

Sumario

Año 12 - Nexos 21 / Diciembre de 2005

Editorial

3 *Sanchan ladro, cabal que señalamos*
Norberto Álvarez

Actualización

5 *Producción argentina en Science citation Index 2004*
Área base de datos y indicadores, Caicyt-Conicet

Opinión

10 *Innovación y nuevas tecnologías también en la actividad docente*
María Alejandra Pereyra

Artículos

13 *El Número de la creación*
Un análisis crítico de algunas afirmaciones sobre la sección áurea
Miguel Hoyuelos

20 *Materiales electromecánicos para la protección de equipos electrónicos y redes de alta tensión*
Rodrigo Parra

Situación

24 *Clínica Psicoanalítica Infantil*
Horacio Martínez

Reseñas

29 *Pasado y presente de la Mar del Plata social*
Coloquio I
Norberto Álvarez, Cecilia Rustoyburu y Graciela Zuppa

30 *Inmigración española, familia y movilidad social en la Argentina moderna.*
Una mirada desde Mar del Plata (1890-1930)
Da Orden, María Liliana

31 *La verdad y la apariencia. Una historia conceptual de la Filosofía en Occidente*
Sergio Cecchetto, Andrés Crelier

Materiales electrocerámicos para la protección de equipos electrónicos y redes de alta tensión

Rodrigo Parra

Los varistores son materiales cerámicos con aplicaciones en electrónica debido a su comportamiento tensión-corriente altamente no lineal. Esta propiedad los hace útiles en la protección de redes de alta tensión o circuitos electrónicos contra la acción de sobretensiones como las que generan los rayos durante las tormentas eléctricas. En la División Cerámicos del INTEMA se trabaja con varistores basados en dióxido de estaño y se estudia la influencia de diversos óxidos de metales de transición sobre las propiedades microestructurales y eléctricas de estos dispositivos.

1. Introducción y desarrollo histórico

Los dispositivos cerámicos conocidos como varistores son de interés tecnológico debido a sus aplicaciones en electrónica y en sistemas de distribución de energía eléctrica. Su nombre proviene de *variable resistor*, palabras que en inglés dan a entender que su resistencia no es constante, varía con la tensión aplicada. La función primordial de un varistor es la de proteger electrodomésticos, equipos electrónicos y redes de alta tensión de los perjudiciales e inesperados picos de tensión y de las descargas generadas durante las tormentas eléctricas. Esta función tiene su origen en las propiedades eléctricas no lineales del varistor, el cual puede ser usado tanto en corriente continua como en corriente alterna y en muy amplios intervalos de tensiones y corrientes. La Figura 1 resume los campos de aplicación de estos dispositivos.

Los primeros varistores cerámicos desarrollados en la década del 30 para proteger redes de telefonía consistían en densos bloques de carburo de silicio (SiC). Más tarde, en 1969, Michio Matsuoka desarrolló en Japón varistores basados en óxido de cinc (ZnO) con lo que despertó el interés de compañías como General Electric y Matsushita, responsables de la producción en serie de estos dispositivos que continúan siendo ampliamente utilizados. Las propiedades eléctricas no lineales en cerámicas de óxido de estaño (SnO_2) fueron observadas por primera vez en el año 1995 por el grupo brasileño integrado por Sidnei Pianaro. Desde aquellos sondeos iniciales se ha sometido al SnO_2 , en presencia de otros óxidos aditivos, a sistemáticos y exhaustivos estudios con el fin de desarrollar

varistores con un comportamiento predecible para aplicaciones específicas. Este nuevo sistema presenta algunas ventajas frente al clásico y exitoso varistor de ZnO; una de ellas es la posibilidad de diseñar dispositivos de menor tamaño para aplicaciones en alta tensión. Esta no es una ventaja menor si se consideran las dificultades que se presentan durante la conformación de piezas (cilindros en este caso) homogéneas a partir de polvos cerámicos [1-3].

2. El origen del problema y la necesidad de protección

Las redes de energía funcionan con una tensión constante suministrando corriente a una gran variedad de equipamientos. Para proveer un transporte eficiente y económico de la energía, la tensión a la cual es generada, transportada y distribuida se encuentra entre cientos de voltios y cientos de kilovoltios. Por otro lado, el consumidor final sólo está interesado en recibir entre 220 y unos pocos miles de voltios para uso hogareño o industrial. Independientemente de la magnitud de la tensión empleada, el buen funcionamiento de los equipos depende de que la tensión conserve su valor normal de operación. El equipamiento involucrado, tanto en el transporte como en el consumo de la energía, posee una capacidad limitada de tolerar tensiones por encima del nivel normal. Los sistemas informáticos y de telecomunicaciones que operan con tensiones muy bajas son los más delicados frente a las impredecibles sobretensiones.

Dado que no es posible erradicar completamente los picos de tensión en el suministro

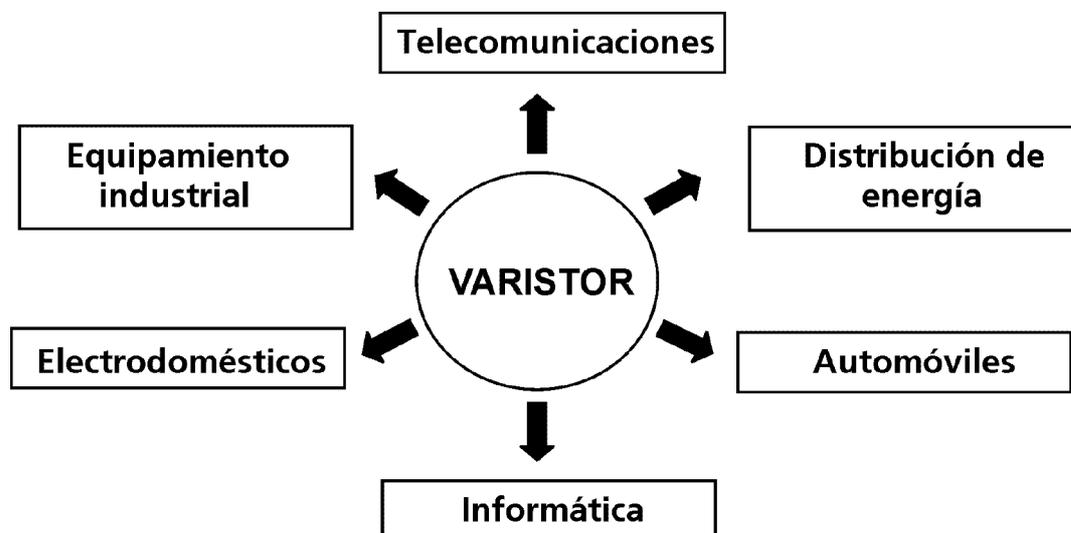


Figura 1. Campos de aplicación de los varistores como supresores de pulsos y estabilizadores de tensión.

de la energía eléctrica, y menos aún lo es evitar tormentas eléctricas, la integridad o la normal operación de los equipos electrónicos puede conseguirse mediante dispositivos protectores capaces de absorber excesos de energía. La clave está entonces en usar dispositivos no lineales que presentan una baja resistencia ante incrementos abruptos de tensión y una alta resistencia frente a la tensión normal de operación. Algunos varistores comerciales como los que vemos en líneas de alta tensión a lo largo de las rutas o dentro de un simple receptor de radio se muestran en la Figura 2.

3. Producción de varistores de SnO_2

La composición del material y el proceso de fabricación son los factores más importantes que influyen en las propiedades de estos dispositivos.

Los varistores son generalmente producidos mediante las técnicas usuales empleadas en cerámica. Los materiales precursores deben ser de muy alta pureza y estar finamente divididos a fin de favorecer la homogeneidad de la microestructura en el dispositivo final. Un diagrama simplificado del proceso de fabricación se muestra en la Figura 3.

El SnO_2 con la adición de óxidos de metales de transición (cobalto, niobio, lantano, hierro o praseodimio, entre otros), en concentraciones molares que no superan el 1%, son molidos y mezclados en medio alcohólico. Luego de una etapa de evaporación del alcohol y secado, se prensa el polvo en forma de cilindros del tamaño deseado. Estas piezas son llevadas a un horno eléctrico a temperaturas cercanas a $1300\text{ }^\circ\text{C}$ con el fin de obtener un material de muy alta densidad con una estructura de granos de óxido de estaño rodeados

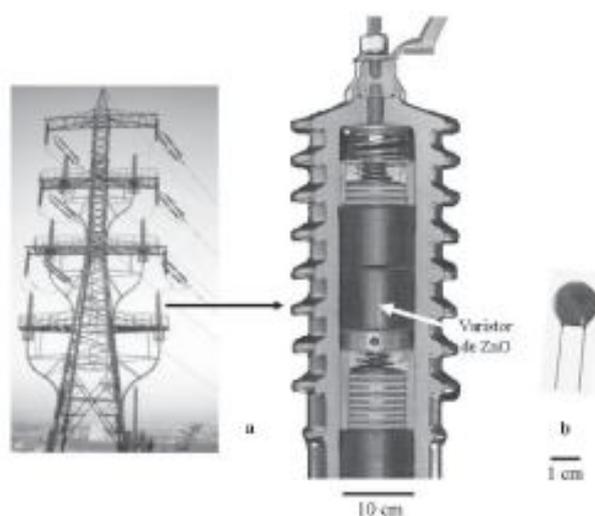


Figura 2. Varistores comerciales (a) para alta y (b) para baja tensión.

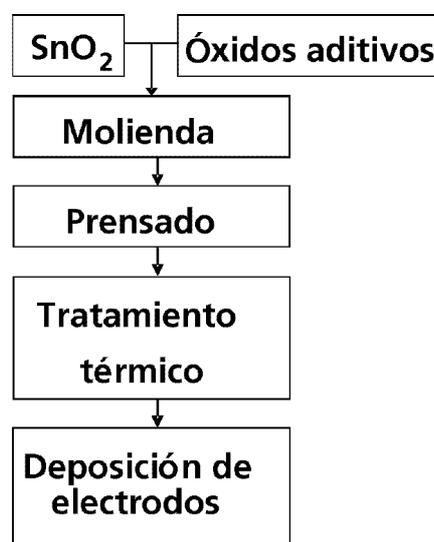


Figura 5. Proceso simplificado de obtención de varistores de SnO_2 .

por una región intergranular (bordes de grano) enriquecida con algunos de los aditivos empleados. A través de estudios sistemáticos, se ha establecido que algunos óxidos metálicos estimulan la densificación y el crecimiento de los granos de SnO₂ mientras que otros influyen especialmente sobre las propiedades eléctricas del material. Las características del tratamiento térmico, como temperatura, velocidades de calentamiento y de enfriamiento y atmósfera, son tan determinantes de las propiedades del dispositivo final como lo son los óxidos aditivos seleccionados.

Finalmente, se depositan electrodos de plata sobre ambas caras del varistor y se lleva a cabo la caracterización de las propiedades microestructurales y eléctricas con el fin de asegurar la reproducibilidad de sus especificaciones. Las características microestructurales y las fases cristalinas presentes se estudian a través de técnicas de microscopía electrónica y difracción de rayos X, mientras que las propiedades eléctricas se analizan a través de espectroscopía de impedancia y de la respuesta de la corriente en función de la tensión aplicada.

4. Principio de la acción varistora

El comportamiento eléctrico característico de un varistor está representado en la Figura 4, en la que se emplea la representación logarítmica dado que las variaciones de corriente y tensión abarcan varios órdenes de magnitud. El varistor, conectado en paralelo con el equipo que se desea proteger (Figura 5), en condiciones normales de operación se halla sujeto a tensiones por debajo de su tensión de ruptura característica (V_r) y, por lo tanto, sólo pasa a través de él una corriente muy baja llamada corriente de fuga. Cuando la tensión alcanza un valor tal que la V_r es superada, por ejemplo durante un pico de tensión en el suministro, el varistor se hace muy conductor y desvía hacia sí la corriente. De esta manera, el dispositivo absorbe el exceso de energía y evita la destrucción total o parcial de nuestro equipo. Cuando la tensión vuelve a su valor normal, el varistor también retorna a su estado inicial. Este cambio entre los estados de alta y baja resistividad es reversible y no es necesario reemplazar el varistor como si se tratara de un fusible ordinario.

El concepto primordial detrás de la acción varistora consiste en que las características tensión-corriente dependen de la existencia de una barrera electrostática en los bordes de grano que controla el paso de la corriente. La Figura 6 muestra un esquema de la microestructura de un varistor donde se ven los granos y los bordes de grano. El material presente en los bordes de grano es también el material semiconductor que conforma los granos del cerámico (ZnO o SnO₂) pero alberga, además,

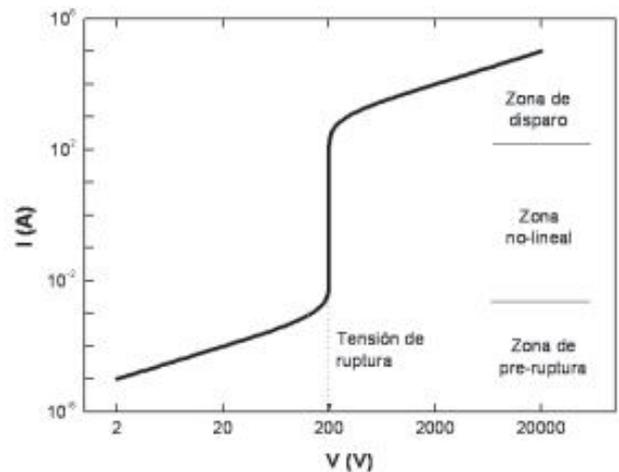


Figura 4. Curva característica de corriente (I) en función de la tensión (V).

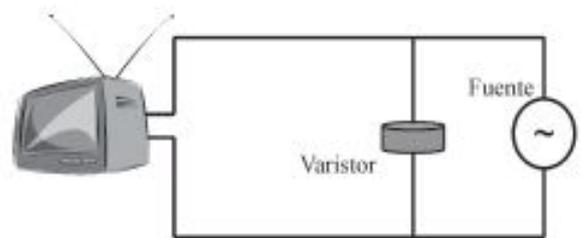


Figura 5. El varistor se conecta *en paralelo* con el equipo que se desea proteger.

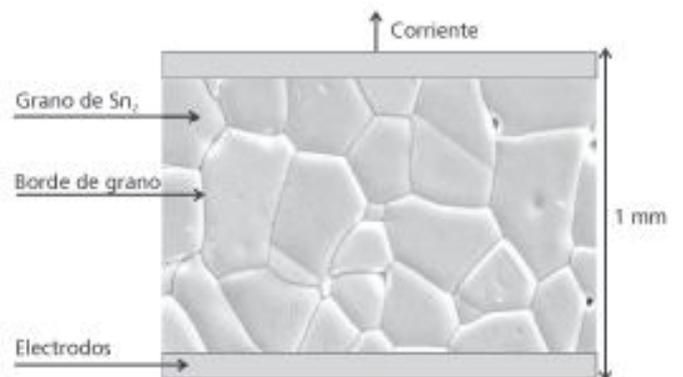


Figura 6. Corte transversal de un varistor. Los bordes de grano constituyen una barrera al paso de la corriente

fases minoritarias, defectos y aditivos o dopantes. Estos defectos y dopantes son los responsables de que la resistencia de la región intergranular sea entre 100 y 1000 veces mayor que la resistencia de los granos, por lo que definen y controlan el comportamiento eléctrico global del material.

5. Comentario final

El desarrollo de varistores de SnO₂ ha dado lugar a nuevos materiales electrocerámicos con una aplicación concreta. Ofrecen una manera simple, económica e inofensiva para nuestro ambiente de proteger sistemas eléctricos contra picos de tensión y tormentas eléctricas. Pueden ser fabricados a medida para aplicaciones específicas, e incluso, en una gran variedad de tamaños. Sin embargo, en muchos aspectos son necesarios estudios más profundos sobre las propiedades de los bordes de grano con el fin de establecer los mecanismos básicos de conducción y degradación para así desarrollar dispositivos más confiables. En la División Cerámicos del INTEMA se trabaja con varistores de óxido de estaño y se han realizado estudios sobre la influencia de diversos óxidos metálicos en el desarrollo de la microestructura y en las propiedades eléctricas de estos sistemas [4,5].

Citas:

1. D.R. Clarke, *J. Am. Ceram. Soc.*, 82 (3), 485-502 (1999)
2. M. Matsuoka, en *Grain boundary phenomena in electronics*, ed. L.M. Levinson, *The Am. Ceram. Soc. Inc.*, Ohio (1981)
3. S.A. Pianaro, P.R. Bueno, E. Longo, J.A. Varela, *J. Mater. Sci. Lett.*, 14, 692-694 (1995)
4. R. Parra, M.S. Castro, J.A. Varela, *J. Eur. Ceram. Soc.*, 25, 401-406 (2005)
5. R. Parra, C.M. Aldao, J.A. Varela, M.S. Castro, *J. Electroceram.*, 14(2), 149-156 (2005)

Rodrigo Parra es Licenciado en Química por la UNMdP. Actualmente integra la División Cerámicos del INTEMA y cursa el Doctorado en Ciencia de Materiales en la Facultad de Ingeniería de la misma universidad. Su tesis doctoral trata sobre la *Preparación y caracterización de varistores basados en dióxido de estaño*.
rparra@fi.mdp.edu.ar

CIENCIAHOY
Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy

Volumen 16 - Nº 91



Febrero - Marzo 2006

Temario:

El árbol de la vida
Una representación de la evolución
y la evolución de una representación

La historia del Viagra
Cuando azul es el color de la esperanza

El origen del hombre
Novedades sobre el origen
del hombre moderno

Agujeros negros
La paradoja de la pérdida de
información en agujeros negros

www.ciencia-hoy.retina.ar