en la transmisión de la información, dadas la distancia y la velocidad con la que se transmite. En toda arquitectura se cuenta con una capa física cuya finalidad es la de transportar el flujo original de bits de una máquina a otra. Son

varios los medios físicos para realizar una transmisión, algunos de los más usuales son los siguientes:

#### 1.4.1 Medio magnético

El transporte de datos por este medio consiste en escribir dicha información en cintas magnéticas o discos flexibles, y transportarlos físicamente hasta una máquina destino para ser leídos. Este es un método bastante efectivo en cuanto a coste, ya que se tienen anchos de banda grandes, considerando que el coste por bit transportado representa un factor clave.

Las cintas magnéticas pueden almacenar información del orden de varios cientos de megabytes, a pesar de que presentan anchos de banda excelentes, las características de retardo son muy malas; el tiempo de transmisión es medido en minutos u horas, y no en milisegundos.

#### 1.4.2 Par trenzado

En muchas aplicaciones se requiere de una conexión en línea. El par trenzado es el medio de transmisión más empleado. Este medio consiste en dos alambres de cobre aislados entrelazados en forma helicoidal, como una molécula de DNA, generalmente son de 1 mm de espesor. Los pares trenzados son utilizados tanto para transmisión analógica como digital, el ancho de banda depende del calibre y de la distancia que recorre.

La aplicación más común es el sistema telefónico, la distancia para el tendido de cables es de varios kilómetros, sin necesidad de amplificar señales, aunque en distancias más largas es necesario incluir repetidores. Cuando hay muchos pares trenzados colocados paralelamente y de longitud considerable, son agrupados y cubiertos con una malla, simulando así ser cables de un diámetro de varios centímetros.

#### 1.4.3 Cables coaxiales

El cable coaxial es otro medio típico de transmisión, se puede utilizar para transmitir señales eléctricas desde el transmisor al receptor, a frecuencias en la banda de VHF o menores. De los cables coaxiales que se conocen, son dos los que se usan con mayor frecuencia: el empleado en la transmisión digital (50 ohm) y el empleado en la transmisión analógica (75 ohm), cable coaxial de banda base y cable coaxial de banda ancha, respectivamente. La estructura de un cable coaxial queda representado en la figura No. 7, donde se puede ver que se compone de un cable dentro de un medio aislante, rodeado por una cubierta metálica (en forma de malla) que tiene la función de impedir que las señales de otros cables o de radiaciones electromagnéticas afecten a la información que transporta, a su vez esta cubierta metálica se encuentra rodeada por una cubierta plástica protectora.

##### 1.4.3.A Cable coaxial de banda base

El cable coaxial de banda base tiene 50 ohms de impedancia, la forma en que está construido produce una buena combinación de un gran ancho de banda y excelente inmunidad al ruido.

El ancho de banda y la velocidad de transmisión dependerán de su longitud; por ejemplo: para cables de 1 km. se pueden obtener velocidades de datos de hasta 10 Mbps, y en cables de longitud menores, es posible obtener mayores velocidades.

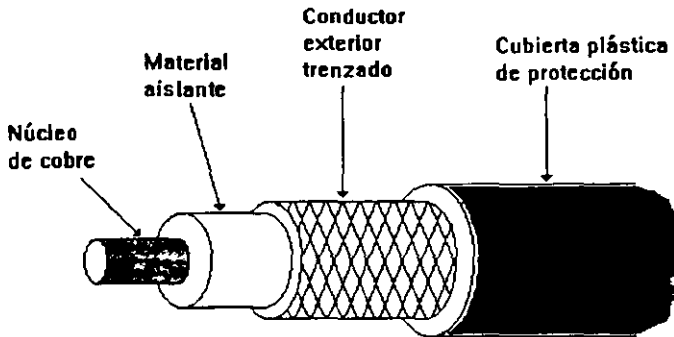


Fig. No. 7 Cable coaxial

Este tipo de cable es empleado ampliamente en las redes de área local y transmisiones de larga distancia del sistema telefónico. La instalación de sistemas de banda base es muy simple, económica y utiliza interfases baratas. Ofrece un solo canal digital con una velocidad de transmisión de datos de aproximadamente 10 Mbps, sobre una distancia de 1 km., empleando un cable coaxial sin recubrimiento. Este tipo de sistemas son ampliamente utilizados en las aplicaciones de comunicación de datos.

#### 1.4.3.B Cable coaxial de banda ancha

Este cable se emplea comúnmente para transmisiones analógicas, un caso particular es el envío de señales de televisión por cable. La impedancia característica de este tipo de cable es de 75 ohms. Aunque el término "banda ancha" proviene del medio telefónico, el significado de este término en el medio de redes de ordenadores se asocia a las redes de cables utilizadas para la transmisión analógica. Gracias a la naturaleza analógica de la señal, los cables pueden emplearse para aplicaciones que necesiten hasta 300 Mhz ( y en algunos casos hasta los 450 Mhz), y extenderse a longitudes que alcanzan los 100 metros. Para hacer posible la transmisión de señales digitales en redes analógicas, es necesaria una interfase capaz de convertir en señales analógicas el flujo de bits de envío, y otra interfase que tenga la función inversa para obtener la información enviada en los aparatos receptores. Dependiendo del tipo (y precio) de estos dispositivos electrónicos, 1 bps puede llegar a ocupar un ancho de banda que va desde 1 a 4 Khz. Un cable típico de 300 Mhz, por lo general, puede mantener velocidades de transmisión de datos de hasta 150 Mbps.

Este tipo de sistemas necesitan de amplificadores que refuercen la señal en forma periódica. Estos amplificadores sólo son capaces de transmitir señales en una dirección. Se requiere de ingenieros muy experimentados en radiofrecuencia para planear la distribución adecuada del cable y amplificadores, así como la instalación del sistema. También se requiere la presencia

de personal capacitado para mantener el sistema y para que periódicamente sintonicen los amplificadores. Generalmente, las interfases del sistema de banda ancha son más costosas que las del sistema de banda base, razón por la cual se le da mayor uso al segundo.

A pesar de que el sistema de banda ancha tiene ventajas favorables ( transmisión de datos, voz y señales de televisión en el mismo cable ), su complejidad no justifica su uso.

#### 1.4.4.- *Fibra óptica*

El medio de transmisión de los sistemas de comunicaciones ópticas, son las fibras ópticas, su nombre deriva del hecho de que son excelentes guías de onda para los impulsos luminicos, y se emplean para transmitir informaciones de cualquier naturaleza transformadas en bits, en forma de ondas electromagnéticas de elevadísimas frecuencias, iguales a la de la luz. Idealmente, toda la luz debería propagarse por el cable, esto asegura la máxima velocidad de transmisión y también que los impulsos luminosos bien definidos a la entrada permanecen bien definidos hasta alcanzar el receptor

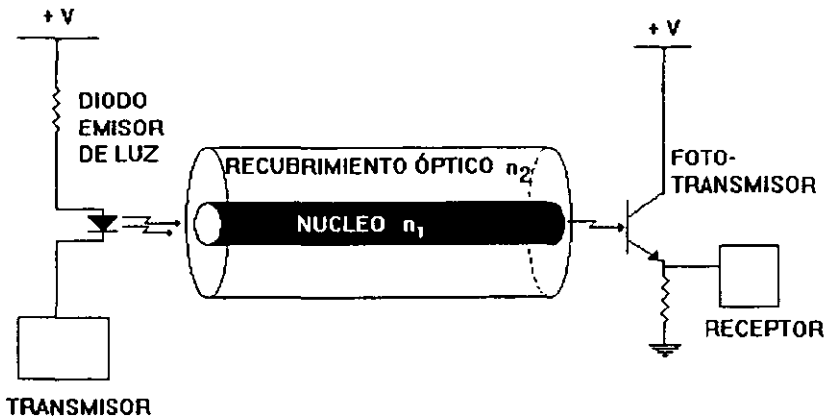


Figura No. 8 Estructura básica de la transmisión por fibra óptica.

De acuerdo a la figura anterior, la fibra óptica está formada por un núcleo construido de bióxido de silicio y un recubrimiento óptico del mismo material o de plástico. El núcleo de toda fibra óptica es de índice de refracción ligeramente mayor que el del recubrimiento óptico. La fuente de luz para el transmisor puede ser un diodo emisor de luz (LED) o un láser ( una fuente de potencia más elevada, de frecuencia única y con un haz de radiación estrecho). El detector, en el otro extremo, puede ser un fotodiodo o un fototransistor.

Las fibras ópticas utilizan frecuencias muy cercanas al infrarrojo, de unos 300 billones de hertzios, con lo cual pueden ser multiplexados un gran número de canales. Dependiendo de la fabricación del material que la constituye, se pueden instalar repetidores regeneradores

muy distanciados entre sí. Para aplicaciones en telecomunicaciones se fabrican cables de fibra óptica, ya sean circulares o en forma de cinta, estos poseen un número variable de ellas.

## TIPOS DE FIBRAS

Por las características de construcción, es posible contar con diferentes estructuras para diversos usos, los cuales se diferencian por los modos de propagación que viajan a través de éstas. En los sistemas de telecomunicaciones se emplean básicamente dos tipos de fibras ópticas: monomodales y multimodales, a su vez cada una de ellas se divide en fibras de índice escalonado e índice gradual. La CCITT ha establecido recomendaciones sobre medidas del núcleo de las fibras multimodo de índice gradual ( $50\mu\text{m}$  núcleo,  $125\mu\text{m}$  recubrimiento óptico) y fibras monomodo ( $9\mu\text{m}$  núcleo,  $125\mu\text{m}$  recubrimiento óptico).

### Fibra monomodal

Se llaman monomodales porque solamente se propaga un solo modo electromagnético. Esto se logra reduciendo el diámetro del núcleo y eligiendo la relación de índices del núcleo y de la cubierta óptica. Estas fibras se clasifican en dos tipos: de índice escalonado o gradual. Las segundas no son usuales debido a la difícil fabricación de su estructura y por ello no presenta condiciones favorables.

Tienen aplicación a distancias largas de transmisión y utilizan como fuente óptica el láser. Su configuración se muestra en la siguiente figura:

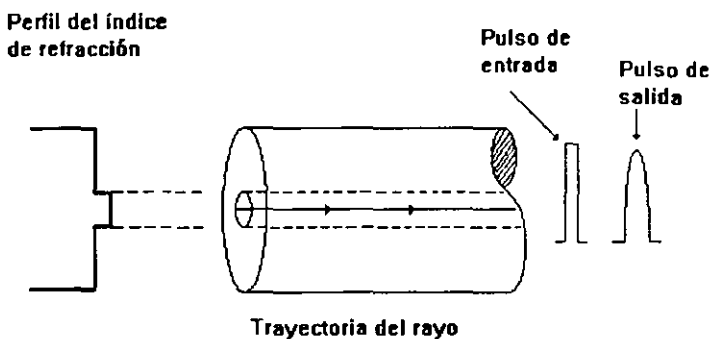


Fig. No. 9 Fibra monomodal

Se llaman monomodales de índice escalonado porque a lo largo de la sección transversal del núcleo el índice de refracción se mantiene constante. Este tipo de fibras presentan un gran ancho de banda y por consiguiente gran capacidad de transmisión. Son generalmente fabricadas de bióxido de silicio y sus características típicas son las siguientes:

Diámetro del núcleo	8-12 $\mu\text{m}$
Diámetro del recubrimiento óptico	125 $\mu\text{m}$
Diámetro de la envoltura	250-1000 $\mu\text{m}$
Atenuación	2-5 dB/Km. a una longitud de onda ( $\lambda$ ) de 0.85 $\mu\text{m}$ , 0.5 dB/Km. a 1.3 $\mu\text{m}$ .
Ancho de banda	El ancho de banda es limitado por dispersión del material, aproximadamente a 40 Ghzkm
Índice de refracción del núcleo	$n_1 = 1.460$
Índice de refracción del recubrimiento óptico	$n_2 = 1.456$

### Fibra multimodal

Llamada así porque a lo largo de la fibra se propagan diferentes modos electromagnéticos. En éstas se encuentran las de índice de escalón y gradual. Las fibras de índice de escalón tienen un diámetro de núcleo mayor y una apertura numérica mayor que las monomodales, esto para facilitar la eficiencia de acoplamiento con la fuente óptica incoherente de luz, sobre todo con los LED's. Su núcleo es de vidrio con recubrimiento óptico de vidrio o plástico y sus características típicas son las siguientes:

Diámetro del núcleo	50-200 $\mu\text{m}$
Diámetro del recubrimiento óptico	125-400 $\mu\text{m}$
Diámetro de la envoltura	250-1000 $\mu\text{m}$
Atenuación	4-5 dB/Km. a una longitud de onda ( $\lambda$ ) de 0.85 $\mu\text{m}$ , 0.5 dB/Km. a 1.3 $\mu\text{m}$ .
Ancho de banda	6-25 Mhzkm
Índice de refracción del núcleo	$n_1 = 1.48$
Índice de refracción del recubrimiento óptico	$n_2 = 1.45$

Se utilizan para distancias cortas debido a su ancho de banda limitado. La representación de una fibra multimodo se muestra en la siguiente figura:

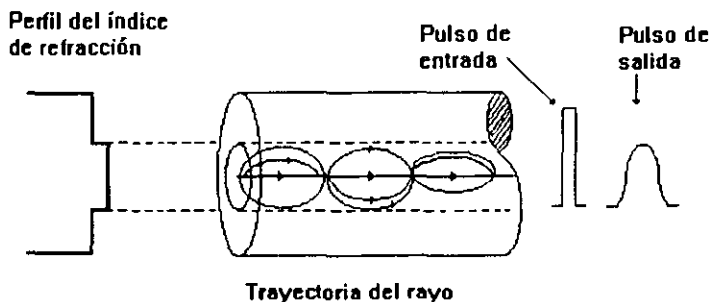


Fig. No. 10 Fibra multimodal

La fibra multimodo de índice gradual generalmente presenta baja atenuación. Su mayor aplicación es la transmisión a distancias medias y se caracteriza por:

Diámetro del núcleo	50 $\mu\text{m}$
Diámetro del recubrimiento óptico	125 $\mu\text{m}$
Diámetro de la envoltura	250-1000 $\mu\text{m}$
Atenuación	2-10 dB/Km. a una longitud de onda ( $\lambda$ ) de 0.85 $\mu\text{m}$ , 0.5 dB/Km. a 1.3 $\mu\text{m}$ .
Ancho de banda	150 Mhzkm - 2 Ghzkm

## CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN

Como es obvio, por ser parte de la realidad, cualquier tipo de línea o canal de transmisión, presenta pérdidas que deben tomarse en cuenta a la hora de realizar un buen diseño de un enlace.

En la transmisión por fibra óptica se presentan en forma general las pérdidas ocasionadas por dispersión y atenuación.

### Atenuación:

La atenuación es un factor que determina la máxima distancia posible de transmisión. Generalmente esta presenta un promedio menor a 5 dB/km a una longitud de onda de 0.85  $\mu\text{m}$ . La atenuación se puede dividir en dos tipos:

1.- Atenuación por absorción o pérdidas de calor. Que a su vez se dividen en intrínsecas y extrínsecas. Las primeras son causadas por la interacción entre uno o más componentes del vidrio. Las segundas se deben a la presencia de iones metálicos tales como hierro, cobalto y cromo, donde la absorción depende del estado de valencia de cada ion de los diversos vidrios.

2.- Atenuación por dispersión o pérdidas por radiación.- Dentro de ésta queda clasificada la atenuación intrínseca, que ocasiona que un rayo de luz se disperse en una infinidad de rayos, algunos de los cuales dejan de ser guiados por la fibra y se pierden a lo largo de la trayectoria. La atenuación por dispersión presenta inhomogeneidad en el vidrio y aberraciones en la distribución radial del índice de refracción.

### Dispersión:

Es la dispersión otro parámetro que determina las propiedades con que cuenta la fibra, siendo ésta la causante de las limitaciones del ancho de banda. La dispersión es causada por tres factores importantes: la dispersión modal, material y de la guía de onda.

El primer factor, es debido a la diferencia en la velocidad de propagación de los diferentes modos que viajan a lo largo de la fibra óptica.

El factor material es debido a las propiedades del vidrio, puesto que cambia su índice de refracción efectivo en función de la longitud de onda, por lo que resultan diferentes velocidades de propagación para las diferentes longitudes de onda en el material.

La dispersión por el factor guía de onda resulta de la variación de velocidades de la longitud de onda de un modo particular.

#### 1.4.5.- Línea telefónica

Muchos de los equipos terminales, de comunicación y conmutación de datos están conectados entre sí a través de un canal telefónico, por lo que conviene realizar un análisis de las características que éste presenta.

Las líneas telefónicas son cables cuya impedancia depende tanto del ancho de los mismos con respecto a la corriente que circula por él como por su longitud. Al extremo de los cables, en la central telefónica, hay circuitos y conmutadores eléctricos diseñados para permitir la transmisión en estas líneas telefónicas, pero siempre con posibilidades limitadas.

Un canal telefónico presenta limitaciones en cuanto a posibilidades de transmisión, de las cuales podemos citar:

##### Atenuación.

La línea de transmisión telefónica cuenta con dos alambres necesarios para transmitir potencia a un punto lejano y cerrar el circuito, es decir, un alambre permite el envío de señales y el otro de recibirlas. Cuando aumenta la frecuencia de la corriente en la transmisión/recepción de una señal, existen problemas de radiación y al mismo tiempo de captación de señales que hay en el aire, siendo necesario hacer que el par de alambres se mantengan a una distancia constante y como consecuencia de ello la cancelación entre sí de los campos radiados que se generan.

En la línea telefónica se presentan efectos inductivos y capacitivos. Cuando los parámetros característicos de una línea de transmisión telefónica (inductancia, capacitancia, resistencia y conductancia) se concentran en una sola parte del circuito, se dice que se tiene un circuito de constante centralizada. En la realidad estas constantes están distribuidas uniformemente conformando un circuito de constantes distribuidas (Fig. No. 11), a estas constantes se les llama constantes primarias o parámetros primarios y son constantes de longitud unitaria. Las relaciones existentes entre estas constantes primarias son:

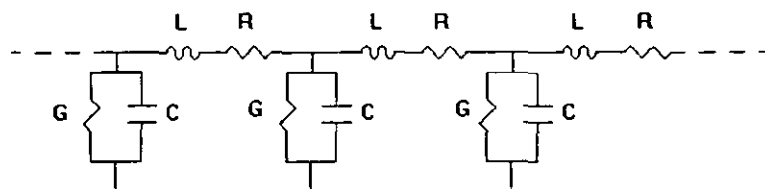


Fig.11 Circuito de constantes distribuidas



$$Z = R + j\omega L \quad (\Omega / km)$$

$$Y = G + j\omega C \quad (\Omega / km)$$

Como podemos ver, en este circuito están plasmados los parámetros primarios conocidos como:

L.- es la inductancia distribuida de la línea, dada en henrys por unidad de longitud; representa la inductancia tanto interna como externa de los conductores.

C.- es la capacitancia distribuida entre los conductores de la línea, se mide en farads por unidad de longitud.

R.- es la resistencia distribuida de los conductores, se mide en Ohms por unidad de longitud, representa la imperfección del material conductor de la línea.

G.- es la conductancia distribuida y se mide en mhos por unidad de longitud; representa las fugas de energía por imperfección de aislamiento entre los conductores; por ejemplo, el dieléctrico entre los conductores.

Una vez determinados los parámetros primarios de la geometría de una línea de transmisión, se definen los parámetros secundarios, los cuales se expresan mediante las siguientes expresiones:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{z}{y}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

$$\gamma = \sqrt{zy} = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

En donde:  $Z_0$  es la impedancia característica,  $\gamma$  la constante de propagación,  $z$  y  $y$  son la impedancia y admitancia por unidad de longitud en la línea.

La parte real de  $\gamma$  se conoce como constante de atenuación ( $\alpha$ ), la parte imaginaria como constante de fase ( $\beta$ ).

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

La constante de atenuación se calcula de:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} \left( \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} + RG - \omega^2 LC \right)}$$

en Nepers por unidad de longitud.

La constante de fase se calcula de:

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} \left( \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} - RG - \omega^2 LC \right)}$$

en radianes por unidad de longitud.

La evolución en materia de cableado para comunicaciones ha llevado a lo que ahora se conoce como cables de par torcido cuyas características físicas dan como resultado que tanto la inductancia en serie  $L$ , como la conductancia paralelo  $G$  sean tan pequeñas, comparadas con la resistencia serie  $R$  y la capacitancia en paralelo  $C$ , que se pueden despreciar sin introducir error considerable en los cálculos. Así, la constante de atenuación aproximada haciendo  $L = G = 0$ .

$$\alpha = \sqrt{\frac{\omega RC}{z}}$$

en *nepers/km*, con  $R$  en *Ohms/km* y  $C$  en *farads/km*.

### *Frecuencias de voz*

Las líneas telefónicas permiten la transmisión bidireccional de señales de voz, con unas pérdidas mínimas y predeterminadas. Esto significa que la compañía telefónica ha diseñado circuitos que permiten el paso de ciertas frecuencias asociadas con las transmisiones de voz, y las frecuencias externas a este rango no son incluidas o deseables. En una línea telefónica ideal, la respuesta en frecuencia permite el paso de señales comprendidas entre 300 y 3000 Hz, pero impide el paso de señales que estén fuera de este rango. Esto se logra con la ayuda de amplificadores diseñados para amplificar las señales que estén dentro de este intervalo de frecuencias, pero no amplificarán ninguna señal ajena a este rango, ocasionando que se pierdan a lo largo de la línea.

Hasta ahora se había considerado una situación ideal, pero la realidad es otra, ya que se tienen tolerancias. Las resistencias, condensadores y demás componentes tienen tolerancia, y la tolerancia cambia con la temperatura y la humedad. Como resultado, nuestro filtro pasabanda perfecto, un amplificador diseñado para amplificar exclusivamente las frecuencias deseadas, no es tan perfecto. Se producirá alguna amplificación fuera del espectro de 300 a 3000 Hz. El espectro en frecuencias deseadas no se amplifica uniformemente. La razón por la cual las líneas de voz tienen un rango de frecuencias de 300 a 3000 Hz se debe a que es aproximadamente nuestro margen de capacidad auditiva ( aunque no todo él).

### *Ecos*

Para comunicaciones a corta distancia, se utiliza una línea con dos conductores para conectarse a la central telefónica, sin mayores transformaciones. Puede que estemos familiarizados con el problema del eco o reflexión, por el cual las irregularidades inherentes de la transmisión hacen que parte de la energía de la señal transmitida se refleje de nuevo hacia el propio transmisor. Esto se denomina eco del emisor; al usar un teléfono podemos oír nuestra propia voz por el auricular, aunque a un volumen mucho menor.

Afortunadamente, los ecos no pueden presentar problemas. Su intensidad es generalmente tan baja que no son captados por el receptor, sin embargo, si las irregularidades de la línea telefónica se acentúan lo suficiente como para generar ecos fuertes, estos interferirán con los datos. Los ecos fuertes resultan fáciles de detectar, puesto que basta conectar un teléfono a la línea y escuchar.

### *Decibelios*

Uno de los términos usados con mayor frecuencia en las telecomunicaciones es el decibelio (dB). El decibelio es una unidad para expresar la relación de dos magnitudes de potencia eléctrica o acústica. Los decibelios pueden referirse a distintas unidades de medida; sin embargo pueden convertirse a voltajes (voltios y milivoltios). La transmisión y recepción de datos se produce a un cierto nivel de dB.

Originalmente, los decibelios fueron diseñados para determinar la tasa de cambio del sonido. En comunicaciones de datos, este uso no es tan consistente. Actualmente, el dB se usa a menudo como punto de referencia (o nivel de voltaje).

### *Ruido*

Ruido de fondo - Presente en todo circuito, pero generalmente filtrado hasta un grado que lo convierte en inofensivo. El ruido de fondo se hace molesto cuando su potencia se incrementa hasta un nivel cercano al de nuestra portadora. Generalmente suena como una radio sin sintonizar. Al amplificar la señal de datos, también se amplifica el ruido de fondo. Si la señal de datos es débil y la compañía telefónica intenta compensarlo simplemente amplificando el circuito, también se incrementará el ruido.

*Interferencias.* - Las interferencias externas suponen un problema grave. Proceden de muchas fuentes: desde la compañía telefónica, el trazado de las líneas o el cableado de nuestra instalación. Las emisoras de radio, el cruce con otras líneas y el ruido de máquinas también pueden interferir las comunicaciones de datos; algo tan simple como apagar o encender el aire acondicionado puede hacer cosas increíbles con nuestros datos.

#### 1.4.6.- Transmisión por medios no físicos

La transmisión de datos por rayos infrarrojos, láser, microondas o radio, no utiliza ningún medio físico, cada una de estas técnicas se adapta perfecto a ciertas aplicaciones. Algunas de

ellas implican enlaces entre edificios, entre oficinas de un centro empresarial, o bien, en un complejo industrial.

El hecho de poner un transmisor y receptor láser o infrarrojo en el techo de cada edificio ( o alternativamente en una ventana) resulta muy económico, fácil de llevar a cabo y casi siempre estará permitida su realización. La comunicación por láser o infrarrojo es por completo digital, altamente directiva e inmune a cualquier problema de derivación u obstrucción. Por otra parte, la lluvia y neblina pueden ocasionar interferencia en la comunicación, dependiendo de la longitud de onda elegida.

En aplicaciones para comunicaciones de larga distancia, se ha utilizado ampliamente la transmisión por radio de microondas, en donde las antenas parabólicas se pueden montar sobre torres para enviar un haz de señales a otras antenas que se encuentren a decenas de kilómetros de distancia. Este sistema es utilizado ampliamente en transmisiones telefónicas y de video; cuanto mayor altura tenga la torre, más grande será el alcance que se obtenga.

Los inconvenientes más comunes en la transmisión con antenas es lo referente a las señales. Las señales de una antena pueden dividirse y propagarse, siguiendo trayectorias ligeramente diferentes hacia la antena receptora. Cuando estas señales, que se encuentran defasadas, se recombinan, puede haber interferencia entre ellas, de tal manera que se reduce la intensidad de la señal. La propagación de las microondas también se ve afectada por las tormentas y otros fenómenos atmosféricos.

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencia que va desde 2 a 40 Ghz, correspondiendo a longitudes de onda de 15 y 0.75 cm., respectivamente. La mayor parte del tráfico relacionado con llamadas telefónicas de larga distancia se realiza en la banda de 4-6 Ghz.

Otro de los medios de transmisión de datos sin tener una conexión física se realiza por medio de los satélites. La función que desempeña un satélite se puede homologar a la de un enorme repetidor de microondas que se encuentra localizado en el cielo. Esta constituido por uno o más dispositivos receptor-transmisor, cada uno de los cuales esta sintonizado a una parte del espectro de radiofrecuencia, amplificando la señal de entrada y, después, la retransmite a otra frecuencia, para evitar los efectos de la interferencia con las señales de entrada. El área que pueden cubrir estos dispositivos puede ser muy amplio y cubrir una parte significativa de la superficie de la tierra, o bien, puede ser estrecho y cubrir un área de cientos de kilómetros de diámetro.

A una altura aproximada de unos 36,000 Km. por encima del Ecuador, el periodo en el que se encuentra el satélite a la vista de la estación terrestre es de 24 h, a esta altura el satélite gira a la misma velocidad con la que lo hace la tierra. Es decir si un observador en la tierra, mirando un satélite en la órbita del círculo ecuatorial, lo vería como un punto fijo en el cielo, aparentemente sin movimiento, a este tipo de satélite se le llama satélite geostacionario. En el caso de no tener estas condiciones en un satélite, sería necesario tener una antena orientable para rastrearlo.

Con el propósito de evitar problemas con las frecuencias de transmisión, se han establecido acuerdos internacionales sobre quién puede hacer uso de las ranuras orbitales y de qué frecuencias. Las bandas de 3.7 a 4.2 Ghz y 5.925 a 6.425 Ghz, se han designado como

frecuencias de telecomunicación vía satélite, ya sea para flujos de información proveniente del satélite o hacia el satélite, respectivamente. En la actualidad estas bandas, que en general se les conoce como la banda de 4/6 Ghz, se encuentran saturadas por que también se utilizan para los proveedores de servicios de portadores para enlaces terrestres de microondas.

Las bandas superiores siguientes, que se encuentran disponibles para la telecomunicación son las de 12/14 Ghz. Sin embargo, existe un problema con estas frecuencias: la lluvia. El agua es un excelente absorbente de estas microondas tan cortas. Para solucionar este problema se tiene que detectar las tormentas más fuertes, para en este lugar utilizar varias estaciones terrestres suficientemente separadas, en lugar de una sola, y resolver el problema, pagando un costo adicional por el empleo de antenas, cables y partes electrónicas extras, cuya función sería la de realizar una serie de conmutaciones rápidas entre estaciones.

Un satélite típico divide un ancho de banda de 500 Mhz en aproximadamente una docena de receptores-transmisores, cada uno con ancho de banda de 36 Mhz. Cada receptor-transmisor puede emplearse para codificar un flujo de información de 50 Mbps, 800 canales de voz digitales de 64 Kbps, o bien, otras combinaciones diferentes.

### *1.5.- Ejemplos de redes*

En todo el mundo existen una gran cantidad de redes con muy diversas aplicaciones operadas por proveedores de servicios, otras están dedicadas a la investigación, algunas son cooperativas operadas por usuarios y redes de tipo comercial o corporativo. A continuación se enunciarán algunos tipos de redes con el propósito de tener una idea de cómo están constituidas y cuales son sus principales diferencias.

#### **Red pública:**

La mayoría de las veces este tipo de red es análoga, o forma parte, del sistema telefónico público. Ofrece servicios de redes a cualquier organización que desee subscribirse a ellas. El CCITT ha emitido algunas recomendaciones para las tres capas inferiores, las cuales han sido adoptadas de manera universal por las redes de este tipo. La recomendación es conocida como X.25. El protocolo del nivel físico, denominado X.21, determina la interfaz física y eléctrica entre los ETD y la red. El nivel de enlace tiene algunas variantes. Todas se diseñaron para tratar los errores de transmisión de una línea telefónica entre el equipo de usuario y la red pública. El protocolo del nivel de red se ocupa del direccionamiento, control de flujos, confirmación de entrega, interrupciones y operaciones relacionadas.

La ISO desarrolló normas para el servicio orientado a conexión para la capa de transporte (ISO 8072), y un protocolo orientado a conexión para la misma capa (ISO 8073). Las normas para los protocolos orientados a conexión son ISO 8326 e ISO 8327, así como el servicio y protocolo de la capa de presentación se encuentran en las normas ISO 8822 e ISO 8823.

El nivel de aplicación contiene una colección de protocolos para las diferentes aplicaciones. El protocolo FTAM (Transferencia, acceso y administración de archivos) se aplica principalmente a la transferencia, acceso y administración general de archivos remotos, de una manera uniforme. El protocolo MOTIS (Sistema de intercambio de texto orientado a mensaje) se utiliza para el correo electrónico, el cual es muy parecido a los contenidos en la serie X.400 del CCITT. El protocolo VTP (protocolo de terminal virtual) brinda una solución independiente del terminal para los programas que se conectan con terminales a distancia. El protocolo JTM (Transferencia y gestión de trabajos) que se utiliza para el envío de trabajos a grandes ordenadores remotos, para su procesamiento por partes. También se han definido varios protocolos para aplicaciones más específicas como pueden ser la industria, los negocios y muchos otros que se están desarrollando y normalizando.

### ARPANET

La red ARPA, actualmente conocida como DARPA, fue la creadora de ARPANET (red de la agencia de proyectos de investigación avanzada del departamento de defensa de los Estados Unidos). Su operación comenzó a finales de los años 60's con la investigación en temas relacionados con los ordenadores, en cooperación con las universidades y algunas empresas privadas. Esta alianza de recursos dió origen a una red experimental de cuatro nodos, que se dió a conocer públicamente en diciembre de 1969; desde entonces ha crecido en forma exponencial hasta llegar a tener varios centenares de ordenadores en todo el mundo.

La red militar MILNET se estableció utilizando la misma tecnología de ARPANET, ya que demostró ser un sistema bastante confiable. En Europa se creó la red conocida como MINET que se constituyó como una extensión de MILNET, a su vez éstas están conectadas a ARPANET aunque el tráfico entre ellas este altamente controlado. Posteriormente se conectaron dos sistemas de red vía satélite, la SATNET y WIDEBAND, formando así la red interred ARPA con cerca de 100 000 usuarios.

Los miniordenadores originales de ARPANET fueron DDP-516 de Honeywell, que tenían palabras de 16 bits y 12 K de memoria, estos equipos se han cambiado por otros más poderosos, a los cuales se les denomina hoy en día como PSN (nodos de conmutación de paquetes). En un principio los miniordenadores se conectaban mediante líneas alquiladas de 56 Kbps.

ARPANET no sigue el modelo OSI en su totalidad ya que surgió casi una década antes. Sin embargo cuenta con protocolos que cubren el mismo campo que los protocolos de red y de transporte. El protocolo de red llamado IP (protocolo entre redes), es un protocolo sin conexión y se desarrolló para la interconexión entre redes WAN y LAN, incluyendo a las de ARPA. El protocolo de transporte en ARPANET es orientado a conexión denominado TCP (protocolo de control de transmisión), que es muy similar al protocolo de transporte OSI. Este protocolo es utilizado en el sistema operativo UNIX de Berkeley (donde obtuvo gran popularidad).

ARPANET no tiene protocolos en las capas de presentación y sesión, ya que no se había tenido la necesidad de utilizarlos durante sus primeros años de funcionamiento. En el nivel de aplicación existen varios protocolos que no están estructurados en la misma forma que OSI. Los servicios que ofrece ARPANET son la transferencia de archivos (FTP), correo electrónico (SMTP) y conexión remota (TELNET).

### MAP Y TOP

General Motors y otras compañías con interés en la automatización de fábricas, se dieron a la tarea de adoptar protocolos específicos en cada una de las capas de OSI para evitar la incompatibilidad en el futuro. Estos trabajos dieron origen al MAP (protocolo de fabricación automatizada). El cual fue adoptado por una gran cantidad de empresas dedicadas a la manufactura. Al mismo tiempo, la compañía Boeing se interesó en el establecimiento de normas para la automatización de oficinas, estableciendo un conjunto de protocolos llamado TOP (protocolo técnico y de oficina). Aunque los protocolos MAP y TOP presentan diferencias en sus capas inferiores, General Motors y Boeing trabajaron en equipo para asegurar que fueran completamente compatibles en las capas medias y superiores.

MAP y TOP son ejemplos de una colección de protocolos denominados torre de protocolos o pila de protocolos. Estas torres de protocolos se apegan al modelo OSI, los dos emplean el protocolo de enlace IEEE 802.2 LLC (control lógico de enlace) operando con modo sin conexión como un servicio a la capa de red.

### CSNET

Con objeto de dar el servicio de red a la comunidad de ciencias de la computación de Estados Unidos, la NSF ( Fundación Nacional para la Ciencia ) estableció el CSNET, una metared que utiliza los servicios de transmisión brindados por otras redes y añade una capa de protocolo uniformadora en la parte superior, haciéndola parecer una red lógica para los usuarios. Desde un punto de vista físico, tuvo en sus inicios tres partes, añadiéndole posteriormente una más, todas unidas por una máquina llamada CSNET-RELAY, localizada en la compañía BBN en Cambridge, Mass.

El primer componente es ARPANET. Varios departamentos de ciencias de la computación ya lo utilizan, y estos hostales se encuentran en la actualidad conectados mediante una subred que utiliza líneas dedicadas de 56 kbps, cuyo ancho de banda es muy superior al que CSNET pudiera ofrecerles. Un segundo componente es la red pública X.25. Todos aquellos departamentos que estén en estas redes pueden alcanzar CSNET-RELAY.

La red PHONENET, como tercer componente, permite que sus hostales llamen, en cualquier momento, a CSNET-RELAY. A diferencia de la red USENET, PHONENET cuenta con un control centralizado ya que todo el tráfico es para o procedente de CSNET-RELAY.

El cuarto componente, llamado CYPRES, es un intento por duplicar la tecnología de ARPANET con un presupuesto menor. Cuenta con nodos de conmutación de paquetes, denominados IMPLET y hostales.

El correo electrónico es el servicio básico proporcionado a todos los lugares CSNET, usando los formatos y protocolos de ARPANET.

Habiendo observado el buen funcionamiento de CSNET, la NSF estableció otra red, que utiliza enlaces de microondas de 1.5 Mbps, para transmisiones de larga distancia. Esta red, denominada NSFNET, utiliza los mismos protocolos TCP/IP que emplea la interred de ARPA, CSNET y UNIX de Berkeley.

### **BITNET**

Otra de las redes interesantes es BITNET ( que proviene de Because It's Time NETwork), iniciada en 1981 por las universidades de la ciudad de Nueva York y Yale. Fue montada con la idea de crear una red universitaria que tomara en cuenta a todos los departamentos de la misma, incluyendo los de ciencias de la computación. Esta red utiliza protocolos y software donado por IBM, el cual no es compatible con OSI o TCP/IP (ni con ningún otro). Se basa en la idea de transmitir la imagen de tarjetas perforadas de 80 columnas, lo cual es una fuente de problemas frecuentes.

El servicio fundamental de esta red es la transferencia de archivos, incluyendo el correo electrónico y la entrada remota de trabajos. Cada uno de los archivos que se transfieren puede almacenarse y reexpedirse muchas veces antes de alcanzar su destino. Es posible tener una cantidad limitada de conexiones remotas, pero debido a que al tráfico interactivo se almacena y reexpide de la misma manera que en el caso de la transferencia de archivos, el tiempo de respuesta es muy lento y su fiabilidad resulta ser muy baja.

### **SNA**

La arquitectura de redes IBM, denominada SNA (arquitectura de redes de sistemas, ARS), fue tomada como modelo para configurar OSI, incluyendo el concepto de estratificación, el número de capas seleccionadas y sus funciones aproximadas.

SNA es una arquitectura de red que permite que los clientes de IBM construyan sus propias redes privadas, tomando en cuenta a los hostales y a la subred. Esta red efectúa también un gran número de funciones que no se encuentran en otras redes, las cuales tienden a elevar su complejidad.

La primera versión de SNA data en el año 1974, cuando sólo se permitían redes centralizadas, es decir, redes en forma de árbol con un solo hostal y sus terminales. Su versión posterior, de 1976, permitía tener múltiples hostales con sus respectivos arboles, con la posibilidad de tener comunicación entre arboles, solamente a través de sus raíces. Esta restricción fue eliminada por la versión de 1979, teniendo ahora la capacidad para comunicarse de manera más general. Por último, en 1985, incluyó la aparición de topologías arbitrarias de hostales y LAN.

Una red SNA esta constituida por una colección de máquinas denominadas nodos, de los cuales hay cuatro tipos: terminales, controladores, procesadores frontales y los mismos hostales principales. Cada uno de los nodos contiene uno o más NAU (unidad direccional de red) que son una pieza de software a través del cual se permite que un proceso utilice la red.

Hay tres tipos diferentes de NAU:



- LU (unidad lógica), siendo esta la más común.
- PU (unidad física) es una NAU administrativa especial asociada con cada uno de los nodos, proporciona una forma de direccionar en la red un dispositivo físico, sin tener en cuenta los procesos que la están utilizando.
- SSCP (punto de control en los servicios de sistemas), normalmente hay uno por cada hostal principal. Tiene conocimiento y control sobre los procesadores frontales, controladores y terminales unidos o ligados al hostal. Se conoce como dominio al conjunto de software y hardware manejados por este tipo de NAU. La siguiente figura muestra una red SNA simple de dos dominios:

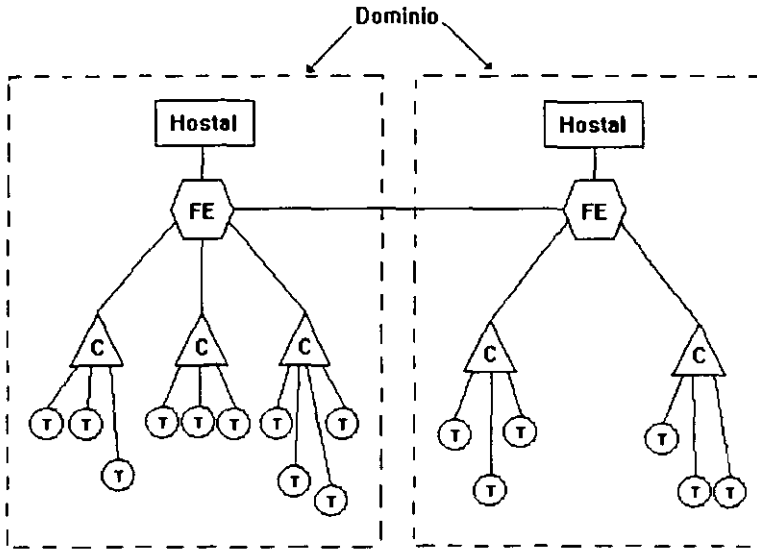


Fig. No. 12 Red SNA de dos dominios

En donde FE = Procesador frontal. C = controlador, T = terminal.

Resumiendo el modo de operación de una red SNA en base a su arquitectura, tenemos:

La capa SNA localizada en la parte mas baja de la arquitectura, tiene a su cargo el transporte físico de los bits de una máquina a otra.

La capa de control de enlace construye tramas a partir del flujo de bits original, detectando y recuperando errores de transmisión de una manera transparente para las capas superiores.

La capa de control de ruta, denominada así por IBM, tiene como objetivo establecer una trayectoria lógica de la NAU fuente a la NAU destino. Esta capa esta constituida por tres subcapas: la capa localizada en la parte superior, que realiza el encaminamiento total, decidiendo que secuencia de subáreas (subredes de las redes SNA) deberá ser utilizada para ir de la subárea fuente a la subárea destino. A esta secuencia se le conoce como ruta virtual. Dos subáreas pueden quedar conectadas a través de diferentes tipos de líneas de comunicación, de tal forma que la capa siguiente elije que línea específica puede usar, generando así una ruta explícita. La capa localizada en la parte inferior, divide el tráfico

entre varios enlaces paralelos de comunicación. del mismo tipo, con objeto de alcanzar un mayor ancho de banda y una mayor fiabilidad.

La información relacionada con la determinación de rutas, así como el manejo de la congestión de red, se pasa en la cabecera de transmisión. La capa de control de transmisión tiene bajo su responsabilidad la creación, el manejo y la liberación de las conexiones de transporte (sesiones). El propósito de una sesión en la SNA, consiste en proveer a las capas superiores con un canal libre de error que sea independiente de la tecnología del hardware de las capas inferiores. Esta capa se encarga también de regular la velocidad del flujo entre los procesos, de controlar las asignaciones de memoria, de administrar las prioridades de los mensajes, de manejar la multiplexión y demultiplexión de datos y mensajes de control, en beneficio de las capas superiores, así como de efectuar el cifrado y descodificación de mensajes.

La capa de control de flujo de datos esta muy relacionada con la recuperación de errores. Una característica que resulta poco común, es la ausencia de una cabecera específica para comunicarse con el software correspondiente del otro extremo. En lugar de dicha cabecera la información se pasa el control de transmisión como parámetros y se incluye en la cabecera de transmisión.

La sexta capa, los servicios NAU, provee dos clases de servicios a los procesos de usuarios: servicio de presentación, como compresión de textos, y servicio de sesión para el establecimiento de conexiones. Se incluyen también los servicios de redes, relacionados con la operación de la red como un todo.

La siguiente figura muestra las diferentes capas que componen a la arquitectura de una red SNA:

Usuario terminal
Servicios NAU
Control de flujo de datos
Control de transmisión
Control de trayectoria
Control de enlace
Control de enlace físico

Fig. No. 13 Arquitectura de una red SNA

## 2.- Que es una red telemática

Hasta ahora no se tiene una definición formal para el término **TELEMÁTICA**, algunos autores la definen como todo un “conjunto de servicios y técnicas que permiten a los usuarios la obtención y manejo de información según su necesidad”; otros, la definen como la “unión de la informática y las telecomunicaciones” y algunos más como “teléfono, computadora y televisión, en un sistema único y sin embargo diferenciado, que permite la transmisión de datos y la interacción de personas o computadoras, por medio de cables, fibra óptica, relevadores de microondas o satélites”.

Lo realmente cierto es que las redes telemáticas tienen un papel fundamental en el desarrollo del hombre dentro de la sociedad, puesto que éstas le permiten la obtención de más y mejor información para participar en forma activa en el cumplimiento de los objetivos tanto locales como nacionales (Objetivos económicos, comerciales, políticos, culturales, etc.).

La evolución de la telemática en México data de hace un poco más de 23 años, después de los intentos de las instituciones bancarias y oficiales en la década de los 60's, en el año de 1973 aparece la primera empresa que se dedica formalmente a la transmisión de datos, para 1974 existían 14 empresas de este tipo, duplicándose en 1975 y llegando hasta 59 en 1976

En la actualidad se cuenta con un sin número de empresas que se dedican a la transmisión de datos, no podríamos dar una cifra exacta debido a la constante apertura, fusión y cierre de ellas, puesto que tenemos competencia tanto con empresas que utilizan métodos análogos como con empresas extranjeras que llegaron a invertir en el país a raíz del Tratado de Libre Comercio (TLC).

Es importante mencionar que anteriormente existía una red para cada servicio particular (fig. No. 14), esto es, una red de telex para el servicio de telex, una red de facsimil para el servicio de facsimil, etc., hasta entonces estaban evolucionando las redes para voz y datos en forma separada, por lo cual fue necesaria la creación de una red digital de servicios integrados (fig. No. 15), cuyo objetivo era frenar esta evolución, utilizando las ventajas de los avances logrados en transmisión digital, señalización y conmutación.

## 3.- Aplicaciones y servicios que ofrecen las redes telemáticas

Las formas de establecer comunicación en las redes telemáticas se conocen como formas de comunicación *tecnificadas*, en éstas el contacto directo e interactivo queda mediatizado por instrumentos eléctricos y electrónicos (pantallas, teclados, micrófonos, altavoces, etc.), gracias a los cuales nos permiten transmitir y recibir datos, imágenes y voz.

Algunos servicios telemáticos de uso práctico actual se enumeran a continuación:

**VIDEOTEEX.** - Es un sistema que permite, a petición del usuario, la visualización sobre una pantalla de televisión doméstica, de páginas de información alfanuméricas y gráficas

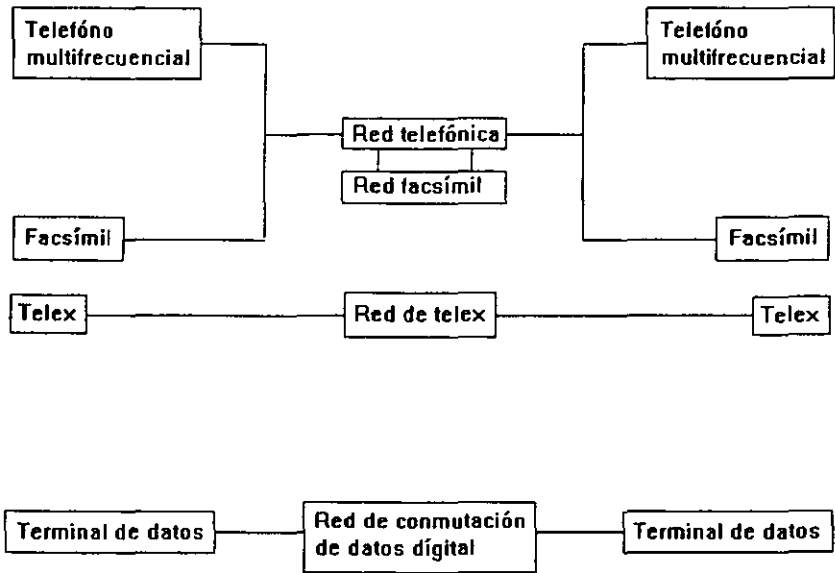


Fig. No. 14 Red anterior

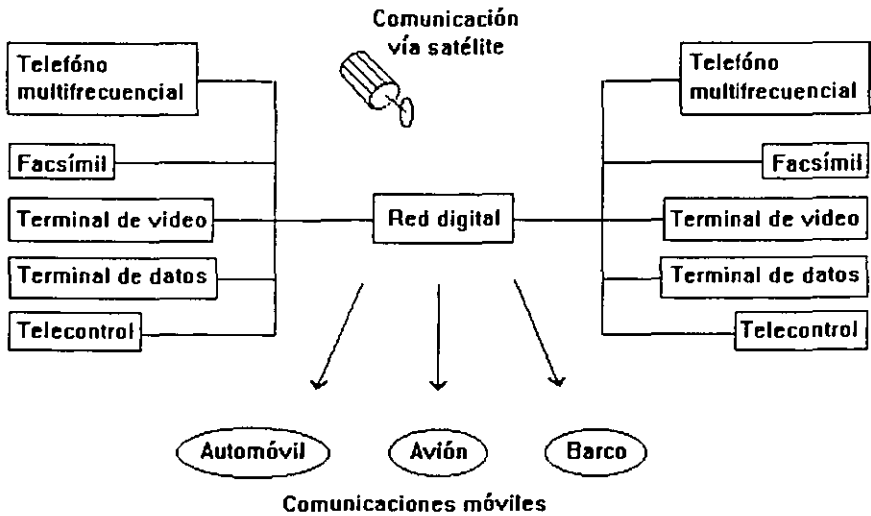


Fig. No. 15 Red digital integrada

codificadas en forma numérica. La transmisión de información de datos se realiza a través de la red herziana de televisión o por la red telefónica, dando origen a varios sistemas de videotex de los cuales haremos mención de tres de ellos.

“El videotex interactivo” que utiliza generalmente la red telefónica, permite una transmisión de datos bidireccional ya que se permite una interactividad entre el usuario y el centro servidor.

“El VIDEOTEX difundido”, utiliza un sistema de difusión de datos por paquetes en un canal de televisión, se tiene acceso a la información únicamente durante el periodo en que es difundida y en la zona cubierta por el emisor. No hay interactividad entre el usuario y el centro servidor.

“El VIDEOTEX semi-interactivo”, que utiliza la red telefónica conmutada para transmitir una petición de información por parte del usuario, y la red difundida, para hacer llegar la información al cliente.

Dentro de los servicios que prestan las aplicaciones VIDEOTEX tenemos:

\* Servicios de consulta.

- Anuario o guía electrónica.
- Gua de gestiones administrativas.
- Información privada: detalle de una cuenta bancaria.
- Catálogos de ventas por correspondencia.
- Horarios de transporte.

\* Servicio de transacciones (necesita un sistema que permita la autenticación del que llama).

- Realización de pedidos.
- Reserva de asientos de transporte, de espectáculos, etc.
- Entrega de encargos.

TELECONFERENCIA - Facilita que varios interlocutores, separados por la distancia, estén comunicados entre sí tanto acústica como visualmente. En este sistema, las líneas videotelefónicas permanecen conectadas entre sí mientras dura la conversación, y todos los participantes pueden verse simultáneamente, hablar y mostrarse documentos. En la actualidad se tienen las siguientes aplicaciones: desde el mundo de la empresa internacional, al mundo de la ciencia y de la técnica (congresos de especialistas, conferencias nacionales y regionales de expertos, etc.).

TELETEX - Es un servicio de teletratamiento de textos, que comprende funciones de textos, de comunicación de almacenamiento y de tratamiento. La máquina de tratamiento de textos es una máquina de escribir, y los textos se registran en un disco flexible. En paralelo,

una pantalla representa lo que esta impreso, permitiendo una verificación del texto y los mandatos en curso. Cuenta con un teclado que además de tener las letras clásicas tiene teclas de función automáticas o semiautomáticas como la de justificación de líneas, alineamiento, tabulación, subrayado, centrado, duplicación, etc.

El teletex se complementa además con unidades de memoria tanto interna como externa así como también un sistema de impresión.

El envío casi instantáneo de toda correspondencia a una red de telecomunicación y la calidad del documento recibido son características de este tipo de servicio, que aunado al servicio de telecopia conforman lo que constituye el correo electrónico.

**VISIOCONFERENCIA.** - Es un servicio telefónico en el cual además de tener comunicación auditiva se puede tener comunicación visual ya que su sistema cuenta con un micrófono, un altavoz, una cámara y una pantalla de televisión en el mismo terminal.

**TELECOPIA O FACSIMIL.** - Es un término recomendado por la CCITT para designar un servicio de copiado a distancia de documentos escritos o gráficos, realizados manualmente sobre papel, recibe el nombre técnico de telefax (Fax) o también facsimil (del latín: *fac simile* = haz lo mismo). Se trata de la transmisión informativa de documentos gráficos inmóviles, entre los que se cuentan también las fotografías. Estos servicios utilizan la red telefónica para transportar sus mensajes, y el procedimiento para establecer la comunicación es el mismo que para realizar una llamada telefónica. Normalmente los documentos se extienden sobre un plano y se exploran mediante un rayo luminoso, los valores de luminosidad de los originales se transforman en señales eléctricas y se envían al receptor, cuando alcanzan su destino (tomando como término medio para la transmisión de una página el de 15 segundos), las señales eléctricas son descodificadas e impresas sobre papel; el resultado final es parecido a una fotocopia, de ahí que este sistema también se denomine "copia a distancia" o "telecopia".

**VIDEOTELEFONO.** - Permite transmitir simultáneamente imágenes y lenguaje hablado. Ofrece un complemento a la comunicación verbal a distancia, intensificando la comunicación personal con la suma de elementos visuales de los que carece la comunicación telefónica.

## OTROS SERVICIOS

Otros servicios de imágenes animadas.

\* Televisión interactiva: cualquier espectador puede intervenir en directo gracias a la vía de retorno de datos, de sonido e incluso de imágenes.

\* Telecinemateca o televisión a la carta a cualquier hora, la posibilidad de ver cualquier película.

# SISTEMAS DE TIERRA

## 1.- Definición y objeto de un sistema de tierra

Se le llama sistema de tierra a la conexión metálica directa (sin fusibles ni otro sistema de protección), efectuada entre las instalaciones eléctricas y equipos con el subsuelo. Dicha conexión se puede realizar por diferentes medios, algunos de ellos son empalmes adecuados, tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como el estaño, plata, etc.

Las infraestructuras de las redes telemáticas deberán contar con su respectivo sistema de tierra; es importante que el sistema de tierra contemple de acuerdo a las normas correspondientes los dos tipos de puesta a tierra conocidos:

a) Puesta a tierra de protección.- Conexión directa a tierra de las partes metálicas de una instalación que no están sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran estarlo por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.

Los elementos que se deben conectar a tierra de protección son:

- a) Los chasis y bastidores de equipos.
- b) Las puertas metálicas de los locales.
- c) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- d) Las columnas, soportes, pórticos, etc.

- e) Las vallas y cercas metálicas.
- f) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- g) Las tuberías y conductos metálicos.
- h) Los blindajes metálicos de los cables.
- i) Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- j) Los hilos de guarda o cables de tierra de líneas aéreas.

Puesta a tierra de servicio.- Conexión que tiene por objeto unir a tierra permanentemente parte de las instalaciones que están normalmente bajo tensión y ciertos puntos de los circuitos eléctricos de servicio.

-Directa: Cuando no contienen otra resistencia que la propia de paso a tierra.

-Indirectas: Cuando se realizan a través de resistencias o impedancias adicionales.

Serán conectados a tierra de servicio algunos elementos necesarios, entre ellos:

- a) Los neutros de los transformadores que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias.
- b) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de acometida.
- c) Los limitadores, descargadores, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- d) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Es fundamental que las puestas a tierra mencionadas estén separadas, para lo cual es necesario:

- No exista una canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada, tubería sea de agua o gas, etc.) que una la zona de tierra de protección con la zona de tierra de servicio.
- La distancia entre las tomas de tierra deberá ser cuando menos de 15 metros para una resistividad de 100 ohms por m. Cuando el terreno sea muy mal conductor esta distancia deberá aumentarse.
- En caso de estar contiguos los locales para las tomas de tierra se deberá tener especial cuidado de no tener ninguna conexión metálica.

En toda instalación eléctrica, ya sea comercial, industrial o de servicios, la conexión a tierra es un factor primordial en lo que se refiere a protección, ya sea del personal, de las instalaciones y de los equipos.

Los sistemas de tierra bien diseñados tienen la finalidad de suministrar un camino más corto a tierra para las corrientes que pudieran presentarse, siendo necesario obtener el mínimo valor de resistencia posible en la malla, esto con el fin de que asegurar las tensiones de paso y de contacto dentro de los límites máximos que las normas de seguridad estipulan.

En algunos lugares, la obtención de estos bajos valores de resistencia son muy difíciles de conseguir ya que las características del terreno influyen de manera directa en la resistividad del terreno y en estas condiciones una malla o red de tierra ideal estaría constituida por una placa de cobre en toda el área de la subestación que alimenta la infraestructura de nuestra



red telemática, lo que implica un costo muy elevado. Por este motivo se adopta la selección de electrodos o varillas de tierra que nos ayudan a reducir los valores de resistencia en los suelos de alta resistividad

Un sistema de tierra efectivo puede ayudar a evitar:

- Gradientes de potencial peligrosos en la superficie de terreno.
- Fallas en los aislamientos causadas por la excesiva elevación de potencial
- Secado del terreno alrededor de los electrodos para conexión a tierra.
- Potenciales peligrosos en las cubiertas del equipo eléctrico y electrónico.
- Transferencia de potenciales altos a través de tuberías, rieles y otras estructuras metálicas que se extienden más allá de la red de tierras.

## **2.- Constitución y parámetros de un sistema de tierra**

El diseño de un sistema de tierra requiere del conocimiento de los elementos que lo componen, así como de los parámetros que serán evaluados a criterio del diseñador.

El factor que determina que características ha de tener un sistema de tierra, al igual que la selección de los elementos para su implementación, es el grado de conductividad del terreno. Si este no cumple con las especificaciones de seguridad, se tendrá que recurrir a la alteración de las características del mismo, es decir, en algunos casos se tendrá que adecuar a los requerimientos de protección del equipo. Para alcanzar este fin se analizarán las características y propiedades de los elementos que constituyen un sistema de tierra para una carga crítica como lo es una red telemática.

### **2.1.- Características del terreno**

#### **2.1.1.- Resistividad y métodos de medición**

Eléctricamente, todos los materiales se clasifican en aislantes, semiconductores o conductores. El suelo o terreno en donde se requiera implantar un sistema de tierra puede estar dentro de esta clasificación dependiendo del grado de conductividad que tenga, este último se puede variar haciendo una serie de arreglos en las características propias del terreno

La resistividad del terreno debe ser tal que las corrientes que fluyan hacia él no tengan desviación alguna evitando así el retorno por otra toma de tierra, y consecuentemente alto grado de seguridad para los operadores de las instalaciones y equipos.

#### **Métodos de medición de la resistividad**

La realización de una instalación de sistemas de tierra requiere conocer el perfil de la resistividad del terreno, para facilitar la elección de los electrodos que mejores resultados técnico-económicos proporcione y poder prever las características eléctricas del sistema en conjunto

Existen varias formas para determinar la resistividad del terreno, una de ellas es por estimación, que consiste en realizar un examen visual y ubicar con ayuda de tablas (presentadas posteriormente) el valor de la resistividad. Otra forma es la toma de muestras, pero solo proporciona indicaciones muy locales y consecuentemente, insuficientes y engañosas. Tanto la toma de muestras como la inspección visual traen consigo grandes

errores que se verían reflejados en un deficiente sistema de tierras, puesto que se tendría que estar sometiendo a revisiones.

La forma más efectiva para la obtención de la resistividad del terreno es la medición directa con equipo adecuado y un método de los ya existentes.

Se conocen diversos métodos para la medición de la resistencia del suelo, de entre los cuales podemos mencionar:

- a)- Método de los tres puntos o de caída de potencial
- b)- Método de Wenner

Los cuales serán expuestos como sigue:

a) Método de los tres puntos o de caída de potencial:

Este método consiste en circular una corriente entre dos electrodos fijos, uno auxiliar C y el otro de prueba E, midiendo la caída de tensión entre E y otro electrodo auxiliar P; el electrodo auxiliar P se desplaza y conforme se mueva se van tomando lecturas y graficando los valores obtenidos, hasta obtener una figura muy similar a la mostrada a continuación:

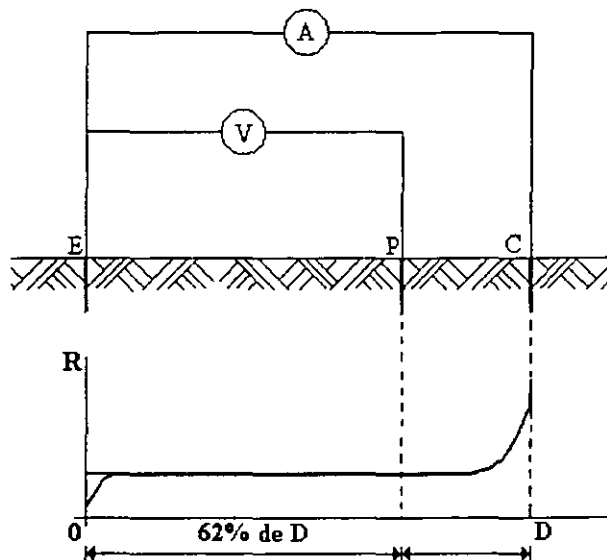


Fig. No. 1 Método de la caída de potencial

Con la ayuda de la gráfica obtenida podemos ver que la resistencia a tierra de la red es la que se obtiene en la intersección del eje de resistencia con la parte paralela de la gráfica al eje de las distancias (D). Si la curva no presenta un tramo paralelo, entonces la distancia escogida no es suficiente.

## b) Método de los cuatro electrodos o método de Wenner:

Es importante aclarar que este método es el más empleado por los ingenieros eléctricos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), por ser muy confiable y de fácil ejecución. Por lo tanto, a continuación daremos una descripción detallada de este método con la que es posible obtener el valor de la resistividad de un terreno:

## 1.- Elementos empleados

El aparato conocido como megger de tierra o el Vibroground.

Electrodos.- Normalmente son 4 varillas Copperweld de 15.9 mm de diámetro con una longitud que puede variar de 750 mm a 1000 mm. El diámetro de las varillas debe ser menor cuando el suelo sea suave o cuando se requiera medir la resistividad superficial con pequeña separación entre varillas.

Los cables deberán ser de cobre con aislamiento para 600 V calibre 14 AWG o mayor, su longitud depende de la separación entre electrodos que se desea medir.

(4) Conectores mecánicos de grapa.

Cinta métrica.

## 2 - Desarrollo.

a) Clavar las cuatro varillas en el suelo a una profundidad de 200 a 300 mm, dispuestas en línea recta con una separación uniforme entre ellas. Se debe procurar que queden más o menos en un plano horizontal y no debe de haber huecos alrededor de ellas.

b) Las terminales de corriente del instrumento  $C_1$  y  $C_2$  se conectan a través de los cables a las varillas de los extremos; las de potencial  $P_1$  y  $P_2$  a las varillas intermedias como se indica en la Fig. No. 2.

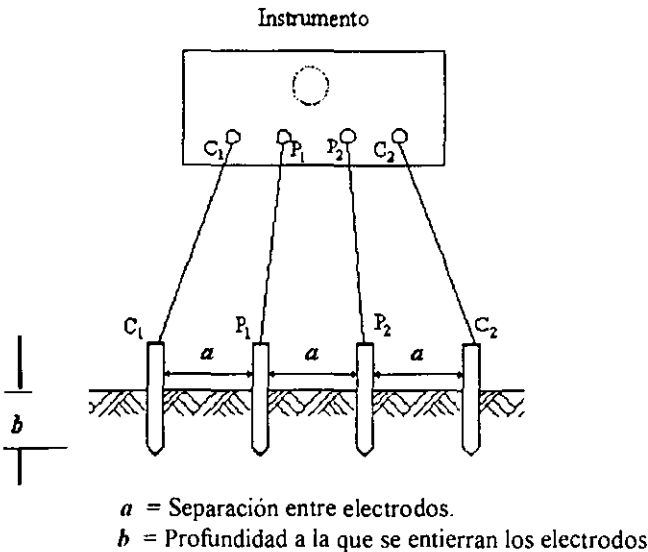


Fig. No. 2 Medición de resistividad

c) Se energiza el instrumento (de acuerdo con su instructivo) y se toman las lecturas respectivas de resistencia en  $\Omega$ .

d) Se calcula la resistividad mediante la fórmula

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$$

donde:

$R$  = resistencia medida en  $\Omega$ .

$a$  = separación entre electrodos en m.

$\rho$  = resistividad del suelo en  $\Omega$ -m.

La fórmula anterior, es válida solamente si la distancia entre electrodos es mayor que la profundidad  $b$  a la que se entierran las varillas (aprox.  $a = 10b$ ).

En las condiciones de tener un suelo heterogéneo, la CFE utiliza como fórmula general para obtener la resistividad la expresión siguiente:

$$\rho = \frac{4 \pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad del terreno

$\pi$  = Constante 3.1416

$a$  = Distancia entre electrodos de prueba

$b$  = Profundidad del electrodo

$R$  = Resistencia medida de campo.

Si  $b$  es muy pequeña comparada con  $a$  entonces se usa la fórmula  $\rho = 2 \pi a R$  como se indica.

Durante la medición, se pueden tener errores debido principalmente a:

- Uso inapropiado de la fórmula  $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$  cuando  $a \approx b$  como se indico antes.

Cuando la distancia entre electrodos es muy grande (valores pequeños de  $R$  en el límite o por abajo de la escala del instrumento) se puede presentar inestabilidad en el instrumento. En este caso, aumentar la distancia entre electrodos de potencial como se indica en la figura 3.

y utilizar la fórmula

$$\rho = \frac{\pi R(a^2 + aD)}{D}$$

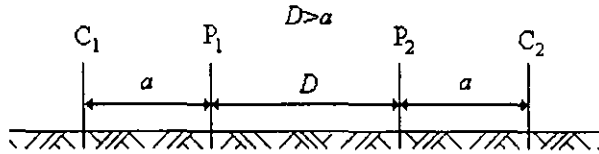


Fig. No. 3 Error en la medición

Los resultados concuerdan con  $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$  dentro del 10% o menos, generalmente 4%. Cuando la distancia de los electrodos de potencial no exceden el 80% de la distancia entre los electrodos de corriente, es decir si  $D < 0.8a$ .

Con resistividades elevadas ( $\approx 3000 \Omega\text{-m}$ ) y la separación desigual de los electrodos se pueden llegar a presentar también ciertas inestabilidades del instrumento.

- Falta de calibración del instrumento de medición, por lo que antes de usarlo se debe comprobar su ajuste con dos o tres resistencias diferentes y de valor conocido. Se pueden aceptar diferencias entre el valor de la resistencia y el valor indicado por el instrumento del orden de 10. La conexión se hace como se indica en la figura 4.

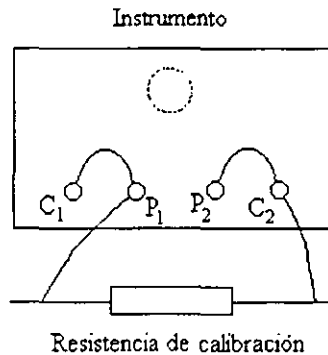


Fig. No. 4 Instrumento de medición

Procedimiento de campo:

- En el área que se desea medir la resistividad, se trazan 2 líneas de prueba como se indica en la figura 5. Pueden escogerse  $L_1$ ,  $L_2$  o  $L_3$  y  $L_4$  o ambas si se requiere mayor información, dependiendo del tamaño del terreno.

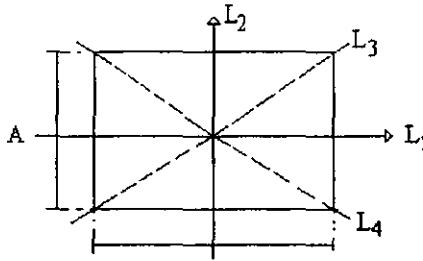


Fig. No. 5 Medición de campo

b) Medir la resistencia  $R$  en cada línea de prueba con el método de medición indicado, comenzando en el centro de la línea y variando cada vez la separación entre electrodos como se indica en la figura 6.

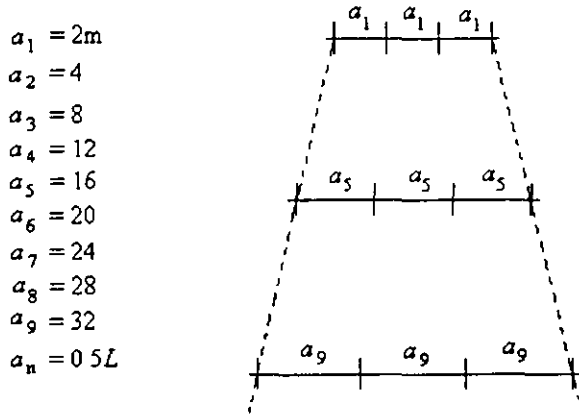


Fig. No. 6 Medición de la resistencia  $R$

Nota: Cuando se observe inestabilidad en el equipo se debe aumentar el número de mediciones en el terreno.

El número de mediciones se limita normalmente hasta  $a \approx 0.5L$ . Por ejemplo si  $L = 100$  m la  $a_{m\acute{a}x.} = 50$  m y sería necesario realizar 5 mediciones más aumentando cada vez 4 m. Para cada línea de prueba se debe seguir el mismo procedimiento.

c) Calcular la resistividad con  $\rho = \pi \cdot a \cdot R$

d) Realizar un reporte de los resultados obtenidos como se indica en la siguiente tabla.

Separación entre varillas	Línea de prueba	
	1	2
$a_1$	$\rho_{11}$	$\rho_{21}$
$a_2$	$\rho_{12}$	$\rho_{22}$
$a_3$	$\rho_{13}$	$\rho_{23}$
$a_4$	$\rho_{14}$	$\rho_{24}$
$a_5$	$\rho_{15}$	$\rho_{25}$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$a_9$	$\rho_{19}$	$\rho_{29}$

e) Con los valores  $a$  y  $\rho$  se trazan las curvas  $\rho$  contra  $a$ , las cuales podrán resultar siempre similares a las figuras 7, 8 y 9.

Nota: En algunos casos se pueden presentar suelos de 3 o más capas (Fig. 10)

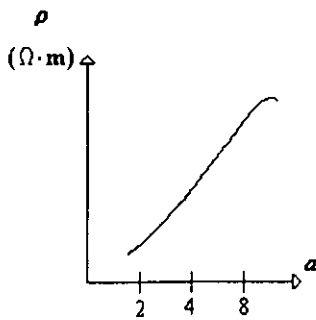


Fig. No. 7 Suelo homogéneo

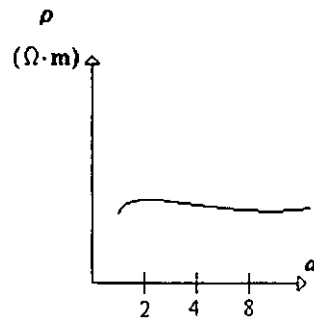


Fig. No. 8 Suelo heterogéneo 2 capas (disminuye con la profundidad)

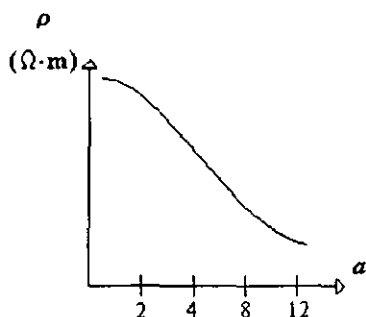


Fig. No. 9 Suelo heterogéneo 2 capas  
(disminuye con la profundidad)

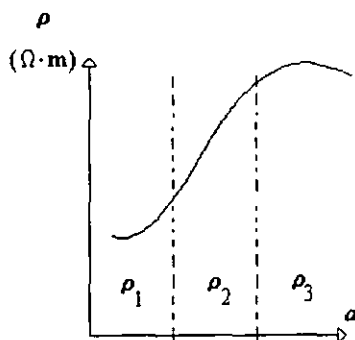


Fig. No. 10 Suelos de 3 o más capas

Cuando se tiene suelo heterogéneo, tomar el promedio de los valores de resistividad obtenidos. Se recomienda hacer las mediciones en la época de menor humedad anual.

### 2.1.2.- Factores que influyen en la resistividad del terreno

La resistividad que presente el terreno en donde se quiera instalar un sistema de tierra va a variar en mayor o menor grado dependiendo de que tanto influyan una serie de factores relacionados con el terreno mismo. Por mencionar algunos tenemos a la propia composición, la temperatura, estado higrométrico o humedad, etc.

#### 2.1.2.A.- Composición

Este es un factor que influye mucho en la variación de la resistividad del terreno, siendo en la realidad de diferentes clases, incluso en un mismo lugar; debido a lo heterogéneo del lugar se pueden presentar bolsas, depósitos, etc., tanto horizontal como verticalmente.

Para la instalación de sistemas de tierra se deberán hacer mediciones de la resistividad del terreno; el departamento de electricidad de la Comisión Federal de electricidad realiza este tipo de actividades continuamente, dicho departamento nos proporcionó una tabla correspondiente de los valores de resistividad media que presentan los suelos según su naturaleza.

### TABLA DE RESISTIVIDAD DE SUELO

En la siguiente tabla se muestran los valores de referencia de la resistividad media para distintos tipos de suelo.



Tipo de suelo	Resistividad Ohms-metro
Terreno húmedo o suelo orgánico	10-50
Terreno de cultivo o arcilloso	100
Tierra arenosa húmeda	200
Tierra arenosa seca (suelo seco)	1000
Tierra con guijarros y cemento	1000
Suelo rocoso húmedo (piedra molida húmeda)	3000
Roca compacta	10 000
Arcilla	3-100
Arcilla Granulada	7-100
Arena y Grava	60-1100
Granito o Basalto	1200
Roca Cristalina	70-700
Roca Porosa	25-2200
Superficie Calcárea	6-4000
Terreno de cultivo	15-150
Terreno Vegetal	1-60

### 2.1.2.B.- Granulometría, compacidad y estratigrafía

Los factores influyentes de la resistividad del terreno aquí presentados serán enumerados según el orden que presenten:

La resistividad se incrementa cuanto mayor sea el tamaño de los granos, puesto que hay mayor porosidad y por consiguiente menor retención de humedad. Es esta la razón por la cual el valor de resistividad de la grava sea superior a la que presenta la arena y más aun que la de la arcilla. Los suelos de grano grueso como la grava, guijarros, etc., no se prestan para establecer un buen sistema de tierra, para lo cual se utiliza un cierto material de tierra fina alrededor de los electrodos.

El factor compacidad esta estrechamente relacionado con la granulometría, puesto que a menor porosidad la resistividad será menor, haciendo más conductor al material y por consiguiente una via más rápida para los flujos de corriente.

En lo referente a la estratigrafía, la resistividad total de un terreno es la resultante de las correspondientes capas que lo constituyan. Puede suceder que una sola capa presente una resistividad tan baja que la influencia de las demás sea imperceptible, tal como se alcanzan en las zonas de agua o el nivel freático(1)

### 2.1.2.C.- Contenido de sales y estado higrométrico.

Otro factor fundamental en la variación de la resistividad del terreno es su contenido y concentración de sales, estas pueden ser iguales o diferentes. La conductividad del suelo esta en función de la concentración del electrolito constituido por las sales disueltas en el terreno.

Según se muestra en la gráfica adjunta, a menor porcentaje de sales disueltas en el terreno, mayor será la resistividad del mismo.

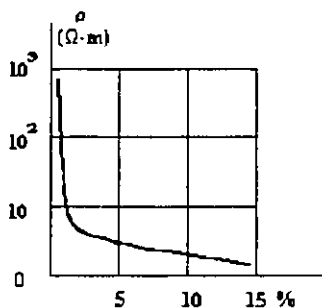


Fig. No. 11 Resistividad del terreno dependiente de su cantidad de sales.

Nota:

1) El nivel freático es la capa mas superficial de las aguas subterráneas, por debajo de la cual los materiales están empapados en agua.

La resistividad de un terreno esta influido por el estado higrométrico (contenido de agua o grado de humedad) del terreno, este varia con la época del año, clima, naturaleza del subsuelo y profundidad. A medida que el grado de humedad aumenta, se disuelven las sales trayendo como consecuencia la disminución de la resistividad.

#### 2.1.2.D.- Temperatura

La resistividad del terreno aumenta a medida que disminuye la temperatura, rebasando los  $0^{\circ}C$  se origina la congelación del electrolito, dificultando así la conducción eléctrica (factor influyente en el aumento de la resistividad).

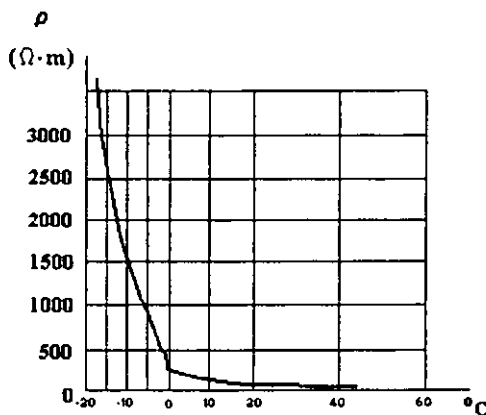


Fig. No. 12 Resistividad del terreno en función de su temperatura

Por el contrario, si aumentará la temperatura la solubilidad de sales en el agua sería mayor, razón por la cual disminuirá la resistividad (Fig No. 12).

## 2.2.- Elementos de una puesta a tierra

Todos los sistemas de puesta a tierra se encuentran conformados por las siguientes partes:

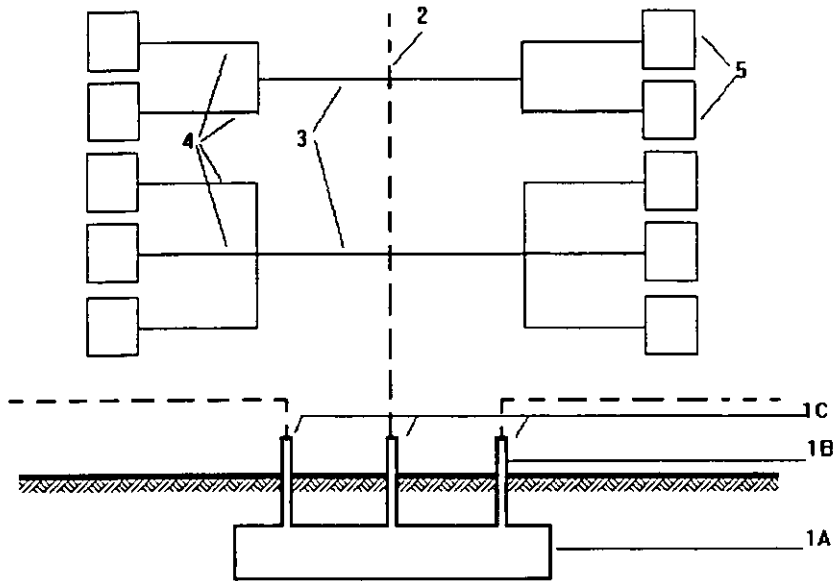


Fig. No. 13. Constitución de una puesta a tierra. 1.-Toma de tierra, 1A) Electrodo. 1B) Líneas de enlace con tierra, 1C) Puntos de puesta a tierra, 2.-Líneas principales de tierra; 3.- Derivaciones de las líneas principales de tierra; 4.-Conductores de protección; 5.-Masas.

### 2.2.1.- Tomas de tierra

Las tomas de tierra se conforman de los siguientes elementos:

Electrodos.- Es una varilla metálica, en permanente contacto con el terreno, para facilitar el paso de la corriente que pudiera presentarse.

Los electrodos para tomas de tierra pueden ser:

- Electrodos artificiales
- Electrodos naturales

Los electrodos artificiales son los instalados exclusivamente para obtener la puesta a tierra, están constituidos regularmente por: barras, tubos, placas, cables y otros elementos metálicos.

Los electrodos naturales son las masas metálicas que pudieran existir enterradas y que pueden aprovecharse para la puesta a tierra, siempre que cumplan con ciertas especificaciones.

Los reglamentos establecen que para la puesta a tierra deben emplearse de manera preferente los electrodos artificiales. Sin embargo si existieran electrodos naturales en la zona de instalación que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno pueden utilizarse también para puestas a tierra, solos o con otros electrodos artificiales.

Según el reglamento, se considera independiente una toma de tierra con respecto a otra cuando una de las tomas de tierra no alcance, respecto a un punto a potencial cero, una tensión superior a los 50V, cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

Las normas nos indican que los electrodos artificiales han de estar constituidos por metales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno: ejemplos de estos metales son, el cobre, el hierro galvanizado, el hierro sin galvanizar pero con protección catódica o la fundición de hierro. Para este último tipo de electrodo las secciones mínimas han de ser del doble de las que se establecen para los electrodos de hierro galvanizado.

Algunos de los materiales más comunes para la implementación de electrodos son:

- Acero
- Acero galvanizado
- Acero inoxidable
- Copperweld (acero recubierto con cobre)

Los materiales como el aluminio y algunos otros que son ligeros se admitirán, solo cuando su resistencia a la corrosión resulte netamente superior a la que presenta el cobre o el hierro galvanizado, considerando el mismo tipo de terreno.

Reglamentariamente se establece que la sección de un electrodo no debe ser inferior a 1/4 de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra. Los elementos constitutivos de un sistema de tierra pueden ser preferentemente:

- a) Electrodos simples: constituidos por barras, tubos, placas, cables, pletinas y otros perfiles.
- b) Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos mencionados anteriormente o por combinaciones de ellos.

Se recomienda que los electrodos artificiales sean enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas, y nunca a menos de 50cm de profundidad. Si la capa superficial del terreno tiene una resistividad muy pequeña las capas más profundas son de una resistividad mayor, entonces la profundidad de los electrodos puede reducirse a 30 cm.

El terreno debe ser tan húmedo como sea posible y, preferentemente tierra y vegetal; esta estrictamente prohibido construir los electrodos por piezas metálicas simplemente sumergidas en agua. Deben instalarse a diferente distancia de los depósitos o infiltraciones que pueden atacarlos y, si es posible, se dispondrán fuera del paso de personas o vehículos.

Como superficie de contacto se considera:

- Para las placas, las dos caras.
- Para los tubos, sólo su superficie exterior.

La elección de un tipo de electrodo de tierra viene impuesta por las condiciones eléctricas a satisfacer y por consideraciones técnicas y económicas, en la que las características del terreno tienen un papel determinante.

Línea de enlace con tierra: Esta formada por los conductores que unen al electrodo o un conjunto de electrodos, con el punto de puesta a tierra.

Punto de puesta a tierra: Es el punto que se encuentra fuera del suelo, que sirve como línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Respecto a las tomas de tierra las normas establecen que:

- a) Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.
- b) El punto de conexión para la puesta a tierra deberá estar constituido por una regleta, placa o borne, etc., que permita la unión entre los conductores de la línea de enlace y la principal de tierra, de manera que se puedan utilizar elementos apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

#### 2.2.2.- Líneas principales de tierra

Las líneas principales de tierra son los conductores que parten del punto de puesta a tierra definido anteriormente, y a las que están conectadas las derivaciones necesarias para las puesta a tierra de las masas, la mayoría de las veces a través de los conductores de protección.

#### 2.2.3.- Derivaciones de las líneas principales de tierra

Las derivaciones de las líneas principales de tierra están constituidas por conductores que unen las líneas principales tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

#### 2.2.4.- Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para interconectar las masas de una instalación con ciertos elementos, esto con el propósito asegurar la protección contra los contactos indirectos. En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección son los

encargados de unir las masas con la línea principal de tierra.

También se les llama conductores de protección a los que unen eléctricamente las varillas a los siguientes elementos:

- a) a el neutro de la red
- b) a otras masas
- c) a elementos distintos de las masas
- d) a un relé de protección

Los circuitos de puesta a tierra han de formar una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cuales quiera que sean estos. En todos los casos, la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones de éste.

El buen funcionamiento de una red de tierras depende directamente de que sus principales componentes reúnan como características: la resistencia a la corrosión, conductividad eléctrica, resistencia mecánica y robustez.

Los conductores constituyen la malla y el medio por el cual se lleva acabo la conexión a tierra de los equipos. Entre los más utilizados son los concéntricos formados por varios hilos, que se fabrican en los siguientes materiales:

- Cobre
- Cobre estañado
- Copperweld (acero recubierto con cobre)
- Acero
- Acero inoxidable
- Acero galvanizado
- Aluminio

El factor más importante en la selección del material de un conductor, es su característica de corrosión que presenta al estar enterrado; ya que la mayoría de los materiales sufren una corrosión muy rápida: regularmente se utiliza el cobre para el diseño de un sistema de tierras por presentar las siguientes ventajas.

- Es económico
- Es buen conductor de la electricidad
- Altamente resistente a la corrosión

Una vez conocida la planta de la instalación eléctrica y la disposición de sus elementos, el diseño preliminar del sistema de puesta a tierra se realiza considerando, como un punto de partida, el hecho de que se debe estar adaptado a las características topológicas de la instalación y estructurado de tal forma que , con la red minima necesaria, se permita la

conexión más racional de todos los elementos que la conforman, aunque pueden dejarse a evaluación del proyectista para mejorar su eficiencia.

**3.- Tensiones de seguridad**

En toda instalación de sistemas de tierra deben ser consideradas las magnitudes eléctricas posibles que brindan seguridad a las personas que estén localizadas en las proximidades de las tomas de tierra. Por medio de herramientas matemáticas conocidas como tensión de paso y tensión de contacto se pueden obtener tales valores eléctricos.

La magnitud de la tensión total que pudiera drenarse a tierra es conocida como  $U_0$  ( tensión de puesta a tierra), este potencial decrece progresivamente a medida que se aleja de la toma de tierra. Con ayuda de el siguiente esquema podemos ver que el peligro más grande para las personas durante la circulación de una corriente de puesta a tierra no resulta de la tensión de paso, sino del doble contacto del cuerpo, es decir, de la tensión de contacto, que es aproximadamente la tensión de puesta a tierra.

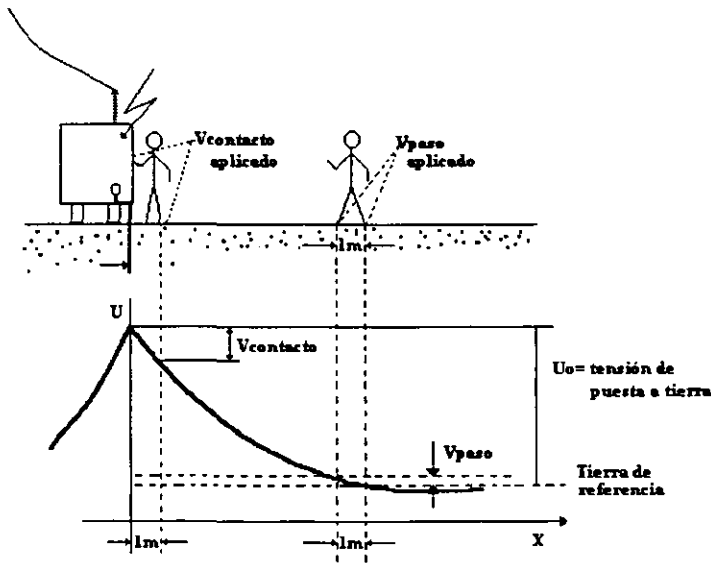


Fig. No. 14. Tensiones de seguridad

### 3.1.- Tensión de paso

Se conoce como tensión de paso a la diferencia de potencial que exista entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso, similar a un metro.

La tensión de paso aplicada es la parte de la tensión de paso que resulta directamente aplicada entre los dos pies de una persona parada sobre el suelo, teniendo en cuenta todas las resistencias que intervienen en el circuito.

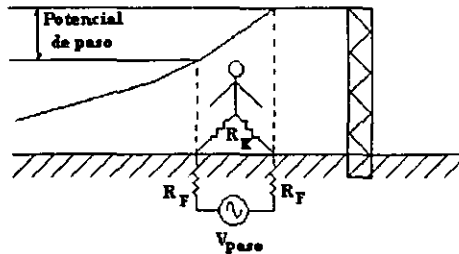


Fig. No. 15 Tensión de paso

El valor de voltaje de paso tolerable por una persona se puede calcular con la formula:

$$V_{paso} = (R_K + 2 R_F) I_K \text{ volts.}$$

DONDE:

$R_F$  = Resistencia a tierra de un pie en Ohms, pero para fines prácticos se puede tomar como  $3 \rho$  ( $\rho$  = resistividad del suelo en ohms-metro).

$R_K$  = Resistencia del cuerpo en Ohms, pudiendo ser de 1000 Ohms.

$I_K$  = Valor eficaz de la corriente que circula por el cuerpo, calculado como:

$$I_K = 0.116 / \sqrt{T}$$

Siendo  $T$  = duración de falla en segundos, generalmente con valor menor a 3 segundos.

Para fallas permanentes y sostenidas, se toma:  $I_K = 0.009 \text{ A}$

Para fallas de duración menor de 3 seg.

$$V_{paso} = (1000 + 6 \rho) \times 0.165 / \sqrt{T} = (165 + \rho) / \sqrt{T} \quad (\text{volts})$$

Para fallas sostenidas:

$$V_{paso} = (1000 + 6 \rho) 0.009 = 9 + 0.054 \rho \text{ volts.}$$



3.2.- Tensión de contacto

A la diferencia de potencial entre una estructura metálica aterrizada y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro (distancia aproximada en la que una persona puede tener contacto con los puntos antes mencionados), se le conoce como tensión de contacto.

La tensión de contacto aplicada es el voltaje que existe directamente entre dos puntos del cuerpo humano, tomando a consideración todas las resistencias que intervienen en el circuito.

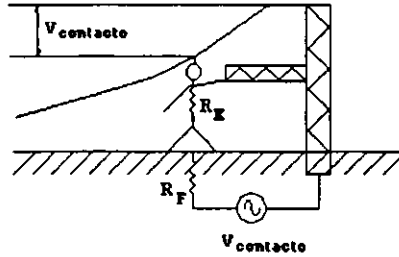


Fig. No. 16 Tensión de contacto

El voltaje de contacto tolerable, se calcula mediante la expresión:

$$V_{\text{contacto}} = ( R_K + R_F/2 ) I_K \text{ volts}$$

Para fallas con duración menor de tres segundos

$$V_{\text{contacto}} = ( 165 + 0.25 \rho ) / \sqrt{T} \text{ volts.}$$

Si una persona toca un conductor conectado a tierra, a una distancia mucho mayor que las dimensiones del sistema de tierra; el impacto del voltaje, puede esencialmente ser igual a la elevación total del voltaje del sistema de tierras, bajo condiciones de falla; tal voltaje de contacto se conoce como potencial de transferencia.

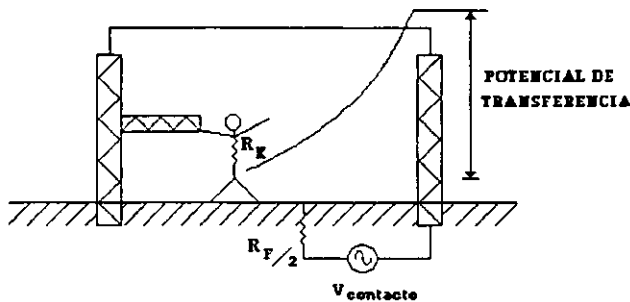


Fig. No. 17 Potencial de transferencia

#### 4.- Efectos que produce la corriente sobre el cuerpo humano.

Los efectos que produce la corriente eléctrica al circular a través del organismo dependen de los siguientes parámetros:

- Magnitud
- Duración
- Frecuencia

Según se incremente la corriente a través del cuerpo se pueden presentar algunos efectos fisiológicos conocidos como:

**Umbral de sensibilidad.**- Definido como el valor de la intensidad mínima que percibe una persona al hacer circular una corriente por sus manos, generalmente se presenta en un rango de 0,5 mA a 2 mA. Estudios realizados han demostrado que las mujeres presentan una mayor sensibilidad sobre el paso de la corriente que los hombres.

**Umbral de no soltar.**- Generalmente no daña la habilidad de la persona sujeta al objeto energizado, puede controlar sus músculos y soltarse. Al igual que en el umbral de la sensibilidad las mujeres presentan mayor sensibilidad al paso de la corriente por su organismo, manifestándose el umbral de no soltar de 6 a 14 mA para las mujeres y de 8 hasta 24 mA para los hombres.

**Muerte aparente.**- Cuando la intensidad de corriente que atraviesa el organismo se eleva por encima del umbral de no soltar (intensidades del orden de 20 a 30 mA), pueden verse afectadas por las contracciones musculares la respiración y la circulación. Los efectos que esta corriente produce no son permanentes y desaparecen cuando la corriente se interrumpe, a menos que la contracción sea muy severa y la respiración se detenga, no por segundos sino por minutos, en algunos casos el cuerpo humano responde con resucitación cardiopulmonar.

**Fibrilación ventricular y su umbral.**- Esta situación se caracteriza por una contracción en cada una de las fibras de miocardio, posteriormente una parada circulatoria y una anoxia que alcanza primero, al cerebro, y después, al mismo corazón. El umbral obtenido se sitúa a una intensidad de corriente de 70 a 100 mA.

El valor de corriente obtenido para la fibrilación ventricular no puede definirse por una cifra, puesto que depende de las condiciones fisiológicas del sujeto y también con los parámetros físicos del accidente: tensión y tipo de contacto.

Además de lo anteriormente dicho, la fibrilación ventricular se debe a:

a) La trayectoria de la corriente

La trayectoria que sigue la densidad de corriente que atraviesa el corazón esta en función de los puntos de aplicaciones de tensión. Las trayectorias comunes son:

Mano izquierda-pie derecho	Mano derecha-mano izquierda
Mano izquierda-pie izquierdo	Mano derecha- pie izquierdo
Mano izquierda-dos pies	Mano derecha- pie dereccho
Mano izquierda-gluteos	Mano derecha- dos pies
Mano izquierda-espalda	Mano derecha- espalda
Mano izquierda-pecho	Mano derecha- pecho
Dos manos - gluteos	Mano derecha- gluteos
Dos manos-dos pies	Pie derecho- pie izquierdo

b) Valor de resistencia del cuerpo humano

El cuerpo humano posee un valor de resistencia que se opone al flujo de corriente que pasa por él; numerosos estudios realizados con cadáveres y cuerpos vivos (especialmente protegidos) sometidos a voltajes en donde es posible llegar a la fibrilación ventricular han demostrado que la resistencia media que posee el cuerpo humano es de 1000 ohms, incluyéndose los infantes a pesar de tener extremidades más cortas.

c) El tiempo de paso y la amplitud de la corriente.

Se ha demostrado que la intensidad necesaria para la fibrilación ventricular esta ligada al tiempo de circulación y con la frecuencia propia de la corriente. Para el caso correspondiente a la frecuencia, los umbrales de percepción y de "no soltar" son los que presentan mayor cambio conforme se aumenta la frecuencia.

**5.- Criterios de diseño y especificaciones para una puesta tierra de acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad.**

La Especificación CFE 00j00-01 dictada por la Comisión Federal de Electricidad establece los criterios de diseño y especificaciones de una puesta a tierra como sigue:

**5.1 Resistencia Eléctrica del Cuerpo Humano**

La resistencia interna del cuerpo humano es de aproximadamente 200  $\Omega$ . La resistencia de contacto entre una mano y un conductor o una parte metálica bajo tensión varia dentro de limites muy amplios, según sea la extensión y la naturaleza de la superficie de contacto, de la naturaleza de la piel de las personas (lisa ó callosa), del grado de humedad de la piel, etc.

La resistencia de contacto entre pie y el suelo puede variar considerablemente según sean las condiciones del calzado y del suelo, por citar alguna cifra que sirva como ejemplo se puede decir que la resistencia del cuerpo humano (incluyendo la resistencia de contacto) puede alcanzar valores del orden de 200,000 $\Omega$  en el caso de una persona con manos callosas y secas con calzado adecuado para trabajo eléctrico y suelo seco, y puede descender a valores del orden de 500 $\Omega$  en el caso de personas con manos lisas y húmedas, con calzado normal y en un suelo buen conductor (baja resistividad superficial).

En la mayoría de los casos la resistencia de contacto es elevada por lo que de acuerdo con las normas internacionales se considera una resistencia de 1000  $\Omega$ .

### 5.2 Tensiones de seguridad

Se recomienda que en ningún punto de una instalación eléctrica se presenten tensiones de paso o de contacto superiores a los siguientes valores:

-60 V Cuando se prevé la eliminación rápida.

-120 V Cuando la falla se elimine en un periodo de un segundo.

### 5.3 Datos para el diseño del sistema de tierra.

La información que se requiere para el cálculo preliminar de la red de tierra es la siguiente:

- a) Un plano de localización general que muestre la disposición del equipo en la subestación, incluyendo la localización de las ceras (perímetro externo), de manera que se pueda aislar eficientemente el sistema de tierra de protección del sistema de tierra de servicio.
- b) Resistividad media del terreno en ohms-metro, medido de acuerdo con lo indicado en el punto 2.1.1 de este capítulo.
- c) Valores máximos admisibles para las tensiones de paso y de contacto, conforme lo indicado en el párrafo 5.2.

Una vez obtenidos estos datos, se procede a realizar un análisis de las características que debe tener un sistema de tierras, es decir, debemos saber de qué está conformado, que valores debemos esperar de él así como las posibles soluciones en caso de no obtener lo óptimo, con lo cual garantizamos un sistema de tierra fiable.

#### 5.3.1 Conductor para la Malla de tierra

Los conductores que forman la red de tierra y los dispersores o electrodos, por lo general son varillas de copperweld de 15.9 mm de diámetro por 3050 mm de longitud.

La longitud total de conductor de tierra se distribuye como una cuadrícula que se entierra en el terreno a una profundidad del orden de 0.5 m, la distancia a que se localizan los conductores que forman la cuadrícula se calcula como sigue: Si se supone que el área interesada es en general un rectángulo de lados  $a_1$  y  $a_2$  y que  $b$  es la longitud de cada lado de la cuadrícula, se puede tener la siguiente representación:

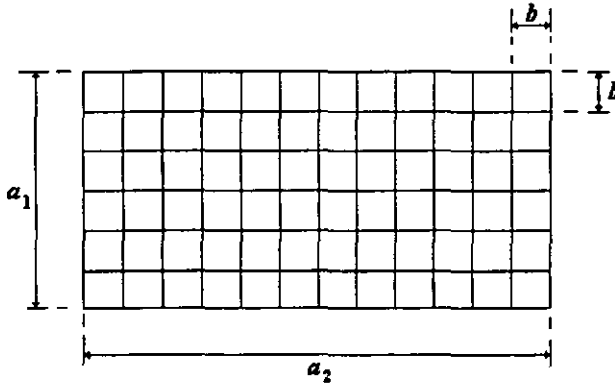


Fig. No. 18 Malla de la puesta a tierra.

Partiendo de la base que el rectángulo tiene perímetro  $L$ . La longitud total del conductor de tierra se puede expresar como:

$$L = a_1 \left( \frac{a_2}{b} + 1 \right) + a_2 \left( \frac{a_1}{b} + 1 \right)$$

Desarrollando, se obtiene que la longitud de los lados para formar la cuadrícula es:

$$b = \frac{2a_1 a_2}{L - a_1 - a_2}$$

### 5.3.2 Cálculo de la resistencia de tierra.

El criterio de cálculo parte de la base de que se supone que la resistencia ideal de tierra se tendría con una placa metálica como red de tierra, la resistencia de tierra en estas condiciones debe ser:

$$R_T = \frac{\rho}{4r}$$

Siendo  $\rho$  la resistividad media del terreno en ohms-metro y  $r$  el radio equivalente en metros de un círculo que cubre el área específica y dado que el área del círculo es:

$$A = \pi \cdot r^2$$

Si se expresa al radio  $r$  en términos del área cubierta por la red de tierras, tenemos:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 1.77245 \cdot A^{1/2}$$

obtenemos entonces la resistencia de tierra expresada en forma general como:

$$R_T = \frac{\rho}{(4)(1.77245) \cdot A^{1/2}} = \frac{0.14105 \cdot \rho}{A^{1/2}}$$

por lo general se considera un 38% más de este valor, es decir:

$$R_T = \frac{0.1946 \cdot \rho}{A^{1/2}}$$

### 5.3.3 *Uso de electrodos*

En la realización de un buen diseño de sistema de tierra no debe descartarse el uso de electrodos, ya que estos nos proporcionan la conexión directa con la malla de tierra; los electrodos se conectan entre sí y la malla de tierra por medio de conectores, deben estar convenientemente separados a una distancia no menor de dos veces su longitud, y a una distancia máxima de un metro más del perímetro de la malla y de todas las estructuras de acero.

Normalmente el número mínimo de electrodos que deben agregarse a la malla se obtiene con la siguiente expresión:

$$n = 0.60\sqrt{A}$$

En este caso:

$$n = \text{número mínimo de electrodos}$$

$$A = \text{área de la malla en m}^2$$

Si el valor de resistencia de tierra es alto respecto al valor deseado se pueden agregar más electrodos hasta obtener un valor igual ó próximo al valor de resistencia de tierra que más convenga al propio diseño del sistema de tierra, para esto se puede emplear la siguiente expresión:

$$N_a = N_e (R_m/R_d)^2 - 1$$

Donde:

$N_a$  = número de electrodos por agregar

$N_e$  = número de electrodos existentes

$R_m$  = resistencia de tierra, en  $\Omega$

$R_d$  = resistencia de tierra deseada, en  $\Omega$

## **6.- Especificaciones para una puesta a tierra de redes telemáticas de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana.**

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994 relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica contempla los tipos de puesta a tierra conocidos; para fines de nuestro estudio será considerada la puesta a tierra de protección debido a que los equipos de cómputo y telecomunicaciones que conforman una red telemática están conectados a ella.

Se estipula que se realice una interconexión del equipo de procesamiento de datos, cómputo electrónico y de telecomunicaciones con la puesta a tierra, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

En general, las cabinas y los marcos de los gabinetes si son metálicos deben estar físicamente en contacto y deben conectarse a tierra. Cuando el gabinete se emplea donde existen conductores para puesta a tierra separados, se debe fijar dentro del gabinete una barra colectora terminal para aterrizarlos, teniendo en cuenta que esta barra este identificada como una conexión directa a la puesta a tierra de protección y localizada tan cerca de ella como sea posible.

Los cables coaxiales utilizados para realizar la interconexión entre equipos también deberán estar aterrizados. La pantalla del cable coaxial debe aterrizararse por medio de un conductor de puesta a tierra que deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- 1) Deberá estar aislado y certificado adecuadamente para este propósito
- 2) Debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido
- 3) No debe tener una área de sección transversal menor a  $2\ 082\ \text{mm}^2$  ( No 14 AWG) con una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual a la del conductor exterior del cable coaxial.
- 4) El recorrido que presente debe ser lo más recto y directo posible hasta el electrodo de tierra.
- 5) Cuando este expuesto a daño físico debe estar protegido adecuadamente. Si se encuentra dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse a éste.
- 6) Debe conectarse al lugar más cercano posible y accesible a:
  - a) El sistema de electrodos de tierra del edificio o estructura,
  - b) El sistema de tuberías metálicas de agua,
  - c) Los medios externos accesibles a las envolventes de la acometida de energía,
  - d) La canalización metálica de la acometida de energía,
  - e) La envolvente del equipo de acometida de energía.
- 7) Si el edificio o estructura servidos no tienen medios puestos a tierra como se describe en el inciso b) del punto anterior, se puede conectar a cualquiera de los otros electrodos individuales.

Los conectores, clemas, accesorios y zapatas usados para conectar conductores de tierra y puentes de unión de electrodos de tierra a cualquier otro que este incrustado en concreto o directamente enterrados, deben ser adecuados para esta aplicación

Cuando el cable coaxial esta expuesto a descargas atmosféricas o contactos accidentales con conductores de energía operando a una tensión por encima de 300 V a tierra, la pantalla conductiva exterior debe ponerse a tierra en el punto donde emerge de un muro exterior, losa de concreto, o un conduit metálico rígido puesto a tierra a un electrodo.

Equipos desenergizados y envolventes o equipos energizados mediante cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando están conectados al blindaje metálico del cable.

Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas empleadas en equipos receptores de radio deben ponerse a tierra.

Los conductores de puesta a tierra en estaciones receptoras deben cumplir con los incisos siguientes:

- 1) Debe ser de cobre, aluminio, cobre con núcleo de acero, bronce u otro material conductor resistente a la corrosión.
- 2) Pueden no estar aislados.
- 3) Deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse. sin necesidad de usar soportes aislantes. Cuando no se pueden instalar soportes adecuados, el calibre se aumenta proporcionalmente.
- 4) No debe estar expuesto a daño físico, en caso de que así fuera debe aumentarse proporcionalmente el calibre para compensar la falta de protección.
- 5) Si es empleado para una antena o unidad de descarga para antena se debe instalar en línea recta tanto como sea factible, desde el mástil de la antena o desde la unidad de descarga hasta el electrodo de puesta a tierra.
- 6) No debe tener una área de sección transversal menor a  $5.260 \text{ mm}^2$  (No. 10 AWG) para cobre,  $8.367 \text{ mm}^2$  (No. 8 AWG) para aluminio,  $1.0 \text{ mm}^2$  (No. 17 AWG) para el cobre con núcleo de acero o para bronce.
- 7) Puede tenderse dentro o fuera del inmueble.
- 8) Debe conectarse al lugar más cercano posible y accesible a:
  - a) El sistema de electrodos de tierras del edificio o estructura
  - b) El sistema interno de tuberías metálicas de agua puesto a tierra.
  - c) Los medios externos accesibles de la acometida de energía fuera de los gabinetes.
  - d) La canalización metálica de la acometida de energía
  - e) La envolvente del equipo de acometida.
  - f) Las cubiertas metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra.
- 9) Si el edificio o estructura servidos no tienen medios puestos a tierra como se describe en el punto anterior, se puede conectar a cualquiera de los otros electrodos individuales.

Sistemas de electrodos de puesta a tierra.- En cada infraestructura donde se instale una red telemática, el sistema de electrodos de puesta a tierra se formará interconectando cada una de las partes que se indican en los incisos A) a E). Los puentes de unión se dimensionarán e instalarán de acuerdo con los incisos A) y B) y se conectarán como se especifica a continuación:

- 1). El conductor del electrodo de puesta tierra sin ningún empalme podrá llevarse a cualquiera de los electrodos disponibles del sistema de electrodos de puesta a tierra y será dimensionado tomando el mayor calibre requerido para todos los electrodos disponibles.



Se recomienda el uso de electrodos fabricados especialmente para la puesta a tierra, como se menciona en el inciso (A) siguiente, sin embargo si no se dispone de alguno de ellos se puede recurrir a otros medios de puesta a tierra, como se menciona en los incisos (B) a (E) siguientes. el uso de uno u otro tipo de electrodo dependerá de la impedancia del servicio.

Existen algunas excepciones: se permitirá la unión del conductor del electrodo de puesta a tierra si se hace por procesos irreversibles como lo es con conectores de tipo compresión o procesos de soldadura exotérmica.

**A)** Electrodos de acero con cubierta de cobre. Consiste en una varilla redonda con una longitud de 3m (10 pies) o más, con diámetro de 13mm (0.5 pulgadas), 16mm (5/8 pulgada), 19mm (3/4 pulgada), el acero le da dureza y el cobre resistencia a la corrosión y mejor conductividad, el espesor del cobre debe tener 0.25mm como mínimo.

**B)** Una tubería metálica de agua enterrada, con 3 m (10 pulgadas) o más en contacto directo con la tierra (incluyendo cualquier cubierta metálica de pozos efectivamente conectada al tubo) y que sea eléctricamente continua hasta los puntos de conexión del electrodo de puesta a tierra, (o que se haga eléctricamente continua puenteando las uniones y tramos de tubería aislantes).

La continuidad eléctrica de la trayectoria de puesta a tierra o la conexión de la tubería interior no podrá basarse en la conexión a través de medidores de agua. La tubería subterránea para agua se complementará con un electrodo adicional.

El electrodo complementario se podrá puentear en un punto conveniente al conductor de puesta a tierra de la acometida, la canalización y la cubierta de acometida de puesta a tierra, o con la tubería metálica de agua enterrada.

Cuando el electrodo complementario esté construido de acuerdo a los incisos (C) y (D), esa porción del puente de unión, la cual es la única conexión al electrodo complementario de puesta a tierra, no se requerirá que sea mayor que la sección transversal del conductor de cobre de sección transversal de  $13.30 \text{ mm}^2$  (6 AWG) o el conductor de aluminio de sección transversal de  $21.15 \text{ mm}^2$  (4 AWG).

**C)** La estructura metálica del inmueble, cuando esta puesta a tierra.

**D)** Un electrodo es aceptable si está formado por lo menos de 6m (20 pies) de una o más barras o varillas de acero de reforzado de no menos 1.25cm (1/2 pulgada) de diámetro; o consistente en una barra desnuda de cobre de al menos 6m (20 pies) de longitud y de sección transversal de  $21.15 \text{ mm}^2$  (4 AWG), embutido al menos 5cm (2 pulgadas) dentro de una plancha o base de concreto directo con la tierra.

**E)** Un anillo de tierra consiste en un conductor de cobre desnudo, de sección transversal no menor de  $33.6 \text{ mm}^2$  (2 AWG) de longitud no menor de 6m (20 pies), enterrado en contacto directo con la tierra a una profundidad de 80 cm (2.5 pies) del nivel del terreno y que rodee al inmueble o estructura.

Donde no se disponga de alguno de los electrodos indicados en los puntos precedentes o que no cumplan con los requisitos especificados en la sección anterior, sobre todo en lugares

donde el terreno es muy seco, arenoso, rocoso, se puede recurrir a los siguientes métodos de electrodos especiales.

a) Electrodos profundos. Este tipo de electrodos consiste de un conductor de baja impedancia instalado en perforaciones profundas, hasta encontrar terrenos de baja resistividad o niveles de mayor humedad.

b) Electrodos horizontales. Consiste de instalar un conductor de cobre desnudo enterrado en forma horizontal a una profundidad que va de 50 cm (20 pulgadas) a 100 cm (40 pulgadas), en diferentes configuraciones, los más usuales son: ángulo recto, estrella, en cruz, en cuadro, etc.

c) Electrodos químicos. En este método se modifica el medio que rodea al electrodo, balanceando la resistividad del suelo, los más recomendables son:

1) Bentonita. Es una arcilla cuya virtud principal radica en absorber agua y retenerla, se coloca alrededor del electrodo y forma un buen camino para las corrientes eléctricas que se drenan a tierra, no es corrosiva.

2) Carbón mineral. (coque) . Se extrae de minas y se usa también en hornos de fundición.

Nota: No se recomienda el uso de sal ya que se disuelve con la lluvia, a menos que el espacio que ocupa el electrodo esté controlado o se le dé el mantenimiento constante: el uso de sulfatos no es recomendable ya que corroen al electrodo con mucha facilidad.

d) Electrodos múltiples. Consiste en colocar electrodos en diferentes cantidades y configuraciones, espaciados una distancia determinada uno de otro, generalmente 3m. las configuraciones más usadas son: 2 electrodos en línea, 3 en línea, 3 en delta, etc.

Nota: Se permite el uso de una combinación de electrodos múltiples con químicos, por ejemplo una delta con bentonita. Siempre que las condiciones del caso lo permitan, los electrodos deben enterrarse hasta sobrepasar el nivel de humedad permanente. cuando se encuentre un lecho de roca, puede enterrarse horizontalmente a la mayor profundidad que permite el terreno. Cuando se usan sistemas de electrodos para distintos fines, como los circuitos de comunicación, pararrayos de edificios, etc., cada electrodo de un sistema debe distar, por lo menos 1.80m ( 6 pies) de los otros sistemas.

Si el terreno está compuesto por tepetate, terreno duro, se recomienda excavar y luego introducir el electrodo.

e) El sistema de tubería metálica para gas no debe usarse como electrodo de puesta a tierra.

f) Otras estructuras o sistemas metálicos para subterráneos tales como sistema de tubería y tanques enterrados.

g) Cada electrodo de placa no deberá tener menos de  $0.186 \text{ m}^2$  (2 pies cuadrados) de superficie en contacto con el suelo. Las placas de fierro o acero deberán tener por lo menos 6.35 mm de espesor (1/4 de pulgada). Las placas de metal no ferroso deben tener por lo menos 1.52 mm de espesor (0.06 pulgadas).

h) No se permite el uso de electrodos de aluminio ya que se corroe fácilmente.

Resistencia de electrodos artificiales. El valor de la resistencia a tierra de los electrodos no debe ser mayor de  $25\Omega$  para casas habitación, comercio, oficinas o locales considerados de concentración pública, con acometidas en baja tensión aun en las condiciones más desfavorables (época de estiaje). Cuando no se puede lograr este valor de resistencia con un electrodo se debe acudir a los métodos descritos anteriormente, los sistemas de tubería metálica continúa y subterránea para conducir agua fría, tienen, en general, una resistencia a tierra menor de  $3\Omega$ . Las armazones metálicas de edificios, la tubería metálica de revestimiento de pozos y otros sistemas locales de tubería metálica subterránea, tienen, en general, una resistencia a tierra considerable menor a  $25\Omega$ . Se deben efectuar mediciones periódicas para verificar el estado del electrodo. En sitios especiales donde se requiera una resistencia a tierra menor, como pueden ser edificios que contengan equipos de cómputo, de comunicaciones o equipo electrónico en general se debe recurrir a las tierras especiales.

Uso de electrodos de Pararrayos. Los electrodos de puesta a tierra de los pararrayos no se deben usar como puesta a tierra de equipos y sistemas. Esta prohibición no está en contra de la unión de los diferentes sistemas de puesta a tierra.

Nota: La unión de los diferentes sistemas de tierra limita las diferencias de potencial entre ellos y los sistemas involucrados.

# SISTEMAS DE FUERZA EN LA RED

## 1.- REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA EN UNA RED TELEMÁTICA.

La fuente de alimentación es el punto intermedio entre los sistemas que componen una red telemática y la red pública de energía eléctrica, por lo tanto les debe proporcionar las tensiones adecuadas para su funcionamiento.

Ante fallas de la red eléctrica o de la propia fuente de alimentación es necesario adoptar las medidas dirigidas a preservar la seguridad de servicio de los equipos.

He aquí importantes puntos de vista concernientes a la fuente de alimentación:

- Debe mantener las respectivas tolerancias de la tensión de alimentación a los equipos cuando:
  - varía la carga entre vacío y la nominal,
  - se producen sobrecargas instantáneas,
  - varía la tensión y/o la frecuencia de la red.
- Debe mantener la pureza de la tensión continua dentro de los valores establecidos por los reglamentos, es decir, no se podrán exceder los valores límite de las tensiones alternas superpuestas (ver apéndice A).
- Debe evitar, en todo lo posible, las interrupciones del suministro de energía, además de poseer suficientes elementos de supervisión, protección, limitación y señalización;
- Debe ser fácilmente ampliable;

- Debe resultar rentable;
- Debe ser de reducidas dimensiones y poco peso;
- Debe resultar fácil su montaje y mantenimiento.

A continuación se presenta una reseña histórica que antecede a los modernos equipos de alimentación utilizados en las redes telemáticas con lo que se contribuirá a comprender mejor las nuevas técnicas y tecnologías empleadas para el cumplimiento de los objetivos anteriormente descritos.

El desarrollo de los equipos de alimentación para telecomunicaciones comenzó con el invento del teléfono por Phillip Reis en 1861 y las mejoras introducidas por Alexander G. Bell y David E. Hughes en 1876. Para 1881 entró en servicio en Berlín la primera red pública telefónica de Alemania, con conmutación manual. En la misma se utilizó el sistema de baterías locales, en el cual cada abonado tenía su propia alimentación en forma de un elemento primario (pila seca).

Con la introducción de los primeros conmutadores automáticos (alrededor de 1900), por razones de rentabilidad y seguridad del servicio se pasó al sistema de batería centralizada, en el cual las fuentes de alimentación fueron alojadas en forma centralizada en el mismo edificio que los conmutadores. Además, en lugar de los elementos primarios se utilizaron elementos secundarios (baterías de plomo inventadas en 1859 por G. Plante en Francia, en base a trabajos realizados por Sinsteden que en 1854 introdujo el plomo en las baterías secundarias).

Casi simultáneamente con la introducción de los conmutadores automáticos, se resolvió convertir la red pública de energía eléctrica a corriente alterna, tal como se le utiliza en la actualidad.

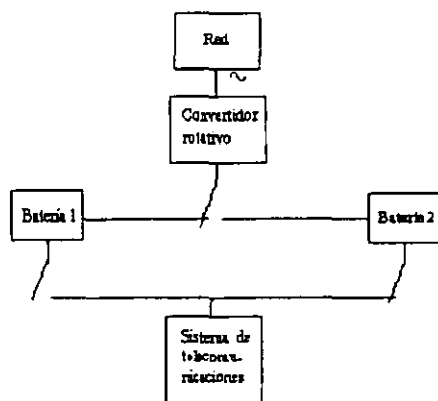


Fig. No. 1 Método de las dos baterías con conmutador rotativo

En el sistema de batería centralizada se utilizaba el método de las dos baterías, también llamado servicio de carga-descarga (ver fig. 1): mientras la batería 2 alimentaba al conmutador (sistema de telecomunicaciones), simultáneamente la batería 1 iba siendo cargada por un convertidor rotativo (motor de corriente alterna acoplado a un generador de corriente continua). A determinados intervalos el proceso se conmutaba de forma tal que la batería 1 pasaba a alimentar al conmutador y se cargaba la batería 2.

Posteriormente el método de las dos baterías se reemplazó por el servicio en paralelo (servicio tampón), en cuyo caso también se utilizaban, en general, las dos baterías en paralelo (por razones de seguridad). Todavía, un convertidor rotativo alimentaba a la batería y a los equipos de telecomunicaciones. Como se observa en la figura 2 -1 todos los componentes del sistema siempre fueron conectados en paralelo.

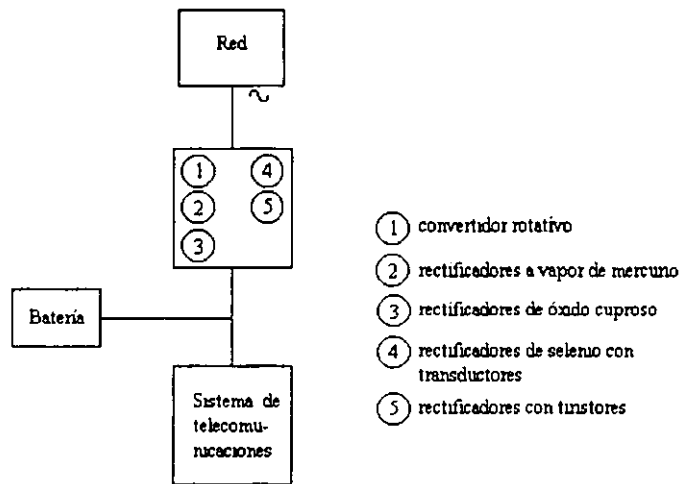


Fig. No. 2 Servicio en paralelo

Fueron los rectificadores a vapor de mercurio, inventados en 1902 por P. Cooper Herwitt, (fig. 2 -2), los que reemplazaron a los convertidores rotativos conocidos por su bajo rendimiento y sus altos requerimientos en materia de mantenimiento. Estos rectificadores permitían mantener constante la tensión de salida modificando el punto de encendido (al igual que los rectificadores tiristorizados actuales).

Con el surgimiento de los semiconductores policristalinos fue posible construir, alrededor de 1930, los primeros "rectificadores secos" (rectificadores de óxido cuproso), ver fig. 2 -3.

El rectificador de selenio (diodo de selenio) fue desarrollado alrededor de 1934 sobre la base de material semiconductor policristalino - al igual que el rectificador de óxido cuproso. El rectificador de selenio desplazó al de óxido cuproso debido a su mayor carga específica admisible; si bien este rectificador es más robusto que el de vapor de mercurio, no es apto para mantener constante la tensión continua de salida, por esta causa el rectificador a vapor de mercurio mantuvo su supremacía durante tantos años, hasta que en 1949 se obtuvieron

los elementos adecuados - transductores o amplificadores magnéticos- para la regulación de la tensión de los circuitos con rectificadores de selenio (fig. 2 -4). de esta manera surgieron los primeros rectificadores con regulación magnética.

A partir de ese momento disminuyó rápidamente la importancia de los rectificadores a vapor de mercurio.

Estos rectificadores ya poseían un circuito de regulación automático con bobinas de regulación magnética como elementos de mando. Dicho circuito automático estaba formado por módulos que operaban exclusivamente sobre la base del magnetismo, como por ejemplo: reguladores magnéticos, transductores, etc. (fig. 3-1).

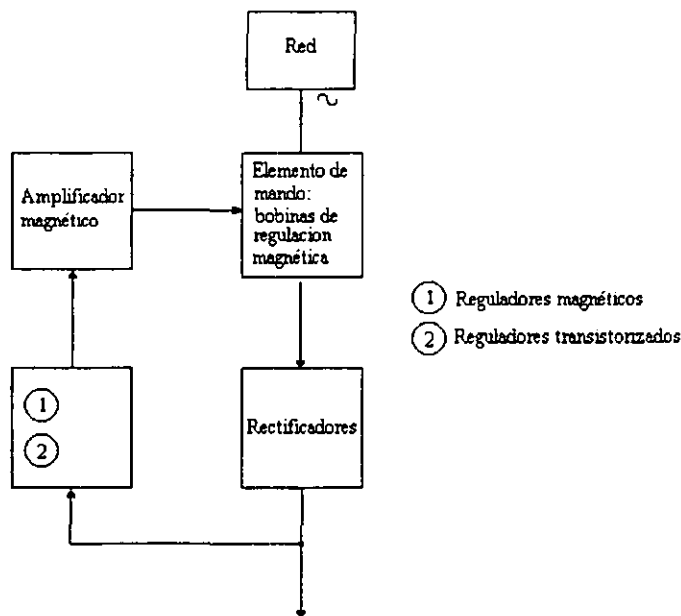


Fig. No. 3 Rectificador con regulación magnética

Con el dominio del comportamiento de los monocristales surgieron, alrededor de 1948, los primeros semiconductores monocristalinos- diodos y transistores de germanio- (inventados por J. Bardeen, W. H. Brattain y W. Shockley en Estados Unidos). Con estos semiconductores estaban dadas las condiciones para incorporar en los rectificadores, posteriormente, reguladores transistorizados en lugar de los magnéticos.

Esta innovación técnica se hizo realidad en 1960, construyéndose rectificadores de regulación magnética utilizando reguladores transistorizados (fig. 3-2), con los cuales se logró mejorar el comportamiento de la regulación. Aun hoy se sigue construyendo, sin mayores modificaciones, esta clase de rectificadores.

En la Figura 4 se ilustra el ejemplo de un rectificador con regulación magnética funcionando en servicio de conmutación y con derivación en la batería. En servicio normal, el rectificador

principal alimenta a los equipos de telecomunicaciones, en tanto que la baterías se alimentan por la acción conjunta del rectificador principal y el auxiliar. Cuando se interrumpe el suministro de energía de la red eléctrica, por medio del relevador de descarga de la batería, ésta es conectada a los equipos de telecomunicaciones. Durante el tiempo de conexión del relevador (unos 100 ms) se alimenta a los equipos de telecomunicaciones a través del diodo derivador con la corriente que le suministran 26 elementos de la batería. De esta manera se asegura el suministro de energía sin interrupciones mientras se opera la transición del servicio alimentado por la red al de alimentación por batería.

Para pequeñas y medianas centrales privadas, además de los rectificadores con regulación magnética se utilizaban otros sin regulación y controlados por fase.

Se construían rectificadores con control por fase para valores de corrientes entre 1.5 y 25 A.

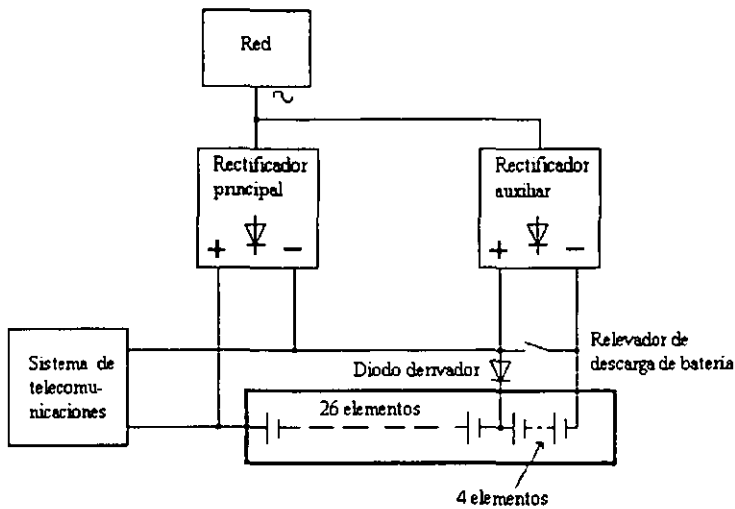


Fig. No 4 Servicio conmutado con derivación en la batería para sistemas de 60 V

Los rectificadores con control por fase (fig. 5) eran del tipo "autocontrolado", al igual que los rectificadores con regulación magnética, mantenían a la tensión continua de salida constante dentro de los márgenes de tolerancia prefijados, pese a las variaciones de la tensión de la red eléctrica o la carga variable producida por los equipos de telecomunicaciones. Las variaciones en la frecuencia de red eléctrica, en cambio, alternaban el valor de la tensión de salida.

A partir de 1955 surgieron componentes semiconductores monocristalinos basados en el silicio, o sea, los diodos y transistores de silicio.

El diodo de silicio presenta, frente al de selenio, una tensión inversa más elevada, mayor carga admisible y una curva característica más empinada. En virtud de estas características



mas favorables, los equipos con regulación magnética posteriormente fueron construidos utilizando rectificadores de silicio.

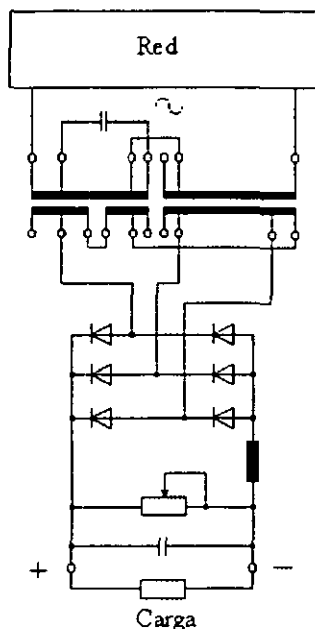


Fig. No. 5 Esquema de un equipo rectificador con control por fase

En 1956, una variante del transistor, el rectificador controlado de silicio (Silicon Controlled Rectifier - SCR) fue desarrollada por Moll, Tanenbaum y otros en los Estados Unidos. En la República Federal de Alemania en los comienzos se le denominó "compuerta de silicio" pero a partir de los años 60's se le conoce como tiristor. La técnica de rectificación experimentó un giro significativo desde la incorporación del tiristor y en la actualidad es el componente dominante de la electrónica de potencia.

Cuando en 1965 fueron construidas las primeras centrales privadas medianas, ya fue posible utilizar rectificadores tiristorizados que aun hoy se hallan disponibles en estas instalaciones para corrientes de 3, 5, 10 y 16 A.

En el año 1973 se lanzó al mercado un rectificador tiristorizado de 48 V, 40 A. Para 1974 se desarrollan aun más estos elementos incrementando su soporte de corriente hasta 1000 A.

Circuitos integrados se encuentran disponibles para rectificadores desde 1976. Con el desarrollo de los transistores de potencia se construyeron en 1977 las primeras fuentes de alimentación conmutadas que encuentran actualmente aplicación en los nuevos equipos de las redes telemáticas.

En los últimos años se fueron agregando: transistores de potencia de efecto de campo - MOS, módulos especiales y tiristores de conmutación rápida, como p. ej. los tiristores de corte (GTO). En los circuitos de regulación y en los módulos de control se utilizan cada vez más circuitos integrados digitales. En cambio, el procesamiento de la información se efectúa actualmente con el uso de microprocesadores. Todos estos componentes posibilitan la construcción de equipos de menor peso y volumen así como mayor rendimiento y menor generación de ruidos.

Actualmente resulta posible mantener las tensiones continuas de salida de los equipos rectificadores dentro de tolerancias de  $\leq \pm 0.5\%$ ; sin embargo, en las modernas redes telemáticas no se requieren márgenes de tolerancia tan estrechos, salvo para la batería conectada en paralelo.

Debido al comportamiento dinámico de los rectificadores ante bruscas variaciones de la carga o de la tensión en la línea, resulta necesario añadir un margen de tolerancia de  $\pm 4\%$ . Cuando se alimenta a una red telemática por batería, la tensión de servicio es función de la curva característica de descarga de esta batería. En caso que, aun así, se requieran valores de tensión con márgenes de tolerancia más estrechos (p. ej. 61 V  $\pm 1\%$ ), se deberá conectar adicionalmente un circuito compensador.

Los avances tecnológicos en materia de sistemas de alimentación hacen posible las mejoras de los ya empleados, conformando de esta manera sistemas que nos brinden la mejor prestación del servicio eléctrico para los equipos de las redes telemáticas. La figura 6 mostrada a continuación, brinda una vista general de las fuentes de alimentación usadas en las redes telemáticas.

Como podemos ver, consta de tres niveles:

#### 1.- La red y los equipos que la reemplazan

En general se obtiene la energía eléctrica requerida de la red pública. Como en la misma pueden ocurrir interrupciones del suministro de energía se utilizan equipos fijos o móviles que la reemplazan, éstos proveen tensión alterna monofásica o trifásica. Además de cortes de energía se pueden producir otras perturbaciones, como por ejemplo:

- interrupciones en alguna de las fases,
- variaciones inadmisibles de la tensión o frecuencia,
- armónicas de orden superior con amplitudes inadmisibles.

#### 2.- Tableros de red y de distribución,

Se consideran como tales a los equipos utilizados para conectar, desconectar, conmutar, proteger, medir y distribuir la energía eléctrica de la red. Las fuentes de alimentación de pequeña potencia se pueden conectar a la red mediante tableros de distribución. en cambio las de mayor potencia se deben conectar a tableros de red.

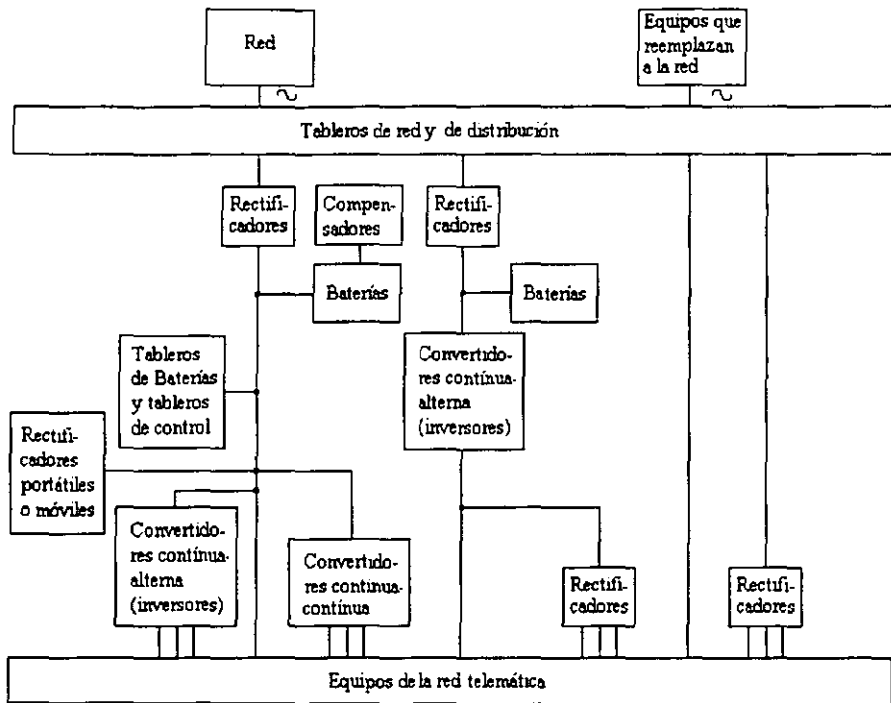


Fig. No. 6 Las fuentes de alimentación usadas en las redes telemáticas

### 3.- Las fuentes de alimentación

En las fuentes de alimentación de las redes telemáticas se emplean cuatro clases básicas de convertidores de energía eléctrica que contienen elementos semiconductores (ver apéndice B):

A) Rectificadores.- convierten corriente alterna en continua; la energía fluye del sistema de alterna al de continua;

B) Convertidores continua-continua también conocidos como convertidores CC/CC: convierten una tensión continua de determinado valor y polaridad a otra tensión de distinto valor constante (o variable) e igual (o diferente) polaridad. La clasificación correspondiente para estos convertidores en cuanto a tensión: convertidores CC/CC reductores y convertidores CC/CC elevadores. Se consideran a los convertidores como reductores (son los más usuales) cuando la tensión de salida es menor que la de entrada. En los convertidores elevadores (utilizados principalmente en equipos con alimentación por energía solar) la relación es la inversa. Existen también convertidores que son reductores y elevadores.

C) Equipos convertidores continua-alterna (inversores): convierten corriente continua en alterna; la energía fluye del sistema de continua al de alterna.

D) Convertidores alterna-alterna: convierten una corriente alterna de una tensión, frecuencia y número de fases dadas en otra corriente alterna de otra tensión, y/u otra frecuencia y/u otro número de fases.

El sistema de alimentación que requiere la red telemática se divide en dos grupos, uno de ellos llamado fuente de alimentación centralizada y el otro conocido como fuente de alimentación descentralizada; ambos emplean los convertidores estudiados en párrafos anteriores.

### *1.1 - Alimentación centralizada de corriente eléctrica*

Los equipos rectificadores de las fuentes de alimentación centralizadas deben proveer energía a los equipos de la red telemática, convertidores continua-alterna (inversores), baterías y convertidores continua-continua. La tensión alterna de la red, o la generada por los equipos que la reemplazan, es rectificadora por medio de equipos con etapas de potencia conformadas por tiristores o transistores. Junto con las baterías y, eventualmente, los equipos que reemplazan a la red, los rectificadores deben conformar una fuente que asegure a los sistemas de la red telemática la alimentación de corriente continua ininterrumpida.

Las clases de servicio de alimentación de corriente continua que se presentan a continuación deben ser evaluadas para considerar cual de ellas es aplicable a las redes telemáticas:

#### *Servicio con baterías*

En el servicio con baterías ("servicio de carga-descarga") se requerían siempre dos baterías (fig. 1); mientras una de las baterías proporciona la alimentación a los equipos de la red telemática (proceso de descarga), se carga a la otra. A determinados intervalos se intercambian las funciones de las baterías.

En la actualidad se utiliza el servicio de baterías (junto con convertidores de energía) únicamente cuando en las instalaciones se debe garantizar, en caso de falla de la red, la alimentación de corriente alterna, ya que el rendimiento de la batería es relativamente bajo y especialmente elevadas las exigencias a que se ve sometida.

#### *Servicio con rectificadores*

En el servicio con rectificadores también llamado de alimentación directa no se utiliza ninguna batería. Los equipos de la red telemática son alimentados con corriente continua mediante rectificadores desde la red, puesto que se tiene una conexión en serie (fig. 7).

La alimentación se interrumpe durante una falla de la red o del rectificador. Cuando retorna la tensión de red, el rectificador se conecta automáticamente. Se utiliza esta clase de servicio en equipos de la red telemática pequeños a medianos, cuando ocasionales interrupciones de este servicio son aceptables.

#### *Servicio en paralelo*

Si se requiere que, aun en caso de faltar energía de la red o de otras perturbaciones, los equipos de la red telemática sigan funcionando sin restricciones, se debe prever una reserva de energía (preferentemente en forma de una batería de plomo). En la modalidad de servicio en paralelo el rectificador, la batería y los equipos de la red telemática se encuentran

permanentemente conectados en paralelo (fig. 8). Al fallar la alimentación del rectificador, la batería sigue suministrando energía a los equipos sin interrupción alguna hasta que el rectificador vuelva a funcionar (cuando retorna la energía de la red). Cuando queda restablecido su servicio no solo alimenta a los equipos de la red telemática, sino también carga a la batería.



Fig. No. 7 Servicio con rectificadores

Las ventajas de servicio en paralelo residen en el ya mencionado cambio de suministro sin interrupciones ni elementos adicionales para la conmutación; además la batería absorbe en este caso los picos de carga. En el servicio en paralelo se diferencia entre servicio tampón y servicio en paralelo con disponibilidad inmediata.

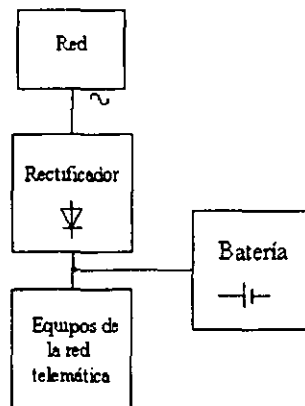


Fig. No. 8 Servicio en paralelo

En el servicio tampón, si bien el rectificador cubre el consumo promedio de los equipos de la red telemática, no puede hacerlo con los picos de carga. En este caso, la batería suministra la corriente que excede a la nominal del rectificador. Cuando se reduce el consumo (fuera de las horas de mayor tráfico) el rectificador suministra a la batería una corriente de carga (o de compensación); o sea que se utiliza a la batería en forma alternada, ya sea para suministrar la corriente adicional requerida o para cargarla. En esta clase de servicio puede suceder que no se disponga de la plena capacidad de la batería, lo cual significa menor tiempo de reserva en caso de falla de la red, salvo que se instale una batería de mayor capacidad, adecuada al tiempo de reserva requerido. Con servicio tampón se acorta la vida útil de la batería; por eso se prefiere en la actualidad la segunda variante: servicio en paralelo con disponibilidad inmediata.

En el servicio en paralelo con disponibilidad inmediata, el rectificador suministra siempre toda la energía requerida por los equipos de la red telemática. Además le suministra a la batería una "corriente de carga de mantenimiento". Por eso, ante una falla de la red o del rectificador, la batería dispone de su plena capacidad- siempre que el tiempo transcurrido entre su anterior utilización y posterior nueva descarga hubiese alcanzado para cargarla.

Cuando, en casos excepcionales, el sistema de telecomunicaciones requiere repentinamente una corriente mayor que la nominal del rectificador, esta es suministrada por la batería. En tal caso, la clase de servicio en paralelo con disponibilidad inmediata pasa, transitoriamente, al servicio tampón.

Las ventajas del servicio en paralelo con disponibilidad inmediata con respecto al servicio en tampón son:

Vida útil más prolongada de la batería debido a la permanente carga de mantenimiento,  
La batería en servicio normal esta siempre con carga completa; por eso siempre puede tomarse como base la capacidad calculada.

### *Servicio de conmutación*

En servicio normal, un rectificador alimenta a los equipos de la red telemática y otro a la batería (Fig. No. 9). La batería se conecta con los equipos de la red telemática sólo cuando ocurre una falla en la red, en cuyo caso esta batería suministra la energía al sistema.

El servicio de conmutación se clasifica a su vez en:

Servicio de conmutación con interrupción.- La alimentación de los equipos de la red telemática se interrumpe brevemente tanto cuando se conmuta a la alimentación por batería como cuando se pasa nuevamente a la alimentación por la red. Esta clase de servicio se utiliza rara vez en la práctica debido a que en la mayoría de los casos no es admisible una interrupción.

Servicio de conmutación sin interrupción.- por razones obvias es la clase de servicio más utilizada en las redes telemáticas.

Los valores nominales de las tensiones continuas que suministran los rectificadores en la alimentación centralizada son: 48 y 60 V.

Los consumidores de corriente continua se protegen con módulos de supervisión electrónica contra sobretensiones o tensiones insuficientes que afectarían al servicio normal.

Cuando el equipo rectificador deja de suministrar energía, se puede asegurar la continuidad del servicio utilizando baterías (ver "2.5 Baterías" del capítulo 4).

Existen también fuentes de alimentación portátiles y móviles con las mismas características técnicas que los equipos fijos y que pueden reemplazar a éstos.

Si los equipos de la red telemática requieren una alimentación de corriente alterna, se utilizan convertidores continua-alterna (inversores). Junto con las baterías y los rectificadores se conforma una instalación centralizada capaz de asegurar una alimentación de corriente alterna libre de interrupciones.

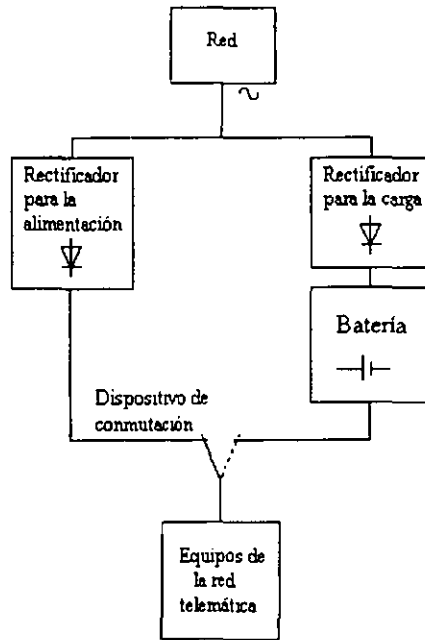


Fig. No. 9 Servicio de conmutación normal con dispositivo de conmutación.

En el caso de una falla de la red, un circuito compensador conectado en serie con la batería y alimentado por la misma, suministra una tensión adicional que se incrementa gradualmente. Los equipos de la red telemática reciben así, pese a la tensión de batería decreciente, una alimentación dentro de los márgenes de tolerancia admisibles.

Se debe diferenciar entre los tableros de baterías con panel de control y aquellos que no lo poseen. En los primeros no sólo se hallan los circuitos de potencia, sino todo el

control, la supervisión y señalización del equipo de alimentación. Para estos equipos de alimentación no se requiere un panel de control centralizado.

En los tableros de baterías sin panel de control se tienen únicamente los circuitos de potencia. Cada batería debe tener su propio tablero: además se requiere un panel de control centralizado por cada instalación. En el mismo se ubica todo el control, la supervisión y señalización del equipo de alimentación.

Los equipos de alimentación pequeños o medianos se podrán conformar también sin tableros de baterías, paneles de control ni circuitos compensadores. Algunas instalaciones hasta se suministran sin baterías.

### *1.2.- Alimentación descentralizada de corriente eléctrica*

En los modernos equipos de las redes telemáticas se requiere una serie de tensiones de alimentación de valores generalmente bajos (p- ej. 5, 12 y 24 V) con estrechas tolerancias y diferentes polaridades, las cuales se obtienen de la tensión de alimentación centralizada (p. ej. 48V) - en este caso la tensión de transporte de energía (48 y 60 V).

El suministro en forma centralizada de las diferentes tensiones parciales sería antieconómico, puesto que cada tensión parcial debería poseer sus conductores propios, además, para tensiones de alimentación bajas, la corriente se incrementa y con ella la caída de tensión en los conductores. Ello implicaría un sistema de distribución innecesariamente sobredimensionado.

En caso de ampliación de la red telemática, una alimentación descentralizada podrá "crecer" junto con el mismo. Cabe agregar que en una alimentación descentralizada las perturbaciones tienen un alcance de propagación mucho menor.

Las tensiones parciales requeridas por los sistemas de alimentación descentralizada se pueden obtener con los convertidores de energía eléctrica mencionados en la página 70.

En lo que respecta al convertidor CC/CC del tipo reductor se hizo una breve descripción de su funcionamiento dentro de las fuentes de alimentación centralizada ya que tiene aplicación muy importante dentro de éstas (del rectificador de la alimentación centralizada se obtiene la tensión continua para el convertidor CC/CC de la alimentación descentralizada); un transistor conmutador rápido convierte a esta tensión continua en una onda cuadrada. Por medio de un transformador se modifica convenientemente la amplitud de la onda cuadrada que a continuación es rectificadas y filtrada, la tensión continua se estabiliza variando el ciclo de trabajo (control del ancho de los pulsos) del transistor conmutador.

Las tensiones de alimentación a la entrada de los convertidores de continua tienen márgenes de tolerancia muy amplios y en general aceptan tensiones entre 40 y 75 V. Las tensiones de salida en cambio - como ya se explicó - se mantienen en los valores de las tensiones parciales requeridas, con márgenes de tolerancias muy estrechos.

En determinados casos se requieren inversores que a partir de la tensión continua de transporte de la alimentación centralizada suministren tensión alterna que se utiliza para alimentar equipos periféricos como p. ej. impresoras y memorias

A los rectificadores con regulación por transistores (etapa de potencia) se les conecta a los inversores de la alimentación centralizada o directamente a la red eléctrica pública.



## 2.- Tipos de alimentación posibles

Las instalaciones que conforman una red telemática requieren de energía eléctrica para su funcionamiento; la manera de obtener la alimentación depende en gran medida de la ubicación geográfica de la red telemática, ya que en la mayoría de los casos se encuentra disponible en las cercanías.

En los lugares donde no es rentable el suministro de la energía eléctrica desde un punto distante -por ejemplo, instalación de repetidores de señal, regeneradores, etc.- se tendrá que recurrir a generarla en el punto de su utilización.

Se llama planta de generación a toda estación que transforma energía primaria dada en forma de energía utilizable. En el estado actual de avance de la técnica en cuanto a la forma de producción de energía eléctrica y campo de utilización de la misma, las plantas de generación se clasifican:

*2.1.- Según la función que desempeñan dentro del sistema eléctrico al cual pertenecen: de servicio general, de base o primaria, secundaria o auxiliar.*

- La planta general es de capacidad y características de generación tales que le permiten cubrir todas las demandas de carga que recibe, máximas y mínimas, diarias y estacionales, sin requerir suministros adicionales. Esta es una modalidad que puede existir sólo en las plantas hidráulicas y que sólo pueden cumplir éstas cuando el caudal mínimo obtenible de la fuente es mayor o igual al requerido para la generación de la carga máxima de consumo en cualquier momento. Para que este tipo de plantas sea económico debe estar provisto de un embalse de regulación diaria, estacional o anual
- Planta primaria, llamada también de base, es la que puede suministrar una carga constante y continua, o básica, durante el año, siendo las variaciones de carga situadas por encima del nivel de generación de esta planta cubiertas por otros suministros eléctricos.
- La planta secundaria o de picos es una de generación esencialmente variable y esta destinada a cubrir los picos de carga de la curva de consumo.
- La planta auxiliar, como su nombre lo indica, esta destinada a prestar ciertos servicios limitados, tales como energía para el equipo de construcción de una planta principal, el alumbrado de ésta durante su explotación, el de suministro de corriente continua o directa para excitación de los alternadores, carga de baterías, válvulas, grúas, bombas de trasiego de aceite, achicamiento de carcamos y tuberías, etc.

*2.2.- Según la clase de corriente que generan*

Una planta puede ser de corriente continua o directa (c.d.), de corriente alterna (c.a.) o de conversión

Las plantas de c.d. son en general de poca capacidad y de uso limitado a tranvías y ferrocarriles eléctricos, industrias electrónicas, equipo de computo y servicios de comunicaciones. Además, como la energía de c.d. no es transportable económicamente a distancias apreciables, por lo general cuando se requieren suministros de c.d. la solución más económica consiste en transportar la energía en forma de c.a. al área de consumo, en donde, para su utilización, es convertida en corriente continua.

Se comprende porque la casi totalidad de la energía generada en plantas eléctricas es de c.a. la cual puede ser elevada a un voltaje conveniente para ser transportada prácticamente a cualquier distancia, sin pérdidas que hagan su consumo antieconómico.

Las plantas de conversión no son generadoras, se limitan únicamente a recibir c.a. transportada desde una planta generadora o estación transformadora, para convertirla en c.d. por medio de convertidores u otras máquinas de rectificación.

Es importante aclarar que el problema fundamental del transporte de c.d. reside en la elevación de la tensión a un valor suficientemente alto para hacer su conducción económica y en la reducción de pérdidas de potencia.

### *2.3.- Según la clase de energía primaria que transforman.*

#### *2.3.1.- Eólicas*

La tecnología actual de la energía eólica se ha desarrollado notablemente partiendo de los sencillos molinos agrícolas del pasado, hasta las modernas turbinas generadoras de electricidad.

Actualmente la industria eólica considera a esta fuente de energía no como un alternativa, sino como un recurso renovable viable y eficiente. Como prueba, la industria menciona que las aeroturbinas generan tanta energía como la producida por un reactor nuclear de dimensiones medianas o una planta de energía de carbón (considerando el hecho de que las aeroturbinas pueden costar una tercera parte menos en su operación, mantenimiento y necesidades de combustible).

Aunque hay diversos tipos de aeroturbinas en operación en todo el mundo, se pueden dividir en dos categorías generales, con base en la orientación del eje del rotor: de eje horizontal y de eje vertical. Ambos tipos pueden transformar energía eólica en movimiento mecánico o electricidad.

Algunas turbinas más modernas operan a velocidades variables, con rotores que pueden ajustarse según la velocidad del viento, permitiendo así que la turbina funcione ante una gran variedad de condiciones eólicas. Las turbinas de velocidad variable todavía son poco comunes, pero se espera que sean la tecnología del futuro.

Las turbinas no pueden funcionar con cualquier velocidad del viento. Algunas no pueden operar con vientos lentos y la mayoría no puede trabajar con vientos arriba de cierta velocidad, pues se apagan cuando las condiciones eólicas no son apropiadas. Esto puede hacerse de manera manual, o automática con algunas de las turbinas computarizadas más modernas.

En la actualidad, las compañías públicas y privadas por igual construyen grupos de aeroturbinas en un sitio para aprovechar la energía eólica en forma colectiva, creando así una planta de energía.

#### *2.3.2 - Solares*

La energía solar puede convertirse directamente en energía eléctrica mediante celdas solares (fotovoltaica). El término "fotovoltaica" se deriva de "foto" (luz) y "voltaico" (producir una corriente eléctrica).

El componente básico de un sistema fotovoltaico es la celda solar, que debe hacerse de un material semiconductor. Aunque es posible usar muchos materiales, el más común es una clase de silicio que es muy abundante (forma parte de más de un cuarto de la corteza terrestre).

Las celdas solares son de forma rectangular o circular, el funcionamiento es como sigue: cuando la luz del sol calienta su superficie, los electrones se separan de los átomos y generan un flujo de corriente eléctrica (Fig. No. 10). Los contactos metálicos en las partes superior e inferior permiten que la corriente fluya a través de un circuito externo para producir la energía eléctrica. La cantidad de electricidad producida por un dispositivo depende de la cantidad de luz solar a la que esta expuesto y de la eficiencia del mismo.

Las celdas solares son modulares, es decir, que pueden ponerse juntas muchas para formar grandes unidades, produciendo grandes cantidades de energía. Las celdas se unen mediante cables y se montan en una estructura para formar "módulos" los cuales, a su vez, pueden unirse para formar "redes".

La electricidad reunida puede usarse directamente en las instalaciones que empleen corriente directa que es precisamente la que producen las celdas solares o en su defecto se puede convertir en energía eléctrica de corriente alterna.

La energía eléctrica que generan los módulos se vería desaprovechada si no se cuenta con un sistema de control adecuado.

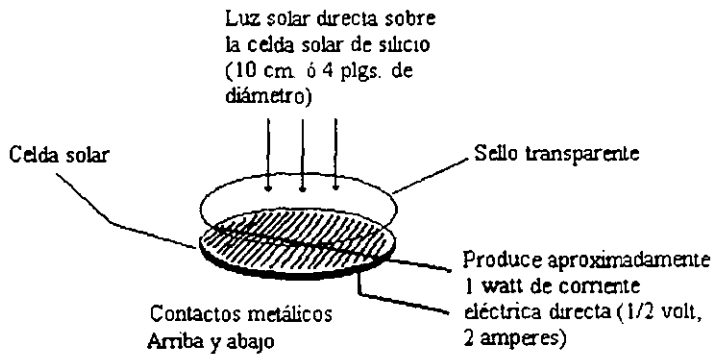


Fig. No. 10 Celda solar

El controlador tiene como función principal proteger al banco de baterías contra sobrecargas y descargas excesivas, proporcionando así una mayor independencia y confiabilidad a todo el sistema fotovoltaico. Permite una eficiente conducción y control de la energía proporcionada por el módulo hacia el banco de baterías. La experiencia ha demostrado el gasto extra que se ha tenido que hacer en sistemas instalados, por no contar en un principio con un controlador de carga solar, en donde se han tenido que sustituir desde los acumuladores (en menos de 6 meses), hasta los aparatos (cargas) utilizados (en algunos casos bastante costosos).

Después de un análisis, los sistemas fotovoltaicos solares, son costeables. Esto es más obvio para aplicaciones en zonas remotas, pero pueden estar en donde las líneas de la CFE están

cerca al sitio. En estos casos un sistema fotovoltaico pequeño puede tener menor costo de instalación de energía convencional hasta el sitio en donde se requiera.

El mantenimiento que se le realiza a los sistemas fotovoltaicos es del tipo preventivo, éste se limita tan sólo a checar y reemplazar electrolito en las baterías, y limpiar la superficie del arreglo.

Sin requerir combustible, un sistema fotovoltaico es inmune a sus precios, a sus problemas de transportación y a la incertidumbre de la disponibilidad del combustible. En muchos sitios donde previamente consideraron impráctico un sistema fotovoltaico, ven ahora la factibilidad de suplir combustible por medio de esta energía, debido a que día a día se mejoran los métodos de fabricación y por consecuencia bajan de precio.

Un sistema fotovoltaico genera corriente directa pura, ya que no cuenta con partes en rotación, ni conmutación o anillos deslizables. Algunos equipos de control de regulación que se aplican en sistemas de telecomunicaciones están diseñados para no provocar interferencias en la señal. Como resultado tenemos una transmisión o recepción libre de interferencias mediante la fuente de energía. La interferencia provocada por otros tipos de energía los hace requerir de costosos filtros.

Los módulos fotovoltaicos pueden arreglarse en sistemas híbridos, con otras fuentes de energía en situaciones donde requieran complementarse, aumentando la confiabilidad y el costo efectivo. Para ciertas instalaciones un sistema fotovoltaico retroalimenta al sistema híbrido al agotarse el combustible del generador. En sistemas híbridos típicos, la carga es soportada por el sistema fotovoltaico todo el tiempo excepto durante largos periodos de nublados intensos. Los controladores de los sistemas de energía solar, seleccionan y activan el tipo de energía apropiada en estos sistemas, minimizando el consumo de combustible y maximizando la eficiencia del sistema.

La mayoría de los sistemas fotovoltaicos incluyen un banco de baterías, el cual permite el almacenamiento de la energía generada, para tenerla disponible cuando sea requerida. Cuando se requiera baterías para un sistema fotovoltaico se deben considerar los aspectos técnicos, ya que estos pueden ser factores de peso al tomar una decisión.

Es muy importante adquirir baterías diseñadas para aplicaciones fotovoltaicas, en donde se proporciona el valor de capacidad exacta en ampere-hora.

La aplicación de sistemas fotovoltaicos en telecomunicaciones es la más amplia y una de las de más rápido desarrollo. Proveen energía a cientos de instalaciones que trabajan tanto con baja potencia como de varios kilowatts, donde se incluyen:

- Estaciones repetidoras, remotas de radio de microondas, frecuencias VHF y UHF. Estaciones base de radio remotas, incluyendo servicios de salud rurales y radioteléfonos en casas de campo
- Aplicaciones en telemetría, tales como: estaciones de monitoreo de clima, sistemas perimetrales de seguridad.
- Monitoreo y control de procesos incluyendo recepción y transmisión de datos, cierre de válvulas y otros controles remotos.
- Estaciones base de satélite y antena parabólica receptora de enlace.

**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

### 2.3.3.- *Termoeléctricas*

Las plantas termoeléctricas o más comúnmente llamadas térmicas, son aquellas en las que se emplea un conjunto de elementos electromecánicos llamado turbina-generator o turbogenerador en el que se recibe la energía primaria para convertirla a energía mecánica de rotación de turbina y en energía eléctrica a través de la acción conjunta de los campos eléctrico y magnético del generador. Según el fluido de acción en las turbinas y la disposición del equipo de generación, estas plantas se clasifican a su vez en plantas de vapor y plantas de gas.

En lo que respecta a las plantas termoeléctricas de vapor, en la figura siguiente se representa el esquema a bloques de las partes principales que la componen.



Fig. No. 11. Proceso de conversión de energía

El principio fundamental de conversión de energía es el siguiente:

En el generador de vapor la energía química contenida en el estado potencial del combustible se transforma en energía térmica por medio de un proceso llamado combustión, la energía térmica así obtenida constituye la energía interna del vapor generado el cual constituye el fluido activo que determina el accionamiento de la turbina transformándola en energía mecánica que se aplica al generador, que la transforma finalmente en energía eléctrica. Visto de otra forma, con ayuda del esquema siguiente podemos ver el proceso que se lleva para obtener la energía eléctrica:

Donde:

- T. V. = Turbina de vapor
- G = Generador
- B = Bomba de alimentación
- CA = Caldera o generador de vapor
- K = Condensador

Como podemos ver, el condensador y la bomba de alimentación son también elementos necesarios de una planta térmica. La función de cada uno de ellos es, para el primero, enfriar el vapor que mueve a la turbina hasta un punto en el que éste se hace líquido nuevamente y bombear o impulsar el agua obtenida de la condensación hacia la caldera para obtener nuevamente el vapor que moverá a la turbina.

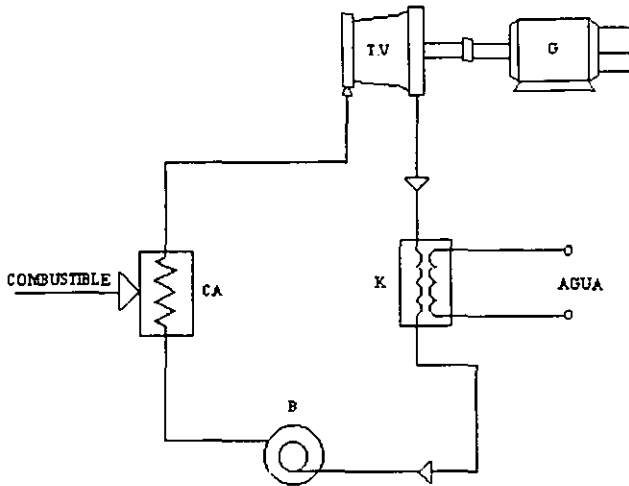


Fig. No. 12 Esquema de las partes que componen una planta termoeléctrica

En las plantas termoeléctricas con turbinas de gas se usan los productos de la combustión como fluido motor (sin pasar por la etapa del generador de vapor) para entregar potencia mecánica a un árbol giratorio. Los combustibles empleados en las turbinas de gas pueden ser en general líquidos o gaseosos, por lo que, es importante que los productos de la combustión no dejen depósitos de carbono o bien no produzcan combustión en los álabes del rotor de la turbina a las altas temperaturas de operación. Los puntos comparativos con las plantas termoeléctricas de vapor se resumen en:

- No ocupan mucho espacio y tienen un consumo de agua reducido.
- En cuanto a operación, ofrecen un arranque rápido y simplicidad de maniobra.
- La potencia máxima desarrollada es menor y su rendimiento es en ocasiones inferior.
- Puede funcionar con derivados del petróleo y gas natural (siendo el consumo mucho mayor que la de vapor).
- Son básicamente apropiadas como servicio de reserva en situaciones de emergencia ya que la capacidad de generación es casi inmediata.

#### 2.3.4.- Hidroeléctricas

El funcionamiento de las centrales hidroeléctricas ó hidráulicas se basa en el aprovechamiento de la energía cinética proporcionada por el agua, que al caer sobre los álabes de una turbina, da a esta última un movimiento mecánico de rotación que se transmite a un generador eléctrico.

La mayoría de las veces se tiene la necesidad de crear en forma artificial el desnivel necesario a la masa de agua, ya que muy rara vez se tiene la disponibilidad de una caída natural que permita la inmediata instalación de las turbinas, con este propósito se construye una presa constituida por un muro fabricado de concreto, el cual detiene el curso del agua y

provoca la formación de un lago artificial que proporciona elasticidad al servicio permitiendo regular en cualquier momento el consumo de agua en base a la demanda de energía. Para obtener corriente eléctrica, hay que dirigir el agua por medio de un conducto de derivación, canales y un conducto forzado hasta las turbinas (máquinas constituidas por una corona fija y una rueda móvil o rotor) que están situadas a un nivel inferior y acopladas a grandes alternadores.

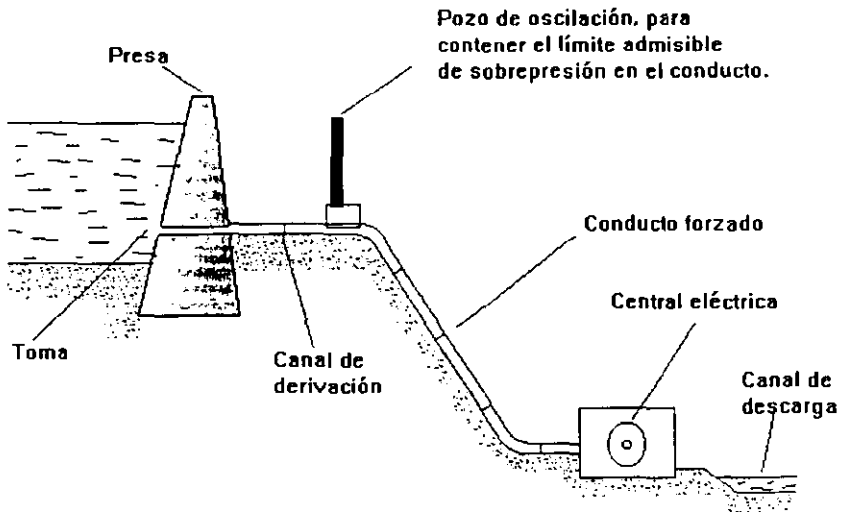


Fig. No. 13 Constitución de una central hidroeléctrica.

Sus instalaciones se pueden clasificar de acuerdo a su salto y capacidad. En cuanto al salto, son de baja caída para alturas menores de 50 metros, media caída para alturas comprendidas entre los 50 y 250 metros, y de alta caída para alturas superiores a los 250 metros. Por su capacidad se dicen de baja capacidad para gastos hasta  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , de media capacidad entre  $10$  y  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , y por último las de gran capacidad para gastos mayores de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Estas centrales proporcionan dos tipos de servicios. El servicio con carga base que suministra energía de una manera continua con una carga prácticamente constante y el servicio de carga pico que proporciona la energía en horas de mayor demanda.

### 2.3.5.- *Nucleoeléctricas*

El funcionamiento de las plantas nucleoeléctricas se basa en el empleo del uranio en forma natural. El uranio como fuente primaria de energía se debe someter a todo un proceso con el cual se puede obtener finalmente la energía eléctrica. Siendo el proceso del uranio algo tan complejo, es necesario entender algunos conceptos básicos de física:

Primeramente, el uranio está formado por átomos, en donde cada uno de ellos están formados por un núcleo alrededor del cual giran los electrones, el núcleo a su vez está

formado de dos partículas diferentes que son los protones (+) y los neutrones (sin carga). Los electrones que giran alrededor del núcleo tienen carga negativa y son de igual número que protones por lo que la carga neta de un átomo es cero.

El uranio natural está conformado por dos isótopos (núcleos de uranio con diferente número de neutrones), el U235 (92 protones, 143 neutrones) y U238 (92 protones, 146 neutrones) que conforman el 0.7% y 99.3% del total de uranio natural, respectivamente.

Un proceso conocido como fisión nuclear es aplicado para separar núcleos considerados pesados como lo es el caso del uranio U235 en dos núcleos de masas medianas, éste se realiza bombardeando con neutrones a los átomos de uranio (Fig. No. 14a), por cada choque se obtienen 2 ó 3 neutrones que pueden provocar otras fisiones realizando así una reacción en cadena (Fig. No. 14b). Es necesario el empleo de un moderador que se encargue de reducir las grandes velocidades a las que son desplazados los neutrones producto de las fisiones ayudando así a aumentar la probabilidad de choque con otros átomos de U235. El dispositivo capaz de producir fisión nuclear de U235 es llamado reactor nuclear.

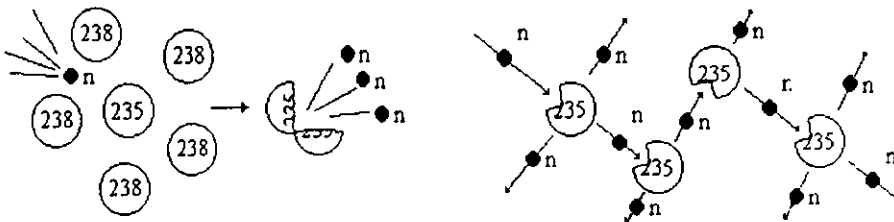


Fig. No. 14 a) Reacción del uranio 235

b) Reacción en cadena

El principio básico que sigue la producción de energía eléctrica por una central nucleoelectrónica es el mismo que para una termoelectrónica: el calor producido hace que el agua se transforme en vapor de agua que se envía a la turbina de vapor, ésta a su vez acciona mecánicamente al generador eléctrico obteniéndose finalmente la energía eléctrica. En la central termoelectrónica convencional el calor proviene de la combustión en el generador de vapor (caldera), en tanto que en la central nuclear proviene de la fisión de los núcleos de uranio dentro del reactor, que es el dispositivo en el cual se dispone de la energía calorífica obtenida de las transformaciones nucleares en forma controlada.

Como la parte que difiere de las centrales termoelectrónicas es el reactor nuclear (Fig. No. 15), a continuación se dará una descripción general de las partes que lo componen.

*El núcleo del reactor.* - Es la parte más importante y en donde se desarrolla la reacción en cadena, está conformado por:

\*El elemento combustible, generalmente tiene la forma de barras (de uranio natural) cilíndricas con 15 mm de longitud y unos 3 a 5 mm de diámetro y se colocan dentro de tubos metálicos que sirven como encamisado.

\*El moderador encargado de reducir la velocidad de los neutrones.



\*El refrigerante que puede ser líquido, gas o fluido utilizado como medio para sacar el calor que libera en el combustible por la reacción en cadena producida y que constituye el medio directo de producción del vapor, movido por la acción de una bomba o ventilador.

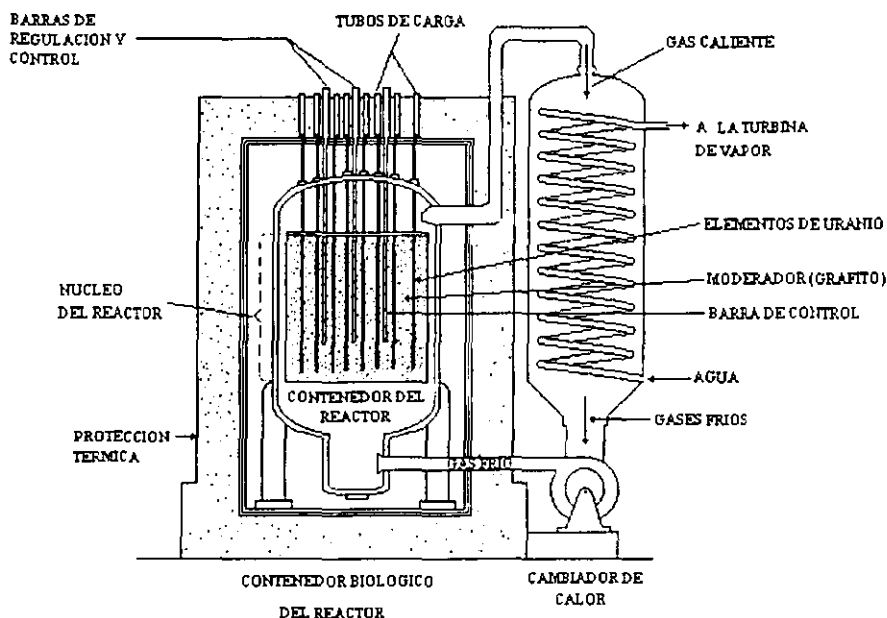


Fig. No. 15 Partes principales de un reactor

*Barras de regulación.* - Están constituidos por materia que absorbe neutrones y permiten controlar el desarrollo de la reacción en cadena.

*Sistema de regulación.* - sirve para mantener y regular la reacción en cadena en un nivel deseado y para detenerla en un momento dado si existen condiciones anormales en el núcleo, esta formada por barras de material que tienen la propiedad de capturar neutrones y apagar el reactor

*Sistema de contención.* - Esta constituido por los encamisados que contienen a las barras del material combustible, por una vasija y un contenedor.

La vasija es un contenedor hermético diseñado para resistir la presión interna del refrigerante y dentro del cual se encuentra instalado el núcleo del reactor, una parte del dispositivo de regulación y aparatos adicionales como bombas de circulación de agua, separadores de vapor y los secadores.

El contenedor generalmente es de concreto con varios metros de espesor para reactores que usan uranio natural como combustible y son moderados por grafito con enfriamiento por gas y que a su vez sirve como protección biológica contra las radiaciones.

### 3.- Sistemas de respaldo

Las pantallas de vídeo y las computadoras empleadas en las redes telemáticas requieren para su funcionamiento de corriente alterna, ésta se puede obtener ya sea directamente desde la red eléctrica pública o de sistemas de alimentación sustitutiva. Ante una falla del suministro de red se conmuta a una fuente de corriente alterna que se halla en disponibilidad o en marcha simultánea (Fig. No. 16), al quedar restablecido el suministro de red se conmuta nuevamente a la alimentación desde la red.

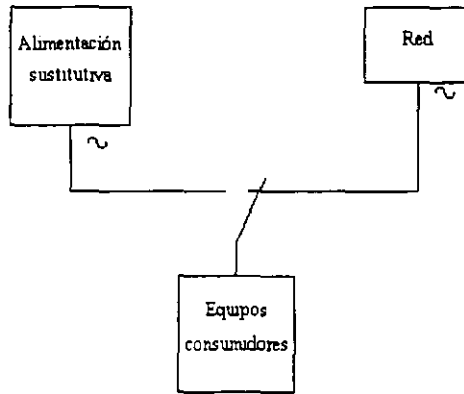


Fig. No 16 Servicio de conmutación de corriente alterna

Las instalaciones de alimentación de energía independientes de la red ocupan una posición especial entre las alimentaciones de menores potencias. Muchas veces se alojan en contenedores.

Los sistemas de respaldo empleados por las redes telemáticas se componen de uno o combinaciones de los siguientes elementos

Grupos electrógenos con motor de combustión interna, pequeñas turbinas a vapor, generadores térmicos, generadores solares y generadores eólicos.

Utilizando instalaciones híbridas se puede reducir el consumo de combustible y los gastos de mantenimiento. Se combinan p. ej. generadores eólicos y/o generadores solares con grupos electrógenos y bancos de baterías, así como los modernos sistemas de respaldo denominados UPS.

### 3.1.- Grupo electrógeno

Cabe aclarar que se hace uso del motor de combustión interna con el objeto de emplear su fuerza mecánica para mover generadores (Fig. No. 17), obteniéndose fuerza motriz eléctrica.

Su aplicación puede tener las siguientes variantes.

- 1.- En unidades generadoras portátiles, que pueden cambiarse de un lugar a otro en el que se necesite potencia eléctrica temporalmente.
- 2.- En unidades de reserva, normalmente ociosas, que pueden ponerse a funcionar cuando falle la estación central, y la interrupción se traduzca en pérdidas financieras o peligro (alumbrado de túneles, salas de operaciones, procesos industriales claves, redes telemáticas, etc.).

Las instalaciones que sustituyen a la red pública deben asegurar energía eléctrica sin limitaciones de tiempo, estas pueden estar formadas por un generador y motor de combustión interna (grupo electrógeno) o por estos mismos elementos y otros adicionales que permiten acelerar el tiempo de conmutación de la red eléctrica pública a la instalación sustitutiva.

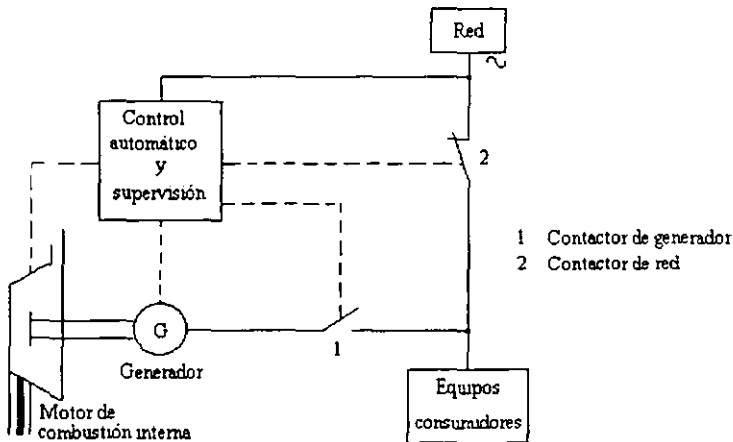


Fig. No. 17 Instalación sustitutiva del suministro de la red.

Es común llamar "instalación con disponibilidad rápida" al grupo electrógeno que entra en servicio de 0.2 a 0.3 seg. después de ocurrida la falla de energía (Fig. No. 18). En servicio normal, la red suministra energía a los equipos consumidores y a un motor asincrónico que hace girar al generador y al volante de inercia a una velocidad algo menor que la nominal. Un acoplamiento electromagnético permite separar al volante de inercia del motor de combustión interna.

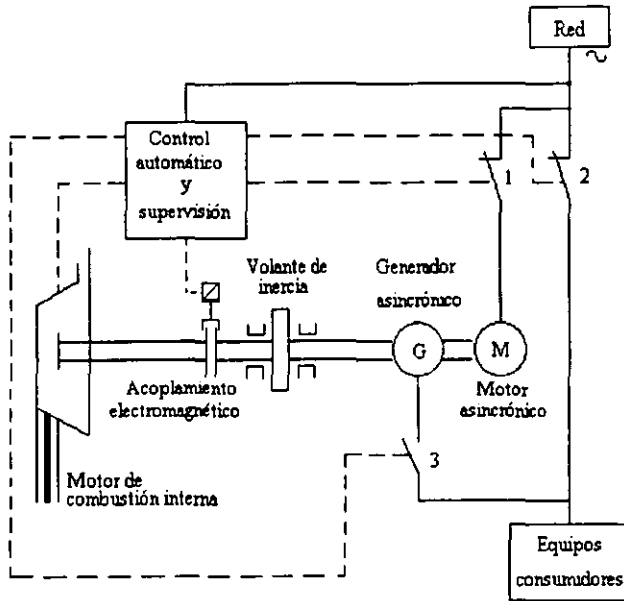


Fig. No. 18 Instalación con disponibilidad rápida.

Ante una falla de la red, un equipo de control abre los contactos 1 y 2, cierra el 3 y pone en marcha al motor de combustión interna. El acoplamiento electromagnético vincula a dicho motor con el volante de inercia, el cual con su energía almacenada lo acelera rápidamente, el motor acelera a su vez al generador sincrónico que está rigidamente acoplado a él. Una vez que el grupo electrógeno (conjunto generador sincrónico - motor de combustión interna) gira a velocidad nominal, suministra la energía eléctrica para los equipos consumidores, cuando se restablece el suministro energía de la red se conmuta entonces al servicio normal.

#### Instalación con disponibilidad inmediata

A la instalación de suministro de corriente alterna con disponibilidad inmediata con frecuencia se le denomina convertidor Diesel con volante de inercia, configura un suministro de corriente alterna sin interrupciones de tiempo con generador, motor eléctrico, volante de inercia y motor de combustión interna.

En servicio normal con contacto cerrado la red suministra energía a un motor sincrónico o asincrónico (Fig. No. 19), el cual hace girar al generador y al volante de inercia a velocidad nominal. El generador asincrónico alimenta CA a los equipos consumidores. El acoplamiento electromagnético está abierto: el volante de inercia está separado del motor de combustión interna.

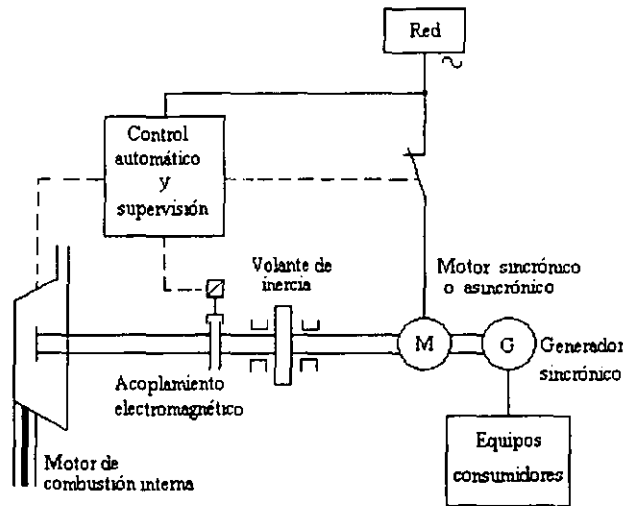


Fig. No. 19 Instalación con disponibilidad inmediata.

En caso de falla del suministro de red, el control automático abre al contacto K y cierra al acoplamiento electromagnético. El volante de inercia sigue impulsando al generador y simultáneamente "acelera rápidamente al motor de combustión interna y al impulsar este al generador queda asegurado -sin limitaciones de tiempo- el suministro de CA. Al quedar restablecida la energía de la red el servicio de alimentación por red se reconecta (sin interrupción).

En algunos casos las instalaciones con disponibilidad inmediata se utilizan para la alimentación de equipos de radioenlace en torres de telecomunicaciones.

### 3.2.- UPS (Unidades de Fuerza Ininterrumpibles)

En sus inicios, los sistemas que sustituyen a la red eléctrica contaban con un módulo rectificador, banco de baterías y un convertidor de CC/CA conectados en serie, no contaban con una etapa de control y supervisión de su funcionamiento. Este sistema se conoce como "instalación estática de alimentación sustitutiva de energía eléctrica alterna". En servicio normal, la red suministra la energía directamente a los equipos consumidores y la batería funciona en régimen de carga de mantenimiento (Fig. No. 20).

Ante una interrupción de la energía de la red, se conecta el inversor CC/CA con la batería asegurando que los equipos consumidores sigan recibiendo energía eléctrica alterna.

Este sistema marcó la evolución hacia los modernos sistemas de alimentación ininterrumpible, conocidos como UPS.

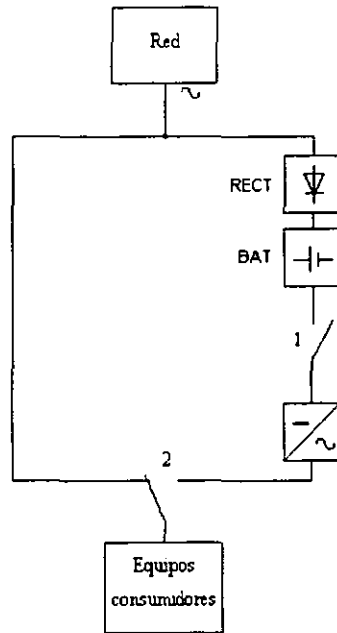


Fig. No 20 Instalaciones estáticas de alimentación sustitutiva de energía eléctrica

A la instalación de alimentación libre de interrupciones se le conoce como UPS (Uninterruptible Power System). Independientemente de sus características constructivas, éstas pueden estar construidas como instalaciones "monobloque", "instalaciones monobloque con redundancia pasiva" o "instalaciones de varios bloques en paralelo con redundancia pasiva y activa"

#### Equipo monobloque

En este tipo de equipo (fig. No. 21a), se utiliza un dispositivo de desvío manual (DDM) para conmutar del servicio normal al de alimentación sustitutiva. En servicio normal la red alimenta al bloque de el UPS y este suministra corriente alterna a los equipos consumidores. Para efectuar trabajos de mantenimiento mediante el desvío manual (DDM) de la alimentación se puede desconectar todo el UPS.

#### Instalación monobloque con redundancia pasiva

El esquema que representa este tipo de instalación (Fig No 21b), nos indica que en caso de fallar el bloque de el UPS, la alimentación se conmuta nuevamente a la red por medio del dispositivo de reconexión (DR). También en esta modalidad existe el desvío manual (DDM).

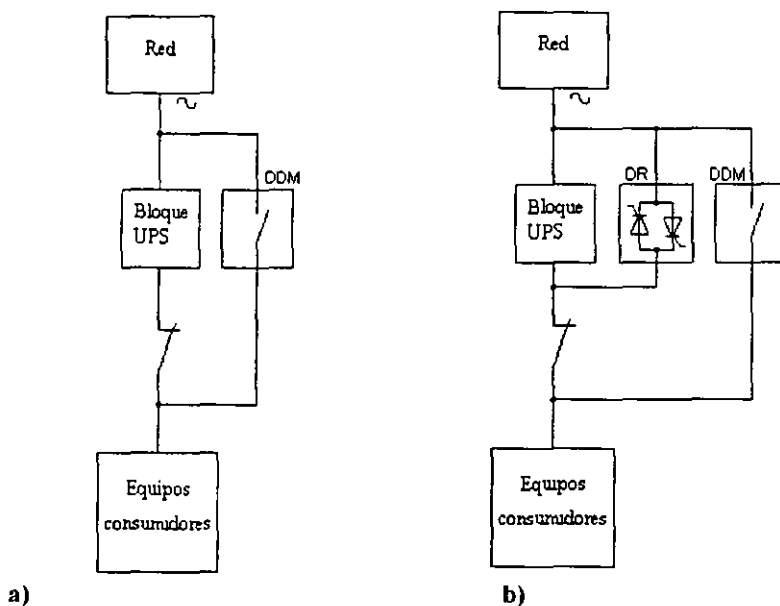


Fig. No. 21 Instalaciones que suministran corriente alterna libre de interrupciones

Instalaciones de varios bloques en paralelo con redundancia pasiva y activa

En este UPS se agrega a la redundancia pasiva una activa (Fig. No. 22). Existe redundancia activa cuando el número de UPS conectados en paralelo supera en por lo menos un bloque al requerido para los equipos consumidores.

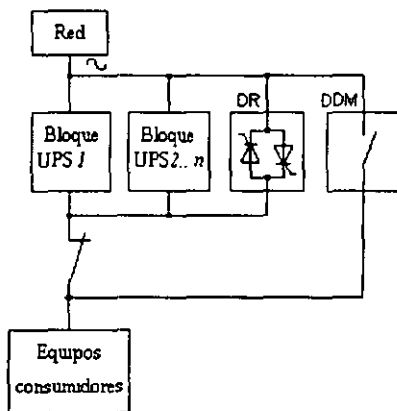


Fig. No. 22 Instalaciones en paralelo de varios bloques con redundancia pasiva y activa.

Cuando en un UPS están instalados varios bloques y uno de ellos falla, se desconecta únicamente el bloque fallado. Para el caso que la potencia del bloque remanente no alcance para los consumos conectados o falle también el segundo bloque, se ha previsto que el dispositivo de reconexión (DR) conmute nuevamente a la red, sin interrupciones. También en estas instalaciones existe un dispositivo de desvío manual (DDM).

### **Instalaciones estáticas para el suministro de corriente alterna sin interrupción**

Bajo este tipo de instalación se entiende una alimentación de CA durante un tiempo limitado, sin interrupciones, con rectificador, inversor CC/CA y batería.

Las instalaciones de UPS estáticas se conforman con baterías y de resultar necesario- para incrementar adicionalmente la redundancia- con grupos electrógenos. Se utilizan por ejemplo, en estaciones terrenas para satélites de telecomunicaciones y sistemas de procesamiento de datos. Con los sistemas UPS estáticos con inversores CC/CA se obtiene un rendimiento notablemente mejorado frente a los sistemas tradicionales.

Asimismo, los sistemas UPS estáticos admiten, con un tiempo de regulación pequeño y manteniendo todas las tolerancias, picos de carga de hasta el 100% de la carga nominal.

Aumentando la redundancia, se puede incrementar aun más la de por sí elevada confiabilidad de estas instalaciones. Como es sabido, se puede mejorar la redundancia activa si el número de bloques de UPS conectados en paralelo supera en por lo menos una unidad a la que en general es necesaria para los equipos consumidores.

En servicio normal, la instalación de el UPS trabaja con todos los bloques con carga parcial. Solo cuando uno de ellos sale de servicio, los restantes toman plena carga.

Se obtiene redundancia pasiva por medio del dispositivo de reconexión (DR), el cual ante una falla de los equipos, pasa a conectar la red - siempre que la misma este dentro de los márgenes de tolerancia admitidos- alimentando de esta manera a los equipos consumidores.

### **Instalaciones estáticas en servicio paralelo para el suministro de corriente alterna sin interrupciones.**

En servicio normal, la red alimenta al rectificador (RECT), el cual, a su vez, dentro del bloque de el UPS debe suministrar energía a la batería y al inversor CC/CA (INV), en el cual se halla integrada la unidad de desconexión (UD), mediante la cual se conecta al inversor a los equipos consumidores (Fig. No. 23).

Como la batería se halla conectada en paralelo a los bornes de entrada del inversor y los de salida del rectificador, ante una falla de la red o del rectificador se hace cargo sin interrupciones del suministro de energía al inversor. Se selecciona el valor de capacidad de la batería para que cubra intervalos de 10 a 60 minutos.

De requerirse, se instala adicionalmente un grupo electrógeno que garantiza el suministro de corriente alterna sin limitaciones de tiempo. El dispositivo de reconexión (DR) no debe reaccionar en esta clase de servicio pues de lo contrario el grupo electrógeno quedaría



conectado de inmediato con la barra colectora segura, con la consecuencia de variaciones de frecuencia fuera de los márgenes de tolerancia para los equipos consumidores.

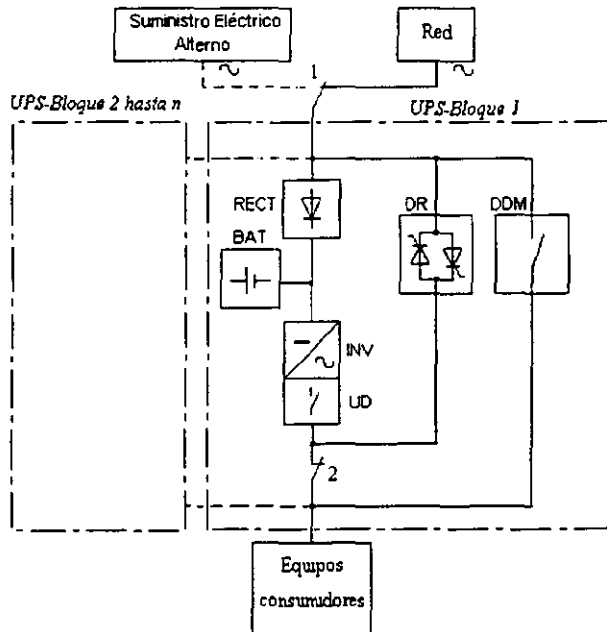


Fig. No. 23 Instalación estática en servicio paralelo para el suministro de corriente alterna sin interrupciones.

#### 4.- Requerimientos pico de consumo

Los requerimientos de energía de la red telemática a tratar, son variables, puesto que dependen de la propia demanda. El Diario Oficial de la Federación establece los periodos de punta y de base del consumo de energía eléctrica como:

**Periodo de Punta:** Es el tiempo comprendido entre las 18:00 y las 22:00 horas, de lunes a sábado.

**Periodo de Base:** El resto de las horas del mes, no comprendidas en el periodo de punta.

En los periodos de mayor consumo (periodos de punta), las instalaciones de la red telemática demandan mayor potencia reactiva que real de la potencia compleja generada por el suministrador de corriente alterna; la potencia es una medida de la tasa de energía entregada, en circuitos eléctricos de corriente directa se expresa como el producto matemático de los Voltios por los Amperios ( $\text{Potencia} = \text{Voltios} \times \text{Amperios}$ ). Sin embargo, en los sistemas de energía de CA (corriente alterna) se introduce una complicación, ya que algo de la corriente CA (Amperios) puede fluir a través de la carga sin entregar potencia. Esta corriente, llamada corriente reactiva o armónica, dá lugar a una potencia aparente

(Voltios x Amperios) que es mayor que la potencia real. Esta diferencia entre la potencia aparente y la potencia real dá lugar al Factor de Potencia (Fig. No. 24).

Si la potencia aparente se expresa como voltios-amperios o VA, entonces la potencia real en cualquier sistema AC es el valor VA multiplicado por el factor de potencia.

Para muchos tipos de equipo eléctrico la diferencia entre la potencia aparente (VA) y la potencia real (Wattios) es muy pequeña y puede ser ignorada, pero en virtualmente todos los computadores la diferencia es muy importante. En un estudio realizado por PC Magazine, se encontró que los computadores típicos presentan un factor de potencia de 0.65, lo cual significa que la potencia aparente (VA) fue 50% más grande que la potencia real (Wattios).

Las potencias que se consumen en todo equipo eléctrico puede obtenerse con ayuda del triángulo de potencias que a continuación se muestra:

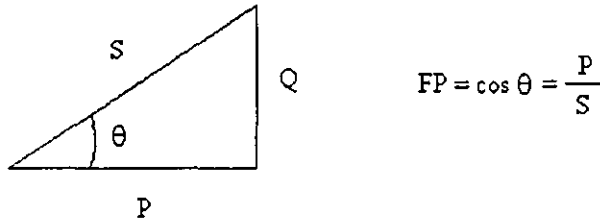


Fig. No 24 Triángulo de potencias

Donde:

- S = Potencia aparente
- P = Potencia real
- Q = Potencia reactiva
- FP = Factor de Potencia

En lo que concierne a los valores de factor de potencia el Diario Oficial de la Federación establece los siguientes términos:

Es recomendable que el usuario procure mantener un factor de potencia (FP) tan aproximado a 100% como le sea posible, pero en el caso de que su factor de potencia durante cualquier periodo de facturación tenga un promedio menor de 90% atrasado, determinado por métodos aprobados por la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, el suministrador tendrá derecho a cobrar la cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación el porcentaje de recargo que se determine según la fórmula:

$$\text{Porcentaje de recargo} = \frac{3}{5} \times \left( \frac{90}{FP} - 1 \right) \times 100$$

Por otra parte, si el usuario tiene un valor de FP igual o superior de 90%, el suministrador tendrá la obligación de bonificar la cantidad que resulte de aplicar a la factura el porcentaje de bonificación según la fórmula siguiente:

$$\text{Porcentaje de bonificación} = \frac{1}{4} \times \left( 1 - \frac{90}{FP} \right) \times 100$$

Donde el FP esta expresado en por ciento.

Finalmente, los valores que resulten de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un sólo decimal, según sea o no menor que 5 (cinco) el segundo decimal. Bajo ninguna circunstancia se aplicaran porcentajes de recargo superiores a 120%, ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5 %.

Para lograr un factor de potencia aproximado a 100%, se debe disponer en las instalaciones de la red telemática de un banco de capacitores que le proporcionen la potencia reactiva demandada y por consiguiente se abaten costos en cuanto a consumo de energía eléctrica.

Toda fuente de alimentación esta susceptible a fallas de energización. Los efectos de problemas de potencia eléctrica oscilan desde el sutil atasque del teclado y la degradación del hardware a la dramática pérdida completa de los datos o la quema de las tarjetas denominadas "motherboards".

La anatomía de una perturbación de potencia eléctrica puede manifestarse de diferente manera: sobretensiones, picos, apagones, caídas de tensión, etc.

A continuación se definirán algunos conceptos y eventos de energía eléctrica, algunas de sus causas y efectos, necesarios para comprender el funcionamiento de un UPS.

**SAGS.-** Son conocidos comúnmente como caídas de tensión. Numerosos estudios han demostrado que éste es el problema de energía más común, representando un 87% del total de las perturbaciones de energía.

#### CAUSA

Típicamente son causados por la demanda de consumo de energía inicial de muchos aparatos eléctricos (incluyendo motores y ascensores), indican también que el sistema de distribución está manejando altos consumos de energía.

#### EFEECTO

Una caída de tensión puede impedir que un computador reciba la energía necesaria para funcionar correctamente, causando el bloqueo de teclados e inesperadas caídas de sistemas provocando la pérdida o daño de datos

**APAGÓN.-** Pérdida total de la energía eléctrica.

#### CAUSA

Demanda excesiva de energía en la zona, tormentas, hielo en las líneas eléctricas, accidentes de coches, obras publicas, terremotos, etc

**EFECTO**

Pérdida del trabajo que está siendo realizado en la memoria RAM o cache, posible pérdida de la tabla de localización de archivos (FAT) en el disco duro provocando una pérdida total de los datos almacenados en el disco duro.

**PICO.-** También conocido como impulso, un pico es un aumento dramático instantáneo en el voltaje. Un pico de voltaje puede penetrar en un equipo electrónico a través de la corriente alterna CA, las líneas de teléfono o de cableado serial de la red, y dañar o destruir completamente sus componentes. Estas variaciones momentáneas con duración de algunos milisegundos (ms), pueden presentarse en la onda senoidal de voltaje de CA tanto en la parte positiva como en la negativa de la onda (Fig. No. 25).

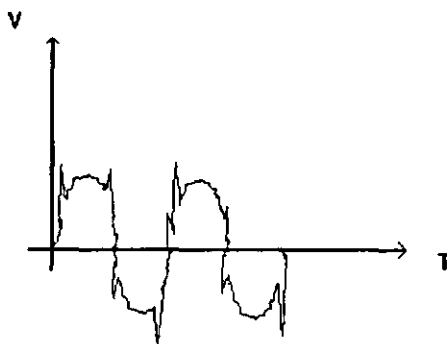


Fig. No. 25 Picos de voltaje

**CAUSA**

Estos picos de voltaje se producen por la entrada o salida de cargas inductivas ó capacitivas muy grandes que están conectadas a la misma red de distribución eléctrica, también por la caída de un rayo cercano, ó cuando la energía eléctrica vuelve después de haberse perdido debido a una tormenta o a un accidente.

**EFECTO**

En los aparatos electrónicos que procesan o memorizan cierta información como las computadoras pueden alterar su funcionamiento y dañar de manera severa al hardware.

**SOBRETENSION.-** Un aumento en voltaje por un corto período de tiempo, típicamente un período de al menos 1/120 de segundo.

**CAUSA**

Motores eléctricos de alta potencia, tales como aparatos de aire acondicionado y aparatos eléctricos domésticos en los alrededores. Cuando estos aparatos son apagados el voltaje sobrante se disipa a través de la línea eléctrica.

**EFECTO**

Computadores y aparatos electrónicos de igual sensibilidad están diseñados para recibir energía dentro de ciertos límites de voltaje. Cualquier voltaje fuera del límite esperado y de los niveles de RMS (considerado como el voltaje "medio") forzará los componentes delicados y causará un fallo prematuro.

**RUIDO.-** Más técnicamente referido como Interferencia Electro Magnética (EMI) e Interferencia de Frecuencia de Radio (RFI), el ruido eléctrico entorpece la suave onda senoidal que se espera de la energía eléctrica. Existen dos tipos de ruido eléctrico: el ruido en modo común y el ruido en modo transverso. El primero de ellos se presenta entre el neutro y tierra física en una instalación eléctrica, una de las causas más comunes que lo producen son las descargas atmosféricas. El ruido de modo transverso es el que se presenta entre fase y el neutro, este se produce por la misma carga del usuario, es decir, por el funcionamiento constante o intermitente de las cargas que están conectadas en la misma red, éstas pueden ser inductivas, capacitivas y resistivas

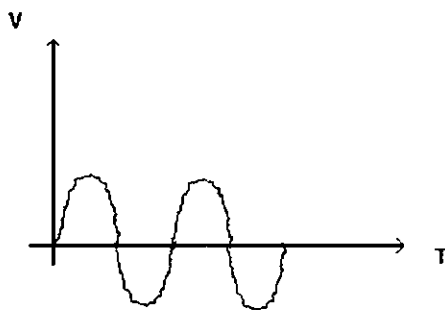


Fig. No. 26 Ruido eléctrico

**CAUSA**

El ruido eléctrico es causado por muchos factores y fenómenos, incluyendo relámpagos, cambios de carga, generadores, radiotransmisores y equipos industriales, los cuales al estar trabajando producen una serie de armónicas senoidal fundamental y la distorsión produce en la señal una ondulación tanto en el medio ciclo positivo como en el medio ciclo negativo (Fig. No. 26), el ruido eléctrico no altera ni la amplitud ni la frecuencia de la señal fundamental de voltaje. Puede ser intermitente o crónico.

**EFECTO**

Su efecto en aparatos electrónicos como son las computadoras produce parpadeos y errores en los programas ejecutables, en las bases de datos, pérdidas de información o una serie de problemas en la visualización o impresión de la información.

Ahora que sabemos cuales son las fallas más comunes de los sistemas de alimentación, llámese red eléctrica pública o sistemas de respaldo, sabemos también los requerimientos mínimos que esperamos de ellos; a continuación se presenta un pequeño estudio sobre ellos:

#### Red eléctrica

La red eléctrica pública tiene como propósito principal satisfacer continuamente la demanda de energía eléctrica requerida por los equipos consumidores. Existen varias restricciones que deben cumplirse al proporcionarse el servicio: los niveles de voltaje y de frecuencia deben mantenerse dentro de ciertas tolerancias; las líneas de transmisión no deben operar cerca de sus límites térmicos y de estabilidad, además, el suministro debe ser confiable y con el menor costo.

#### Sistemas de respaldo

Este tipo de alimentación para los equipos de la red telemática debe cumplir con los parámetros de energía mencionados en el párrafo anterior (voltaje, corriente y frecuencia).

El sistema empleado deberá ser el adecuado para los equipos que conforman la red telemática, puesto que hay en el mercado sistemas de respaldo para cargas que no son tan susceptibles a disturbios de alimentación y otros para "cargas críticas"

Si consideramos al equipo de computo y telecomunicaciones como cargas críticas, se requiere de un tiempo de respuesta menor a  $\frac{1}{4}$  de ciclo (41 milisegundos), puesto que una interrupción mayor ocasionaría pérdidas considerables de información

Todo sistema de respaldo que tiene la habilidad para soportar la sobrecarga, y cargas cuya característica de requerimiento de potencia extra (al momento del encendido), se conoce en el medio telemático como factor de pico. Los motores y manejadores de discos son ejemplos de cargas que tienen un alto factor de pico. Para sistemas de computo típicos, el factor de pico requerido es aproximadamente 1.5 veces el consumo de potencia en estado estable.

El sistema de respaldo debe ser elegido tomando en cuenta las posibilidades y requerimientos de expansión de la red telemática, para lo cual se requiere que este equipo sea modular, en otras palabras, que tenga la facilidad de aumentar su capacidad sin tener que reemplazarlo en su totalidad, ya que esto implicaría un costo muy elevado.

Es importante que cuente con elementos de control y supervisión suficientes para diagnosticar la operación bajo cualquier condición de trabajo. Los fabricantes de los sistemas modernos de respaldo proporcionan al usuario el software especializado para este fin, gracias al cual se puede obtener como información: voltajes de entrada y salida, corrientes, frecuencia, factor de potencia, estado de operación de las baterías, etc



## APÉNDICE A

### PUREZA DE LAS TENSIONES CONTINUAS (TENSIONES ALTERNAS SUPERPUESTAS).

La tensión continua obtenida de los bornes de salida de una alimentación de corriente directa tiene siempre superpuesta una tensión alterna que llega de diferentes formas a los equipos de la red telemática, ésta se produce por el movimiento aleatorio de los electrones en los conductores, haciendo que los cuerpos radien energía electromagnética muy débilmente siendo la potencia radiada proporcional a la temperatura. En los terminales de los equipos de la red telemática se manifiesta como una tensión de ruido. En la siguiente gráfica se muestra un ejemplo de tensión alterna superpuesta sobre un nivel de voltaje de C.D.

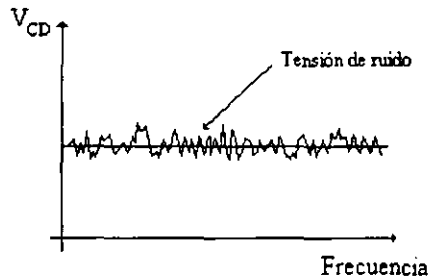


Fig. No. 1 Gráfica de la tensión de ruido

Se requieren filtros ( en particular filtros pasa bajos) para obtener las tensiones continuas de salida de los rectificadores con la pureza requerida. En la figura 2a se presenta un filtro típico y en la 2b la curva característica de su atenuación en función de la frecuencia. La atenuación es reducida a bajas frecuencias (banda pasante); al aumentar la frecuencia, se incrementa proporcionalmente la atenuación (banda suprimida o atenuada).

Las variaciones debidas a picos de carga de la tensión continua de salida se pueden amortiguar dentro de ciertos limites, por el efecto de almacenamiento de un filtro - en especial con grandes valores de capacidad

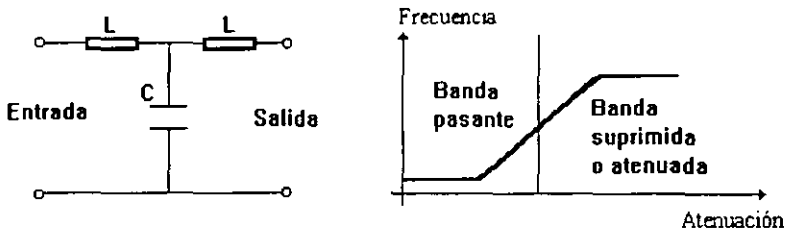


Fig. No. 2 a) Filtro b) Curva característica de atenuación





## APÉNDICE B

### DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

Todos los dispositivos semiconductores están constituidos por materiales tipo p y tipo n; es decir, su estructura física se compone fundamentalmente de materiales que se han sometido a un proceso de impurificación alterando totalmente las propiedades de conductividad eléctrica que poseen.

#### EL DIODO.

Es el más sencillo de los dispositivos semiconductores pero desempeña un papel vital en los sistemas electrónicos, sus características de operación se asemejan en gran medida a las de un sencillo interruptor.

El diodo semiconductor se forma uniendo materiales tipo n y tipo p, contruidos a partir de la misma base, germanio o silicio (Fig. No. 1).

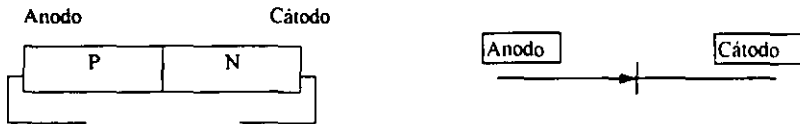


Fig. No. 1 Unión p-n y simbolo del diodo.

Uno de los parámetros importantes del diodo es la resistencia o región de operación. Si consideramos la dirección de la corriente  $I_d$  y la polaridad de  $V_d$  en la Fig. No. 2, encontraremos que el valor de la resistencia directa  $R_f$ , de acuerdo como se define en la ley Ohm es:

$$R_f = \frac{V_f}{I_f}$$

Donde el voltaje ( $V_f$ ) y la corriente ( $I_f$ ) corresponden a una polarización en sentido directo a través del diodo. Por consiguiente el diodo es un corto circuito para la región de conducción (Fig. No. 2). Por otra parte si el voltaje de polarización se aplicara en sentido contrario, el diodo se comportaría como un circuito abierto (Fig. No. 3).

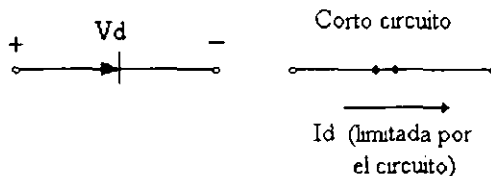


Fig. No. 2 Diodo operando en conducción

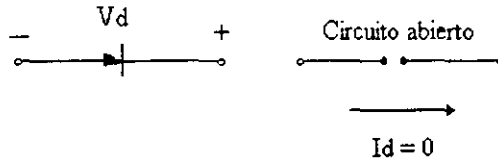


Fig. No. 3 Diodo operando en corte.

Los estados de conducción y de no conducción del diodo, están determinados por la polarización aplicada. En general, basta con saber cual es el sentido de la corriente  $I_d$  establecida por el voltaje aplicado en el diodo para saber en que región de operación se encuentra.

El diodo semiconductor se usa principalmente como rectificador, pero tiene muchas otras aplicaciones como pueden ser en circuitos de conmutación, detección y regulación. En la Fig. No. 4 siguiente se observa la curva característica de un diodo típico, en ella se muestra una corriente inversa de fuga muy reducida (del orden de microamperes), cuando está en la condición de polarización inversa.

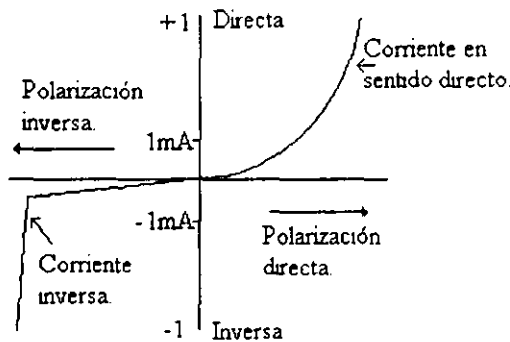


Fig. No. 4 Curva característica de un diodo típico.

A través de una unión p-n circulará una corriente inversa muy pequeña, que es insignificante cuando se compara la magnitud de corriente que circula en condiciones de polarización directa.

EL TRANSISTOR.

El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas, compuesto ya sea de dos capas de material tipo n y una de tipo p o dos de material tipo p y una de tipo n. Su estructura

puede describirse como la unión de dos diodos, la unión base-emisor y la base-colector. Para garantizar el buen funcionamiento de un transistor en cuanto a polarización se refiere, la unión base-emisor deberá estar polarizada directamente en tanto que, la unión base-colector deberá estar polarizada inversamente. En la Figura No. 5(a) se ha dibujado el transistor sin la polarización base a colector. Nótese las similitudes entre esta situación y la del diodo polarizado directamente.

Eliminaremos ahora la polarización base a emisor del transistor Figura No. 5(b), considérense las similitudes entre está situación y la del diodo polarizado inversamente.

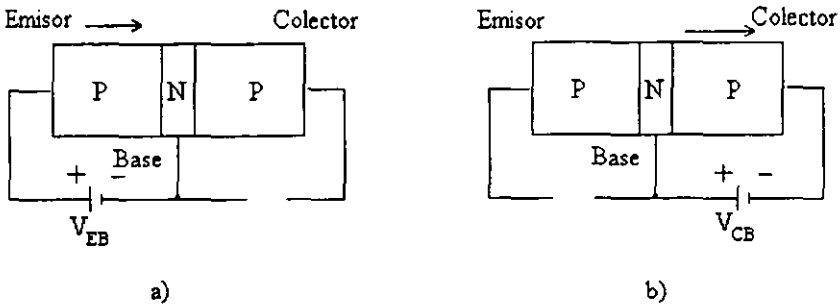


Fig. No. 5 Transistor tipo pnp a) Polarización directa como en un diodo (emisor-base), b) polarización inversa como en un diodo (base-colector).

En la Figura No. 6 ambos potenciales de polarización se han aplicado a un transistor pnp, con el flujo de corriente correspondientes.

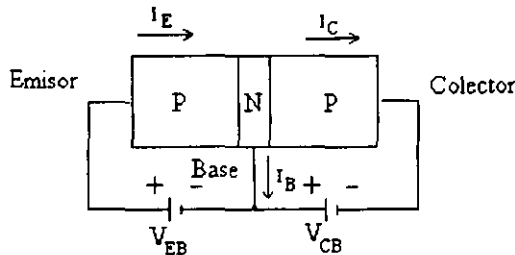


Fig. No. 6 Flujo de corrientes en un transistor pnp.

La magnitud de la corriente de base es por lo general del orden de microamperes en comparación con los miliamperes de la corriente del emisor y del colector. Aplicando las leyes de Kirchoff al transistor de la Fig. No. 6 como si fuera un solo nodo, obtenemos:

$$I_E = I_C + I_B$$

Entonces la corriente de emisor es la suma de las corrientes provenientes de el colector y la base. Esto significa que siempre que apliquemos un potencial adecuado a la base, el diodo se polarizará directamente y éste conducirá una corriente de colector a emisor.

Para saber cual es la región del transistor sólo hay que observar como se encuentra polarizado.

En la región de corte las uniones del colector y del emisor se encuentran ambas polarizadas inversamente, lo que producen una corriente de colector despreciable como se aprecia en la gráfica (Fig. No. 7).

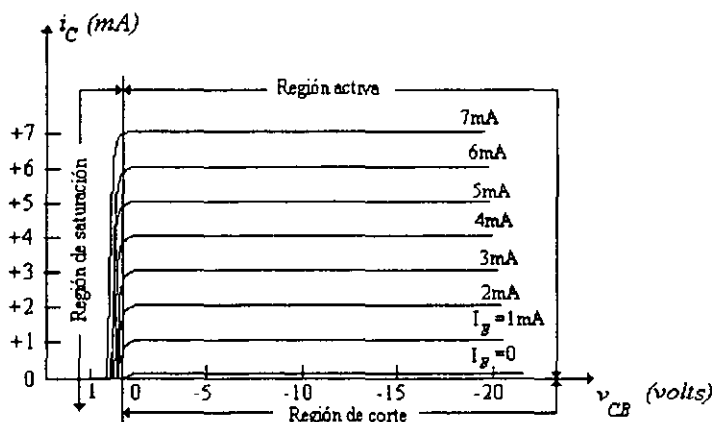


Fig. No. 7 Regiones de operación del transistor

En la región activa la unión del colector está polarizada inversamente, en tanto que la unión del emisor lo esta directamente, esta región se emplea para la amplificación de señales con un mínimo de distorsión. En la región denominada de saturación las uniones del colector y del emisor están polarizadas directamente, lo que provoca un cambio exponencial en la corriente de colector con cambios pequeños en el potencial de colector a base. Como en el caso del diodo semiconductor de silicio, una primera aproximación para la unión de base a emisor polarizada directamente en el modo de corriente directa sería el correspondiente a 0.7 volts.

### RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO (SCR).

El SCR es un rectificador construido de material de silicio con una tercera terminal para propósito de control. Se eligió el silicio debido a su elevada capacidad de temperatura y potencia. La operación básica del SCR es diferente a la del diodo semiconductor fundamental de dos capas, ya que una tercera terminal, llamada compuerta, determina cuándo el rectificador conmuta del estado de circuito abierto al de corto circuito. No es

suficiente con polarizar la región del ánodo al cátodo del dispositivo. En la región de conducción, la resistencia dinámica del SCR es por lo general de 0.01 a 0.1 Ω. La resistencia en inversa es típicamente de 100 kΩ o más.

En los últimos años, los SCR se han diseñado para controlar potencias tan altas como 10 MW con valores nominales individuales tan elevados como 2000 A y 1800 V. Su intervalo de frecuencias de aplicación se ha extendido también a cerca de 50 KHz, permitiendo algunas aplicaciones de alta frecuencia, tales como calentamiento por inducción y limpieza ultrasónica.

Con las conexiones correspondientes a la estructura semiconductor de cuatro capas. Como se muestra en la Figura No. 8, si se va establecer la conducción directa, el ánodo debe ser positivo con respecto al cátodo. Sin embargo, éste no es un criterio suficiente para activar al dispositivo. También debe aplicársele a la compuerta un pulso de magnitud suficiente para establecer una corriente de disparo, representada simbólicamente por  $I_{gt}$ .

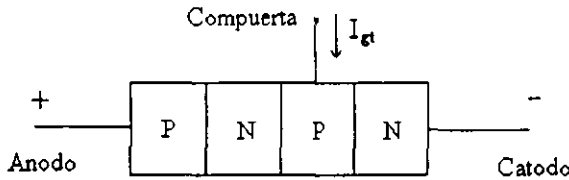


Fig. No. 8 Construcción del SCR.

Para comprender mejor el funcionamiento del SCR se dividirá su estructura de pnpn de cuatro capas en dos estructuras de transistor de tres capas, como se indica en la Fig. No. 9

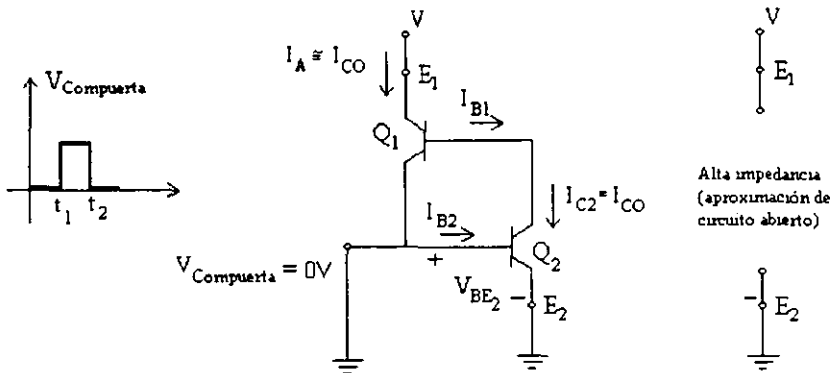


Fig. No. 9 Circuito equivalente del SCR con dos transistores, estado de corte.

Nótese que uno de los transistores es un dispositivo npn, en tanto que el otro es un transistor pnp. Para el análisis, la señal que se muestra en la figura, se aplicará en la compuerta del circuito. Durante el intervalo  $0 - t_1$ ;  $V_{\text{compuerta}} = 0 \text{ V}$ ,  $V_{\text{compuerta}} = 0 \text{ V}$  es equivalente a la terminal de la compuerta conectada a tierra como se muestra en la figura. Para  $V_{B2} = V_{\text{compuerta}} = 0 \text{ V}$ , la corriente de base de  $Q_1$ ,  $I_{B1} = I_{C2} = I_{C0}$ , es demasiado pequeña para hacer conducir a  $Q_1$ . Por lo tanto, ambos transistores se encuentran en el estado "de corte", lo que produce una impedancia elevada entre el colector y el emisor de cada uno de los transistores y la representación en circuito abierto para el rectificador controlado de silicio.

En el intervalo de  $t = t_1$  a  $t = t_2$  un pulso de  $V_G$  volts aparecerá en la compuerta de SCR. Las condiciones de circuito que se establecen con esta entrada se muestran en la Fig. No. 10. El potencial  $V_G$  se eligió lo bastante grande como para poner en conducción a  $Q_2$ .  $V_{BE2} = V_G$ . La corriente de colector de  $Q_2$  aumentará entonces a un valor suficientemente grande para poner en conducción a  $Q_1$  ( $I_{B1} = I_{C2}$ ). Cuando  $Q_1$  está en conducción,  $I_{C1}$  aumenta produciendo un incremento correspondiente en  $I_{B2}$ . El aumento en la corriente de base de  $Q_2$  dará por resultado un incremento adicional en  $I_{C2}$ . El resultado neto es un incremento regenerativo en la corriente de colector de cada transistor. La resistencia resultante ánodo a cátodo ( $R_{SCR} = V / (I_A - \text{algo grande})$ ) es entonces muy pequeña, lo que origina la representación en corto circuito para el SCR.

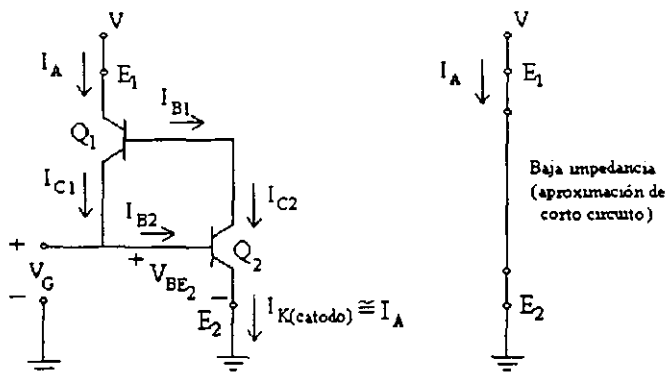


Fig. No. 10 Estado de conducción del SCR.

La acción regenerativa que acaba de describirse produce un SCR que tiene tiempos de disparo típicos de 0.1 a 1  $\mu\text{s}$ . Sin embargo, los dispositivos de alta potencia en el intervalo de 100 a 400A pueden tener tiempos de disparo de 10 a 25  $\mu\text{s}$ . Además del disparo de la compuerta los SCR también pueden activarse mediante un aumento significativo de la temperatura del dispositivo o incrementar el voltaje ánodo a cátodo hasta el valor de ruptura típico del dispositivo.

De la curva característica de un diodo semiconductor básico de dos capas, se aprecian una gran similitud con la del SCR, excepto por el codo horizontal antes de entrar a la región de conducción (Fig. No 11).

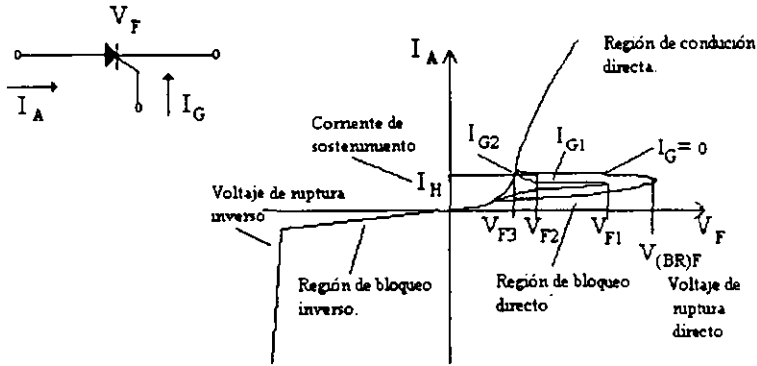


Fig. No. 11 Características del SCR

Es esta región de proyección horizontal la que describe el control de la compuerta sobre la respuesta del SCR. Para la característica que tiene la línea sólida en la Fig. No 11 ( $I_G = 0$ ),  $V_f$  debe alcanzar el más alto valor del voltaje de ruptura requerido ( $V_{(BR)F}$ ) antes de que ocurra el efecto de "colapso" y el SCR pueda entrar en la región de conducción correspondiente al estado de conducción. Si la corriente de compuerta se incrementa a  $I_{G1}$ , como se muestra en la misma figura, aplicando un voltaje de polarización en la terminal de la compuerta, el valor de  $V_f$  que se requiere para la conducción ( $V_{F1}$ ) es considerablemente menor. Nótese también que  $I_H$  descende con el aumento en  $I_G$ . Si se incrementa a  $I_{G2}$ , el SCR se disparará a valores muy bajos de voltaje ( $V_{F3}$ ) y las características empiezan a aproximarse a la del diodo básico de unión p - n. Considerando las características de una manera completamente diferente, para un voltaje particular  $V_f$ , digamos  $V_{F2}$ , si la corriente de compuerta se incrementa de  $I_G = 0$  a  $I_{G1}$  o más, el SCR se disparará



# ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE SELECCIÓN DE UN UPS

Los sistemas de computadores conectados en red son muchos más susceptibles a las pérdidas de datos debidas a fallas de energía que los sistemas mono-usuario. Esto se debe a que en la mayoría de sistemas de red el directorio de disco duro se mantiene en memoria volátil y sólo es renovado en forma periódica en el disco físico. Por lo tanto existe el riesgo de que el directorio no esté actualizado en el momento de una falla de energía, lo cual puede hacer que sea imposible recuperar los datos en el disco. Este riesgo de pérdida de datos se aumenta a medida que el disco duro se usa más frecuentemente.

Para saber que tan susceptible es el sistema que se pretende proteger se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Eventualidad de las perturbaciones : se consideran crónicos si las caídas de tensión o apagones ocurren varias veces por semana, frecuentes si ocurren dos veces al mes e infrecuentes si son una o dos veces al año.
- Cableados sobrecargados o pobremente instalados: el cableado de muchos edificios viejos no fue diseñado para tolerar las demandas de los equipos de oficina actuales, por lo cual es muy probable que no soporte a estos equipos que son generalmente grandes consumidores de energía.
- El tipo de distribución de energía (subterránea o aérea): la distribución subterránea sufre menos problemas eléctricos que la distribución a través de los postes de energía eléctrica, los cuales están sujetos a peligros como ramas de árboles, accidentes automovilísticos, relámpagos, etc

- El ambiente que rodea a los equipos de cómputo: aproximadamente el 80% de los problemas de potencia son debidos al ambiente local puesto que es inevitable la cercanía de máquinas fotocopiadoras, impresoras, y en muchos casos, el uso imprescindible de los ascensores. Todos ellos requieren de energía eléctrica extra instantánea para su operación (por ser usados intermitentemente), dando origen a caídas de tensión en la línea de alimentación y creación de campos magnéticos considerables en su entorno, trayendo como consecuencia el mal funcionamiento de los equipos informáticos.
- Las condiciones atmosféricas: Los relámpagos pueden causar problemas de potencia eléctrica a los equipos a través de las líneas de datos no protegidas tales como puertos seriales, teléfonos, módem y conexiones de redes locales.
- Tamaño del sistema: al crecer la red o sistema de múltiples usuarios, los puntos de susceptibilidad también crecen.
- La distancia de la fuente de energía: las localidades rurales son claros ejemplos por sus problemas eléctricos, puesto que mientras más lejos tiene que viajar la potencia eléctrica, más alto es el riesgo de que perturbaciones la afecten en el camino ya que están expuestos a las inclemencias del tiempo y a la intervención del factor humano (accidentes automovilísticos, negligencia, etc., ).
- Demanda de energía eléctrica: al crecer la población y requerir más demanda de energía se provocan caídas de tensión, siendo común el hecho de que no se construyan centrales de generación de energía que cubran la creciente demanda.

## 1.- El UPS (Sistema de energía ininterrumpible).

Para compensar esta falta de seguridad en materia de energía eléctrica constante en los equipos de las redes telemáticas, la tecnología moderna ha desarrollado sistemas de alimentación capaces de brindar continuidad en el servicio. Estos sistemas de alimentación se conocen como "sistemas de alimentación ininterrumpibles" (UPS). Un UPS (Uninterrupted Power System) toma la potencia de la red de CA externa, de calidad estandar, y proporciona dos mejoras:

- 1.- Aumento de la calidad de la energía
- 2.- Una fuente de potencia redundante (de respaldo)

El sistema consta de una fuente de baterías, un inversor, rectificador/cargador, filtro, supresor de sobretensiones y equipo de control; usualmente supervisa y rastrea tanto al voltaje como a la frecuencia de la fuente normal. Entre los defectos de calidad de la energía que pueden ser mejorados por el UPS están las sobretensiones, el ruido eléctrico y las caídas bruscas de voltaje.

Un sistema UPS provee a la carga una fuente de potencia primaria y luego entregándole una fuente de potencia de respaldo en el caso de falla de la fuente primaria. A continuación se presenta al diagrama a bloques de un UPS:

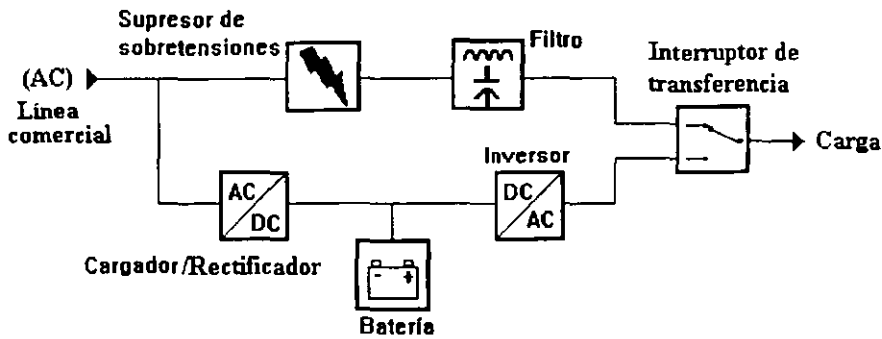


Fig. No. 1 El UPS

Existen en el mercado 2 tipos de UPS: UPS On-line y UPS Off-line, ambos están constituidos por los mismos elementos.

### 1.1.- UPS Off-line

En este tipo de UPS, el conmutador de transferencia se pone de tal modo que la entrada AC filtrada es la fuente de potencia primaria, y se cambia a batería/inversor como fuente de respaldo.

En condiciones normales con línea de CA presente, el rectificador/cargador de baterías transforma el voltaje y corriente alternos provenientes de la línea comercial en voltaje y corriente directos (DC) cargando asimismo a la batería a un valor determinado. Es importante notar que hasta este momento el inversor se encuentra fuera de servicio o desactivado (Fig. No. 2) debido a que no ha ocurrido una interrupción de energía en la fuente de potencia primaria.

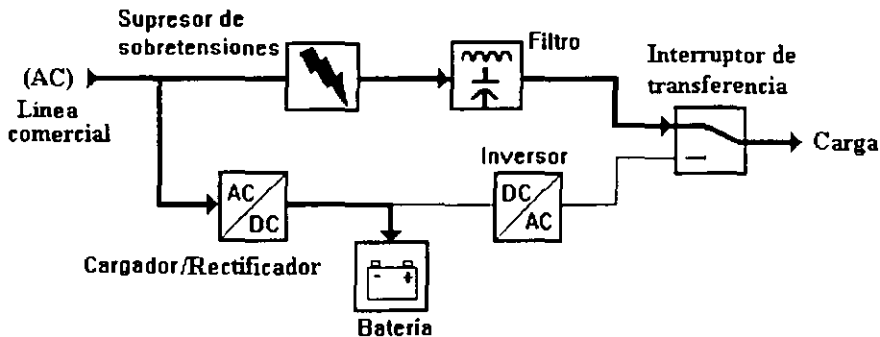


Fig. No. 2 UPS off-line en operación normal.

Cuando ocurre un corte de energía en la línea comercial de AC, el rectificador/cargador suspende su funcionamiento y deja de cargar a la batería, ésta en lugar de recibir energía de carga comienza a ceder la que tiene almacenada al inversor de estado sólido (Fig. No. 3), el cual se encarga de transformar la corriente y voltaje directos (DC) en voltaje y corriente alternos (AC) enviándolos al interruptor de transferencia estático, que a su vez conmuta esta energía de AC hacia la carga. Una vez que la energía eléctrica de la línea comercial vuelve a sus parámetros nominales el UPS regresa a las condiciones normales de operación (Fig. No. 2).

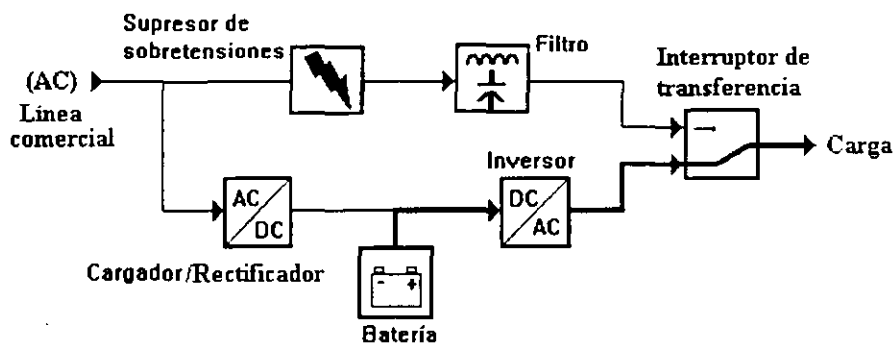


Fig. No. 3 UPS off-line operando después de un corte de energía.

### 1.2.- UPS On-line

Durante la operación de un UPS on-line el interruptor de transferencia estático selecciona el grupo baterías/inversor como la fuente primaria, y en caso de que ésta falle, se conmuta entonces a la entrada AC como fuente de respaldo

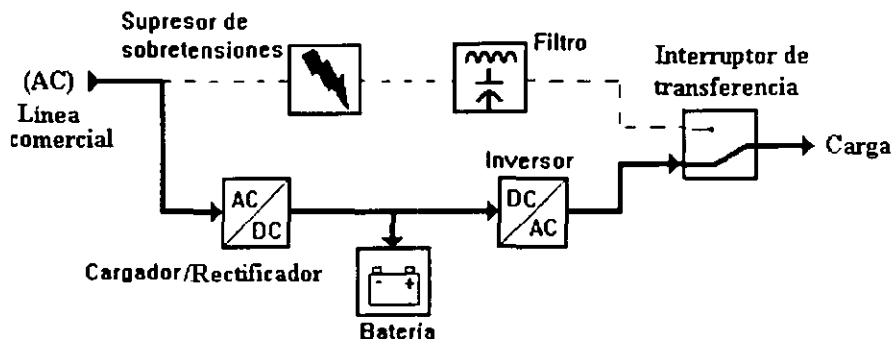


Fig. No. 4 UPS on-line operando en condiciones normales.

En condiciones normales de operación y con energía eléctrica presente, el rectificador/cargador convierte el voltaje y corriente alternos (AC) en voltaje y corriente directos (DC) para cargar la batería y mantenerla en flotación, además alimenta todo el tiempo al inversor manteniéndolo activo (Fig. No. 4).

Cuando ocurre una interrupción en la energía eléctrica de entrada, la batería comienza a ceder la energía que tiene almacenada al inversor y éste la transfiere a la carga a través del interruptor de transferencia estático (al igual que el UPS off-line de la Fig. No. 3 ). Un aspecto importante a tomar en cuenta en este tipo de UPS es que no se presenta un tiempo de transferencia ya que el inversor esta activo todo el tiempo. Sin embargo, es posible que se presente un tiempo de transferencia si falla cualquiera de los elementos de la trayectoria primaria y por consiguiente el suministro de potencia eléctrica será entonces a través de la trayectoria de respaldo (Fig. No. 5).

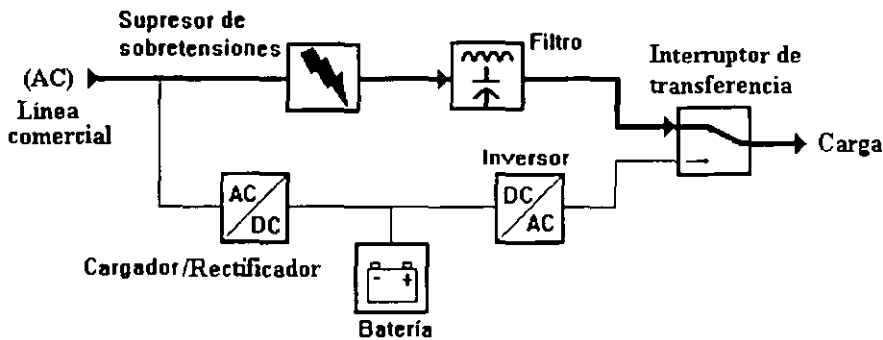


Fig. No. 5 UPS operando después de un corte de energía

Los UPS on-line reales exhiben un tiempo de transferencia, y en instalaciones reales puede transferirse a baterías tan frecuentemente como los sistemas off-line; sin embargo las transferencias de los UPS on-line no están relacionadas con las fallas de potencia de la entrada AC.

## 2.- Componentes de un UPS

### 2.1.- Supresor de sobretensiones

Esta constituido por un arreglo de varistores o dispositivos semiconductores con una resistencia variable que está en función del voltaje entre sus terminales, se conectan en paralelo con el voltaje de la línea comercial y tiene un valor de recorte preestablecido, es decir, los voltajes que excedan el valor preestablecido son recortados y limitados, de tal forma que éstos dispositivos no permiten el paso de voltajes mayores ya sean instantáneos (picos

de voltaje) ó permanentes que puedan afectar o dañar a las cargas críticas de la red telemática.

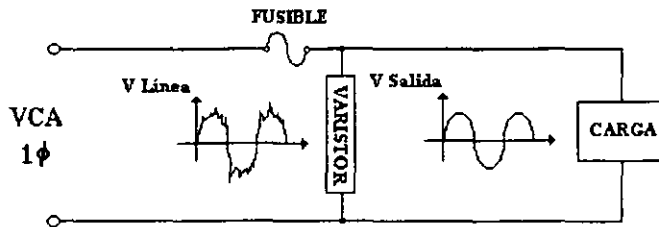


Fig. No. 6 Supresor de sobretensiones.

## 2.2.- Filtro

Es común la presencia de ruido eléctrico en los equipos electrónicos, los filtros de ruido eléctrico son la solución a estos problemas. Existen dos tipos en el mercado:

**Filtros activos.-** están formados por inductancias, capacitancias y resistencias, éstos se pueden conectar de tal forma que en conjunto pueden filtrar cierto número de armónicas y entregar a la salida una señal senoidal limpia.

**Filtros pasivos.-** un transformador con relación de transformación uno a uno es el elemento único de este tipo de filtro, éste es también llamado transformador de aislamiento.

Se considera que para comunicaciones es mejor un filtro activo ya que regularmente todo transformador en operación presenta pérdidas por efecto de histéresis y por corrientes infiltradas, además de crear campos magnéticos que pueden provocar interferencia a los otros elementos del UPS y mezclarse con la línea que proporcionará la corriente eléctrica a los equipos. Adicionalmente, las dimensiones y peso de un filtro activo son menores con respecto al transformador de aislamiento y por lo tanto tienen gran influencia en el tamaño del UPS.

## 2.3.- Regulador de voltaje

Es un dispositivo que mantiene una salida de voltaje constante con variaciones muy pequeñas dentro de un rango permisible, para una variación de voltajes de entrada de valores considerables, que afecten a la carga. Por ejemplo: a la entrada de un regulador se tienen variaciones del  $\pm 20\%$  sobre el valor del voltaje nominal que maneja el regulador, en su salida se considera que presenta un voltaje constante, si proporciona variaciones máximas del  $\pm 5\%$  sobre el valor de voltaje de salida del regulador.

A el porcentaje de variación de voltaje que admite el regulador en su entrada se le conoce como rango de operación, e indica cual es la gama de voltajes en la cual el regulador garantiza un valor de voltaje constante en su salida.

El porcentaje de variación a la salida del regulador se le llama rango de regulación, es muy importante conocer su valor ya que es el voltaje de alimentación de la carga. Los reguladores electrónicos y de núcleo saturado son los más utilizados en la fabricación de UPS, debido a su bajo costo, su tamaño compacto y los amplios rangos de operación que manejan.

#### 2.4.- Cargador de baterías

El diodo de silicio es el dispositivo semiconductor de estado sólido más usado en los cargadores modernos, su gran duración y operación a altas temperaturas son característicos de éste.

Son tres los circuitos más empleados para convertir corriente alterna (C.A.) en corriente continua (C.C.), los cuales son conocidos como: circuito rectificador de media onda, circuito rectificador de onda completa con derivación central y circuito de onda completa tipo puente (figuras 7, 8 y 9, respectivamente) A continuación se muestran los diagramas correspondientes para cada uno de ellos:

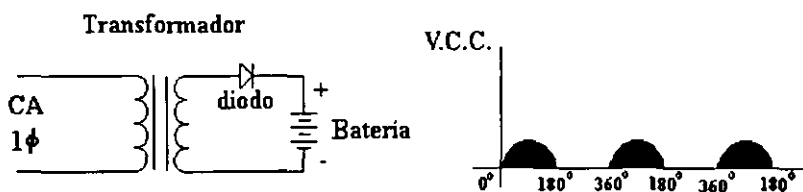


Fig. No. 7 Circuito rectificador de media onda

Como podemos ver, el uso de un solo diodo permite que únicamente el semiciclo positivo de la onda senoidal de la corriente alterna aplicada sea el que obtengamos a la salida del mismo

En las figuras representativas para rectificadores de onda completa, es notorio que la onda senoidal de entrada es rectificadada completa, obteniéndose a la salida de cada rectificador una corriente conocida como corriente continua en donde están presentes únicamente los semiciclos positivos.

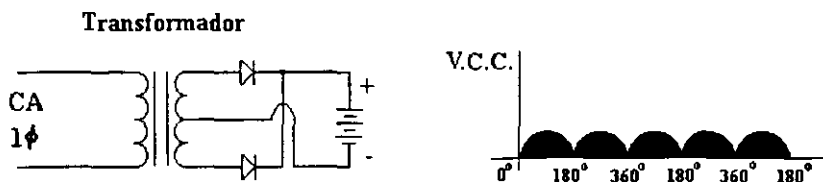


Fig. No. 8 Circuito rectificador de onda completa con derivación central

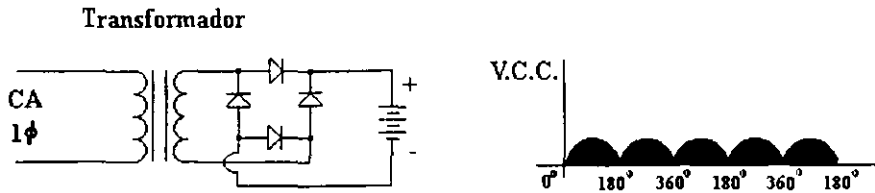


Fig. No. 9 Circuito rectificador de onda completa tipo puente.

Los cargadores de baterías modernos usan SCR's para regular el voltaje de salida de CC dentro de  $\pm 0.5\%$  con variaciones de voltaje en línea de  $\pm 10\%$  y variaciones de frecuencia de  $\pm 5\%$  a 60 Hz.

El tamaño del cargador de baterías es afectado grandemente según se trate de un UPS on-line u off-line. Cuando se usa en un tipo on-line, el cargador debe ser lo suficientemente grande para manejar toda la potencia de salida a fin de evitar que las baterías se descarguen. Cuando se usa en un off-line, el cargador sólo necesita entregar la potencia para recargar las baterías, la cual es comparativamente baja.

La vida útil de las baterías se maximiza si reciben potencia de un cargador del tipo de voltaje constante o de flotación. De hecho la vida de las baterías es mucho mayor cuando se someten a recarga que cuando se dejan en almacenamiento.

#### 2.4.1. - Métodos de carga

Existen dos métodos principalmente: carga por corriente constante y carga por voltaje constante. Ambos métodos se pueden utilizar para una carga rápida, carga lenta o de flotación, pero independientemente de esto, la corriente de carga debe ser continua.

El método de carga lenta con corriente constante es el más conveniente para no afectar la capacidad de la batería, pero tarda entre 16 y 24 horas, aplicando una corriente de carga de unos 10 A. La carga rápida o de voltaje constante es más breve, pero puede que la batería se dañe si esta no se encontrase en buenas condiciones.

La aplicación de una corriente alta, incrementa la actividad química que puede deteriorar los electrodos y hacer hervir el electrolito. Al comenzar la carga se induce una corriente de 50 a 100 A, que disminuye conforme la batería se carga, a este método también se le conoce como de carga decreciente. En una hora la batería cuenta con una carga moderada, pero se necesitan varias más para proporcionar una carga completa.

El empleo de un cargador de flotación proporciona corriente a la batería cuando ésta se encuentra en operación manteniéndola con carga total, sin embargo, si la corriente de carga no es controlada, la batería puede dañarse.



## 2.5.- Baterías

La batería como fuente de corriente eléctrica es la más segura para consumidores de corriente continua ya que al ser cargada acumula energía eléctrica, la cual se almacena como energía química. Al descargarse, la energía química vuelve a convertirse en energía eléctrica.

Dependiendo del tipo de uso que se haga de ella, se clasifican en:

Batería fija (para uso estacionario),  
batería para uso móvil, y  
batería para arranque.

Es muy común encontrar en el mercado actual baterías cerradas herméticamente llamadas "baterías libres de mantenimiento". En lugar de tapones los elementos están provistos de válvulas de seguridad, las que se abren en caso de presión excesiva y no es necesario que el envase sea transparente o traslúcido.

Las características de los distintos sistemas de energía de baterías disponibles en el mercado son descritos de tal manera que el ingeniero sepa seleccionar cual de ellos satisface sus requerimientos.

Las tecnologías disponibles de baterías se divide en dos categorías: las baterías de plomo-ácido y las de níquel-cadmio (Ni-Cd), manufacturadas en formas diferentes, con propiedades también diferentes.

A continuación daremos una explicación de cada una de ellas:

### 2.5.1.- *Tecnología plomo-ácido*

Las baterías de este tipo tienen en la cubierta las especificaciones y aplicaciones de trabajo. Su construcción esta basada en un par de electrodos compuestos de plomo sumergidos en una solución de ácido sulfúrico diluido ( $H_2SO_4 + H_2O$ ). En el electrodo positivo se produce por vía electroquímica (formación) la masa activa denominada dióxido de plomo ( $PbO_2$ ), en tanto que en el electrodo negativo se inserta la masa activa (óxido de plomo) en una rejilla de plomo duro. En virtud de la formación la pasta extendida se convierte por vía electroquímica en un plomo esponjoso finamente distribuido (Pb).

En una batería de plomo cargada el electrodo positivo tiene como masa activa el dióxido de plomo ( $PbO_2$ ), en tanto que en el electrodo negativo la masa activa es de plomo (Pb).

#### Proceso de descarga:

Si se procede a unir ambos electrodos mediante una resistencia (carga,  $R_1$ ) haciendo circular la corriente  $I$  a través de ella (fig. 10a), se da lugar a la conversión química de la masa activa de ambas placas.

En razón de los procesos electroquímicos durante la descarga tanto el dióxido de plomo de la placa positiva como el plomo de la placa negativa se convierten en sulfato de plomo ( $PbSO_4$ ), proceso durante el cual se consume ácido ( $H_2SO_4$ ) y se forma agua ( $H_2O$ ), como consecuencia de ello la concentración del ácido disminuye proporcionalmente a la energía consumida. La descarga produce una disminución, inicialmente lenta, luego más

rápida de la tensión hasta llegar a un valor límite inferior llamado tensión final de descarga, entendiéndose como aquella tensión por debajo de la cual no se puede producir la descarga con la corriente asignada, pues de lo contrario existe el peligro de que el sulfato de plomo no se reconstituya químicamente y que, en consecuencia descienda fuertemente la eficiencia de la batería, este límite establecido de acuerdo a la intensidad de la corriente de descarga.

Simultáneamente con la transformación de la masa cargada activa en sulfato de plomo (descarga), se produce un fuerte aumento de volumen, que en caso de ser muy frecuentes, afloja o deteriora la estructura de la masa activa en las placas, en virtud de este aumento de volumen los poros de la masa se van taponando en el transcurso de la descarga, obstaculizando el ingreso de ácido a las partículas interiores de la masa, con la consecuencia de insuficiente intercambio de materia (difusión), disminución del ritmo de la reacción y declinación de la conductividad, con lo cual produce en última instancia la reducción de la tensión de descarga hasta llegar a valores inferiores a la tensión de descarga establecida.

La tensión final de descarga (referida a la batería) no debe confundirse con el límite inferior de tensión admisible para los equipos de la red telemática por debajo de cuyo valor no se puede pasar al finalizar el tiempo de transición.

Proceso de carga:

Conectando la batería descargada a una fuente de corriente continua (p. ej. aparato rectificador) es posible recargarla, siempre que la tensión de fuente de corriente continua sea superior a la de la batería (fig. 10b).

Durante el proceso de carga las reacciones químicas se desarrollan en sentido inverso al operado durante la descarga. A partir de una tensión de 2.4 V por elemento el agua comienza a descomponerse activamente en hidrógeno y oxígeno (gasificación). Dado que el material de las placas se vería deteriorado por la constante repetición de este proceso, una vez alcanzada la tensión de gasificación, la intensidad de la corriente de carga no puede superar determinados valores, debiendo ser reducida en caso ser necesario. Este valor de intensidad de corriente depende de la construcción de los elementos y del método de carga.

En las baterías plomo-ácido debe haber aproximadamente 2.1 V por celda en circuito abierto, variando éste en función de la gravedad específica y la temperatura entre 2.06 y 2.15 V/cel. Puede fluctuar el rango de voltaje desde 2.15 a 2.40 V/cel. dependiendo del diseño individual de las celdas, temperatura, y recomendaciones de manufactura.

El diseño de este tipo de baterías está en función de las aplicaciones de respaldo que a continuación se mencionan:

1) Larga duración: (ejemplo: telecomunicaciones). Estas baterías son diseñadas para las aplicaciones de respaldo a cargas relativamente pequeñas con requerimientos de energía por un mínimo de 3 hrs, se caracterizan por el espesor de la placas y la baja gravedad del electrolito. Cuenta con un tiempo de descarga típica de aproximadamente 8 hrs.

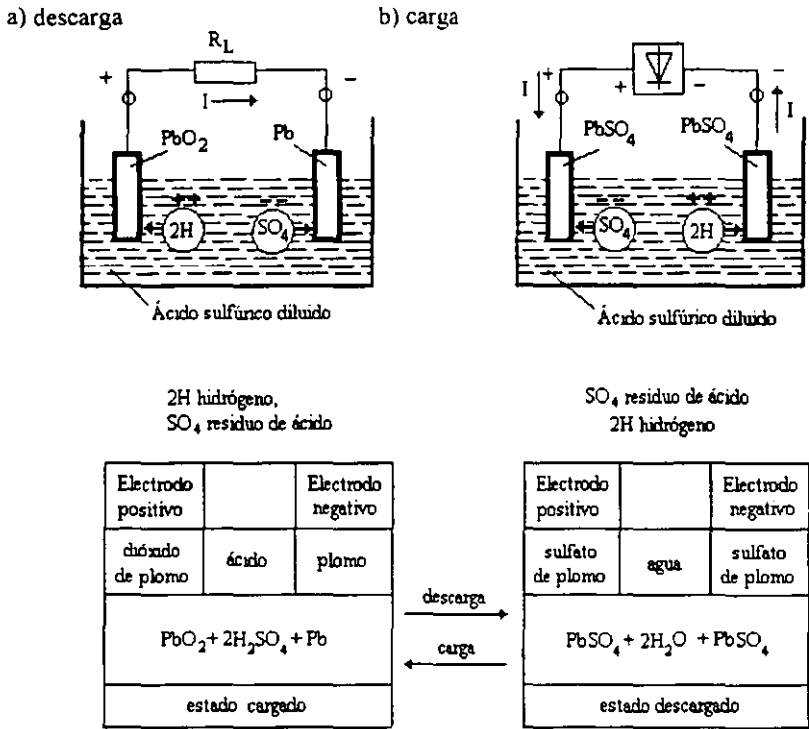


Fig. No. 10 Proceso de carga y descarga en la batería de plomo

2) Propósito general: Este tipo de batería es muy similar a la de larga duración; en aplicaciones de UPS, este diseño presenta un tiempo de descarga de aproximadamente 1 a 3 hrs.

3) Corta duración: Estas baterías son diseñadas para suministrar grandes cantidades de potencia en periodos de tiempo relativamente cortos. Las baterías típicas de este tipo se caracterizan por tener placas delgadas y mayor gravedad del electrolito. Estas baterías se adaptan más a aplicaciones donde los requerimientos de reserva son de 1 Hora o menores. El tiempo típico de descarga es de 15 minutos.

En resumen, estos diseños son típicos de respaldo o aplicaciones en servicio estable, disponibles también para cada variedad de aplicaciones adicionales. Por ejemplo, baterías de potencia móviles (usados en montacargas, carros de golf) con construcción única, resistente a abusos físicos de movimiento constante y vibraciones, resistente no cientos sino miles de ciclos de carga y descarga. Las baterías de potencia móviles son raramente usadas en aplicaciones de UPS. Otra aplicación común es la automotriz. Sus diseños han sido adaptados para aplicaciones especiales (bajo condiciones extremas de temperatura,

capacidad específica de carga-descarga, o que su envolvente se limite por espacio o requerimientos sísmicos).

Estos diseños de baterías presentan ciertas características importantes que se deben de tomar en cuenta para su operación.

#### Tensión de descarga:

La tensión durante la descarga depende de la intensidad de la corriente de descarga y del tiempo. Cuanto más elevada sea la corriente de descarga y cuanto más dure el tiempo de ésta, tanto más baja es la tensión. La causa de este proceso se explica con la disminución de la densidad del ácido y en consecuencia de la fuerza electromotriz así como con la adicional caída de la tensión por efecto de la resistencia interior.

#### Descarga espontánea:

Debido a la lentitud en la formación de hidrógeno en el electrodo negativo, las baterías de plomo se ven afectadas constantemente por una insignificante descarga espontánea. En este proceso se comprueba la aparición de los habituales fenómenos de la descarga, o sea, la sulfatación de las placas y la declinación de la densidad del ácido. Es por esta razón que se debe hacer funcionar a la batería constantemente en régimen de carga de mantenimiento, es decir, la batería va recibiendo constantemente una pequeña corriente de 20 hasta 40 mA por cada 100Ah de capacidad nominal.

Si se observan las instrucciones indicadas para el tratamiento de las baterías de plomo, estas podrán ser operadas durante la totalidad de su vida útil con una tensión de carga de mantenimiento, con la cual es posible mantener asimismo la carga completa de la batería. Con el objeto de reducir el tiempo de carga existe la posibilidad de efectuar una carga acelerada en menor tiempo aplicando una tensión más alta.

#### Consideraciones específicas plomo-ácido.

La capacidad de una batería se mide en amperio-horas (AH) e indica la cantidad de energía que esta en condiciones de suministrar al descargarse con una corriente constante (A) hasta alcanzar una tensión preestablecida (tensión de descarga final) en un tiempo determinado (h).

Cuanto mayor es la corriente de descarga tanto menor son la capacidad y la tensión. Las capacidades nominales indicadas para baterías de todo tipo de construcción son aplicables para el ácido a una temperatura de 25°C. Para temperaturas más bajas o más altas disminuye o bien aumenta la capacidad. En baterías nuevas el valor pleno de la capacidad nominal se alcanza por lo general sólo después de 3 ciclos de carga y descarga. La capacidad de la batería está entonces en función de la intensidad de corriente de descarga.

La gravedad específica es una indicación de la relación del ácido sulfúrico con el agua en el electrolito de las celdas plomo-ácido. La gravedad específica varía ligeramente con la temperatura y es normalmente especificada a 25 °C (77° F). Cuando se tiene una gravedad específica baja, la batería cuenta con mayor duración y requiere menor voltaje de flotación; caso contrario a una gravedad específica alta en cuya vida útil de la batería se reduce y

requiere mayor voltaje de flotación. El usuario puede determinar cual de estos factores es más crítico para la aplicación requerida.

Estas baterías operando a temperaturas menores a 25°C (77°F), reducen su calidad de funcionamiento. Los procesos naturales que hacen que las baterías envejezcan son afectados fuertemente por la temperatura. Los datos detallados de pruebas, realizadas por los fabricantes de baterías, muestran que la vida de la batería se reduce en un 10% por cada 5 grados centígrados adicionales (10 grados Fahrenheit). Esto significa que el diseño del UPS debe ser tal que las baterías se mantengan tan frías como sea posible en todo momento. Al funcionar con las baterías a temperatura ambiental (25°C (77°F) aproximadamente), los sistemas UPS minimizan el tiempo de inactividad debido a reemplazo de baterías y por lo tanto cumplen mejor con su propósito de maximizar la confiabilidad del sistema.

### 2.5.2.- Tecnología de baterías Níquel-Cadmio

Las baterías de Níquel-Cadmio usan un electrolito alcalino (hidróxido de potasio). Los materiales activos son el hidróxido de níquel en la placa positiva y el hidróxido de Cadmio en la placa negativa.

El electrolito en las baterías de Níquel-Cadmio no toma parte en la reacción total de las celdas, así la gravedad específica no cambia durante la carga y descarga. El electrolito conserva la habilidad para transferir iones entre las placas de las celdas, sin tener en cuenta el nivel de carga, y también actúa como un conservador de los componentes acerados en la estructura mecánica de las celdas.

Las baterías son resistentes a abusos mecánicos y eléctricos, operan sobre amplios rangos de temperatura, y puede tolerar frecuentemente pequeñas bajas o profundas descargas. Estas características pueden ofrecer avances para ciertas aplicaciones en UPS.

1) Voltaje: Las celdas de Níquel-Cadmio tienen un voltaje de operación en circuito abierto de aproximadamente 1.30 V y un voltaje de descarga nominal de 1.20 V. Las recomendaciones del fabricante indican un rango de estabilidad de voltaje comprendido entre 1.38 y 1.47 V/celda e igualación de voltajes de 1.47-1.65 V/celda, dependiendo de cada diseño en particular. Las celdas de Níquel-Cadmio pueden soportar altos periodos de carga sin sufrir daño, y puede ser sometido a carga por años sin perder vida.

2) Capacidad: las celdas pueden tolerar descarga completa, con poco decremento en su capacidad o vida. Dependiendo del número de celdas usadas, la descarga de voltaje típica en esta aplicación puede variar de 1.00-1.10 V/celda. Es prudente usar el voltaje de descarga más bajo y el mayor número de celdas que satisfaga las recomendaciones de carga del fabricante, esto daría como resultado una batería más económica para la aplicación. Los voltajes, se recomienda que fluctúen para las celdas de Níquel-Cadmio, generalmente en el rango de 1.38-1.47 V/celda.

En las recomendaciones del fabricante se especifica que se debe regular el voltaje en un rango de 1.44-1.65 V/celda.

Consideraciones específicas níquel-cadmio.

Las baterías níquel-cadmio entregan inicialmente el 100% de su capacidad, durante la vida útil se presentan pérdidas repentinas que decremantan dicha capacidad. Las pérdidas de capacidad dependen de algunos factores como la temperatura de operación, gravedad específica del electrolito y profundidad de descarga.

En cuanto a la gravedad específica, la concentración electrolítica de la celdas de níquel-cadmio no varía con el estado de la carga, como sucede con las de plomo-ácido de tal forma que la gravedad específica es esencialmente inalterable. Debido a que la temperatura no afecta a la gravedad específica del electrolito este aspecto no es generalmente un factor en la selección de una batería de níquel-cadmio.

Mientras las baterías operen en un medio ambiente controlado no es usual la sustitución de éstas ya que están diseñadas para altos rangos de temperatura. Si la temperatura esperada del electrolito esta por debajo de los 25 °C (77°F), el tamaño de la batería podría ser incrementado. El valor del factor de temperatura es dependiente del diseño de la batería, tiempo de descarga, y la temperatura del electrolito al inicio de la descarga.

### 2.6.- El inversor de estado sólido

El inversor de estado sólido es otro de los componentes principales de un UPS, cuenta con dispositivos semiconductores que interactúan entre sí para proporcionar a la salida una onda senoidal pura. Todo inversor de estado sólido se compone de un oscilador, un inversor y un filtro regulador (ver fig. No. 11).

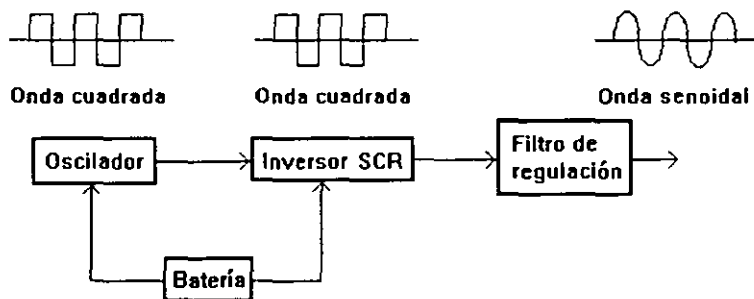


Fig. 11 Inversor de estado sólido

En donde:

El oscilador cumple con la función de establecer una onda cuadrada de frecuencia constante a la que ha de operar el inversor, a su vez, el inversor opera como un circuito de conmutación debido a que la onda cuadrada a la salida del oscilador activa alternadamente a los elementos semiconductores que lo componen (regularmente son rectificadores controlados de silicio), obteniéndose también a la salida de éste una onda cuadrada con una amplitud proporcional al voltaje de C.C. de entrada.

El filtro regulador limita la corriente de salida del inversor, evitando la sobrecarga y corto circuito del mismo. Convierte la onda cuadrada de la salida del inversor en una onda senoidal con un bajo contenido de armónicas y regula el voltaje de salida a  $\pm 5$  o 10% bajo todas las condiciones de operación.

Cuando se aplican cargas normales, ó cuando se pone en corto circuito la salida, el circuito limitador de corriente de filtro reduce la corriente nominal de salida hasta que la sobrecarga ó el corto circuito se elimina, después de la cual el inversor vuelve a la normalidad.

### 2.7.- El interruptor de transferencia estático

La constante innovación tecnológica en las últimas décadas trajo consigo la fabricación de dispositivos de conmutación sin elementos móviles, tal es el caso del interruptor de transferencia estático. A pesar de su elevado costo con respecto a los interruptores de transferencia electromecánicos, éstos presentan ventajas que justifican su precio.

El empleo de dispositivos de estado sólido permite un tiempo de respuesta corto ( $1/8$  de ciclo=2mseg.) y mantenimiento mínimo, siendo estos factores importantes cuando se habla de cargas críticas.

Los interruptores de transferencia estáticos emplean como elementos semiconductores a los SCR's cuyo funcionamiento se describe en el apéndice B del capítulo 3.

Una característica funcional de los SCR's es que realizan conmutación cuando se combinan con circuitos adecuados funcionando conjuntamente como interruptores convencionales y contactores estáticos. Cuando este conjunto de elementos se utiliza a la salida del inversor de un UPS se le conoce comúnmente como interruptor de transferencia estático (Fig No 12).

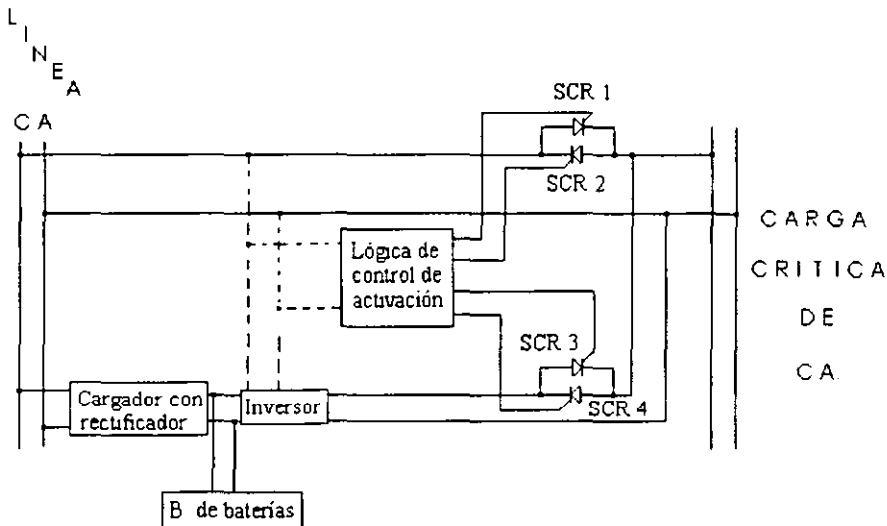


Fig. No. 12 El interruptor de transferencia estático

Para que estos interruptores no funcionen como rectificadores de CA se conectan dos tiristores invertidos en paralelo, de tal forma que cuando pase una alternancia en un periodo de tiempo ( $T/2$ ), la otra no, y viceversa, evitando así la conmutación y permitiendo el flujo de CA hacia la carga.

Durante la operación normal el cargador es energizado y alimenta al inversor manteniendo a la batería en estado de flotación. El voltaje del inversor determinará con ayuda de la lógica de control de activación que grupo de tiristores deben ser energizados (1 y 2 ó 3 y 4).

Cuando el voltaje del inversor disminuye por debajo de un valor de voltaje de referencia, se activan los rectificadores 1 y 2 entonces la carga crítica es abastecida por la línea de alimentación. Cuando el voltaje de la línea de alimentación disminuye por debajo de un valor de voltaje de referencia, es entonces cuando comienza el desempeño del inversor. Para que el tiempo de conmutación sea tan corto como sea posible es recomendable que el FP de la carga sea próximo a la unidad.

El tiempo que tarda el interruptor de transferencia en alimentar la carga, ya sea con la línea comercial o con la salida del inversor, se conoce como tiempo de transferencia y se expresa en (ms).

### 2.8.- Controles, instrumentos y alarmas.

Controles.- El sistema UPS básico debe tener como mínimo los siguientes elementos de control:

- 1) Elementos de desconexión de AC de entrada
- 2) Elementos de desconexión de DC de entrada
- 3) Elemento de desconexión del UPS

Para sistemas UPS que utilizan un switch de transferencia estático, el UPS incluye un control para adelantar y regresar manualmente la transferencia del switch.

Instrumentos.- Los contadores cuentan con una escala completa cuya exactitud es de  $\pm 2\%$  provistas de un display que muestra los siguientes parámetros:

- 1) Voltaje DC de entrada al inversor.
- 2) Fuente de voltaje AC alternativa (bypass)
- 3) Rectificador de corriente DC de salida.
- 4) Voltaje AC de salida del UPS.
- 5) Salida AC del UPS
- 6) Salida de frecuencia del inversor.

Alarmas.- Las alarmas están provistas para indicar los siguientes defectos de funcionamiento del UPS

- 1) Pérdida de sincronismo, el inversor no sincronizado para alternar la fuente de AC o alternar a una fuente de AC no disponible.



- 2) Bajo voltaje inverso. La salida AC de voltaje inverso es menor que el 90% de la nominal (ajustable).
- 3) Accionamiento del equipo de protección . Indicación en la operación del equipo de protección en el UPS.
- 4) Bajo voltaje de DC. El inversor de voltaje de entrada es menor que la mínima especificación .
- 5) Sobrecarga. La corriente de carga del UPS es mayor que el 100% de la corriente del UPS.
- 6) Transferencia de regreso. La carga es suministrada por la fuente alternativa.
- 7) Pérdida de ventilación. Indicación de pérdida de corriente a través de ventilación.
- 8) AC a través de la fuente alternativa. La fuente alternativa de AC esta fuera del rango especificado.
- 9) Operación DC. Alarmas cuando las corrientes de baterías van hacia el inversor.

### **3.- Análisis para la elección del tipo de protección que requieren los equipos de la red telemática.**

Ahora que sabemos cuales son los problemas típicos de potencia que se pueden presentar en las redes de cómputo y equipos de procesamiento de datos, y conocemos también al UPS como solución, procedemos a realizar un análisis del tipo de protección que se requiere.

Las redes telemáticas cuentan con uno o más "centros de cableado de red", siendo éste un cuarto o gabinete que contiene equipo de red tal como enrutadores, servidores, hubs y módems. Un centro de cableado de red puede ser tan pequeño como un gabinete con unos pocos hubs, o puede ser una gran habitación con docenas de minicomputadores, servidores y bastidores de equipo de interconexión de red.

El ingeniero debe aplicar su criterio para seleccionar el equipo que brinde la mejor solución para la protección de energía de un centro de cableado de red, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

#### **3.1.- Requisitos totales de energía para las cargas**

Primeramente se debe hacer una lista que contenga todo el equipo que necesita protección, ésta debe incluir monitores, terminales, discos duros externos, y cualquier otro equipo crítico.

Cada equipo requiere de una cierta cantidad de voltaje, corriente y potencia por parte de la fuente de alimentación, dicho requerimiento puede tomarse de los datos de placa localizados en la parte posterior de los gabinetes. Es importante hacer la aclaración que la mayoría de los datos referentes a potencia de los equipos están dados en watts.

#### **3.2.- Tiempo de respaldo**

El tiempo de autonomía requerido durante un corte está directamente relacionado con el tamaño de la batería empleada , teniendo un gran efecto en el costo del UPS. Para determinar el tiempo disponible en un UPS, es necesario conocer el tamaño de la carga en forma precisa ya que a menudo es sobrestimado durante el proceso de dimensionamiento con el fin de asegurar que no estará sobrecargado. Sin embargo, tal sobredimensionamiento

puede causar grandes errores al determinar el tiempo de respaldo y generar un costo innecesario

Para sistemas en que la red debe permanecer funcionando, debe usarse un sistema UPS con capacidad de tiempo de autonomía prolongado (este costo puede ser mitigado de alguna forma usando un sistema de "prioridad de cargas" como se describe posteriormente). Un factor importante al escoger un UPS con tiempo de autonomía expandido es el tiempo de recarga, el cual se incrementa a medida que aumenta el número de baterías

Si existe la posibilidad de que el requisito de tiempo de autonomía aumente en el futuro, es recomendable instalar un UPS que tenga capacidad de expandir la autonomía y que tenga buena capacidad de recarga.

### *3.2.1.- Problemática cuando hay sobredimensionamiento*

Regularmente los fabricantes entregan información reducida sobre los equipos de protección de energía, por lo tanto, ésta puede ser incompleta. El resultado es que el usuario frecuentemente compra protección de energía que tiene mucha más capacidad que la necesaria. Típicamente, la justificación para esta decisión es que un UPS sobredimensionado proporcionará un tiempo de respaldo adicional y podrá ser útil para expansiones futuras.

Sin embargo, la decisión errónea de comprar un UPS sobredimensionado tiene consecuencias que a menudo no son consideradas suficientemente, tales consecuencias se mencionan a continuación.

- Costos de conectores especiales de potencia - Al sobredimensionar el UPS la capacidad de potencia aumentaría y entonces se podría necesitar cableado especial en el edificio (el límite real depende del país). Los costos de este cableado, la planeación y los costos de cualquier retardo asociado son frecuentemente pasados por alto
- Costos de reemplazo de baterías adicionales - La batería es un elemento muy costoso que eventualmente tendrá que ser cambiado. Este reemplazo de baterías es mucho más costoso cuando el UPS es más grande, siendo en la mayoría de los casos un costo no anticipado. Muchos contratos de servicio no cubren las baterías o tienen un costo prorrateado de modo que el reemplazo de las baterías se convierte en un costo no planeado aparte del costo del contrato mismo. Además, sobredimensionar el UPS puede en la práctica incrementar la frecuencia con que deben hacerse los reemplazos de baterías
- Carga térmica y costos de energía.- Un UPS sobredimensionado generará más calor y desperdiciará más electricidad. Esto puede causar una carga no deseable en los sistemas ambientales del centro de cableado, además del costo de la electricidad adicional
- Vida más corta de las baterías.- Los sistemas UPS más grandes tienen un mayor número de baterías en serie. Esto se debe a que se logra una mayor simplicidad de diseño y una ganancia en la eficiencia cuando funciona el UPS a un voltaje de baterías más alto. La capacidad de baterías del UPS está limitada por la batería más débil en la serie. El hecho de que en UPS más grande se tienen más baterías en serie significa que hay más celdas que

pueden experimentar falla aleatoria, y aun mas si el mismo UPS esta sobredimensionado. La confiabilidad total se reduce cuando se compara con la de un UPS más pequeño.

Por estas razones, el ideal es planear el sistema de protección de energía para que no sea sobredimensionado pero sin embargo pueda ser expandido según se necesite para alimentar cargas adicionales en el futuro.

### 3.3.- Tipo de protección que se debe emplear.

En este punto se debe realizar un análisis de la forma en que más convenga proteger a los equipos de la red telemática, ya que la mayoría de ellas se someten a expansión o reconfiguración a medida que cambian las necesidades del usuario o la tecnología. Los tipos de protección que se emplean en los equipos de redes telemáticas se conocen como protección centralizada y protección distribuida.

Protección centralizada - este tipo de protección se caracteriza por el empleo de un único UPS que tiene la capacidad de soportar la suma total de las cargas conectadas a él (Fig. No 13). El dimensionamiento del UPS debe ser tan preciso como para proveer la potencia requerida por la carga cuando ésta opere al 100%, aun en los periodos pico.

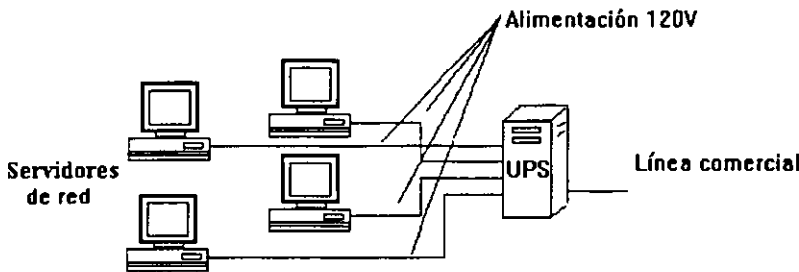


Fig. No. 13 Protección centralizada

Protección distribuida - es característico de este tipo de protección el empleo de un UPS de pequeñas dimensiones y capacidad a cuyos sistemas se conectan un número determinado de cargas. Se emplean UPS con la capacidad requerida por la carga, no siendo necesario sobredimensionarlo para cumplir con la corriente de energización inicial que se requiere al encender el equipo a proteger (Fig. No. 14).

Independientemente de cual de ellos se emplee, se debe considerar el tiempo de autonomía que requieren los equipos más importantes dentro de la red. Para lograr este objetivo es posible emplear el concepto conocido como "prioridad de cargas".

## Servidores de red

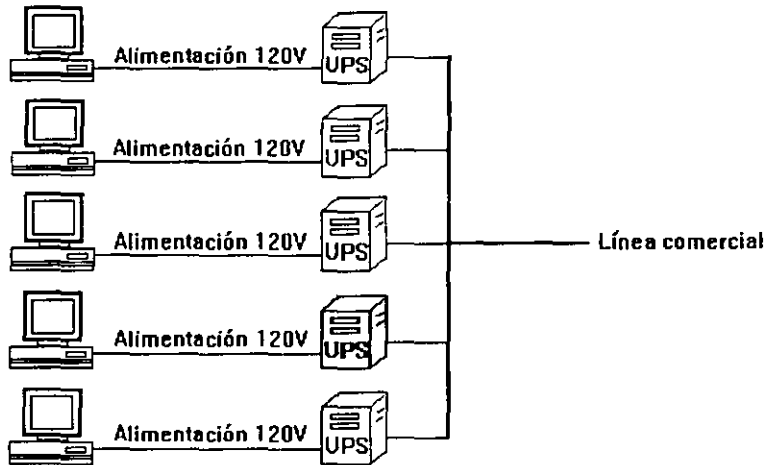


Fig. No. 14 Protección distribuida

**Prioridad de cargas.-** En algunas redes telemáticas puede ser deseable que algunas cargas continúen funcionando por un largo tiempo, mientras que otras simplemente necesitan ser apagadas ordenadamente. Esto puede lograrse empleando una de siguientes técnicas:

*\*Usando un único UPS grande con un tiempo de autonomía muy largo.-* Esta puede ser una buena solución si la mayoría de la energía es consumida por los dispositivos que requieren mayor tiempo de autonomía. Sin embargo, si las cargas no críticas constituyen una gran parte del consumo total de energía, entonces proporcionar un tiempo innecesario de autonomía para esas cargas generaría un sobre costo, tanto en gastos iniciales como en servicio.

*\*Usando un UPS grande con un sistema inteligente para liberación de carga.-* En este caso el UPS está equipado con un accesorio (costoso y requiere programación) de liberación de cargas que le permite al administrador de red apagar las cargas menos críticas en forma manual o automática.

*\*Usando varios UPS más pequeños con diferentes tiempos de autonomía.-* En este caso, las cargas críticas se conectan simplemente a sistemas UPS que tienen capacidad de tiempo de autonomía extendido, mientras que las cargas que requieren tiempos menores se asignan a UPS con menor tiempo de autonomía. De esta forma se resuelve el problema en una forma económica.

Cada UPS requerirá eventualmente algún tipo de atención en caso de que falle, por lo cual se debe tener un plan para manejar esta eventualidad y tratar de asegurar que los usuarios de

la red sean afectados lo menos posible. Un plan de recuperación completo debe considerar los siguientes elementos:

**Sistemas de notificación por adelantado** - Algunos sistemas UPS tienen la capacidad de probar el sistema de baterías y determinar cuando es inminente una falla de éstas. Cuando estos sistemas se usan adecuadamente, pueden permitir un mantenimiento programado (en lugar de inesperado) y evitar el tiempo de inactividad del sistema.

**Capacidad de reemplazo al instante** - Algunos sistemas UPS pueden ser removidos para reparación o servicio sin necesidad de apagar la carga. El empleo de accesorios de aplicación especial permiten el intercambio del UPS completo con la carga funcionando, estos son útiles cuando no se desea hacer un cierre del sistema debido a que se necesita funcionamiento durante las 24 horas.

### 3.3.1.- Comparación de protección distribuida con protección centralizada.

Es importante que el usuario que va a disponer de sistemas de protección para sus equipos, conozca las diferencias primordiales que caracterizan a cada uno de los tipos de protección mencionados en el punto anterior. A continuación se presentan las posibles diferencias características de cada uno de ellos:

#### *Protección distribuida:*

**Ventajas:** Bajo costo, ausencia de un único punto de falla, operabilidad, etc.  
No requiere cableado especial.  
Una unidad UPS que falla puede ser reemplazada en minutos.  
Fácil expansión y reconfiguración de la red.  
Reduce la posibilidad de un error humano.  
Hace a la red tolerante a fallas de UPS puntuales.  
Los sistemas pueden en un principio dimensionarse de tal forma que unidades vecinas tengan la capacidad de asumir la carga de la unidad que falla

**Desventajas:** Problemas para mantener una administración coordinada y controlada (aunque actualmente se esta resolviendo este problema).

#### *Protección Centralizada:*

**Ventajas:** Asuntos relacionados con la energía, incluyendo mantenimiento, pruebas, diagnósticos, etc., están aislados en un solo punto.

**Desventajas:** Requiere de un cableado dedicado especialmente instalado en el edificio  
Requiere "cables de extensión" para conectar el UPS central con los nodos (con el empleo de éstos se violan los códigos eléctricos).  
Requiere el servicio de un técnico calificado para poner en derivacion al UPS mientras se repara, dejando sin protección a la red.

En caso de expansión puede ser necesario el reemplazo del UPS por otro modelo más grande.

Cuando se somete a reparación se debe contar con un UPS redundante, esto implica un costo adicional.

Si no se realiza un buen cálculo de cargas, el UPS es generalmente sobredimensionado.

Existe la posibilidad de que el usuario conecte inadvertidamente equipos como cafeteras, aspiradoras, etc., que pueden sobrecargar al UPS y hacer que el sistema se caiga.

#### 4.- Acondicionamiento de las instalaciones.

El sistema de energía eléctrica proporciona en las líneas de alimentación comerciales 3 cables que proporcionan corriente, también llamados "fases", y un cable adicional denominado "neutro". Dependiendo de los requerimientos de voltaje se hacen las conexiones pertinentes que proporcionan la tensión adecuada a las cargas (Fig. No. 15).

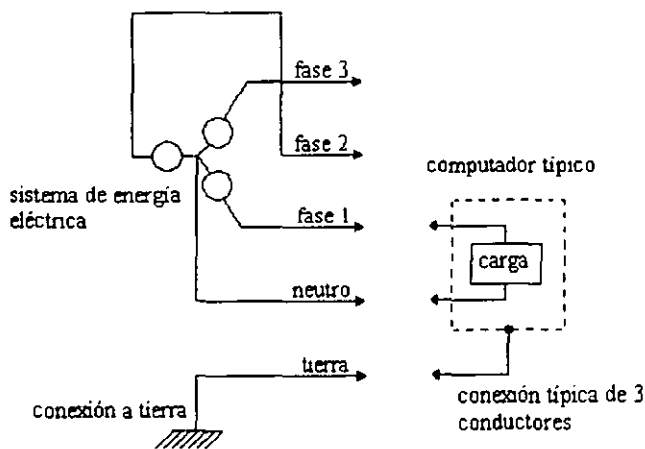


Fig. No. 15 Sistema típico de cableado en un edificio.

Como podemos ver, el sistema de 3 conductores que percibe el usuario se deriva realmente de la instalación de tres fases, la cual usa un sistema de 5 conductores. En este sistema, 3 de los conductores son vivos, uno es el neutro y el otro es la tierra. Una toma de pared típica en una oficina tiene tres conexiones eléctricas: el vivo o fase, el neutro y la tierra física (Fig. No. 16).

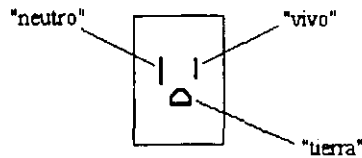


Fig No. 16 Disposición de las conexiones eléctricas en una toma de pared

Para identificar en un circuito eléctrico cuales son las fases, neutro y tierra, se ha establecido un código de colores que podrá ser usado por el personal que se involucre directamente con una instalación eléctrica. A continuación se muestra una tabla con las combinaciones posibles que se pueden presentar en una instalación:

<i>No. de conductores</i>	<i>Circuito eléctrico</i>	<i>Colores a emplear</i>
3 (2 de corriente y tierra física)	Trifásico, sin neutro	negro, rojo y verde
3 (corriente, neutro y tierra física)	Monofásico con neutro	negro, blanco y verde
4 (3 de corriente y tierra física)	Trifásico sin neutro	negro, azul, rojo y verde
5 (3 de corriente, un neutro y tierra física)	Trifásico con neutro	negro, azul, rojo, blanco y verde

De acuerdo a la tabla anterior, podemos ver que los colores usados en las instalaciones eléctricas son normalmente negro, rojo y azul, en los casos que se tiene una instalación con neutro se usa el color blanco, y finalmente, para todos los circuitos eléctricos que contengan tierra física se usará el color el verde.

Es recomendable en toda instalación eléctrica oculta, ya sea tubo conduit, ductos, charolas, etc., marcar el conductor conectado a tierra con su respectivo color verde y usarlo en todos aquellos conductores terminales que deban conectarse a tierra

En una instalación no debe tratarse de forma diferente a los conductores ya que, las regulaciones internacionales de seguridad para productos de oficina (incluyendo IEC 950 y UL 1950) prohíben que estos conductores sean tratados en forma diferente. Cada uno de ellos se considera como un riesgo de seguridad bajo las regulaciones y se exige que sean desconectados de los circuitos lógicos y que tengan espaciamientos de seguridad con respecto a éstos. Sin embargo, una inspección de los diagramas de cableado de cualquier computador muestra claramente que los conductores de entrada (vivo y neutro) se conectan a los mismos circuitos de la misma forma y que son por lo tanto intercambiables

Es importante que cuando se realice la instalación de un UPS se utilice una línea de energía eléctrica dedicada a él. El propósito de una línea dedicada para el UPS es:

- \* Asegurar que ninguna otra carga comparta los mismos dos cables de energía, ya que si están conectadas otras cargas éstas podrían drenar corriente y ocasionar caídas de voltaje en el cableado del edificio que alimenta la carga crítica.
- \* Reducir las variaciones en el voltaje entregado al equipo protegido eliminando el efecto que pueda tener otro equipo conectado en paralelo.
- \* Asegurar que ninguna otra línea comparta el mismo conductor de tierra ya que si se conectan otras cargas éstas podrían inyectar ruido en el conductor de tierra compartido (Ruido de Tierra Inter-sistema) y causar rupturas en la comunicación de datos y en algunos casos, severos daños en el equipo del usuario

Regularmente una línea dedicada es una línea de potencia que va desde el tablero de breakers a la carga crítica y puede ser instalada en cualquier momento. Un electricista simplemente instala un nuevo breaker en el tablero y extiende un nuevo cableado hasta los tomas nuevos o ya existentes.

El propósito del breaker es evitar que el cableado del edificio se sobrecaliente como resultado de cargas excesivas que se hayan conectado. Sin embargo, en el sistema de 3 conductores, el breaker brinda otra función de seguridad crítica. Si un conductor vivo o circuito se conecta accidentalmente a una parte de metal expuesta en una pieza del equipo, existiría un riesgo de choque. Sin embargo, si las partes expuestas se conectan al conductor de tierra, el conductor vivo resultaría conectado al conductor de tierra. Esto no causaría nada fuera de lo común excepto por el hecho de que el segundo conductor de potencia, el neutro, está también conectado al conductor de tierra en el tablero de breakers. Por lo tanto, por esta situación de choque, el cable de aterrizar queda conectado esencialmente como una carga. La baja resistencia del conductor de tierra hace que drene una corriente muy grande cuando queda inadvertidamente conectado como una carga, lo que a su vez hace que se dispare el breaker que alimenta el conductor vivo. Por lo tanto, el sistema de 3 conductores funciona de tal forma que transforma una situación de riesgo de choque en una condición de sobrecorriente, haciendo que el choque sea eliminado automáticamente por el breaker del circuito. El breaker se usa tanto como un protector de sobrecorriente como un protector de choque eléctrico.

Las características anatómicas del lugar dependen del número y capacidad del ó de los UPS que se han de instalar. En el caso de un solo UPS, se deben tener tantas tomas de pared (conectadas permanentemente al UPS) como cargas haya en el lugar, ya que es contra códigos eléctricos usar cables de extensión o multi-tomas para distribuir la energía a los equipos (sólo se permiten multi-tomas para instalaciones temporales).

Si se especifica un UPS de gran capacidad, entonces necesita ser alimentado por medio de un cableado permanente o conector de alta potencia desde el panel de distribución de energía principal, para tal caso, el cableado eléctrico es costoso. Con el fin de mantener un bypass manual de emergencia, los tomacorrientes adicionales no-protegidos deben ser también cableados desde el panel de distribución principal. Estas tomas deben tener suficiente capacidad para el total de las cargas protegidas.



En muchas instalaciones el número de conexiones de energía requeridas por las cargas supera el número de tomacorrientes en el UPS. Un problema adicional es que los cables de potencia del equipo protegido pueden no ser suficientemente largos para llevarlos hasta un sitio central. Por lo tanto, cuando hay gran cantidad de cargas conectadas a un único UPS, se necesita algún método de distribución de energía. El uso de cables de extensión y multitomas no se permite, como se explicó anteriormente. Las cargas dependerían entonces de que el UPS proporcione tomas adecuadas. Esto puede conducir a la situación en que podría no haber donde conectar las cargas si el UPS tiene que ser apagado o removido para mantenimiento. Una solución alternativa es usar múltiples sistemas UPS, cada uno de los cuales tiene un conector de CA común que se conecta a un receptáculo estándar. Aquí los UPS se distribuyen alrededor del cuarto de modo que los cables de energía de cada componente protegido pueda alcanzar un UPS. Las cargas pueden conectarse en el receptáculo de pared si el UPS necesita ser removido por alguna razón.

Muchos usuarios no están al tanto de que un contratista eléctrico normalmente conectará todos los tomacorrientes del salón a un solo cortacircuitos en el panel de distribución, esto puede proporcionar suficientes tomas pero no suficiente capacidad de energía. Cuando se usan receptáculos de CA comunes, el número de circuitos (y por lo tanto de cortacircuitos) alimentando los tomacorrientes de un centro de cableado de red debería ser aproximadamente uno por cada kVA de carga planeada o potencial en países con energía de 120V. Debe pedirse al contratista que marque los receptáculos de acuerdo con el circuito al que pertenecen de modo que las cargas puedan ser distribuidas entre los circuitos. El panel de cortacircuitos debe estar claramente marcado de acuerdo con lo anterior, y el administrador de la red debe entender las marcas y tener acceso al panel de cortacircuitos. Estas mismas condiciones se aplican al caso de UPS grandes cableados permanentemente, con el fin de permitir un bypass manual de emergencia.

Todos los sistemas de energía están equipados con protección contra sobrecarga necesaria por razones de seguridad, es importante asegurar que los circuitos de energía no están sobrecargados ya que si los cortacircuitos (circuit breakers) están fuertemente cargados, pueden dispararse en momentos inesperados, causando tiempo de inactividad.

La protección contra sobrecargas está siempre instalada en los paneles de cortacircuitos que alimentan a los equipos de la red. Adicionalmente existen cortacircuitos en la entrada o a la salida del equipo de protección de energía.

Si el interruptor de la rama del edificio se dispara, entonces el sistema de protección de energía responderá manteniendo las cargas por un tiempo finito. Esto proporciona tiempo para que alguien encuentre el panel y restablezca el cortacircuitos. Desafortunadamente, en algunos casos este tiempo no es adecuado ya que sólo algunas personas específicas (que podrían no estar disponibles en ese momento) tienen acceso al panel de cortacircuitos.

Si el cortacircuitos de entrada al UPS se dispara, entonces el sistema responderá también manteniendo las cargas. En este caso, el personal encargado debe identificar el UPS afectado, identificar el cortacircuitos problemático y reinicializarlo.

Si el cortacircuitos de salida del UPS se dispara, entonces las cargas se apagan inmediatamente. Por esta razón, esta es la peor condición de falla.

Es importante contar con un "plan de bypass manual" en caso de que fallen las otras opciones, éste asegura que las cargas puedan ser desconectadas manualmente del sistema de protección de energía y conectadas en tomacorrientes comunes. Esto parece simple pero es común que se creen situaciones en que es imposible un bypass manual. Si todos los tomacorrientes del salón están conectados permanentemente a un UPS grande, entonces no habrían receptáculos comunes disponibles para un bypass manual. Si, cuando se usa un UPS grande hay algunos tomacorrientes comunes en el salón, estos pueden ser alimentados desde el mismo cortacircuitos y este último puede no tener la capacidad para soportar todas las cargas requeridas.

En caso de que se usen múltiples sistemas UPS, el plan de bypass es mucho más simple y sólo requiere la disponibilidad de multi-tomas de salida para asegurar la disponibilidad de suficientes receptáculos de salida

El lugar donde han de estar los sistemas de energía ininterrumpibles (UPS) deberá contar con control de clima y ventilación adecuada. En nuestro país el clima en el que se encuentran estos sistemas debe ser más frío que a temperatura ambiente.

Las máquinas electrónicas para el proceso de datos generan calor y poseen componentes muy sensibles a las condiciones de humedad y temperatura del ambiente en que trabajan. La presencia de polvo puede dar lugar a el deterioro de tales componentes. Por todo ello, es preciso que las salas que albergan tales máquinas exista una climatización capaz de eliminar el calor generado, que sea suficientemente flexible para admitir un nuevo equipo de características distintas al que sustituye y que sea capaz de asegurar un correcto funcionamiento del equipo electrónico en forma continua.

La ventilación se lleva a cabo mediante un circuito de entrada y salida de aire como el mostrado en la Figura No. 17, en la que se muestra cual es la trayectoria del aire en la sala de ordenadores.

La finalidad de tener una adecuada climatización es la de permitir el control total de los principales parámetros involucrados: velocidad y pureza del aire, temperatura, humedad y nivel de ruido. Las condiciones de proyecto típicas y mas importantes del equipo electrónico de climatización en una sala de ordenadores son las siguientes:

Temperatura = 24°C  
Humedad relativa = 45%  
Filtrado = 35-50%

A causa de la elevada concentración de máquinas en toda la sala de proceso de datos, será preciso mantener un ambiente higiénico y confortable para las personas que allí trabajan.

Los sistemas de uso más común para el acondicionamiento consiste en a) introducir aire, tratándolo en la propia máquina y en los puntos más críticos, b) realizar un tratamiento general en la sala (introducir aire nuevo y extraer el aire viciado).

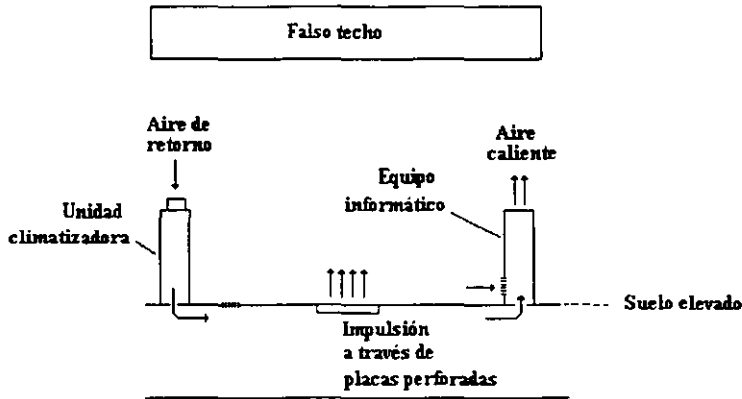


Fig No 17 Tratamiento de aire en una sala de ordenadores.

De los métodos conocidos por los profesionales en materia de ventilación y refrigeración, los métodos artificiales son los más empleados la justificación es el control total de las condiciones ambientales, que en nuestro caso son muy específicas.

La ventilación artificial se sucede cuando la renovación del aire puro y la extracción del viciado se efectúan mediante conductos construidos a propósito, ya que la ventilación natural es insuficiente para la adecuada climatización del equipo informático.

Los elementos más comunes para obtener la climatización adecuada en las instalaciones en donde se tienen equipos informáticos son los extractores y ventiladores de aire, para conseguir la renovación del volumen de aire que se concentra en el interior del recinto cerrado.

En la instalación de un sistema de ventilación se parte de un análisis detallado de las condiciones de operación de la infraestructura de la red telemática. Los cálculos mínimos para realizar un sistema de ventilación se resumen en los siguientes puntos

- Cálculo del volumen del local que se va a ventilar, esto se puede lograr con ayuda de las fórmulas ya establecidas para calcular volúmenes de las diferentes formas geométricas existentes.
- El caudal necesario o volumen de aire a extraer y la velocidad con la que se desea hacerlo circular, éstos son parámetros bien estudiados y se encuentran tabulados para darles aplicación práctica.

- Cálculo de los conductos que han de transportar al aire, para ello se utilizan fórmulas matemáticas conocidas (áreas y perímetros) que cambian según la forma geométrica del mismo, las más conocidas son: cuadrada, rectangular y redonda.

La selección de los ventiladores y conductos a utilizar dependerán primordialmente de los cálculos obtenidos hasta este punto ya que se recurrirá a tablas (proporcionadas por el fabricante) que nos indiquen que tipo de ventilador o conducto utilizar, según las gráficas características correspondientes para cada uno de ellos.

Generalmente, el requerimiento de aire de ventilación por persona en salas de cómputo es de 2.5 a 4.0  $\text{dm}^3/\text{s}$ . Con base en esta información y los cálculos obtenidos anteriormente es posible diseñar e implementar el sistema de ventilación de la sala informática a tratar.

La calidad del aire a utilizar debe poseer ciertas características que reguladas y controladas adecuadamente nos ayudaran a cumplir con lo requerimientos que exigen los equipos informáticos, así como brindar la mayor confortabilidad en el ambiente para los usuarios del equipo. Tales características se mencionan a continuación:

- Pureza, limpieza o filtración
- Cierta grado de humedad
- Temperatura
- Movimiento

Para darle al aire la calidad requerida, es necesario emplear varios sistemas que nos permitan proporcionar la confortabilidad ambiental esperada.

La purificación del aire se puede realizar por varios sistemas, entre los que se encuentran los denominados por lavado, filtrado y por contacto. En el primero se hace circular el aire por una zona de lluvia artificial cuyas gotas de agua arrastran las impurezas captadas y las depositan en el fondo de un recipiente preparado para tal efecto, dando al mismo tiempo el porcentaje de humedad a la masa de aire que pasa por ella.

En la filtración se obliga a circular la masa de aire por diversos filtros a base de mallas de material filtrante. Si en el proceso de filtrado se recurre a superficies onduladas y mojadadas se tiene entonces el sistema de filtrado por contacto. Por norma la limpieza del aire atmosférico se especifica con un contenido máximo de 10 miligramos de polvo por  $\text{m}^3$  de aire, para mayor concentración se utilizan los filtros especiales denominados filtros colectores de polvo.

## **5.- Parámetros de selección de un UPS para equipos de redes telemáticas.**

Concluido el análisis del tipo de protección que requieren los equipos de la red telemática, se procede a realizar la selección del UPS tomando en cuenta que el fabricante manifieste:

### 5.1.- En cuanto al UPS

#### 1) Capacidad

Mucha gente se confunde al distinguir entre las medidas en Vatios y en Voltios-Amperios (V-A ó VA) para dimensionar la carga del UPS. Así mismo, muchos fabricantes de UPS aumentan esta confusión al no diferenciar estas medidas, en algunos casos hasta el punto de igualar erróneamente Vatios y V-A.

Los sistemas UPS de gran capacidad siempre están dimensionados en V-A. La confusión es exclusiva del mercado de UPS pequeños (menos de 1000 VA) ya que todos los UPS por encima de esta potencia están dimensionados en V-A en lugar de Vatios. El uso de los Vatios para los sistemas UPS pequeños parece provenir del simple hecho de que el usuario típico de UPS pequeños está más familiarizado con el concepto del dimensionamiento en Vatios. Sin embargo, los vatios deben ser siempre menores o iguales que los V-A. La fórmulas empleadas para obtener las medidas de potencia de CA se relacionan así:

$$\text{Vatios} = \text{V-A} \times \text{F. P.} = \text{Voltios} \times \text{Amperios} \times \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Voltios} = 120 \text{ o } 230 \text{ (nominales)}$$

$$\text{Amperios} = \text{Corriente en la carga}$$

$$\text{Factor de Potencia (F.P.)} = \text{entre } 0 \text{ y } 1$$

El Factor de Potencia es un número entre 0 y 1 que representa la fracción de la corriente de salida que entrega energía útil (vatios) a la carga. Sólo en un calentador eléctrico o en una lámpara incandescente el Factor de Potencia es igual a 1; para cualquier otro equipo algo de la corriente pasa por la carga sin entregar Vatios. Esta corriente, compuesta por corrientes reactivas o de distorsión, se debe a la naturaleza misma de las cargas electrónicas. El punto importante a entender es que esta corriente reactiva o de distorsión, que existe debido a la carga, hace que la medida en V-A sea mayor que aquella en vatios. El sistema dimensionado en Vatios puede verse como un caso especial del sistema medido en V-A, cuando el Factor de Potencia es igual a 1.

En nuestro caso, tenemos dos formas de obtener los valores de potencia para la carga:

1.- Después de realizada la lista de equipos considerados como cargas para el UPS (solicitada en el inciso 3.1 de este capítulo) se procede a hacer la suma total de la potencia a consumir (en este caso en watts) y se realiza el cálculo para obtener la potencia aparente requerida para dimensionar correctamente al sistema de energía ininterrumpible, aplicando la siguiente fórmula:

$$VI = \frac{W}{FP}$$

En donde:

$VI$  = Volts-amperes consumidos por la carga (potencia aparente).

$W$  = Watts consumidos por la carga (potencia real).

$FP$  = Factor de potencia (para cargas críticas en el que se desconoce el factor de potencia un valor de 0.8 atrasado puede ser usado).

La potencia aparente calculada es entonces la potencia requerida por la carga en VA. Si dividimos el valor obtenido entre 1000, obtendremos la capacidad en KVA.

2.- Cuando se presenta el caso en que no se pueden obtener los requerimientos de potencia a través de los datos de placa, procedemos a obtenerlos con ayuda de equipos de medición (amperímetro, voltímetro y vatímetro).

En circuitos de C.D., la potencia (en watts) proporcionada a una carga resistiva es igual al producto de voltaje por la corriente. En circuitos de C.A., a veces no se puede usar esta fórmula para establecer la potencia en watts. Por esta razón, en los circuitos de C.A. es esencial el uso de vatímetros, para medir la potencia real ( en watts).

En C.A. la potencia aparente es igual al producto del voltaje y la corriente; la potencia aparente es igual a la potencia real en circuitos puramente resistivos. Cuando el circuito de carga no es del todo resistivo, la potencia aparente (VA) puede ser muy diferente de la potencia real (watts).

Para calcular la potencia requerida por cada una de las cargas es necesario conectar los equipos de medición de acuerdo al diagrama siguiente:

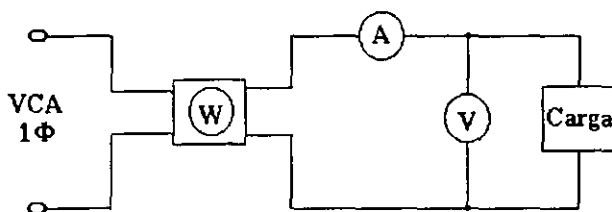


Fig. No. 18 Disposición de equipo de medición.

Ahora, al igual que en el caso en que obtuvimos los valores de potencia en watts, obtendremos la potencia requerida por la carga en KVA.

Nota importante: El margen del 25% puede ser incluido en la capacidad del UPS para interpretar en cálculos la máxima carga, es decir, cuando el UPS este trabajando al 75% de su capacidad, la carga estará trabajando a un 100%. Además, este margen es considerable para una posible expansión.

## 2) Características físicas:

Es importante que el fabricante proporcione las dimensiones y el peso de los UPS ya que el usuario debe contar con espacio suficiente en sus instalaciones para maniobras de mantenimiento e infraestructura capaz de soportar el peso de los equipos que se han de instalar.

## 3) Condiciones de servicio

Las condiciones usuales de servicio y rangos normales de un UPS deben considerar

- a) Temperatura ambiente en un rango comprendido entre 10°C y 40°C, con un promedio anual por encima de los 25°C.
- b) Humedad relativa considerada en el rango de 10 al 95%.
- c) Altitud de arriba de los 3300 ft (1000 in) por encima del nivel del mar.
- d) El tiempo de respaldo mínimo de 10 minutos debido a que los sistemas operativos en red requieren de aproximadamente este tiempo de autonomía para cerrar sistema (aunque la mayoría se pueden cerrar en menos de 2 minutos).
- e) Una forma de onda senoidal en operación normal y operación por batería.

## 4) Características de operación con C.A.

- a) 480/277 V o 208/120 V, trifásico ó 120 V monofásicos, frecuencia de 60 Hz (fija con una tolerancia de  $\pm 0.5\%$ .)
- b) La distorsión armónica total de la fuente de voltaje no debe exceder el 10%.
- c) Disminución de transitorios de voltaje sin exceder 120% del voltaje nominal y no tardar más de 30 seg.

## 5) Características de operación con C.D.

Las características usuales y limitaciones en la entrada de DC de los inversores son como sigue:

- a) Unidades UPS especificadas para aplicaciones en un sistemas nominal 125V DC operando con un voltaje de batería en un rango de 105-140 V. La unidad UPS especificada para aplicaciones en un voltaje nominal de 250 V opera con un rango de voltaje de batería 210-280 V. Se deben considerar las caídas de voltaje en las terminales de las baterías de los sistemas UPS.
- b) Para unidades UPS en las que la fuente DC no esta dedicada a inversores la magnitud de el voltaje de Rizo no debe exceder 2% del voltaje DC nominal.
- c) La fuente usualmente aterrizada con provisiones de detección de tierra.
- d) Bajos voltajes transitorios ocurren cuando el voltaje DC es reducido pero no menor que 75% del voltaje nominal y la duración no excede 1 seg.

## 6) Condiciones de salida.

- a) El UPS puede tener los requerimientos de salida para alguna carga desde 0 al 100%, sin pérdidas de vida operacional u otros efectos dañinos a sus componentes.
- b) El voltaje de salida del UPS permanece con  $\pm 2\%$  del voltaje de salida para todos las posibles combinaciones de carga.
- c) Frecuencia.- La frecuencia de salida del UPS debe ser 60 Hz  $\pm 0.5\%$  para toda AC normal, es decir, se aceptan frecuencias entre 57 y 63 Hz.

- d) Aterrizaje - El gabinete y neutro del el sistema UPS deben ser aterrizados.
- e) La forma de onda del voltaje de salida.- El voltaje de salida del UPS debe ser una onda sinusoidal con componentes armónicas simples mayores que 3% RMS, y una distorsión armónica total de más de 5% de la magnitud de la componente de frecuencia fundamental.
- f) Operación y tiempo de interrupción.- Usando el switch estático de transferencia debe transferir una carga desde un inversor a una fuente de AC con una interrupción de tiempo de no más de 4.17 mseg ( de acuerdo al estándar IEEE #446).
- g) Capacidad de sobrecarga.- El inversor puede ser capaz de operar con 125% de la corriente por 1 hora con regulación de voltaje de  $\pm 5\%$  de DC nominal y entrada de voltaje AC.
- h) Ruido audible.- El nivel de sonido de el ruido audible emitido por el UPS debe ser aceptable para la aplicación , servicio, mantenimiento y operación, los cuales se realizan en el área donde se instala el UPS.

### 5.2.- Capacidad de la batería

El administrador de red ha de realizar la mejor selección de la batería a emplear en el UPS, para ello es recomendable seguir el siguiente procedimiento:

- 1.- Seleccionar el voltaje de operación para obtener el número de baterías a emplear según el voltaje por batería establecido por el fabricante.
- 2.- Realizar el arreglo del banco de baterías según las necesidades de los equipos. El arreglo dependerá de los requerimientos de voltaje y corriente:

Al hacer conexiones de baterías en serie, se obtiene un incremento lineal en el voltaje manteniendo la corriente sin cambio. Si la conexión se realiza en paralelo el incremento se dará en la corriente, manteniéndose esta vez el voltaje sin cambio.

Las leyes de circuitos que las baterías siguen tanto para la conexión serie como para la conexión en paralelo son:

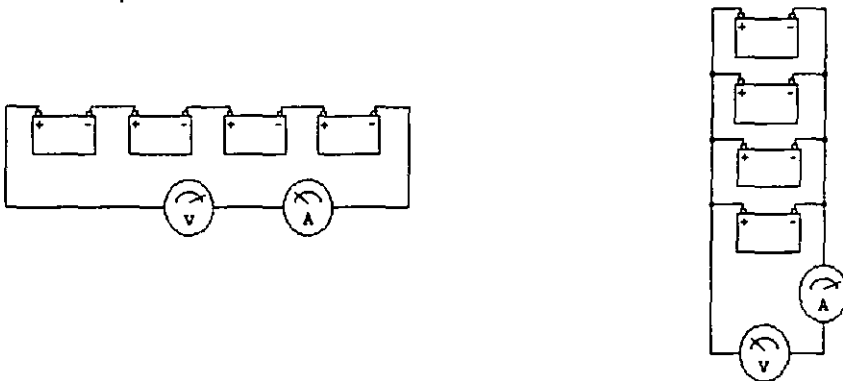


Fig. No. 19 Conexiones de las baterías



A continuación se presentan los parámetros característicos de las conexiones de las baterías:

SERIE	PARALELO
$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$	$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$
$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$	$\Sigma I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$

Si el valor de voltaje es el adecuado pero el de corriente no, entonces se procede a hacer un arreglo híbrido como el mostrado a continuación:

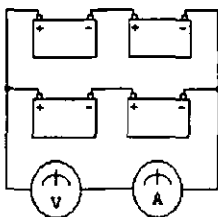


Fig. No. 20 Conexión híbrida de las baterías

En donde se observa un incremento del 100% para el valor de corriente que si se tuvieran únicamente dos baterías conectadas en paralelo con el voltímetro.

3.- Determinar el tiempo de respaldo requerido por los equipos de la red utilizando el valor de la corriente total que emplean (obtenido en el inciso relacionado con la capacidad del UPS). El tiempo de respaldo para los equipos se puede obtener utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Capacidad de la batería} \cdot (AH)}{\text{Corriente total de consumo} \cdot (A)} = \text{Tiempo de respaldo} \cdot (H)$$

De donde:

$$\text{Tiempo de respaldo} \times \text{Corriente de consumo} = \text{Capacidad de la batería}$$

Según la recomendación IEEE Std 1184-1994 se requiere de un 25% adicional en el dimensionamiento final de la batería para que brinde soporte a los requerimientos pico de consumo, además, la batería trabajando al 75% de su capacidad alarga su vida útil e incrementa el tiempo de respaldo.

Para facilitar la evaluación de las baterías consideradas en este capítulo, a continuación se presenta una tabla comparativa entre ambos tipos:

Tecnologías de baterías		
Características	Plomo-ácido	Níquel-cadmio
Capacidad	-100% de capacidad hasta después de 3 ciclos de carga-descarga. -No tolera descarga total (ver descarga espontánea). -Es especificada a los 25°C (77°F).	-100% de su capacidad nominal desde su puesta en operación. -Tolera descarga total, con muy poco decremento de su capacidad.
Gravedad específica	-Varía con la temperatura, las condiciones óptimas de fabricación se especifica a 25°C (77°F). -Es un factor de selección.	-Es inalterable con la temperatura -No es un factor de selección.
Temperatura	-Si es menor de 25°C su capacidad disminuye.	-Si es menor de 25°C el tamaño de la batería puede ser incrementado.
Voltajes por celda	-Desde los 2.15 a 2.4 V/cel.	-Desde 1.38 a 1.47 V/cel.

En el lugar de montaje puede resultar necesario someter a las baterías a una tensión de carga de puesta en servicio en caso de fuertes manifestaciones de sulfatación o de deterioro sufrido de las mismas. Las modernas baterías se suministran al cliente ya sean llenas y cargadas (en el caso de plomo ácido) o sin llenar y cargadas en seco, por lo cual sólo requieren una breve carga de puesta en servicio.

**Nota Importante:** todas las baterías deben ser recicladas por el alto riesgo ambiental que representan sus componentes.

Un estudio realizado a algunos distribuidores y fabricantes de baterías demostró que las de plomo-ácido son más utilizadas que las de níquel-cadmio, la razón fundamental es el costo, siendo éste aproximadamente el doble de las primeras.

Independientemente de las ventajas técnicas que las baterías de níquel-cadmio presentan con respecto a las de plomo-ácido no justifican para la mayoría de los posibles compradores una inversión inicial tan alta.

### 5.2.1.- Garantías del contrato de servicio

Como último punto a considerar para la adquirir una batería para un UPS se deben tomar en consideración las garantías y valores agregados que ofrece cada proveedor

Las garantías varían enormemente entre fabricantes, merecen una consideración especial cuando se selecciona una batería.

Completa garantía de reemplazo, si la batería presenta defecto en el intervalo inicial de servicio, usualmente es reemplazada por otra sin carga.

Ajuste del precio: Si una batería falla inmediatamente después del intervalo de la garantía de reemplazo, el costo de la batería reemplazada es por el precio basado en los meses que presto servicio. Este crédito es aplicado al precio actual de la batería.

En la evaluación de la garantía también pueden ser tomadas las siguientes consideraciones:

- Periodo de reemplazo completo
- Periodo de ajuste al precio
- Condiciones de uso.
- Mantenimiento correctivo/preventivo
- Fecha de inicio de la garantía
- Falta de disposición de la batería
- Pruebas de instalación, requerimientos y restricciones
- Sistema para monitoreo\*

---

\* Nota: Si una garantía especial es negociable, el uso frecuente considera proveer un sistema de monitoreo para documentar un ambiente propio y un programa de mantenimiento. Las semejanzas en un sistema de monitoreo pueden discutirse con el fabricante de baterías como una parte de la negociación de garantías especiales. Los siguientes puntos son importantes para consideración.

- a) El número total y la profundidad de descarga se toman de la batería.
- b) Los KW-H totales acumulados obtenidos de la batería.
- c) Variación del voltaje constante contra tiempo.
- d) Variación de la temperatura del electrolito contra tiempo.
- e) Tiempo acumulado total a la misma carga.

Esto es deseable en garantías para tener un documento irrefutable de los ciclos de batería. En algunos casos, una imperceptible caída de la potencia de entrada puede dar como resultado una descarga de la batería hasta el rectificador UPS con un voltaje normal y el UPS resincronizado con la línea de potencia comercial.

---

## 6.- Administración de redes

Los modernos sistemas de comunicaciones y los medios para controlarlos están actualmente al alcance de usuarios que pretenden contar con una administración total de su red

En la red, el vínculo más común entre los sistemas de emergencia ininterrumpida y los equipos a proteger es un software que permite el monitoreo en tiempo real del funcionamiento de todos y cada uno de los elementos que intervienen en ella.

En el caso de la administración de un UPS, los esquemas extraídos de un software comercial como los mostrados en las páginas siguientes indican los parámetros mínimos que el usuario debe saber para mantener su red funcionando correctamente.

Este tipo de software esta disponible no sólo para redes LAN sino también para redes WAN, es decir, es posible obtener control no sólo a nivel local sino también a nivel mundial. Independientemente del fabricante y variantes en las facilidades que proporcionan sus equipos, el standard de éstas para la administración de la red son:

- Comunicación serial por cierre de archivos y control de red.
- Registro de eventos en la calidad de la energía.
- Programación y autopruebas del UPS.
- Control mediante módem.

# FALTAN PAGINAS

De la: 145

A la: 146

---

## CONCLUSION

El empleo de los sistemas de energía ininterrumpible en las redes telemáticas tiene un papel fundamental en lo que respecta a la continuidad en el servicio de energía eléctrica para los equipos, ya que no permite pérdidas de información que en la mayoría de las veces es de vital importancia.

El hecho de tener el mejor sistema de tierra en una infraestructura de comunicaciones no significa que se tenga la mejor protección para los equipos, es por ello que el presente trabajo esta dedicado a hacer una recomendación para mantenerlos con energía eléctrica con ayuda del UPS el mayor tiempo posible

Es importante aclarar que el UPS que se ha de instalar debe no sólo suministrar la potencia requerida por las cargas sino mantener una tolerancia para posibles expansiones en el sistema, esto se logra si se dimensiona de tal forma que trabaje a un 75% de su capacidad para un 100% de carga, aun en periodos pico.

Los bancos de baterías bien dimesionados brindan un tiempo de respaldo considerable con el cual es posible mantener a las cargas criticas mientras estas guardan la información contenida en su memoria temporal

Antes de realizar una selección del UPS que se ha de adquirir, es necesario analizar todas y cada una de las garantías que ofrecen los fabricantes para no tener lamentaciones después, puesto que puede significar gastos adicionales en pago por servicio y reemplazo de algunos componentes defectuosos, y en el peor de los casos, la caída del sistema y por ende una posible pérdida del empleo.

Para el caso de grandes redes es importante contar con sistemas de monitoreo a distancia que nos permita saber el estado de operación de otros UPS que protegen a los equipos que se encuentran a una distancia considerable ( por ejemplo, un UPS situado en cada estado de la República Mexicana).

El presente trabajo constituye una recopilación integral de los procesos de diseño e instalación del equipo de protección de una red telemática para que esta proporcione los mejores rendimientos (funcionalidad) y obtener la mejor razón costo-beneficio de la fuerte inversión que representa .

Es necesario aclarar que aquí se presentan las herramientas para hacer una correcta elección de un UPS y un sistema de tierra, pero la implementación final de dicho sistema de protección corresponde al criterio que aplique el encargado de realizar el diseño

Consideramos que no tendria sentido proporcionar en este trabajo una tabulación de costos de equipos ya que estos varian considerablemente entre fabricantes además de que la vigencia terminaria en periodo corto de tiempo por la inestabilidad del estado financiero del pais.

## GLOSARIO

**Aberraciones.-** Error de entendimiento.

**Administración de batería.-** Un término no específico usado por diversos fabricantes de UPS para describir un conjunto de funciones relacionadas con la recarga, pruebas y maximización de la vida útil de la batería de un UPS. La administración de batería (Battery Management) puede incluir diagnósticos e indicaciones de falla inminente, pruebas programadas de las baterías, baterías reemplazables por el usuario con el equipo en marcha, recarga rápida de batería, regulación de salida para reducir el desgaste innecesario de las baterías, y/o técnicas especiales de recarga.

**ANSI.-** American National Standards Institute (Instituto Nacional de Estándares Americano). Un cuerpo industrial que publica estándares, tales como los desarrollados por el IEEE.

**Atenuación.-** Disminución sufrida en la magnitud de una señal al ser transmitida entre dos puntos y que depende del medio físico en que se realiza.

**Armónicos.-** En un sistema de energía de CA, la distorsión de las formas de onda del voltaje o la corriente puede expresarse como series de armónicos. Los armónicos son señales de corriente o voltaje que no son la frecuencia fundamental de 50 o 60Hz deseada, sino un múltiplo de esa frecuencia. Por ejemplo, el quinto armónico de 60Hz es 300Hz. Es una característica de las señales de CA que cualquier distorsión tendrá componentes sólo a múltiplos enteros de la frecuencia fundamental. En distribución de CA estos componentes de distorsión sólo ocurren en múltiplos impares de la fundamental.

**AWG.-** Siglas que denotan e identifican el calibre de un conductor (sección transversal). Entre menor sea el No. AWG mayor será la sección transversal del conductor.

**Blindajes.-** Recubrimientos que componen la estructura de un conductor para prevenir daño físico a los mismos, estos pueden ser de muy diversos materiales, plástico, cobre, aluminio, fibras sintéticas, etc.

**Bridges.-** Puente. Dispositivo que conecta dos segmentos de una red y pasa paquetes entre ellos. Los puentes operan en el nivel 2 de el modelo de referencia ISA (son una capa de enlace de datos) y no sensibles a los protocolos de niveles superiores.

**Bypass.-** Una trayectoria alternativa de energía de CA para una o más unidades funcionales en un UPS. Un Bypass automático es controlado por la lógica de control del UPS y se activa cuando alguna parte de la UPS funciona incorrectamente o apaga la carga debido a una sobrecarga o alguna otra condición anormal; esto se hace con el fin de continuar entregando energía a la carga protegida. Un bypass manual es un conmutador en el UPS, el cual es manejado por el usuario y permite una derivación eléctrica completa fuera de la unidad. Esta trayectoria de derivación puede ser enganchada cuando se presenta una falla completa del UPS o cuando se realizan ciertos procedimientos de diagnóstico o reparación. Un bypass de servicio es un bypass manual que permite realizar un completo mantenimiento del UPS o aun retirarlo por completo sin apagar la carga. Un verdadero bypass de servicio es comúnmente un dispositivo separado del UPS.

**CCITT.-** Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía.



**Clema (grapa).**- Pieza metálica diseñada para fijar un conductor a un aislador o a un soporte.

**Circuito virtual.**- Conexión lógica no física, es decir un recurso no dedicado.

**Conduit metálico.**- Tubería metálica flexible que presenta un aislamiento externo. Se le utiliza para contener el cableado de una instalación eléctrica.

**Corriente de sostenimiento.**- Una corriente mayor que el valor nominal de estado estable, la cual es consumida por un dispositivo cuando se energiza o activa inicialmente. Los equipos de cómputo comúnmente drenan corrientes de energización que son 3 a 10 veces mayores que el valor de funcionamiento nominal.

**ECD.**- Equipos de conmutación de datos

**ESPECTRO.**- Dispersión o descomposición de una radiación electromagnética que contiene radiaciones de distintas longitudes de onda en sus radiaciones componentes.

**ETD.**- Equipos terminales de datos (PC).

**Factor de cresta.**- El factor de cresta es un rango de corriente que esta por encima de la corriente normal que suministra el equipo de alimentación para satisfacer la sobredemanda de corriente pico de la carga.

**Fibrilación ventricular.**- Alteración del ritmo cardiaco por encima de los 200 latidos por minuto, esto dificulta la oxigenación de la sangre dando origen a un paro cardiaco.

**Gateways.**- Compuerta o servidor de intercomunicación. Se tiene a un dispositivo de propósito especial que efectúa una conversión de información de nivel de capa 7 de una pila de protocolos a otra.

**Gestión.**- Administrar

**Guijarros.**- Piedras de consistencia muy dura.

**Hardware.**- Componentes físicos de un equipo telemático

**Host.**- Sistema informativo que tiene una relación jerárquica superior con respecto a los otros elementos. También se aplica al ordenador principal de una empresa. Ordenador central o centro de proceso en un sistema de teleinformática

**Hub.**- Concentrador. En forma genérica, término que describe un dispositivo que sirve como centro de una red con topología de estrella. Pueden ser activos (que repiten las señales que les llegan) o pasivos (que no repiten, sólo reparten las señales que les llegan).

**ISA.**- Arquitectura de sistema abierto.

**ISO.**- Organización Internacional de Standares.

**Mediatizado.**- Privar a un elemento de red de su independencia de funcionamiento.

**Miocardio.**- Es una de las tres secciones en las que se dividen las funciones del corazón (Pericardio, Miocardio, Endocardio). En el miocardio es el músculo que al recibir estímulos eléctricos nerviosos establece el ritmo cardiaco.

**Perturbación.**- Modificación accidental de un circuito eléctrico o de sus condiciones de funcionamiento.

**Piquetas.**- Varillas similares en características a los electrodos de puesta a tierra solo que de longitud mucho menor.

**Prorrato.**- Análisis del costo real de producción de un producto por unidad, para determinar su precio unitario al público.

**Redundancia.**- Duplicar.

**Seccionadores.**- Dispositivos aislantes de alta potencia, similares a los interruptores de cuchilla.

**Semántica.-** Estudio del significado de las palabras.

**Sentencia.-** Ordenes a ejecutar dentro de un programa de computadora.

**Sobretensión (sobrecorriente) transitoria.-** Perturbación que consiste de una tensión (corriente) transitoria que tiene una alta relación de cambio de tensión (corriente) comparada con la relación normal de cambio de tensión (corriente) en el sistema la cual se propaga a lo largo del circuito.

**Software.-** Componentes lógicos de un equipo telemático.

**Tiempo de sostenimiento.-** La cantidad de tiempo durante el cual una fuente de energía puede continuar alimentando la carga después de que se interrumpe la energía de entrada. La duración de un CORTE o el TIEMPO DE TRANSFERENCIA que una fuente puede aceptar sin que se afecte la salida. El tiempo de sostenimiento es especificado por la CBEMA como un mínimo de 8ms para equipo de negocios o computadores. El valor típico especificado para fuentes de alimentación de computadores comerciales es de 25ms. El tiempo de sostenimiento se aumenta cuando la fuente de alimentación tiene poca carga de salida. Por lo tanto, los computadores típicos tienen tiempo de sostenimiento en el rango de 100ms.

**Zapatas.-** Terminales eléctricas que se fijan al extremo de un conductor para facilitar su conexión u desconexión.

## BIBLIOGRAFIA

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS 8. Tecnología adecuada en ingeniería de sistemas para la telemática.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1984.

Academia Mexicana de Ingeniería.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS PARA PLANTAS INDUSTRIALES, Lazar, Irwin.

Limusa, México, 1988.

xii+210 pp.

CENTRALES ELÉCTRICAS, E. Santo Potecs.

Gustavo Gilli, Barcelona España, 1971

619 pp.

CENTRALES ELÉCTRICAS, Morse Frederick T.

Continental, México D.F., 1980.

954 pp.

CLIMATIZACION DE CONFORT E INDUSTRIAL, Pere Esquerra I. Pizà.

Marcombo, España, 1992

135 pp.

¿COMO NOS COMUNICAMOS? DEL GESTO A LA TELEMÁTICA Montaner, Pedro, Moyano, Rafael.

Alhambra, México, 1992

156 pp.

ELECTRÓNICA TEORÍA DE CIRCUITOS, Boylestad Robert

Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1989

845 pp.

ELEMENTOS DE CENTRALES ELÉCTRICAS I, Enriquez Harper, Gilberto

Limusa, México, 1982

737 pp.

ENERGIA RENOVABLE: GUIA DE ALTERNATIVAS ECOLOGICAS, Carless, Jennifer.  
Edamex, México, 1995.  
246 pp.

IEEE, RECOMENDED PRACTICE FOR THE APPLICATION AND TESTING UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES FOR POWER GENERATING STATIONS.  
ANSI/IEEE Std 944-1986.  
Published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers.  
Inc 345 East 47th Street, New York, NY 10017, USA.

IEEE, GUIDE FOR THE SELECTION AND SIZING OF BATTERIES FOR UNINTERRUPTIBLE POWER SYSTEMS.  
IEEE Std 1184-1994.  
Published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers  
Inc 345 East 47th Street, New York, NY 10017, USA.

LA PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y EL R.A.T Garcia Marquez, Rogelio.  
Marcombo S.A. España (Barcelona), 1991  
158 pp.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994. Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.  
IPN, México, 1995  
667 pp.

PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA, Malvino Albert Paul.  
Mc Graw Hill, México, 1993  
xiv + 1047 pp.

RECOMENDACIONES PARA EL CÁLCULO PRELIMINAR DE REDES DE TIERRA EN PLANTAS Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.  
CFE, México, 1980.  
Especificación CFE 00J00-01

REDES DE COMPUTADORAS. Black, Uyles.  
Macrobit. México, 1990.  
xii + 421 pp.

SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN EN SISTEMAS DE CÓMPUTO, Rodríguez, Luis  
Angel.  
Ventura Ediciones, México, 1995.  
xxvii + 353 pp.

SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA PARA LAS  
TELECOMUNICACIONES, Gumhalter, Hans.  
Marcombo, España (Barcelona), 1987.  
246 pp.

SISTEMAS DE COMUNICACIONES POR CABLE  
Camara Nacional de la Industria de Televisión por Cable (CANITEC) Folleto # 281

SISTEMAS DE COMUNICACIONES POR FIBRAS ÓPTICAS. Jardon Aguilar. Gilberto  
Alfaomega, México, 1995  
262 pp.

TELECOMUNICACIONES PARA PC. C Dvorak, John, Anis, Nick  
Mc Graw-Hill, Mexico, 1994.  
xlvi + 801 pp

TELEMÁTICA. Pujolle, Guy.  
Paraninfo, Madrid-España, 1988.  
176 pp.

# Software y Soluciones para la Administración de Redes Respaldadas con **TOPAZ® S, SV y SX**

- ✓ Cierre automático de archivos/sistemas
- ✓ Registro de disturbios en la energía eléctrica
- ✓ Soporta todos los sistemas operativos principales
- ✓ Interfases de información para el usuario
- ✓ Fácil de instalar y de usar

La solución para problemas de la energía eléctrica de diferentes sistemas, va más allá de la protección de la energía misma. El software de Merlin Gerin® proporciona cierre automático de archivos críticos y funciones ordenadas de respaldo de datos. Cuando se usa con la nueva serie de UPS'S TOPAZ® S de Square D, el software Merlin Gerin® UM ofrece la tranquilidad de la protección completa del sistema.

## Soluciones Completas

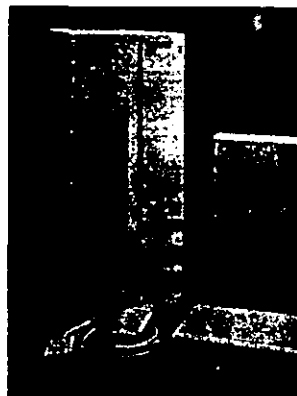
Cable - para interconectar manejadores de UPS'S existentes en el sistema

TARJETA NOVELL PARA PC - Para sistemas Novell que requieren una tarjeta controladora de UPS'S

UM1 (Manejador de UPS'S 1) - Cierre automático de archivos durante fallas de energía o caídas de tensión para sistemas individuales

UM2 (Manejador de UPS'S 2) - Cierre automático de archivos para servidores de redes, monitoreo y funciones de comunicación de redes

UM3 (Manejador de UPS'S 3) - Cierre automático de archivos con control en ambiente amigable para el usuario y funciones avanzadas Windows para la toma de decisiones



Tipo de UPS TOPAZ®	SV / SX			
	S			
Ambiente	Cable	UM1	UM2	UM3
	Tarjeta Novell para PC	Disco de 3 1/2" 6 5 1/4"	Disco de 3 1/2" 6 5 1/4"	Disco de 3 1/2" 6 5 1/4"
Sistema 7 Apple Macintosh		66024		
Airsoft LANtastic	66046			
Sistema V R3 AT&T Unix		66026	66726	
Sistema V R4 AT&T Unix			66726	
Banyan Vines	66041			
Data General DGUX		66019	66719	
Digital VAX VMS			66731*	
Digital Ultrix (DLStation)			66732	
HP/UX		66019	66719	
IBM AIX (PS/2)		66019		
IBM AIX (RS 6000)		66019	66719	
IBM OS/2		66023	66723	
Servidor LAN IBM	66047	66023	66723	
IBM OS/400 (AS/400SE25)	66033			
Interactive 386x		66026	66726	
Sistema Interactivo VR 4		66026	66726	
Microsoft Windows 3.1				66010
Microsoft LAN Manager	66042	66023	66723	
Microsoft Windows NT	66042			
Tarjeta Novell para PC	66045			
Novell NetWare 2.15 & +	66037	66022	66722	
Novell NetWare 3.11 / 4.0	66037	66022	66722	
SCO Xenix		66026	66726	
SCO Unix		66026	66726	
Suicon Graphics Irix		66019	66719	
SUNOS (Sparc1)		66019	66719	
SUN Solaris (Sparc)		66019	66719	

\* Forma TR 50



**SQUARE D**  
GROUPE SCHNEIDER

# Software y Soluciones para la Administración de Redes Respaldadas con **TOPAZ® S, SV y SX**

Función	Manejador de UPS'S 1		Manejador de UPS'S 2		Manejador de UPS'S 3
	Macintosh	Novell Unix	Novell OS/2	Unix VAX	Windows 3.1
Cierre automático de archivos del sistema durante fallas de alimentación	/	/	/	/	/(2)
Apagado del UPS		/(1)	/	/	/
Cierre y apagado programable del sistema y del UPS					/
Configuración previa de parámetros					/
Cierre automático de archivos del sistema con el UPS en alarma					/(2)
<b>Registro de Eventos</b>					
Registro de eventos principales	/	/	/	/	/
Registro de las alarmas del UPS					/
Exportación de datos hacia hoja de cálculo			/	/	/
Estadísticas					/
<b>Control de Cargas</b>					
Arranque secuencial			/	/	/
Configuración del control de cargas (PowerShare®)			/	/	/
Control manual de cargas (PowerShare®)			/	/	/
Nombre y mensajes pueden personalizarse					/
<b>Pruebas</b>					
Prueba/Autoprueba del UPS			/	/	/
Prueba de la batería			/	/	/
<b>Soporte de Servidores</b>					
Soporte de múltiples servidores			/		
Soporte de estación remota			/		
Despliega información del UPS en todos los nodos			/	/	/
<b>Gráficas</b>					
Gráficas de barras			/	/	/
- Nivel de carga			/	/	/
- Nivel de carga de la batería			/	/	/
- Tiempo de respaldo restante de la batería			/	/	/
Interfase gráfica	/				/
Ratón	/				/
<b>Mensajes</b>					
Mensajes personalizados		/	/	/	/
Alarmas audibles	/				
<b>Comunicación</b>					
Transmisión de alarmas vía modem			/		
Reconfiguración sin reestablecer el sistema	/		/	/	/
Llave de acceso					/
Estimación de carga					/
Comandos para probar los parámetros del UPS					/

(1) No disponible en versiones UNIX para TOPAZ® S, SV y SX

(2) Cierre de aplicaciones Windows

(3) Control remoto de cargas PowerShare® disponible sólo en SX17 y SX20

CALZ. JAVIER ROJO GÓMEZ 1121  
COL. CPE DEL MORAL 06300  
MÉXICO D.F.  
TEL: 686-30-00 FAX: 686-24-09

50100AA04



**GROUPE SCHNEIDER**

■ Federal Pacific ■ Merlin Gerin ■ Square D ■ Telemecanique

© 1994 Square D Company, Derechos Reservados  
Impreso por Maclego Impresores, S.A. de C.V. 02/94

# La Fuente Ininterrumpible TOPAZ<sup>®</sup> Mini es una Nueva Generación de UPS'S que Proporcionan Beneficios Inigualables para Usuarios Hoy Día y para el Futuro

## Confiabilidad Excepcional

Diseñada para satisfacer los requerimientos de suministro, energía de calidad y empleando un diseño de inversor que ha probado ser confiable en la muy demandante industria de las telecomunicaciones, le podemos asegurar que la fuente ininterrumpible TOPAZ<sup>®</sup> Mini le proporcionará protección de la energía libre de preocupaciones por muchos años. Se suministra supresión de transitorios ANSI/IEEE C62.41 Categorías A y B, protegiendo la fuente ininterrumpible y la carga contra cualquier transitorio y picos perjudiciales de alto voltaje. Capaz de proteger cargas críticas con energía limpia ininterrumpida, la fuente TOPAZ<sup>®</sup> Mini proporciona fácilmente protección confiable de la energía en cualquier parte de la fábrica.

## Pantalla Digital Avanzada

La información crítica se despliega mediante una lectura digital precisa y LED's brillantes. La lectura normal en el medidor digital es la corriente total de la carga como un porcentaje de la capacidad del sistema. Botones de operación momentánea permiten la selección del voltaje de entrada, el voltaje de salida o voltaje de la batería a ser desplegado. Los LED's verdes indican inversor listo, línea de salida lista, modo en línea seleccionado, modo de salida seleccionado y frecuencia seleccionada de 50 ó 60 Hz. Los LED's rojos indican un sobre o bajo voltaje de la batería, sobrecarga, sobretemperatura y una Condición de desenergización inminente.

## Alarmas y Controles Remotos Estándar

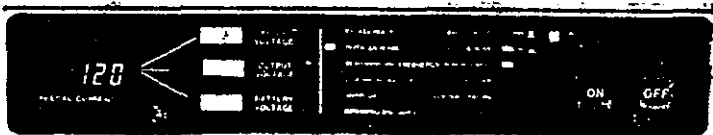
Un puerto estándar para interfase remota montado en el panel posterior proporciona la habilidad de monitorear remotamente funciones críticas y permite el control remoto de la fuente TOPAZ<sup>®</sup> Mini. Contactos normalmente abiertos (se utilizan contactos dobles para incrementar la confiabilidad) cierran cuando ocurren las siguientes situaciones: inversor dentro (UPS), línea de salida activa (la línea de salida está alimentando la carga), falla y desenergización inminente de la línea de salida de CA (las baterías están prácticamente agotadas). Estas salidas y señales de alarma estándar son compatibles con la IBM AS/400.

También se suministran líneas de control remoto funcionales. Una línea remota de energía fuera permite que los interruptores de emergencia de desconexión de energía de la sala de cómputo se interconecten con la fuente TOPAZ<sup>®</sup> Mini, desenergizando totalmente la carga en caso de

emergencia. Las líneas de control remoto adicionales incluyen: sistema dentro (energiza el inversor), sistema fuera (desenergiza el inversor), selección de modo en línea y prueba de la batería (que desenergiza el rectificador, permitiendo la verificación de la capacidad de la batería). También está disponible un juego de comunicación opcional RS-232.

## Acceso Frontal para Servicio

La facilidad de mantenimiento y servicio se obtienen gracias a su puerta frontal con bisagras que permite el acceso a la mayoría de los subsensibles. Paneles de seguridad evitan la exposición a cualquier voltaje riesgoso cuando se abre la puerta. Quitando el panel interior se obtiene acceso al cableado de entrada inferior y a la terminal de programación de voltaje. Al quitar el panel intermedio se obtiene acceso a las charolas de baterías que se deslizan hacia afuera para fácil y rápido servicio. Al quitar el panel superior se permite el acceso a la bahía electrónica donde rápidamente se pueden diagnosticar y reemplazar si es necesario los módulos deslizables. La cubierta superior también se desliza para quitarse y tener acceso a la entrada posterior de cableado y a los componentes montados en el chasis. Las instalaciones y el servicio nunca ha sido más fácil.



**TOPAZ**

## Protección Continua

Destacando por un transformador de aislamiento en el inversor, líneas en derivación y en el circuito integrado de protección contra ruido, la fuente TOPAZ<sup>®</sup> Mini siempre protege la carga crítica contra el problema más común de la energía: ruido eléctrico y picos.





## Fuentes Ininterrumpibles En Línea TOPAZ® Mini Especificaciones

### Entrada

#### Rangos de Voltaje y Frecuencia

120, 208, 220, 230 ó 240 Vca a 50 Hz o 60 Hz

#### Rangos de Voltaje y Frecuencia

+ 10% a -15% del voltaje nominal, 47 Hz a 63 Hz

#### Factor de Potencia

0.8 atrasado

#### Protección contra Transitorios

Cuando esté en los modos en línea o en derivación, la fuente ininterrumpible se protegerá a sí misma y a la carga contra transitorios según la definición de ANSI/IEEE C62.41-1980 Categorias A y B. Transitorio de salida de Modo Normal = 20 V pico máximo

Transitorio de salida de Modo Común = 1 V pico máximo

### Salida

#### Frecuencia (Seleccionable)

50 Hz ó 60 Hz

#### Voltaje de Salida (Seleccionable)

240 Vca con derivaciones a 208 y 120 Vca con entradas de 120, 208 ó 240 Vca

220 con derivación a 110 para entrada de 220 Vca

230 con derivaciones a 200 y 115 Vca para entrada de 230 Vca

#### Regulación Estática

Típica ±3%, ±5% máxima

#### Regulación Dinámica

El voltaje regresará a las especificaciones de regulación estática dentro de 1 milisegundo

#### Factor de Potencia de la Carga

0.7 atrasado a 0.7 adelantado

#### Distorsión Armónica

Típica ±3%, ±5% máxima

#### Factor Cresta

3:1 máximo

#### Estabilidad de la Frecuencia de Salida

Modo En Línea: Sincronizada a la frecuencia de la red cuando está dentro de ±5% de su valor nominal

Modo Batería: ± 0.2%

#### Capacidad de Sobrecarga

Modo En Línea: Inversor al 200% de su carga nominal durante 10 segundos antes de transferir el inversor a derivación.

Modo Fuera de Línea: 300% de su carga nominal durante 10 segundos, 200% de su carga nominal durante 1 minuto.

#### Opciones Disponibles

Interfase de comunicación RS232, gabinete de batería 88000-32 para Respaldo Extendido Véase SU 036

Potencia kVA/kW	Numero de Modelo	Voltaje de Entrada	Voltaje de Salida	Fases	Frecuencia de Entrada y Salida	Tiempo de Respaldo a Plena Carga	Dimensiones cm	Peso kg*
3/3	88031	120 Vca** 208 Vca	120, 208 y 240 Vca 120, 208 y 240 Vca	Entrada y Salida Monofásica	50 Hz	15 mn	92 x 48 x 76	327
5/5	88051	220 Vca 230 Vca	110 y 220 Vca 115 y 230 Vca		60 Hz	10 mn	92 x 48 x 76	336
10/10	88101	240 Vca	120, 208 y 240 Vca		60 Hz	10 mn	119 x 64 x 76	545

\*Incluye Baterías

Efectivo: Marzo 1994

\*\*Entrada de 120 Vca no disponible en 10 kVA

CALZ. JAVIER ROJO GOMEZ 1121  
COL. GPE DEL MORAL, 09300  
MEXICO D.F.  
TEL. 686-30-00 FAX 686-24-09



**GROUPE SCHNEIDER**

■ Federal Pacific ■ Merkin Genn ■ Square D ■ Telemecanique

SO1005A94

Interruptor en Derivación de Mantenimiento (contacte a la fábrica)

Paneles de receptáculos: 88031-11, 88051-11, 88101-11

Cable de línea de 6 pies y conector (6-50p) para 3 kVA únicamente: 88031-12

#### Selección exclusiva En Línea/Fuera de Línea

Permite que el inversor opere en el modo fuera de línea mientras continua suministrando protección completa a la fuente ininterrumpible.

Rendimiento	Modo en Línea	Modo Fuera de Línea
Atenuación de Ruido Modo Común	100 dB	100 dB
Atenuación de Ruido Modo Normal	Ruido Eliminado	49 dB
Tiempo de Transferencia	Ininterrumpido	2 mseg típico 4 mseg máximo
Eficiencia	75%	83%
Ruido Audible	57 dBA	55 dBA

#### Información de las Baterías

##### Baterías Internas

Baterías selladas libres de mantenimiento que proporcionan: respaldo mínimo de 15 minutos para la unidad de 3 kVA. Respaldo mínimo de 10 minutos para las unidades de 5 kVA y 10 kVA.

##### Tiempo de Recarga

4 horas máximo para baterías internas

##### Baterías Externas

Provisiones para conexiones de gabinetes o charotas de baterías externas opcionales

##### Voltaje de la Batería

120 Vcd

##### Ambiente

##### Temperatura de Operación

0° C a 40° C

##### Disipación de Calor (Plena Carga)

	En Línea	Fuera de Línea
3 kVA	2402 BTU/hr	890 BTU/hr
5 kVA	4003 BTU/hr	1454 BTU/hr
10 kVA	8006 BTU/hr	2908 BTU/hr

##### Temperatura de Almacenamiento

-20° C a 60° C

##### Humedad Relativa de Operación

0 a 95% sin condensación

##### Altitud de Operación

1,829 msnm. Reduzca la capacidad en 10% por cada 305 msnm hasta 3,000 msnm.

##### Normas Aplicables

Listado por UL 1778

Certificada por CSA

Aprobada por FCC

Aprobada por NOM I-163

# TOPAZ® MINI, UPS En Línea de 3 kVA, 5 kVA Y 10 kVA

## La Primer UPS que Brinda la Opción de estas Características y Beneficios Extraordinarios

- ✓ Modelos de 3 kVA, 5 kVA y 10 kVA
- ✓ Facilidad de selección exclusiva para operación en línea/  
fuera de línea
- ✓ Operación seleccionable a 50 ó 60 Hz
- ✓ Configuraciones de voltaje de entrada/salida: 120 Vca, 208  
Vca, 220 Vca, 230 Vca ó 240 Vca
- ✓ Aislamiento eléctrico real en el inversor o línea de bypass  
estática mediante un transformador de aislamiento
- ✓ Diseño robusto para emplearse en ambientes eléctricos  
agresivos
- ✓ Diseño modular y fácil acceso frontal para un rápido  
mantenimiento
- ✓ Variedad de configuraciones de receptáculos e interfases de  
comunicación
- ✓ Interfase estándar IBM AS/400
- ✓ Monitoreo digital del estado del sistema
- ✓ Confiabilidad y rendimiento excepcional con avanzada  
tecnología PWM



### La Fuente Ininterrumpible que Maneja las Condiciones de Energía más Adversas en la Fábrica, que sin Embargo se Ajusta a Cualquier Oficina o Ambiente de Sala de Cómputo.

La fuente ininterrumpible TOPAZ® Mini proporciona protección continua y energía ininterrumpible de calidad para los modernos equipos electrónicos más sensibles bajo las condiciones de energía más adversas que se puedan encontrar en cualquier instalación.

Diseñada a partir de la experiencia en fuentes ininterrumpibles a nivel mundial, posteriormente diseñada y probada exitosamente para proteger contra las condiciones de energía más adversas, la fuente ininterrumpible TOPAZ® Mini tiene configuraciones de voltaje seleccionables para 120 Vca, 208 Vca y un selector de frecuencias para 50 Hz o 60 Hz integrado en cada modelo. Tanto la fuente ininterrumpible como la línea de bypass tienen un transformador de aislamiento, un filtro de ruido y un supresor de transitorios integrado para asegurar protección de energía continua para cargas sensibles o críticas en cualquier instalación.

Al proporcionar conveniencia y flexibilidad inigualables para el usuario, la fuente ininterrumpible TOPAZ® Mini tiene la habilidad exclusiva de operar en modos en línea o fuera de línea, con una variedad de configuraciones de distribución, provisiones para tiempos de respaldo extendidos y varias interfases de comunicación.

Acoplada con un diseño modular, accesibilidad frontal y con ruedas ya incluidas, la fuente ininterrumpible TOPAZ® Mini es realmente la primer fuente mini que ofrece flexibilidad adecuada al cliente.

Un Avanzado Transistor Bipolar de Compuesta Aislada (TBCA) permite la operación silenciosa en línea de alta frecuencia mientras cumple los requerimientos de transitorios de arranque y las necesidades de las corrientes pico de las fuentes de poder en modo de conmutación. Flexible, silenciosa, robusta y confiable, la fuente ininterrumpible TOPAZ® Mini proporciona protección de energía de alto rendimiento en la oficina o sala de cómputo más exigente, siendo a su vez, lo suficientemente robusta para usarse en la fábrica.



**SQUARE D**  
GROUPE SCHNEIDER

# El Diseño de Arquitectura Innovadora de la Fuente Ininterrumpible TOPAZ® Mini Incorpora Características que Proporcionan un Nivel Fijo de Rendimiento, Confiabilidad y Conveniencia de la UPS

## El Aislamiento Real de la Carga Protege contra todos los Problemas de Energía

La fuente TOPAZ® Mini proporciona protección continua en línea. Equipada con un transformador de aislamiento, filtro de ruido y un circuito de supresión de transitorios tanto en el inversor como en la línea de bypass, la fuente TOPAZ® Mini crea una barrera para todo el ruido eléctrico, transitorios y picos que pueden afectar el rendimiento y confiabilidad de cargas críticas. Una atenuación de ruido en modo común de 100 dB (relación 100,000 a 1) y un neutro aislado asegura que la carga está protegida contra los problemas más comunes de la calidad de la energía y ruido en el neutro de la línea de alimentación. La eliminación del ruido en todas las trayectorias en conjunto con las características sobresalientes de supresión de ruido de la fuente TOPAZ® Mini, permiten la eliminación de virtualmente todos los costosos problemas de ruido relacionados con las computadoras.

## El Exclusivo Interruptor Estático INSTON® Proporciona Operación En Línea o Fuera de Línea

Se ha logrado innovar el funcionamiento con el diseño del interruptor estático de la fuente TOPAZ® Mini que proporciona mayor confiabilidad y flexibilidad inigualada en los modos de operación en línea/fuera de línea (en línea de salida).

El circuito exclusivo INSTON, hace posible una reducción del 50% de los componentes encontrados en un interruptor estático estándar, lo cual ha ayudado a elevar la confiabilidad a un nivel extraordinario. Este circuito innovador en la fuente TOPAZ® Mini, es también el que permite la flexibilidad exclusiva de seleccionar el modo de operación en línea o fuera de línea (en línea de salida) – una característica que permite al usuario seleccionar el grado de protección de la energía que desea hoy día y en el futuro.

Cuando se selecciona en línea, el inversor alimenta la carga y la fuente TOPAZ® Mini, proporciona verdadera protección ininterrumpible en línea. Cuando se selecciona fuera de línea (en línea de salida), la carga es alimentada con la línea de CA protegida y el inversor entra en operación únicamente durante caídas de voltaje severas y apagones. Este modo proporciona mayor eficiencia y confiabilidad de cómputo con la energía de respaldo disponible dentro de 1/4 de ciclo.

## Para Ambientes Cambiantes en la Oficina, los Voltajes y Frecuencias Seleccionables Proporcionan Versatilidad para Servicio en Cualquier Parte

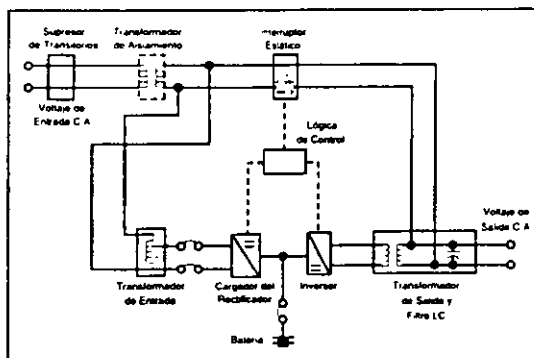
Se incluyen configuraciones seleccionables en campo de voltaje y frecuencia en cada modelo. Un diseño personalizado de transformador permite la fácil selección de la operación a 120 Vca, 208 Vca, 220 Vca, 230 Vca ó 240 Vca. Acoplada con un interruptor selectorador de la frecuencia de operación de 50 Hz ó 60 Hz, la fuente TOPAZ® Mini proporciona versatilidad sin paralelo. Esta versatilidad permite su uso a nivel mundial y proporciona una fuente ininterrumpible que le brinda

la protección de energía que se necesita hoy con la selectividad para sus necesidades futuras de protección de la energía.

## El Avanzado Inversor PWM Combina una Operación Excepcionalmente Silenciosa con muy Alta Confiabilidad y Capacidad de Sobrecarga

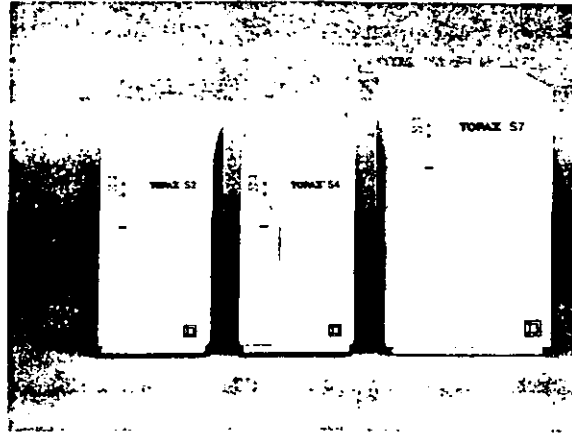
Un inversor modulado por ancho de pulso utiliza una etapa de potencia TBCA (Transistor Bipolar de Compuerta Aislada) que ha demostrado una confiabilidad excepcional y rendimiento superior. Manejado al variar el ancho de los pulsos a partir de una lógica de control, la etapa de potencia proporciona la energía requerida por la carga cuando ésta la requiere. Debido a la alta frecuencia de conmutación (20 kHz), los requerimientos de potencia se ajustan para 330 veces cada ciclo sencillo, asegurando que las demandas de alta corriente transitoria son manejadas con facilidad, optimizando la eficiencia durante las condiciones de carga nominal y ofreciendo operación excepcionalmente silenciosa de 57 dBA en el modo de en línea.

\* 120 Vca no está disponible en 10 kVA



# TOPAZ® S, UPS Fuera de Línea de 250 VA, 400 VA y 700 VA

- ✓ Inversión redituable en respaldo con baterías y protección contra transitorios para estaciones de trabajo, PC'S y terminales individuales
- ✓ Muy compacta, ligera y confiable
- ✓ Interruptor de prueba batería/inversor
- ✓ Materiales reciclables
- ✓ Rendimiento garantizado del producto
- ✓ Garantía total por dos años



Una nueva herramienta de Square D para energía de calidad, el UPS TOPAZ® S proporciona una protección económicamente redituable para estaciones de trabajo PC'S y terminales individuales. Un enfoque de diseño para aplicación específica, le permite al UPS TOPAZ® S optimizar la relación precio/rendimiento. Ahora Square D puede proporcionar la solución con valor óptimo a un problema particular o aplicación, incluyendo procesos.

### Protección Económica para un Solo Usuario

Diseñada específicamente para estaciones de trabajo, PC'S y terminales de un solo usuario, el UPS TOPAZ® S es una inversión muy económica. Proporcionando tanto un respaldo de batería confiable como una protección contra transitorios, el UPS TOPAZ® S incrementa el tiempo de usuarios individuales. TOPAZ® S minimiza aquellos factores que inhiben la productividad ya sea que se trate de la pérdida del proyecto de un ingeniero, el tiempo del operador de una fábrica o a la pérdida de enlace entre un puente y un módem de una estación de trabajo en anillo. El UPS TOPAZ® S no sólo reeditaré por sí misma disminuyendo el costo de la pérdida de productividad y los daños al equipo, sino que también proporcionará tranquilidad y años de protección sin problemas.

### Pequeña y Ligera

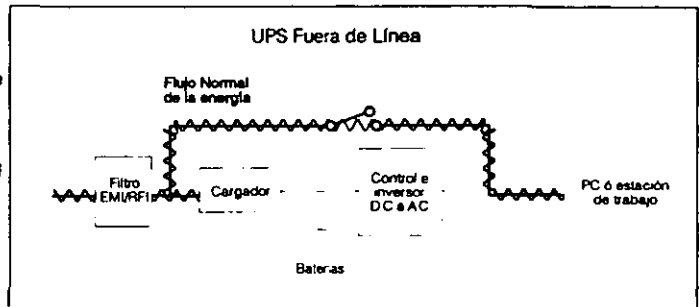
El nuevo UPS TOPAZ® S es ligero y compacto. Se puede colocar adecuadamente sobre o debajo de un escritorio o de una estación de trabajo. Debido a su tamaño y peso adecuado, el UPS TOPAZ® S también se puede reubicar fácilmente siempre que el usuario mueva sus sistema.

### Incluye Características de Prueba

La optimización de la relación precio/rendimiento del UPS TOPAZ® S, significa simplemente que están incluidas las características requeridas por el cliente, tales como el interruptor de prueba batería/inversor. Para asegurar una productividad sin interrupciones, el interruptor de prueba batería/inversor le proporciona al usuario la capacidad para monitorear la condición de la batería y del inversor oprimiendo un botón.

### Materiales Reciclables

Todos los materiales usados en el UPS TOPAZ® S se pueden reciclar incluyendo el panel frontal de plástico del equipo y también la caja en donde se empaqa.



**SQUARE D**  
GROUPE SCHNEIDER

## Especificaciones

### Voltaje de Entrada

102 Vca a 132 Vca antes de operación con batería

### Voltaje de Salida

120 Vca ± 5% operado con batería

### Frecuencia

60 Hz ± .01 Hz operado con batería

### Forma de onda

Forma de onda senoidal en operación normal. Onda cuadrada regulada en operación con batería

### Batería

Sellada y libre de mantenimiento, se carga en menos de 8 horas

### Ambiente

0-35° C temperatura de operación  
0-90% de humedad relativa sin condensación  
< 40 dB de ruido audible

### Protección contra transitorios

Cumple con ANSI/IEEE C62.41 categoría A

### Cumplimiento de Normas

UL 1778, CSA, FCC y NOM 1-163

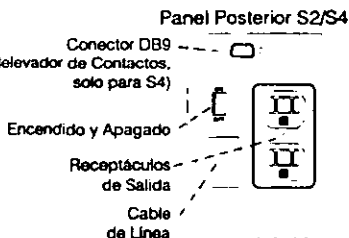
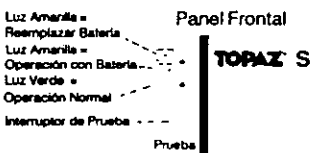
### Opciones

Software exclusivo UM1 de monitoreo, disponible para todos los sistemas operativos principales

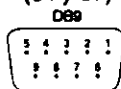
## Familia de Productos UO

Capacidad VA/Watts	Modelo/ # Parte	Peso kg*	Dimensiones en cm Alto X Ancho X Fondo	Cable de Alimentación	Receptáculos de Salida
250/155	S2/B1002	5	15 X 8.4 X 24.9	5-15P	(2) 5-15R
400/250	S4/B1004	6.8	15 X 8.4 X 35.3	5-15P	(2) 5-15R
700/437	S7/B1007	10.9	19.5 X 12.2 X 30.2	5-15P	(2) 5-15R

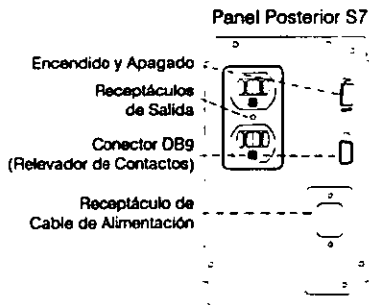
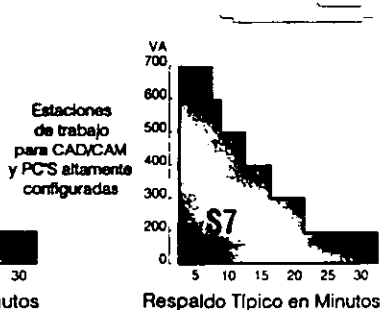
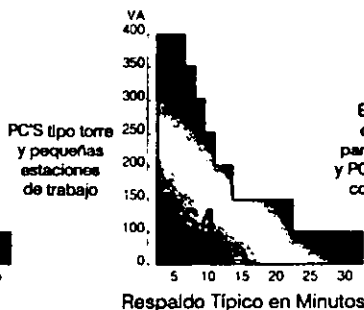
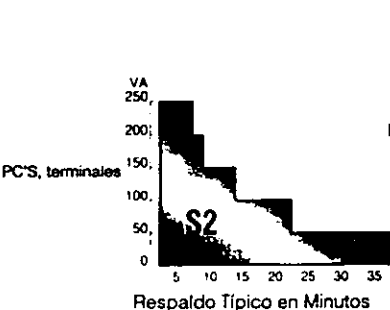
\* Adicione 1 kg para peso de embarque



## Puerto de Comunicaciones (S4 y S7)



- 1 - Tierra
- 3 - Apagado Remoto
- 4 - Operación Normal
- 5 - Común
- 7 - Apagado Inminente
- 9 - Operación con Batería



Para una ampliación en el tiempo de respaldo refiérase a la hoja de datos SQ1002A94 del UPS TOPAZ® SV



**GROUPE SCHNEIDER**

■ Federal Pacific ■ Merlin Genn ■ Square D ■ Telemecanique

CALZ. JAVIER ROJO GOMEZ 1121  
COL. GPE. DEL MORAL. 09300  
MEXICO. D.F.  
TEL: 686-30-00 FAX: 686-24-09  
SQ1001A94

© 1994 Square D Company, Derechos Reservados  
Impreso por Maclago Impresores, S.A. de C.V. 02/94

# TOPAZ® SV, UPS Interactivo 600 VA, 900 VA, 1,250 VA, 1,650 VA y 2,000 VA

- ✓ Acondicionador incluido e interactivo en operación normal
- ✓ Forma de onda senoidal pura a la salida
- ✓ Compatible con red y SNMP
- ✓ Indicador en su panel frontal de alta tecnología, con interruptor de prueba
- ✓ Respaldo de batería adicional en los modelos SV16 y SV20
- ✓ Garantía de rendimiento del producto y una Garantía total por dos años
- ✓ Materiales reciclables

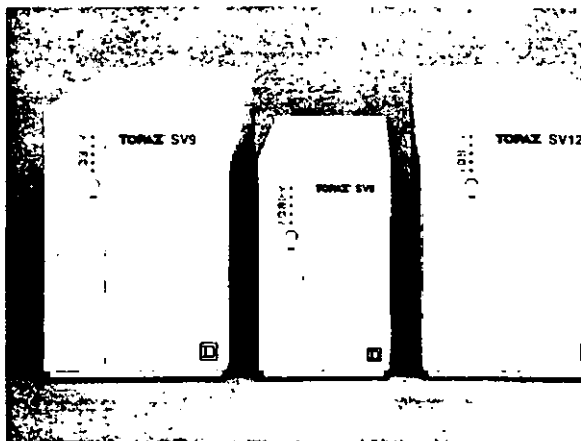
Una nueva herramienta de Square D para energía de calidad, el UPS TOPAZ® SV proporciona una protección avanzada interactiva con la línea para servidores de red, estaciones de trabajo múltiples de alto rendimiento, estaciones de trabajo de ingeniería y equipo de telecomunicaciones. El UPS TOPAZ® SV cuenta con un enfoque de diseño de aplicación específica, la cual incluye una forma de onda de salida senoidal con regulación de voltaje interactivo con la línea y un puerto de red de comunicaciones avanzado.

## Regulación Activa de Voltaje

El UPS TOPAZ® SV incorpora un acondicionador avanzado e interactivo con la línea en operación normal. Este acondicionador activo proporciona corrección a las variaciones de voltaje instantáneamente, permitiéndole al UPS TOPAZ® SV mantener el voltaje de salida dentro de las tolerancias del equipo protegido, sin necesidad de transferencia a la batería de respaldo. Prolonga la vida útil de la batería ya que esta importante característica es crítica cuando ocurren variaciones frecuentes de voltaje. La onda de salida senoidal pura es característica del UPS TOPAZ® SV y es compatible con las aplicaciones más sensibles.

## Compatible con Redes

Un puerto de comunicaciones avanzado Omnibus® que es una característica estándar del UPS TOPAZ® SV, proporciona contactos por relevador para la mayoría de los apagados de red requeridos incluyendo Novell, LAN Manager, LANtastic y Banyan Vines. Cuando se usa con el software de Merlin Gerin, UM1/UM2/UM3, cuenta con capacidad automática de cierre de archivos y cuando se usa con el UM1 LINK de Merlin Gerin, es compatible con SNMP.

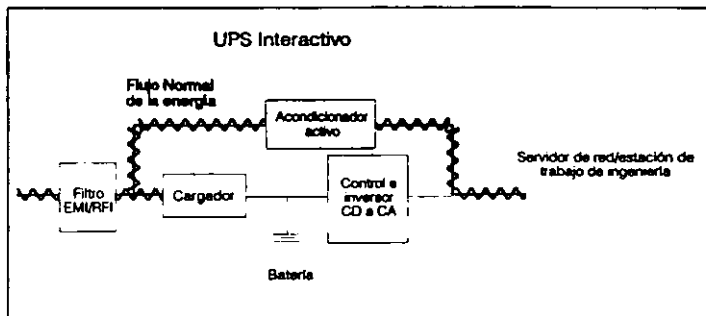


## Panel Frontal Informativo e Interruptor de Prueba

Los circuitos avanzados de diagnóstico interno y monitoreo del panel frontal, le permiten al UPS TOPAZ® SV desplegar la información vital del estado del sistema, tal como el comportamiento del UPS, condición de sobrecarga y batería. Incluye un indicador automático de "reemplazo de baterías", que le permite a los usuarios evaluar las condiciones de la batería o del inversor, asegurando una protección ininterrumpida que esta disponible cuando más lo necesita.

## Materiales Reciclables

Todos los materiales usados en el UPS TOPAZ® SV se pueden reciclar incluyendo el panel frontal de plástico del equipo y también la caja en donde se empaqa.



**SQUARE D**  
GROUPE SCHNEIDER

# UPS Interactivo

# TOPAZ® SV

## Especificaciones

### Voltaje de Entrada

96 Vca a 138 Vca antes de operación con batería

### Voltaje de Salida

120 Vca ± 5% operado con batería

### Frecuencia

60 Hz ± .01 Hz operado con batería

### Forma de Onda

Forma de onda senoidal pura en operación normal y con batería

### Batería

Sellada libre de mantenimiento, se carga en menos de 8 horas

### Ambiente

0-35° C temperatura de operación  
0-90% de humedad relativa sin condensación  
< 45 dB de ruido audible

### Protección contra Transitorios

Cumple con ANSI/IEEE C62.41 categoría A

### Cumplimiento de Normas

UL 1778, CSA, FCC clase A y NOM I-163

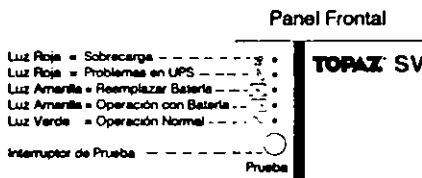
### Opciones

Software exclusivo UM1/UM2/UM3 de monitoreo y control del UPS para los principales sistemas operativos. UM LINK para compatibilidad con SNMP

## Familia de Productos UO

Capacidad VA/Watts	Modelo/ # Parte	Peso kg	Dimensiones en cm Alto X Ancho X Fondo	Cable de Alimentación	Receptáculos de Salida
600/400	SV6/81006	13	19.6 X 12.2 X 34.2	5-15P	(4) 5-15R
900/600	SV9/81009	22	24.2 X 16.5 X 44.5	5-15P	(4) 5-15 R
1250/850	SV12/81012	22	24.2 X 16.5 X 44.5	5-15P	(4) 5-15 R
1650/1150	SV16/81016	50	36.8 X 19 X 47.5	LS-20P	(4) 5-15R, (1) LS-20R
2000/1400	SV20/81020	50	36.8 X 19 X 47.5	LS-30P	(4) 5-15R, (1) LS-30R
Batería adicional para SV16/SV20	SVB/810B1	38	36.8 X 19 X 47.5	Conector de CD del usuario	Conector de CD del usuario

\* Adición de 1.3 kg para el peso de embarque del SV6 y 2.3 kg para el peso de embarque de las SV9/SV12/SV16/SV20/SVB



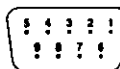
- Luz Roja = Sobrecarga
- Luz Roja = Problemas en UPS
- Luz Amarilla = Reemplazar Batería
- Luz Verde = Operación con Batería
- Luz Verde = Operación Normal

Interruptor de Prueba

### Panel Frontal

TOPAZ® SV

### Puerto de Comunicaciones



Modelo TOPAZ® SV

- 1 - Tierra Raica
- 3 - Apagado Remoto
- 4 - Operación Normal
- 5 - Corriente (Relayador)
- 7 - Apagado Inminente
- 9 - Operación con Batería

	VA	Con(1)					
		SV6	SV9	SV12	SV16	SV20	SVB
PC's tipo torre y estaciones de trabajo	400	15	35	35	90	90	240
Estación de trabajo CAD/CAM servidor individual	600	7	20	20	55	55	150
Cuatro PC's pequeñas o terminales	800		13	13	38	38	110
Dos PC's tipo torre o estaciones de trabajo	900		11	11	34	34	100
Dos servidores de red	1000			10	30	30	85
Dos estaciones de trabajo de ingeniería	1250			6	24	24	70
Dos servidores CAD/CAM	1400				19	19	55
Cuatro PC's tipo torre	1650				15	15	40
Un minisistema / PBX	1800					13	35
Cuatro servidores de red	2000					11	30

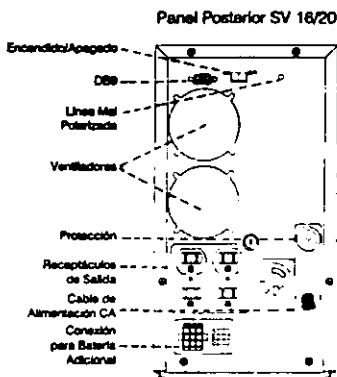
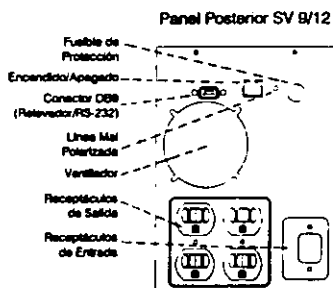
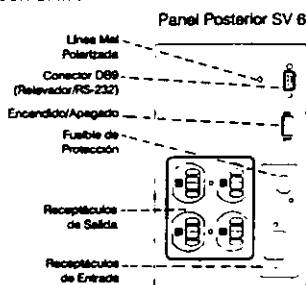
Tiempo de Respaldo Típico en Minutos



GROUPE SCHNEIDER

CALZ. JAVIER ROJO GÓMEZ 1121  
COL. GPE. DEL MORAL 09300  
MÉXICO, D.F.  
TEL: 686-30-00 FAX: 686-24-09  
SQ1002A94

■ Federal Pacific ■ Merlin Gern ■ Square D ■ Telemecanique



© 1994 Square D Company, Derechos Reservados  
Impreso por Maciago Impresores, S.A. de C.V. 02/94

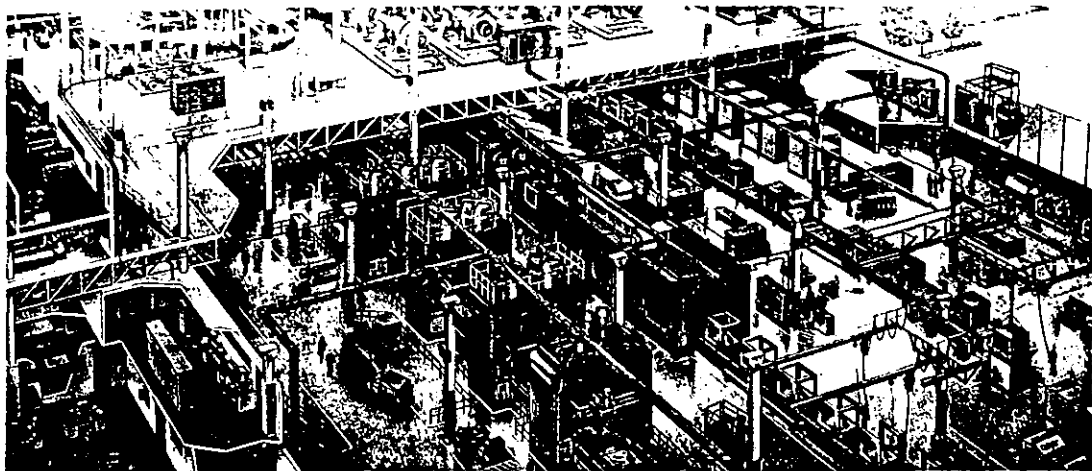
Square D suministra una gama completa de productos para una energía de calidad. La siguiente Guía de Selección de productos le ayudará a solucionar sus problemas de energía eléctrica más comunes

La necesidad de protección de energía es universal para los sistemas actuales de aplicación crítica. Los costos crecientes de los tiempos muertos y la necesidad de maximizar la eficiencia de la producción para mantenerse competitivo, son cada día mayores. Sin embargo, las soluciones a los problemas de energía no son universales, ya que son tan específicos como los sistemas que protegen. Estamos comprometidos en suministrar el producto adecuado para una energía de calidad para cada aplicación, asegurando el máximo rendimiento a bajo costo y una protección óptima. Use nuestra Guía de Selección de productos y Aplicación, para determinar el equipo adecuado a sus necesidades.

## Guía de Selección

Problemas de Energía	Causas	Efectos	Productos					
			Transformador de Alimentación (Familia T)	Acondicionador de Energía (Familia P)	UPS (Familia U)			Inversores CD a CA (Familia S)
					S	SV	SX	
<b>Picos y Transitorios de Alta Tensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Descargas atmosféricas</li> <li>✓ Manobras de la red de suministro</li> <li>✓ Equipo industrial de gran capacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fallos en el equipo</li> <li>✓ Bloqueo del sistema</li> <li>✓ Alteración de datos</li> <li>✓ Pérdida de datos</li> </ul>						
<b>Ruido Eléctrico en Baja Tensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soldadoras de arco</li> <li>✓ Equipo electrónico</li> <li>✓ Equipos de conmutación</li> <li>✓ Equipos de protección y eliminación de fallas</li> <li>✓ Contactores y relevadores</li> <li>✓ Tierra no dedicada o asistida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alteración de datos</li> <li>✓ Funciones de comando erróneas</li> <li>✓ Variaciones de corta duración en señales periódicas</li> <li>✓ Cambio en estados de procesos</li> <li>✓ Cambio en estados de manejadores de "buffers"</li> <li>✓ Niveles erróneos de señal en amplificadores</li> <li>✓ Pérdida de sincronía en circuitos de bloqueo de fase</li> <li>✓ Inestabilidad de control en servomecanismos</li> <li>✓ Pérdida de información del proceso</li> <li>✓ Activación inadecuada de circuitos de protección, tales como pelencias</li> <li>✓ Forma de onda inapropiada en redes de filtros activos, decodificadores, etc.</li> </ul>						
<b>Armónicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fuentes de suministro en modo conmutación</li> <li>✓ Cargas no lineales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Altas corrientes de neutro</li> <li>✓ Conductores de neutro sobrecalentados</li> <li>✓ Transformadores de distribución sobrecalentados</li> </ul>						
<b>Fluctuaciones de Voltaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacitores para corrección del factor de potencia</li> <li>✓ Fallos de alta impedancia</li> <li>✓ Fallas en las líneas</li> <li>✓ Arranque de equipos grandes</li> <li>✓ Redes de distribución sobrecargadas</li> <li>✓ Generadores inestables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bloqueo del sistema</li> <li>✓ Sobrecalentamiento de motores</li> <li>✓ Lámparas quemadas</li> <li>✓ Calces del sistema</li> <li>✓ Daños a la fuente de poder</li> <li>✓ Alteración de datos</li> <li>✓ Pérdida de datos</li> <li>✓ Disminución del rendimiento</li> <li>✓ Pérdida de control</li> </ul>						
<b>Apeyones e Interrupciones de Energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apeyones</li> <li>✓ Falta de energía o sobrecargas</li> <li>✓ Arranque de generadores de respaldo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caída del sistema</li> <li>✓ Bloqueo del sistema</li> <li>✓ Daños a la fuente de poder</li> <li>✓ Pérdida de datos</li> <li>✓ Pérdida total del sistema</li> <li>✓ Pérdida de control</li> </ul>						
<b>Conmutación en Estado Estable de la Fuente CA a la CD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Áreas remotas</li> <li>✓ Disponibilidad de planta de energía en CD</li> <li>✓ Aplicaciones móviles (vehículos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inoperabilidad de fuente de CA</li> </ul>						





Los productos de las marcas TOPAZ y EPE proporcionan soluciones a los problemas de energía en toda la fábrica

### Guía de aplicación

Productos	Transformador de Alimentación		Acondicionadores de Fuente de Energía		UPS				Inversores CD a CA		
	Supresores de ruido Ultra-Isolator	Ecoart	LINE 2	LINE 2	TOPAZ				PowerMark®		
Familia	T1/T7	PB	P3/P6	P2							
Atenuación de Modo Común	148 dB-500 Hz 126 dB-500 Hz	126 dB-10 KHz 105 dB-100 KHz 80 dB-1 MHz	130 dB-10 KHz 95 dB-10 KHz 50 dB-1 MHz	120 dB-10 KHz 100 dB-100 KHz					Alimentación completa	Alimentación completa	
Atenuación de Modo Normal	80 dB-10 KHz 80 dB-100 MHz	50 dB-10 KHz 80 dB-100 KHz 80 dB-1 MHz	56 dB-10 KHz 40 dB-50 KHz 37 dB-100 KHz	32 dB-100 KHz 32 dB-100 KHz					Alimentación completa	Alimentación completa	
Regulación de Voltaje	Manual	✓	✓	✓							
Entrada de Voltaje No Regulada	8 Derivaciones Manuales en T7	+ 15% - 25%	+ 15% - 25%	+ 13% - 25%							
Salida de Voltaje Regulada											
Modelo con Cable de Línea y Receptáculos de Salida	125 VA a 2400 VA	250 VA a 2000 VA	250 VA a 2000 VA								
Modelo con Zapatas de Conexión (monofásico)	125 VA a 7.5 kVA	250 VA a 2000 VA	2 kVA a 15 kVA						3 kVA a 10 kVA	500 VA a 1 kVA	2 kVA a 10 kVA
Modelo con Zapatas de Conexión (trifásico)	7.5 kVA a 225 kVA			10 - 30 kVA							

También está disponible el UPS trifásico tipo Linea de alto rendimiento de EPE en 10 kVA a 750 kVA. Para mayor información póngase en contacto con la fábrica.

Los supresores de ruido ULTRA-ISOLATOR protegen al equipo electrónico sensible contra el ruido producido por disturbios eléctricos. Estos disturbios provienen de fuentes tales como descargas atmosféricas, maniobras de interruptores en las redes y la operación de motores eléctricos, son los más frecuentes y problemáticos en los sistemas de CA. Las señales de ruido que pueden afectar al equipo electrónico, ocurren aproximadamente 7 veces más seguido que las fluctuaciones de voltaje y los apagones combinados. Entonces tiene sentido proporcionar al equipo sensible, la mejor protección disponible un SUPRESOR DE RUIDO ULTRA-ISOLATOR, con protección de hasta 146 dB contra ruido de modo común y 60 dB contra ruido de modo normal. Cuando el problema son las cargas no lineales, los productos de la serie 10 (TV) proporcionan una protección nominal K-13 desde 15 kVA hasta 225 kVA.



## Monofásico (125 VA a 7.5 kVA)

(Para información adicional ver la hoja de datos ST 026)

Listado por UL

Potencia Nominal	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Dimensiones cm	Peso kg	BTU/hora	Familia de Productos	Serie 30 146 dB	Serie 10 126 dB
------------------	-------------	------------	------------	----------------	---------	----------	----------------------	-----------------	-----------------

### Modelos con Cable de Línea y Receptáculos de Salida

125 VA	120	120	60 Hz	12.2 x 18.8 x 19.3	7.7	32		91091-32	91091-12
250 VA	120	120	60 Hz	12.2 x 18.8 x 20.3	7.7	64	T1	91092-32	91092-12
500 VA	120	120	60 Hz	12.2 x 18.8 x 22.9	11.3	90		91095-32	91095-12
750 VA	120	120	60 Hz	12.2 x 18.8 x 24.6	12.3	135		91097-32	91097-12
1 kVA	120	120	60 Hz	16.8 x 21.3 x 24.6	18.1	297		91001-32	91001-12
1.8 kVA	120	120	60 Hz	16.8 x 21.3 x 26.7	23.6	392	T1	91018-32	91018-12
2.4 kVA	120	120	60 Hz	16.8 x 21.3 x 27.7	27.2	341		91002-32	91002-12

### Modelos con Zapatas de Conexión

125 VA	120/240	120/240	50/60 Hz	12.2 x 18.8 x 20	6.4	32		91091-31	91091-11
250 VA	120/240	120/240	50/60 Hz	12.2 x 18.8 x 21	7.3	45	T1	91092-31	91092-11
500 VA	120/240	120/240	50/60 Hz	12.2 x 18.8 x 23.9	6.8	90		91095-31	91095-11
750 VA	120/240	120/240	50/60 Hz	12.2 x 18.8 x 25.9	10	135		91097-31	91097-11
1 kVA	120/240	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 25.4	17	180		91001-31	91001-11
1.8 kVA	120/240	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 27.9	22	323	T1	91018-31	91018-11
2.5 kVA	120/240	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 30	26	449		91002-31	91002-11
5 kVA	120/240	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 38	49	808		91005-31	91005-11
5 kVA	240/480	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 38	47	808		91105-31	91105-11
7.5 kVA	120/240	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 44.5	61	1347	T1	91007-31	91007-11
7.5 kVA	240/480	120/240	50/60 Hz	16.8 x 21.3 x 45.7	64	1347		91107-31	91107-11

## Trifásica (7.5 kVA a 225 kVA)

(Para información adicional ver la hoja de datos ST 026)

Listado por UL

Potencia Nominal	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Dimensiones cm	Peso kg	BTU/hora	Familia de Productos	Serie 30 146 dB	Serie 10 126 dB
------------------	-------------	------------	------------	----------------	---------	----------	----------------------	-----------------	-----------------

### Modelos con Zapatas de Conexión

7.5 kVA	208Y/120	208Y/120	50/60 Hz	21 x 86 x 30	90	1346		91407-31	91407-11
15 kVA	208Y/120	208Y/120	50/60 Hz	21 x 86 x 36	134	2694	T1	91415-31	91415-11
15 kVA	240	208Y/120	50/60 Hz	21 x 86 x 36	149	2694		91515-31	91515-11
15 kVA	480	208Y/120	50/60 Hz	21 x 86 x 36	154	2694		91815-31	91815-11
15 kVA	208	208Y/120	60 Hz	79 x 69 x 46	191	2154	T7	97201-31	—
15 kVA	480	208Y/120	60 Hz	79 x 69 x 46	191	2154		97401-31	—
30 kVA	208	208Y/120	60 Hz	79 x 69 x 46	222	4285	T7	97203-31	—
30 kVA	480	208Y/120	60 Hz	79 x 69 x 46	222	4285		97403-31	—
50 kVA	208	208Y/120	60 Hz	79 x 69 x 46	322	6307		97205-31	—
50 kVA	480	208Y/120	60 Hz	79 x 69 x 46	322	6307	T7	97405-31	—
75 kVA	208	208Y/120	60 Hz	108 x 109 x 56	395	10663		97207-31	—
76 kVA	480	208Y/120	60 Hz	108 x 109 x 56	367	10663		97407-31	—
100 kVA	480	208Y/120	60 Hz	109 x 109 x 56	449	14217		97410-31	—
125 kVA	480	208Y/120	60 Hz	109 x 109 x 56	517	16462	T7	97412-31	—
150 kVA	480	208Y/120	60 Hz	108 x 109 x 56	563	21549		97415-31	—
15 kVA	208	208Y/120	60 Hz	58 x 57 x 38	111	835	T7	—	97201-11T
15 kVA	480	208Y/120	60 Hz	58 x 57 x 38	111	835		—	97401-11T
30 kVA	208	208Y/120	60 Hz	76 x 51 x 51	159	1671	T7	—	97203-11T
30 kVA	480	208Y/120	60 Hz	76 x 51 x 51	159	1671		—	97403-11T
45 kVA	208	208Y/120	60 Hz	76 x 76 x 51	272	2706		—	97204-11T
45 kVA	480	208Y/120	60 Hz	76 x 76 x 51	272	2706	T7	—	97404-11T
75 kVA	208	208Y/120	60 Hz	111.8 x 81 x 69	318	4177		—	97207-11T
75 kVA	480	208Y/120	60 Hz	111.8 x 81 x 69	318	4177		—	97407-11T
112.5 kVA	480	208Y/120	60 Hz	111.8 x 81 x 69	396	6266		—	97411-11T
150 kVA	480	208Y/120	60 Hz	125.73 x 104 x 81	626	8355	T7	—	97415-11T
225 kVA	480	208Y/120	60 Hz	125.73 x 104 x 81	726	12533		—	97422-11T

Para el embarque 1 Tipo K-13  
Para otros voltajes consultar a fábrica.

Los Acondicionadores de Línea LINE 2 son los mejores dispositivos en protección de energía contra caídas de tensión, transformadores, cambios bruscos de voltaje, virtualmente cualquier problema de energía. Sus características tecnológicas avanzadas, proporcionan los picos de corriente demandados por los modernos sistemas electrónicos, los cuales emplean fuentes de poder en modo conmutación. Todos los sistemas LINE 2 se caracterizan por el supresor de ruido ULTRA-ISOLATOR® y por rápida regulación de voltaje controlada por microcomputadoras. Disponibles en modelos monofásicos y trifásicos, en conjunto con receptáculos de salida opcionales en algunas unidades, son ideales para distribuir energía eléctrica de CA limpia y estable a cualquier sistema industrial.

Los Acondicionadores de Energía ESCORT® son una combinación ideal de la tecnología ferrosresonante y la operación grado computador. Al proporcionar excelente supresión de ruido y regulación de voltaje, el acondicionador de energía ferrosresonante ESCORT es adecuado para usarse tanto en ambientes de oficina, como industriales.



## Acondicionadores de Energía LINE 2, con Capacidad de Corriente Pico (P3)

(Para información adicional vea la hoja de Datos SP075.)

Potencia Nominal	Número de Modelo	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Dimensiones cm	Peso Kg
------------------	------------------	-------------	------------	------------	----------------	---------

### Modelos con Cable de Línea y Receptáculos de Salida

250 VA	01008-01P3	120	120	60 Hz	16 x 16.5 x 34.3	8.2
500 VA	01708-01P3	120	120	60 Hz	16 x 16.5 x 34.3	10
1000 VA	02408-01P3	120	120	60 Hz	16 x 16.5 x 34.3	17.2
2000 VA	02908-02P3	120	120	60 Hz	24.8 x 25.4 x 48.3	43.5

### Modelos con Zapatas de Conexión

2000 VA	52908-00P3	120	102	60 Hz	24.8 x 25.4 x 48.3	54.4
3000 VA	53408-00P3	120	120	60 Hz	24.8 x 25.4 x 48.3	56
3000 VA	53418-00P3	208	120 o 208	60 Hz	24.8 x 25.4 x 48.3	60.3

## Acondicionadores de Energía LINE 2, con Capacidad de Distribución de Energía (P2 y P6)

Potencia Nominal	Número de Modelo	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Dimensiones cm	Peso Kg
------------------	------------------	-------------	------------	------------	----------------	---------

### Modelos Monofásicos con Zapatas para su Conexión (P6) (Disponible Ahora en 480 Vca) Para información Adicional vea la hoja de Datos SP 077

5 kVA	61805-02	208/240	120/208/240	60 Hz	73.7 x 50.8 x 40.6	116.6
5 kVA	61805-04	480	120/208/240	60 Hz	73.7 x 50.8 x 40.6	116.6
7.5 kVA	61807-02	208/240	120/208/240	60 Hz	73.7 x 50.8 x 40.6	129.3
7.5 kVA	61807-04	480	120/208/240	60 Hz	73.7 x 50.8 x 40.6	129.3
10 kVA	61810-02	208/240	120/208/240	60 Hz	91.4 x 56 x 43.2	184.2
10 kVA	61810-04	480	120/208/240	60 Hz	91.4 x 56 x 43.2	184.2
15 kVA	61815-02	208/240	120/208/240	60 Hz	91.4 x 56 x 43.2	210
15 kVA	61815-04	480	120/208/240	60 Hz	91.4 x 56 x 43.2	210

### Modelos Trifásicos con Zapatas para su Conexión (P2) Para información adicional vea la hoja de Datos SP 074

10 kVA	62810	208	208/1120	60 Hz	91.4 x 96.5 x 61	335.7
15 kVA	62815	208	208/1120	60 Hz	91.4 x 96.5 x 61	358.3
22.5 kVA	62822	208	208/1120	60 Hz	91.4 x 96.5 x 61	437.7
22.5 kVA	62822-01	480	208/1120	60 Hz	91.4 x 96.5 x 61	432.7
30 kVA	62830	208	208/1120	60 Hz	91.4 x 96.5 x 61	465.8
30 kVA	62830-01	480	208/1120	60 Hz	91.4 x 96.5 x 61	467.7

## Acondicionadores de Energía Monofásicos Escort (P8)

(Para información adicional vea la hoja de Datos SP 078.)

Potencia Nominal	Número de Modelo	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Dimensiones cm	Peso Kg
------------------	------------------	-------------	------------	------------	----------------	---------

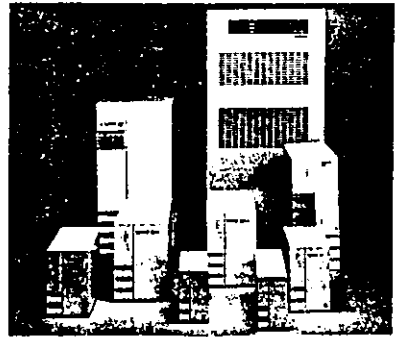
### Modelos con Cable de Línea y Receptáculos de Salida

250 VA	68025-03	120	120	60 Hz	26.4 x 13.3 x 27.9	13.6
500 VA	68050-01	120	120	60 Hz	33.5 x 17.3 x 36.1	15.9
750 VA	68075-01	120	120	60 Hz	33.5 x 17.3 x 36.1	18.1
1000 VA	68100-01	120	120	60 Hz	33.5 x 17.3 x 36.1	25.4
2000 VA	68200-01	120	120	60 Hz	33.5 x 20.1 x 45.7	45.4

### Con Zapatas para su Conexión y de Montaje en Pared

250 VA	68025-08	120/208/240/480	120/208/240	60 Hz	26.4 x 30 x 12.7	13.6
500 VA	68050-08	120/208/240/480	120/208/240	60 Hz	36 x 24.9 x 16.5	15.9
750 VA	68100-08	120/208/240/480	120/208/240	60 Hz	45.7 x 24.9 x 16.5	25.4
1000 VA	68150-08	120/208/240/480	120/208/240	60 Hz	50.8 x 24.9 x 16.5	34
2000 VA	68200-08	120/208/240/480	120/208/240	60 Hz	53.3 x 24.9 x 16.5	45.4

UPS'S TOPAZ® para el respaldo de materias críticas de una PC individual, brindando una protección completa de la energía contra virtualmente cualquier forma de disturbio en la línea, así como para la mayoría de los servidores de red y minicomputadoras de aplicación crítica. Square D ofrece una gama completa de UPS'S TOPAZ® y EPE® diseñados para optimizar la protección de requerimientos y aplicaciones específicas. Esta optimización significa que los modelos económicos TOPAZ® no están sobrecargados de características innecesarias, sino que incluyen las esenciales tales como el interruptor de prueba de la batería, el cual proporciona la ventaja de conocer la condición de la batería con sólo oprimir un botón. Para proporcionar la protección requerida y cubrir las necesidades de comunicación de los sistemas industriales de aplicación crítica, se incluyen en los modelos TOPAZ® SX características esenciales como el aislamiento galvánico y los puertos de comunicación (RS-232) compatible con SNMP. Este enfoque de diseño orientado a aplicaciones específicas le permite a Square D ofrecerle el producto idóneo para una energía de calidad adecuada para toda su planta o instalación.



## UPS'S Fuera de Línea TOPAZ S (250, 400, 700 VA) (UO)

(Para información adicional vea la hoja de Datos SQ1001A94)

Una nueva generación de UPS's pequeñas fuera de línea, que proporcionan respaldo de baterías para estaciones de trabajo, PC's y terminales individuales.

Potencia Nominal	Número de Modelos	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Respaldo Típico	Dimensiones (cm)	Peso Kg
250 VA	S2/81002	120	120	60 Hz	10 Min.	15 x 8.4 x 24.9	5
400 VA	S4/81004	120	120	60 Hz	10 Min.	15 x 8.4 x 35.3	6.8
700 VA	S7/81007	120	120	60 Hz	10 Min.	19.8 x 12.2 x 39.2	10.9

## UPS'S Interactivas TOPAZ SV (600, 900, 1250, 1650, 2000 VA) (UO)

(Para información adicional vea la hoja de Datos SQ1001A94)

Los modelos interactivos de voltaje regulado TOPAZ SV proporcionan rendimiento adicional donde se presentan fluctuaciones de voltaje frecuentes, con una salida bien regulada y la capacidad de mantener condiciones de sobrecarga por más tiempo sin recurrir a las baterías, lo cual protege a sus servidores de red.

Potencia Nominal	Número de Modelo	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Respaldo Típico	Dimensiones (cm)	Peso Kg
600 VA	SV6/81008	120	120	60 Hz	10 Min.	18.8 x 12.2 x 34	12.7
900 VA	SV9/81009	120	120	60 Hz	10 Min.	24.1 x 16.5 x 44.2	21.8
1250 VA	SV12/81012	120	120	60 Hz	10 Min.	24.1 x 16.5 x 44.2	21.8
1650 VA	SV16/81016	120	120	60 Hz	10 Min.	36.8 x 16.5 x 47.2	46.9
2000 VA	SV20/81020	120	120	60 Hz	10 Min.	36.8 x 16.5 x 47.2	46.9

## UPS'S en Línea TOPAZ SX (900, 1200, 1750, 2000 VA) (U9)

(Para información adicional vea la hoja de Datos SQ1003A94)

El diseño verdaderamente En Línea del UPS, proporciona protección completa de la energía con corrección activa del factor de potencia, aislamiento galvánico total, amplio rango de protección contra fluctuaciones en voltaje y frecuencia. Se recomienda para aplicaciones que son de naturaleza crítica que requieren una protección óptima contra todas las formas de disturbios de energía. Ideal para servidores de red en instalaciones de fábricas y para estaciones de trabajo múltiples.

Potencia Nominal	Número de Modelos	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Respaldo Típico	Dimensiones (cm)	Peso Kg
900 VA	SX9/89009	120	120	60	10 Min.	36.8 x 16.5 x 44.2	27.2
1200 VA	SX12/89012	120	120	60	10 Min.	36.8 x 16.5 x 44.2	27.2
1750 VA	SX17/89017	120	120	60	15 Min.	48.8 x 24.9	62.2
2000 VA	SX20/89020	120	120	60	10 Min.	48.8 x 24.9	62.2

## UPS'S en Línea TOPAZ MINI (3, 5, 10 kVA) (UI)

(Para información adicional vea la hoja de Datos SQ1005A94)

Diseño avanzado de UPS En Línea para minicomputadoras, LANS, PABX, PC's y estaciones de trabajo múltiples. En la sala de cómputo, en la oficina o en la fábrica, el UPS TOPAZ MINI proporciona lo más avanzado en protección de energía para la mayoría de sus aplicaciones críticas.

Potencia Nominal	Número de Modelo	Entrada Vca	Salida Vca	Frecuencia	Respaldo Típico	Dimensiones (cm)	Peso Kg
3 kVA	88031	120, 208	120, 208 y 240	50 Hz	15 Min.	91.4 x 48.3 x 76.2	326.6
5 kVA	88051	220/230	110, 220, 115, 230	60	10 Min.	91.4 x 48.3 x 76.2	326.6
10 kVA	88101	240	120, 208 y 240	60 Hz (selectivo)	10 Min.	119.4 x 63.5 x 76.2	544.3

También están disponibles UPS's sinfásicos de EPE En Línea, de alto rendimiento de 10 kVA hasta 150 kVA. Para mayor información póngase en contacto con la fábrica.  
\* Entrada de 120 Vca no disponible para 10 kVA.