

iProtejamos Nuestro Computador!

Fabio Vidal Holguín*

RESUMEN

En este artículo se presenta una perspectiva sobre protecciones eléctricas para sistemas de cómputo, aquellos que el *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)* denomina Equipo Electrónico Sensible (Sensitive Electronic Equipment¹). Se caracterizan los principales fenómenos eléctricos dañinos y se recomiendan técnicas de protección con niveles ascendentes de cobertura. Otros temas conexos pueden ser: *Calidad de la Energía (Power Quality)* y *Análisis de costos de las protecciones*.

* Ingeniero Electricista - Especialista en Administración.
Profesor Asociado - Escuela de Ingeniería Eléctrica y
Electrónica - Universidad del Valle - Santiago de Cali,
Colombia
e-mail:fabvidal@univalle.edu.co

Fecha de recepción: Abril 30 de 2004
Fecha de aprobación: Septiembre 6 de 2004

¹ IEEE-1100/1992-01-01 00:00:00.0

Palabras Claves: Equipo electrónico sensible, calidad de energía, eventos eléctricos dañinos, sobrevoltaje transitorio, bajones de tensión, ondas de impulsos, ruido.

ABSTRACT

We present a perspective view about the electrical protections for computer systems those that the *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) identifies as Sensitive Electronic Equipment. Describes the principal electrical injurious events, and offers technical recommendations for increasing levels of protection. Related topics may be: Power Quality and Actual prices for electrical protections.

Keywords:Sensitive electronic equipment, Power Quality, electrical injurious events, sags, black-outs, spikes, surges, noise.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de distribución y entrega de energía eléctrica al usuario final han evolucionado con menor dinámica que la demanda del *usuario sensitivo* para una economía digital, aquel que requiere un suministro de excelente calidad (estabilidad de voltaje y frecuencia y ausencia de perturbaciones). El *Electric Power Research Institute*, estima que las fallas y las fluctuaciones del sistema eléctrico están costando en Estados Unidos, más de US\$30 billones anuales (año 2000), implicando que los sistemas eléctricos están peor que en 1965². Esta situación, que no es mejor en Colombia, viene forzando a los usuarios de la economía digital, a proveerse por sí mismos la energía y las protecciones adecuadas para sus sistemas de cómputo, si quieren obtener calidad en el suministro (Power Quality) y si quieren disminuir riesgos de desastres informáticos por fallas de origen eléctrico. Nuestro objetivo central es proponer opciones para las protecciones de los sistemas de cómputo, con una visual integral de esta problemática y sus soluciones técnicas.

2. EL ESCENARIO DEL PROBLEMA

Una estación de trabajo de oficina u hogar, está compuesta por un CPU (*mother board*) PIII o PIV, Athlon o similar de 2 GHz o más; disco duro de 40 GB o más; monitor de 15" convencional o LCD (Plano), módem de 56K, tarjeta AGP, CD-RW, DVD, tarjeta de Red, impresora, scanner y otros periféricos en sus puertos seriales o USB, o a o a través de sus ranuras (slots) PCI.

Estas estaciones son vulnerables a influencias eléctricas dañinas, la mayoría de las veces con efectos graves, que arruinarán archivos o dañarán la *mother board* o sectores del disco duro, dejándolos inservibles. Estudios realizados en USA muestran que cerca al 50% de las corporaciones encuestadas, consideran los costos de *sistemas caídos* (*fuera de servicio* por problemas de energía) mayores a US\$1.000 la hora, y cerca del 9% de estas empresas, los consideran mayores a US\$50.000 la hora³. Estas cifras son dramáticas. En Colombia no encontramos publicadas estadísticas similares, pero podemos inferir que los costos no serán menores, si consideramos que la incidencia de fallas sea mayor o igual que en USA. Uno de los fenómenos eléctricos comunes que perjudican un sistema de cómputo es el ocasionado por la caída de descargas atmosféricas (rayos). La descarga podrá viajar casi instantáneamente como onda de choque a través de las líneas de transmisión, transformadores, acometidas, redes de datos, puertos seriales, líneas telefónicas, etc. alcanzando el sistema de cómputo a través de las tomas de AC, de las líneas de red o de las líneas telefónicas; la primera baja puede ser el *módem*, la *mother board* o circuitos periféricos y de aquí, alcanzará al disco duro, ocurriendo la mayor catástrofe.

² *Micropower: The Next Electrical Era*, Jane A. Peterson, Editor, Worldwatch Institute, Paper 151, July 2000

³ Estudio realizado por la IBM y por el *Yankee Group*, 1997

3. EVENTOS ELÉCTRICOS DAÑINOS

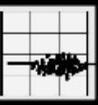
Los eventos eléctricos dañinos que pueden alcanzar un sistema de cómputo se detallan en un cuadro comparativo a continuación.

En la primera columna se identifica el fenómeno con los vocablos técnicos más utilizados, tanto en español como en inglés, y en una pequeña gráfica ilustrativa, se muestra la forma de onda típica del evento. En la segunda columna se puntualizan las principales causas que pudieran ocasionar el

respectivo evento. La tercera y última columna ilustra sobre cuáles podrían ser los efectos nocivos más comunes que se presentan en un sistema de cómputo que sea alcanzado por uno de los fenómenos eléctricos descritos.

Es importante considerar que en la realidad se presenta una combinación de varios de estos eventos, reforzando aún más el problema. Aquí los hemos independizado para efectos de análisis y caracterización.

Eventos Eléctricos Dañinos⁴

Evento	Causas	Efectos Dañinos
Bajones (Sags) Presencia de bajos voltajes durante un corto o mediano tiempo. Representan el 87% de las fallas eléctricas 	Arranque cercano de motores, compresores, lavadores de ropa, trituradores de basura, etc. Se presenta crónicamente en algunas áreas de la ciudad o en algunos momentos del día o días de la semana, por ejemplo, cuando aires acondicionados están trabajando simultáneamente.	Puede congelar o bloquear el teclado o el sistema, con pérdida o corrupción de datos. Reducen la vida útil de aparatos eléctricos. El efecto puede no ser inmediato, pero es nocivo y persistente. Es un enemigo oculto y silencioso para el sistema de cómputo.
Apagones (Black-outs) Pérdida total del fluido eléctrico. La tensión se baja a cero en forma brusca y definitiva. 	Puede ser causado por una demanda excesiva sobre el sistema eléctrico; por tormentas y rayos; accidentes, terremotos, caída de líneas, actos vandálicos, maniobras inadecuadas, "actos de Dios"; cortocircuitos, etc.	Pérdida del trabajo que esté en la RAM o en caché; posible avería del FAT del HD, con pérdida total de datos almacenados. Suspensión irreversible de procesos de cómputo, con grandes pérdidas.
Ondas de Impulso (Spikes) Incremento instantáneo y dramático de voltaje. Una <i>Onda de choque</i> alcanzará los equipos por la alimentación AC, puerto serial, líneas telefónicas, red. 	Son causadas típicamente por descargas atmosféricas en las líneas de transmisión o de distribución, o cuando retorna la energía luego de un apagón. Son altamente destructivas.	Destrucción severa de los equipos o parte de ellos; pérdida total de los datos y del software.
Sobrevoltajes Transitorios (Surges) Aumentos bruscos de tensión de cortísima duración, como de $\frac{1}{120}$ s, no tan severos como los <i>spikes</i> . 	Se suelen presentar al apagar motores de elevada potencia por un voltaje extra que se puede disipar a través de las líneas, ocasionando estos sobrevoltajes transitorios, que fácilmente pueden alcanzar los equipos de computación. También por la conexión de condensadores.	Los componentes electrónicos de los computadores están diseñados para un cierto rango de valores Pico y RMS; altos niveles de los "valores promedios de tensión"; perjudican los delicados componentes causando fallas prematuras.
Ruido (Noise) Interferencia electromagnética (EM) o Interferencia de Radiofrecuencia (RFI) 	Es causado por radiación electromagnética de descargas atmosféricas, switcheo de motores o disyuntores, radio transmisores, celulares, equipo industrial, TV, pequeños motores, lámparas fluorescentes, etc. Puede ser esporádico o permanente.	Puede introducir señales erróneas y "basuras" en archivos y datos. Puede deformar la imagen en el monitor. Los efectos dañinos son menores.

⁴ IEEE 1159-1995; IEEE Std C62.41.2-2002

4. ¿CUÁL ES EL RIESGO EN SU SISTEMA?

Con el siguiente test se puede estimar el riesgo promedio comparativo de su sitio de trabajo.

Aunque está calculado para USA, puede servirnos de indicador para nuestro país.

Analice las siguientes preguntas dándole el puntaje que corresponda a cada una.

Estime el Riesgo en su Sistema

<p>1. Antecedentes, historia Frecuencia con que ocurre algún problema eléctrico en su área: (Nº de veces/año) Crónico: >12/año ... 300 Frecuente: >3/año 80 Aislado: <3/año 50</p> <p>2. Infraestructura física Edificio: edad del cableado: > 15 años 100 > 5 años 80 < 5 años 10</p> <p>3. Acometida eléctrica Si es subterránea en su sitio, tiene menos riesgos que aérea: Acometida aérea: 100 Acometida subterránea: 10</p> <p>4. Conexión a Red o Módem Spikes y surges entran "por atrás" al PC, por puertos seriales, telefónicos, LAN; Su sitio posee: Módem, serial, LAN: 200 Sólo tiene módem: 80 Ninguno: 50</p> <p>Entorno local</p> <p>5. Cerca a su sitio causan disturbios en su sistema: Copiadoras, impresoras Láser, ascensores, trituradoras, lavadoras, etc. Tiene cerca: Máquinas pesadas, motores, lavadoras: 200 Copiadoras, impresoras Láser: 150</p>	<p>6. Sistema Operativo Sistemas de red y multitarea usan memoria caché; son más rápidos pero más vulnerables. Su sistema utiliza: Red (NetWare, Win NT) 100 Multitarea (OS/2, Unix, W 98, 2K, XP) 80 Monotarea (DOS, W 3.1) 50</p> <p>7. Número de usuarios Con más usuarios, tendrá mayor susceptibilidad. En su red tiene: > 10 usuarios 100 > 5 usuarios 80 < 5 usuarios 50</p> <p>8. Distancia de la fuente Sitios rurales poseen pésimo sistema eléctrico. Mientras más lejos viaje la energía, más riesgo de falla existe. Distancia de su sitio a la empresa de energía o subestación principal: > 300 km: 100 < 300 km: 80</p> <p>9. Ambiente climático Número esperado de días de tormentas eléctricas anuales en su región: > 30 días/año 300 > 20 días/año 100 < 20 días/año 50</p>	<p>10. Zonas de alta demanda Zonas de alta demanda de energía, por ej. industriales, son muy dadas a bajones o apagones. Su sitio está cerca a Zona de: Alta demanda 200 Demanda media: 100 Baja demanda: 80</p> <hr/> <p>Puntaje total P:_____</p> <p>RESULTADOS:</p> <p>P > 1000 ⇒ Alto Riesgo</p> <p>700 < P < 1000 ⇒ Arriba del Promedio</p> <p>P < 700 ⇒ Por debajo del promedio</p>
		

5. LAS PROTECCIONES

La protección eléctrica no es una *póliza de seguros*. Una *póliza* representa un seguro económico en caso de ocurrir desgracias y/o pérdidas. La protección eléctrica desde la óptica que estamos tratando, es un conjunto de dispositivos adecuadamente coordinados para evitar que algunos fenómenos eléctricos nocivos alcancen los sistemas de cómputo y en consecuencia los dañen, incluyendo datos, software y hardware. Los elementos protegidos tienen un costo por lo general muy elevado comparado con el costo de los elementos de protección, significando esto que los elementos de protección pueden eventualmente resultar inservibles luego del evento dañino, protegiendo de esta forma otros elementos mucho más costosos e imprescindibles dentro del sistema informático protegido.

Un equipo o Hardware que haya sufrido daño lo podríamos valorar a partir de lo que nos costó inicialmente, o de lo que nos costaría reemplazarlo, incluyendo datos, software y trabajo. ¿Cuánto nos cuestan los datos perdidos, o un software dañado, o un proceso interrumpido que no podamos volver a iniciar, o un grupo de personas parado por fallas en el sistema? Es seguro que todos estos ítems cuestan mucho más que lo que cuesta el Hardware, ya que reponerlos puede significar muchos años de trabajo. De manera que la protección eléctrica se debe considerar una inversión y no un costo.

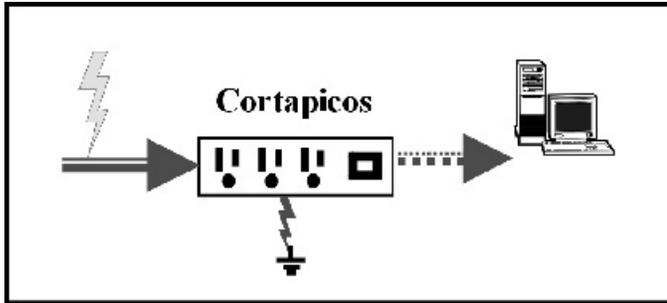
Luego de haber realizado el test anterior, usted estimará si su estación de trabajo, sea en su oficina o en su hogar, está en un elevado, promedio o bajo riesgo. Los niveles de protección que detallamos en lo que sigue, van desde un primer nivel básico de cobertura hasta un tercer nivel bastante completo; los costos están también en orden creciente. Desde la visual de ingeniería, debemos conjugar el nivel de riesgo con la posibilidad económica y escoger el nivel de protección que sea viable implantar. Es lógico que

quien esté en una situación de riesgo elevado, deberá implantar un sistema de protección de tercer nivel como recomendación técnica de ingeniería. Es posible también ir por etapas, mejorando el sistema de protección paulatinamente hasta conseguir el nivel superior de cobertura.

Es relevante decir que las protecciones en un sistema eléctrico de Potencia, deben incluir protecciones de otro orden, desde los sistemas de cortocircuito (como disyuntores, fusibles, relés, etc.), su coordinación desde los puntos de entrada al sistema hasta los puntos de utilización y las protecciones generales de las subestaciones y líneas, incluyendo pararrayos y sistemas de tierra, temas diferentes al objeto de este artículo, donde nos referimos a la protección final *in-situ* de los sistemas de cómputo en cuanto a la calidad de la potencia suministrada. Los diferentes *niveles de protección* a que hemos hecho referencia, no se establecen como niveles de coordinación de protecciones, sino como niveles de cobertura y alcance, y se explican en cada caso.

5.1 Protección de Primer Nivel:

Un **nivel básico de protección**, es la protección exclusiva del **Hardware**. Este nivel de protección se consigue conectando el sistema de cómputo a un *cortapicos*, o *supresor de impulsos*, o de sobrevoltaje (*surge arrest*, *surge supressor*) Este dispositivo funciona de manera análoga a un "fusible", ya que si ocurre una descarga eléctrica en la línea y llega hasta el sistema, el cortapicos la filtra a tierra, como se ilustra en la gráfica; en esta operación, es posible que el cortapicos siga funcionando, o que se "sacrifique" fundiéndose ante el fuerte impacto de la onda y deba ser reemplazado luego de cumplir su función de protección. Este dispositivo protege sólo el Hardware, la máquina, los equipos, porque al ocurrir una descarga, el sistema será desconectado bruscamente de la línea AC, pudiendo ocasionar pérdida o daño de datos o de software.



El cortapicos tiene la ventaja de bajo costo y fácil instalación. La desventaja es que la protección es parcial: no protege contra sobre-tensión moderada permanente, ni momentánea, ni contra bajones de tensión, es decir, no provee una regulación de tensión. Los cortapicos más refinados tienen las características que se detallan a continuación:

- ☑ Dispositivo de indicación de punto de conexión errónea, o carente de fase, tierra o neutro.
- ☑ Filtro atenuador de ruidos EMI/RFI; Filtrado normal de 100 kHz a 10 MHz, > 20-60 dB (pueden causar errores en los datos y bloqueos del teclado).
- ☑ Disipación de impulsos transitorios de voltaje en sus tres líneas, fase, neutro y tierra, onda de test 6 kV, menor del 5% (<300 V), tiempo de respuesta <5 ns, instantáneo 0 ns en modo normal⁵.
- ☑ Disipación de energía, prueba con pulso 10/1000 s: 200 - 400 J. o mayor.
- ☑ Fusible de entrada para abrir el circuito por ondas catastróficas.
- ☑ Interruptor ON-OFF con LED testigo; botón TEST para verificar su operación; señal sonora en caso de acción por picos de voltaje; interruptor térmico para sobrecargas, con botón de RESET.
- ☑ Protección adicional para línea telefónica (Fax / módem) y/o cable coaxial (TV/RF).
- ☑ Protección de tomas de RED (RJ 45, 10Base-T), y/o seriales (RS-232, 9-pin ó 25 pin)

5.2 Protección de segundo nivel:

Una mejor opción es la protección mediante un Regulador de Voltaje o Estabilizador; (*Line Conditioner, Line Regulator, Voltage Regulator*), dispositivo que puede tener todas las funciones del cortapicos y además, ofrecer regulación del voltaje de salida.

Un Regulador o Estabilizador es un equipo de protección que mantiene la tensión de salida dentro de ciertos límites ($\pm 5\%$ a $\pm 10\%$), a pesar de las variaciones en el voltaje de entrada (entre $\pm 10\%$ a $\pm 25\%$). Si el voltaje de entrada es bajo, el de salida aumenta y viceversa, de acuerdo con las especificaciones de regulación. Existen reguladores convencionales, los de núcleo ferro resonante, de rápida respuesta, que por costo, tamaño y rendimiento se utilizan en casos exigentes de filtrado. También los hay de relés y

operados electrónicamente (switching type); estos últimos de mucha confiabilidad y con tiempo de respuesta rápido.

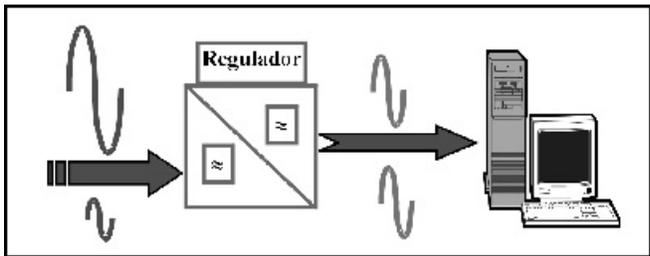
Este dispositivo regula bajones y sobre tensiones duraderas o permanentes, pero los transitorios no impulsivos alcanzan a llegar a los equipos, ya que la respuesta aún de los más rápidos es lenta, pues responde después de seis picos de tensión (tres ciclos)

Un Estabilizador también puede incluir protección contra descargas destructivas y filtros de ruido, como los cortapicos. El común de las personas piensa que con un Regulador o Estabilizador está resuelto todo el problema, pero no es así. Se muestran seguidamente, las características típicas de un Regulador, adicionales a las funciones de un cortapicos.

⁵ ANSI C62.41/IEEE 1980, 587 A, UL 1449

☑	Voltaje nominal (V_n):	120 V, 60 Hz
☑	Rango del Voltaje de entrada:	87 140 V (-25%, +15% de V_n)
☑	Voltaje de salida (regulado):	120 V, $\pm 5\%$ (114 a 126 V)
☑	Tiempo de respuesta (regulación):	Entre $\frac{1}{2}$ y 3 ciclos, (8 a 50 ms)

A continuación, se muestra el esquema de bloques de un Regulador. Si la tensión de entrada está baja comparada con un valor de referencia o nominal, el Regulador aumenta la salida y viceversa, si la entrada está alta, el Regulador disminuye el voltaje de salida, como se muestra en la gráfica, tratando de mantener un cierto nivel de tensión de salida cercana a su especificación nominal. La desventaja del Regulador es que protege sólo al Hardware y en caso de un apagón, se perderán datos que no hayan sido grabados. Con los actuales sistemas operativos (OS) se puede afectar el disco duro cuando es repentinamente apagado.



5.3 Protección de tercer nivel:

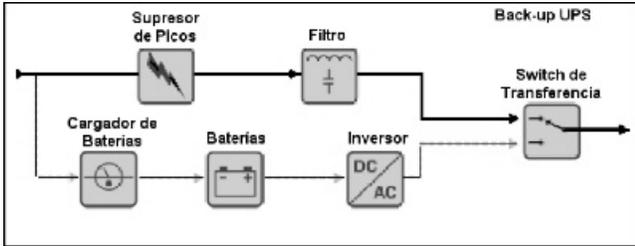
La protección de tercer nivel se logra por medio de dispositivos con baterías internas de tipo seco y libres de mantenimiento. Una de las formas de operación (Stand-by o Off-line mode) es que cuando falla la red AC, entran a operar las baterías mediante un convertidor AC/DC a la tensión RMS necesaria. Este dispositivo se denomina Fuente de Potencia Ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply UPS) La UPS (se utiliza esta sigla aún en

español) es interactiva con la línea y computador, dando energía confiable a los sistemas informáticos, protegiéndolos de los apagones totales o parciales, de sobre y bajo voltajes mantenidos o momentáneos y de picos, impulsos y ruidos. Es una protección bastante completa.

Existen varios tipos de UPS, entre las que distinguimos los modos "On-line" y "Off-line", según el modo de operar. En una "Off-line", "Back up", "Stand-by" o "en-espera" la red alimenta la carga normalmente y cuando ocurre una falla en la línea, entran las baterías a través del convertidor o inversor. En una "On-line" o "En-línea" la carga recibe siempre la alimentación de las baterías a través del Convertidor que mantiene un nivel óptimo de carga flotante en las mismas, cargándolas en forma permanente. La transferencia es muy rápida, casi instantánea y sin transitorios. Cuando la red retorna, la UPS transfiere nuevamente a la operación normal. La salida se controla a través del circuito de Conexión con una interfase serial o USB al computador para conectar y desconectar la Carga; esta realimentación es importante cuando hay una falla de Línea y las baterías entran en operación, ya que, antes de que se agoten, la UPS debe efectuar el protocolo de *grabar archivos y apagado seguro* del computador, evitando la pérdida de datos; una vez la Línea retorna, la UPS puede ejecutar la rutina de encendido del computador o esperar a que sea efectuada manualmente. Esto dependerá del software que tenga. Una UPS puede tener protección para las líneas telefónicas o de red. Es importante notar que una UPS maneja tiempos de transferencia entre 2 ms (típico) a 4 ms (máximo), es decir, entre $\frac{1}{8}$ y $\frac{1}{4}$ de ciclo, de manera que no pasará ni el primer semiciclo de una onda de sobre tensión o de baja tensión. Esta característica debe confirmarse en las especificaciones.

Una UPS también proporciona protección contra impulsos y descargas atmosféricas en las líneas y posee filtrado de EMI/RFI (Filtros) y las mejores,

regulan la salida a través de su propio Regulador. Es bueno comprobar que tenga esta característica de Regulación.



La onda de salida de una UPS puede ser de varios tipos: Sinusoidal pura (la más costosa), sinusoidal escalonada o trapezoidal. Algunas dan una *onda cuadrada* AC, pero puede afectar elementos internos del computador. Se ha discutido la necesidad de tener una onda sinusoidal pura, sin haber llegado a conclusiones definitivas⁶. La experiencia enseña que las tres primeras ondas son satisfactorias para la mayoría de los equipos. En cuanto a la *onda cuadrada*, tampoco se ha dicho la última palabra y constituye la tecnología menos costosa. Hay experiencias con sistemas que han funcionado muchos años de manera adecuada con UPS de *onda cuadrada*.

En una falla, la capacidad de las baterías debe permitir que el usuario tenga tiempo de

prepararse y grabar sus datos y pueda apagar de forma segura el computador. El tiempo usual de utilización de la UPS alimentando la carga para la rutina de grabado y apagado, oscila de 4 a 10 minutos; su prolongación está directamente relacionada con el costo, que también se halla definido por la potencia de la UPS. La potencia de la UPS está determinada por las capacidades en VA de las cargas; si están en vatios, se multiplican por 1.4 para convertirlos a VA, (FP = 0,70). Un tiempo típico de operación de una UPS con plena carga será de 4 minutos y con 50% de carga, será aproximadamente de 10 min. Mayores tiempos se pueden conseguir con UPS de mayor potencia y lógicamente de mayor costo.

6. ESPECIFICACIONES DE UNA UPS

A continuación se dan las especificaciones principales para una UPS "On-line". En el comercio existen variadas opciones incluyendo UPS's producidas en Colombia, que tienen buena calidad. Para una estación pequeña (un computador completo, monitor, impresora no conectada a la UPS) se puede utilizar una UPS de 250-300 VA para una operación de emergencia de unos 3 a 5 minutos, tiempo suficiente para grabar el trabajo y apagar el sistema; sin embargo, es recomendable una UPS entre 300 a 500 VA para mayor confiabilidad y seguridad.

Voltaje nominal:	120 V, 60 Hz
Capacidad:	Desde 250 VA en adelante
Voltaje de entrada (operación On-line)	92-150 V (para 120 V nominales)
Voltaje de salida (operación On-line)	103-132 V (+10%, -15%)
Límite de frecuencia:	60 Hz, $\pm 5\%$
Tiempo de transferencia (regulación):	2ms a 4 ms máximo
Voltaje de salida en batería:	115 V (RMS)
Frecuencia en batería:	60 Hz, $\pm 0,1\%$
Tiempo de respuesta a impulsos de voltaje:	0 ns, máximo 5 ns
Protección:	Cortocircuitos, sobrecarga, y reset
Vida útil típica de las baterías:	3 a 5 años
Tiempo de carga de las baterías:	2 a 5 horas desde descarga total
Tipo de onda de salida con baterías:	Sinusoidal, escalonada, ó trapezoidal
Otras especificaciones	Similares y superiores a los Cortapicos

⁶ KERCHNER CHARLES F. Jr., P.E., "¿Is a sine wave ecessary?", 1996, URL

7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- ☑ Los elementos de protección de computadores, como cortapicos, reguladores, UPS's tienen normalmente un LED que indica errores en su conexión, por lo general en tres puntos: existencia de tierra, existencia de neutro y existencia de inversión de polaridad; ¡No ignore esta indicación; Si detecta esta señal, atienda el problema antes de conectar sus equipos! Las protecciones contra picos de voltajes, impulsos y sobre tensiones son inocuas al no existir la toma a tierra.
- ☑ Su sistema de cómputo debe estar conectado a un circuito de fuerza **diferente** al de aire acondicionado, lavadora de ropa, fotocopiadora, impresora Láser, nevera, horno, triturador de basura o ascensor, ya que estos elementos pueden inducir bajones y/o picos de tensión en las líneas.
- ☑ Es conveniente que su sistema **esté todo alimentado de un mismo circuito**, es decir, que la acometida en AC de su sistema de cómputo sea de un mismo interruptor de la caja de breakers, puesto que así se reduce la longitud de la bucla de toma de tierra que se crea entre los sistemas y los cables que transportan datos y utilizan la toma de tierra como retorno de señal.
- ☑ El puerto serial (RS-232), el puerto paralelo de impresora y las salidas de módem y red son especialmente sensibles a descargas eléctricas, ya que utilizan la toma de tierra del chasis como referencia común. Evite crear enlaces de puertos seriales entre equipos situados en edificios o en circuitos diferentes.
- ☑ Los terminales de red, como 10Base-T y telefónicos para fax como RJ-11/45, los de módem y contestador, deben protegerse de manera específica; los equipos como

cortapicos y UPS's por lo general incluyen protección para tomas de red y/o teléfonos. Las conexiones de red son susceptibles al "ruido de tomas de tierra" cuando las corazas de sus cables son inadvertidamente aterrizadas en más de un punto.

- ☑ Si su sistema posee entradas RF de vídeo o tarjeta de TV, proteja dichas entradas, ya que son susceptibles a conducir impulsos y sobrevoltaje altamente dañinos.
- ☑ No es necesario proteger los cables de los teclados ni del mouse; tampoco es necesario proteger los cables de video de los monitores, cuando el monitor esté conectado al mismo circuito (Breaker) AC al que está conectado el computador.
- ☑ La utilización como protección de sólo el cortapicos es muy limitada; si adicionamos un regulador de tensión, mejora, pero no es suficiente. Una protección completa se obtiene con la utilización de una UPS con características adecuadas a sus requerimientos. Si la UPS tiene regulación, no se requiere el regulador. **Nunca conecte un regulador después de una UPS**, ya que si la onda de salida de la UPS no es sinusoidal, no funcionará adecuadamente el sistema.

8. REFERENCIAS

Para la realización del presente artículo se han consultado catálogos de equipos de protección de sistemas de cómputo, así como publicaciones de la Internet, artículos técnicos y documentación de fabricantes de marcas reconocidas, normas internacionales aplicables, unidos a la experiencia profesional y académica del autor.

- [1] "Solutions '97", APC® American Power Conversion, Cat. 996-0832-B
- [2] "Sistema de Alimentación Ininterrumpible", Manual del Usuario, APC Back-UPS Pro®

- [3] "Bullet-proof your network and PC system!", APC®, Part # 990-0507, 1994
- [4] "Tripp Lite Line Conditioners/Regulators", LS 604X & 1000X, Nº 93-0342
- [5] KERCHNER CHARLES F. Jr., P.E., "¿Is a sine wave necessary?", UPS Uninterruptible Power System Waveform, Kanglo Electronics, Co. Inc., 1996, URL
- [6] "Whole House Surge Suppressor", Woods Wire Products Inc., Cat. Nº2150, Nov. 1993
- [7] Final Report of the U.S. Department of Energy's Power Outage Study Team, (POST) Mar. 2000 (Parcial)
- [8] *Micropower: The Next Electrical Era*, Jane A. Peterson, Editor, Worldwatch Institute, Paper 151, July 2000
- [9] Fuentes de Internet para consulta de estadísticas y/o temas relacionados:
 - ☒ [source: Worldwatch Institute (<http://www.worldwatch.org>)]
 - ☒ [source: Contingency Planning Research (<http://www.contingencyplanningresearch.com>), a Division of Eagle Rock Alliance (<http://www.eaglerockalliance.com>)]
 - ☒ [Source: Yankee Group (<http://www.yankeegroup.com>)]
 - ☒ [source: Contingency Planning & Management Online (<http://www.ContingencyPlanning.com>) and Ernst & Young (<http://www.ey.com>), 1997]
 - ☒ [source: Safeware, The Insurance Agency Inc., (<http://www.safeware.com>)] a member company of Assurant Group (<http://www.assurant.com>)]
 - ☒ [source: IDC (<http://www.idc.com>)]
 - ☒ [source: Silicon Valley Manufacturing Group press release (<http://www.svmg.org>)]
 - ☒ [Source: Iomega Corporation (<http://www.iomega.com>)]