

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0700760-4 A**

(22) Data de Depósito: 15/02/2007
(43) Data de Publicação: 30/09/2008
(RPI 1969)



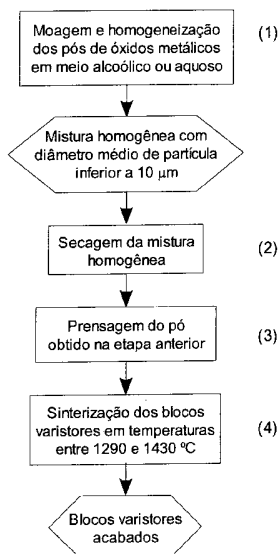
(51) *Int. Cl.:*
C04B 35/01 (2008.04)
H01C 7/10 (2008.04)

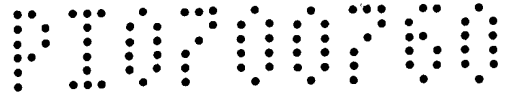
(54) **Título: BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES E RESPECTIVO MÉTODO DE OBTENÇÃO**

(71) **Depositante(s):** Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (BR/SP)

(72) **Inventor(es):** Elson Longo da Silva, José Arana Varela, Miguel Ángel Ramírez Gil, Paulo Roberto Bueno

(57) **Resumo:** BLOCOS CERAMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES E RESPECTIVO MÉTODO DE OBTENÇÃO. A presente invenção refere-se a composições varistoras à base de óxidos metálicos, mais particularmente à base de dióxido de estanho (SnO_2) com a adição de óxidos metálicos dopantes, preferencialmente óxido de cobalto (CoO), pentóxido de nióbio (Nb_2O_5) e trióxido de cromo (Cr_2O_3), para conformação de e blocos cerâmicos varistores cujas propriedades eletrônicas não-ôhmicas finais são independentes das dimensões dos corpos cerâmicos. A independência das propriedades não-ôhmicas em relação às dimensões do corpo permite que uma mesma composição varistora seja utilizada em aplicações para baixas, médias e altas tensões. Cerâmicas varistoras são empregadas como elementos de dispositivos protetores contra sobretensões, tanto em equipamentos eletro/eletrônicos de uso residencial e industrial como em linhas de distribuição e transmissão de energia elétrica. A presente invenção refere-se também ao respectivo método de processamento para a obtenção de tais blocos varistores.





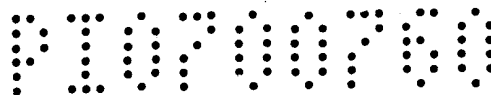
“BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES E RESPECTIVO MÉTODO DE OBTENÇÃO”

A presente invenção refere-se a composições varistoras à base de óxidos metálicos, mais particularmente à base de dióxido de estanho (SnO_2) com a adição de óxidos metálicos dopantes, preferencialmente óxido de cobalto (CoO), pentóxido de nióbio (Nb_2O_5) e trióxido de cromo (Cr_2O_3), para conformação de blocos cerâmicos varistores cujas propriedades eletrônicas não-ôhmicas finais são independentes das dimensões dos corpos cerâmicos. A independência das propriedades não-ôhmicas em relação às dimensões do corpo permite que, diferentemente do que ocorre com composições varistoras à base de óxido de zinco (ZnO) e titanatos (MTiO_x), uma mesma composição varistora seja utilizada em aplicações para baixas, médias e altas tensões. A presente invenção refere-se também ao respectivo método de processamento e obtenção de tais composições.

Cerâmicas varistoras são empregadas como elementos de dispositivos protetores contra sobretensões, tanto em equipamentos eletro/eletrônicos de uso residencial e industrial como em linhas de distribuição e transmissão de energia elétrica. Como exemplo da utilização das cerâmicas varistoras têm-se os pára-raios de alta, média ou baixa tensão.

Atualmente, as composições varistoras pertencem basicamente a duas classes: (i) à base de carbeto de silício (SiC), como em GB762148, ou (ii) à base de óxidos metálicos, principalmente óxido de zinco (ZnO), como em US5264169 e US5854586, titanatos tipo MTiO_x (JP7226307 e JP8319157), e dióxido de estanho (SnO_2 , como em BRPI9600174 e EP1683880A2).

Uma das propriedades mais importantes das cerâmicas varistoras é definida pelo parâmetro α , que é o coeficiente de não-linearidade. Este parâmetro é uma das medidas de eficiência elétrica do material na propriedade não-ôhmica desejada: quanto maior o valor de α , mais adequado o material para ser utilizado em aplicações que exijam proteção contra surtos elétricos.

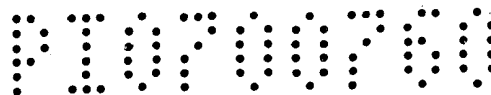


Outro parâmetro de importância para as cerâmicas varistoras é a tensão de ruptura E_r , que governa o campo de aplicação dos varistores e tem relação direta com a relação área/volume (A/V) dos blocos: quanto menor esta relação, maior a tensão de ruptura. Assim, blocos varistores mais espessos são adequados a aplicações em alta tensão, enquanto que blocos menores são apropriados para baixas tensões.

Sabe-se de US2003124784 e de outros documentos que em varistores à base de SiC o parâmetro α alcança valores de até aproximadamente 46, mas apenas em casos excepcionais. Blocos varistores produzidos comercialmente têm α com valor médio de aproximadamente 15. A presente invenção apresenta composições varistoras que apresentam coeficiente de não linearidade na faixa de 60, podendo atingir até 100, valores estes significativamente superiores ao comumente obtido em blocos à base de SiC.

Os varistores à base de óxidos metálicos como ZnO e $MTiO_x$ apresentam coeficientes de não linearidade que podem atingir até 50, sendo que varistores comerciais têm α na faixa de 30. No entanto, blocos varistores à base destes óxidos (ZnO e $MTiO_x$) apresentam uma característica particular: a composição dos blocos deve ser ajustada para a aplicação a que eles se destinam, ou seja, blocos varistores de baixa tensão têm composição diferente de blocos destinados a aplicações em alta tensão. O ajuste da composição dá-se em relação aos tipos de dopantes e à quantidade destes que é adicionada ao óxido base. Esta característica dificulta o processamento industrial destes elementos, já que há sempre a necessidade de ajustar a composição do bloco à sua faixa de tensão de aplicação.

Esta característica intrínseca destes tipos de blocos varistores pode ser observada nos seguintes documentos: (i) US2005/0143262A1, varistor à base de ZnO, com composição molar de 0,05 – 3,0 % Pr, 0,5 – 10 % Co, 0,005 – 0,5 % K, Na e Li, 0,00002 – 0,5 % Al, Ga e In, e 0,005 – 5,0 % Zr, apropriada para utilização em baixas tensões; (ii) US5143651, varistor à base de ZnO, com composição em massa de 2,5 – 4,5 % Sb_2O_3 , 0,8 – 1 % Co_3O_4 , 0,4 – 1 % NiO, 0 – 0,8 % Cr_2O_3 , 0,6 – 0,8 % Mn_3O_4 , 4,2 – 4,6 % Bi_2O_3 , 0,05 – 0,15 % PbO, 0,001 –



0,005 % SiO_2 , 0,001 – 0,002 % Al_2O_3 , 0,04 – 0,07 % B_2O_3 , apropriada para utilização em média tensão; e (iii) JP10032104, varistor à base de ZnO com composição molar de 0,1 – 0,2 % SiO_2 , 0,001 – 0,1 % Al_2O_3 , 0,005 – 1,0 % B_2O_3 , 0,1 – 6 % Bi_2O_3 , 0,05 – 10 % CoO , 0,25 – 10 % MnO e 1 – 10 % Sb_2O_3 ,
5 apropriada para utilização em altas tensões. A presente invenção apresenta uma família de composições varistoras que mantém suas propriedades não lineares independentemente da relação A/V , ou seja, uma mesma composição pode ser utilizada em aplicações em baixa, média e alta tensão, diferentemente do que ocorre com composições à base de ZnO e MTiO_x .

10 Sabe-se de BRPI9600174 que composição à base de dióxido de estanho também pode ser utilizada como cerâmica varistora, sendo que propriedades altamente não lineares foram obtidas com o sistema $\text{SnO}_2\text{-CoO-Nb}_2\text{O}_5\text{-Cr}_2\text{O}_3$. No entanto, este sistema foi desenvolvido apenas para aplicações em baixas tensões. A presente invenção apresenta modificações no sistema que
15 permitem aplicações em baixas, médias e altas tensões, independentemente de ajuste composicional.

Isso posto, a presente invenção refere-se a composições varistoras à base de óxidos metálicos para utilização em baixas, médias e altas tensões, caracterizadas por:

20 a) serem à base de SnO_2 , estando este componente em concentração mínima de 95 % em mol, preferencialmente entre 96 e 99,5 % em mol;

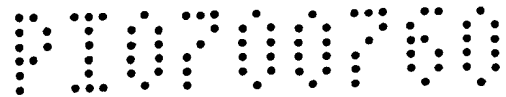
b) conterem óxidos metálicos como dopantes;

25 c) pelo menos, os seguintes óxidos metálicos serem dopantes na composição:

i – CoO , em concentração mínima de 0,5 % em mol, preferencialmente na faixa de 0,5 a 3 % em mol;

ii – Nb_2O_5 , em concentração mínima de 0,05 % em mol, preferencialmente na faixa de 0,05 a 0,5 % em mol; e

30 iii – Cr_2O_3 , em concentração mínima de 0,05 % em mol, preferencialmente na faixa de 0,05 a 0,5 % em mol.



A invenção refere-se ainda ao método de processamento de pós de óxidos metálicos para a obtenção destas cerâmicas varistoras. O processamento consiste, de uma maneira geral, nas seguintes etapas:

- a) mistura mecânica dos pós dos óxidos metálicos pertencentes à
5 composição da cerâmica varistora;
- b) secagem do pó homogeneizado em temperaturas de até 220 °C, preferencialmente entre 70 e 190 °C;
- c) prensagem uni ou biaxial, ou ainda isostática, do pó varistor, para obtenção dos blocos cerâmicos; e
- 10 d) sinterização dos blocos cerâmicos em temperaturas entre 1250 e 1450 °C, preferencialmente entre 1290 e 1430 °C.

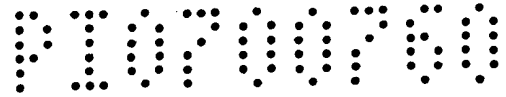
Materiais cuja relação corrente-tensão é linear são denominados de resistores lineares ou ôhmicos. Por outro lado, materiais que exibem comportamento não-linear entre corrente e tensão são denominados resistores
15 variáveis, resistores não-ôhmicos ou varistores. Os primeiros varistores de óxido de zinco foram fabricados pela General Electric, a partir de 1971.

A curva característica de varistores com propriedades altamente não-linear entre corrente e tensão pode ser dividida em três regiões características: região de pré-ruptura, região de ruptura e região de pós-ruptura. A
20 região de pré-ruptura é caracterizada por baixas densidades de corrente e a relação corrente-tensão é linear. Por este motivo ela também é denominada de região linear ou ôhmica. Nesta região, a condução elétrica é dependente da temperatura. Na região de ruptura, a corrente aumenta abruptamente para pequenas mudanças na tensão aplicada, exibindo alta não-linearidade. A
25 condução elétrica nesta região é substancialmente independente da temperatura. A terceira região, denominada de região de pós-ruptura, aparece somente em altíssimas correntes e é marcada por uma sensível diminuição da não linearidade.

A não linearidade do varistor é definida pela equação empírica:

$$J = CE^\alpha \quad (1)$$

30 em que J é a densidade de corrente, E é o campo elétrico aplicado, C é uma constante relacionada com a microestrutura do material e α é o coeficiente de não-



linearidade. Este coeficiente pode ser obtido entre dois pontos arbitrários na região de ruptura e é calculado pela equação:

$$\alpha = \frac{\log J_2 - \log J_1}{\log E_2 - \log E_1} \quad (2)$$

sendo J_1 e J_2 são as densidades de corrente nos campos elétricos E_1 e E_2 respectivamente.

O valor de α é normalmente calculado a partir de 1 mA/cm² de densidade de corrente e está diretamente relacionado com a qualidade do varistor. Portanto, quanto maior for seu valor, melhor será a eficiência do material.

Outra característica importante dos varistores é seu campo elétrico de ruptura (E_r). O valor de E_r é convencionalmente obtido na densidade de corrente de 1 mA/cm² e depende do número médio de barreiras elétricas formadas (\bar{n}) para uma espessura fixa do material, e do valor da tensão por barreira (V_b), que pode variar de 2 a 4 V.

Portanto, a seguinte relação é válida

$$E_r = \bar{n} V_b \quad (3)$$

sendo $\bar{n} \propto 1/d$, em que d é o tamanho médio de grão. Para uma espessura D fixa, tem-se que:

$$E_r = \frac{D V_b}{d} \quad (4)$$

O valor de E_r governa o campo de aplicação dos varistores. Desta forma, controlando-se o tamanho médio de grão para uma espessura fixa do material ou vice-versa, mantendo-se o tamanho médio de grão fixo e variando-se a espessura, podem ser projetados varistores para aplicações em baixa, média ou altas tensões. Portanto, podem ser empregados como dispositivos de segurança em aparelhos eletrônicos (televisores, forno de microondas), em sistemas de comunicação (telefone), em automóveis, semáforos e como pára-raios em linhas de distribuição e transmissão de energia elétrica.

As propriedades elétricas dos varistores de óxido de zinco são profundamente dependentes da composição química, do tipo de processamento

empregado, da temperatura de sinterização e das taxas de aquecimento e resfriamento.

A composição química das cerâmicas varistores à base de ZnO é bastante complexa e depende de sua aplicação. Para proteção de sistemas e equipamentos contra surtos de alta tensão, na faixa de quilovolts, uma
5 composição típica consiste em 97,0% ZnO + 0,5% Bi₂O₃ + 1,0% Sb₂O₃ + 0,5% CoO + 0,5% MnO₂ + 0,5% Cr₂O₃, em concentração molar (M. Matsuoka, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 10, 736, 1971).

Para aplicações que requerem proteção em sistemas e
10 equipamentos com altíssimas densidades de corrente, usam-se óxidos como alumina (Al₂O₃), óxido de gálio (Ga₂O₃) e óxido de índio (In₂O₃).

Por outro lado, óxidos monovalentes como o de lítio (Li₂O) são incorporados na composição química quando se deseja diminuir a corrente de fuga dos varistores em baixas densidades de corrente.

15 Outros óxidos, tais como o de níquel (NiO) e sílica (SiO₂), são empregados em varistores comerciais para controle de degradação.

Os óxidos de praseodímio (Pr₆O₁₁), titânio (TiO₂), e bário (BaO) contribuem para o crescimento dos grãos do ZnO e são empregados na fabricação de cerâmicas para aplicação em baixas tensões.

20 Cerâmicas varistoras à base de MTiO_x têm comportamento semelhante, ou seja, a composição química utilizada dependerá da aplicação a qual será destinada a peça cerâmica.

A microestrutura varistora à base de óxido de zinco é constituída por diferentes fases cerâmicas. Ela é caracterizada por uma fase
25 predominantemente de óxido de zinco (ZnO), uma fase do tipo espinélio (Zn₇Sb₂O₁₂), uma fase do tipo pirocloro (Zn₂Bi₃Sb₃O₁₄) e diversas fases ricas em bismuto. As taxas de aquecimento e resfriamento e temperatura de sinterização devem ser rigidamente controladas para evitar o aparecimento de fases cerâmicas que sejam deletérias para as propriedades elétricas do material. A fase γ-Bi₂O₃
30 (estrutura cúbica) de corpo centrado, por exemplo, reduz drasticamente a não-linearidade do material quando tratamentos térmicos prolongados são realizados

na temperatura de 700 °C. Já a fase δ - Bi_2O_3 que possui estrutura tetragonal do tipo fluorita, exibe alta condutividade iônica e pode degradar o material quando sujeito altos campos elétricos. Outro problema relacionado com o Bi_2O_3 é a sua volatilização nas temperaturas de sinterização para produção dos varistores ($T >$
5 1000 °C). Tal volatilização ocorre intrinsecamente durante a sinterização, mas se mostra extremamente deletéria quando as peças varistoras apresentam relação A/V superior a 8, pois ocorre elevada degradação das propriedades elétricas do varistor.

A partir de 1982 houve o desenvolvimento de outro material com
10 propriedades varistoras. A sua composição básica é formada por dióxido de titânio (TiO_2) com dopagens de óxidos de tântalo, nióbio, bário, estrôncio e cálcio. Este material varistor foi preparado por processamento convencional de mistura de óxidos e densificação por sinterização em 1400 °C. Ele opera em tensões relativamente baixas (1 a 20 V) e possui coeficientes de não linearidade entre 3 e
15 7. No ano de 1993, foram desenvolvidos varistores de TiO_2 dopados com óxidos de bário e bismuto com melhores propriedades elétricas.

Em 1995 desenvolveram-se composições varistoras à base de SnO_2 . (Pianaro, S. A. *et al. J. Mat. Sci. Let.*, v. 14, p. 692-694, 1995). Este sistema varistor também é dopado com diferentes óxidos metálicos, apresentando elevado
20 grau de não linearidade entre corrente e tensão, sendo altamente promissor para disputar mercado com os varistores comerciais à base de ZnO , uma vez que é mais resistente à degradação e também possui uma microestrutura mais simples, que diminui o tempo de ciclo térmico. As composições varistoras de SnO_2 possuem dopantes que promovem a densificação, tal como o CoO , MnO_2 ou ZnO
25 e dopantes que promovem a propriedade altamente não-ôhmica, tais como o Nb_2O_5 e Cr_2O_3 , entre outros. Os dopantes que promovem a densificação são adicionados ao redor de 1,0 % em mol, enquanto os demais são adicionados em pequenas quantidades entre 0,025% e 0,050%. Diferentemente dos varistores à base de ZnO , apresentam apenas uma fase microestrutural (cassiterita – SnO_2),
30 sendo microestruturalmente homogêneo.

De forma geral, os resistores não-lineares descritos acima podem ser classificados como estando dentro da classe dos resistores não-lineares à base de óxidos metálicos, em que a matriz (óxido em maior quantidade molar) é geralmente um semicondutor do tipo n enquanto que os demais dopantes apresentam características semicondutoras do tipo p . Essa característica é comum aos vários resistores não-lineares à base de óxidos metálicos e ocorre porque os dopantes (óxidos em menor quantidade molar) precipitam na região do contorno de grão e geram um gradiente de concentração de oxigênio entre a região do grão e do contorno, sendo o contorno a região mais rica em oxigênio. Foi também demonstrado que a densidade de oxigênio nesta região de contorno é responsável pela formação da barreira de potencial que, em última instância, governa as características não-ôhmicas e não-lineares dos dispositivos à base de óxidos metálicos.

Baseando-se nestas informações foram desenvolvidas composições varistoras à base de SnO_2 que apresentam propriedades não-ôhmicas independentes da relação A/V do bloco cerâmico sinterizado.

A presente invenção é explicada pelas figuras anexadas.

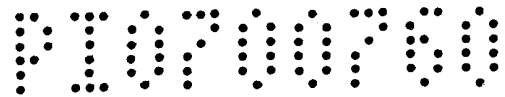
A Figura 1 é um desenho esquemático de peças cerâmicas varistoras, no formato cilíndrico, com diversas razões A/V .

A Figura 2 é uma micrografia típica da microestrutura de um bloco varistor à base de ZnO .

Na Figura 3 é apresentada uma micrografia, em seção transversal, da microestrutura de uma peça cerâmica varistora à base de SnO_2 , sinterizada a $1300\text{ }^\circ\text{C}$. O corpo cerâmico tem relação $A/V = 2,8\text{ cm}^{-1}$.

Na Figura 4 é apresentado um fluxograma com as etapas do processamento necessário à obtenção das cerâmicas varistoras.

De um modo geral, os blocos de cerâmicas varistoras têm formato cilíndrico. Dependendo da aplicação a que se destinam – alta, média ou baixa tensão – há variação na relação A/V , conforme exemplificado na Figura 1, sendo que blocos para aplicações em tensões mais elevadas têm menor relação A/V .



Para aplicações em alta tensão, um arranjo normalmente utilizado é o empilhamento de diversos blocos varistores, de modo a alcançar uma relação A/V baixa o suficiente para suportar as tensões a que o dispositivo estará submetido.

5 Blocos varistores à base de ZnO apresentam microestrutura policristalina heterogênea, com diversas fases secundárias espalhadas pelos contornos de grãos, conforme pode ser visto na micrografia da Figura 2. Durante o processo de sinterização, pode haver volatilização de alguns dos óxidos dopantes, notadamente Bi_2O_3 , o que influencia diretamente em suas propriedades não-
10 ôhmicas. Esta característica faz com que, dependendo da relação A/V necessária ao bloco varistor para que o mesmo cumpra com as requisições da aplicação a que se destina, exista um ajuste na composição química da cerâmica. Estes ajustes encarecem a cerâmica varistora, não só devido à alteração das matérias-
15 condições de queima do material, sendo que muitas vezes temperaturas mais elevadas são requeridas.

Cerâmicas varistoras densas à base de SnO_2 apresentam microestrutura policristalina monofásica homogênea, como pode ser visto na Figura 3. Esta microestrutura, que refere-se à uma cerâmica de composição 98,90
20 % SnO_2 , 1,00 % CoO , 0,05 % Nb_2O_5 e 0,05 % Cr_2O_3 , é típica para varistores à base de SnO_2 . A referida homogeneidade microestrutural indica que não há perda por volatilização dos óxidos metálicos dopantes do material, de modo que suas propriedades não-ôhmicas são mantidas. Esta característica faz com que a microestrutura desta classe de cerâmica varistora permaneça a mesma
25 independentemente da relação A/V do bloco. Assim, estas cerâmicas varistoras têm características superiores às composições baseadas em ZnO , pois não requerem ajustes composicionais e de processo para atenderem a diferentes níveis de solicitação.

Esta nova forma de utilização das cerâmicas varistoras à base de
30 SnO_2 é explicada adicionalmente pelo exemplo abaixo, que não a restringe. Diversos corpos de prova, com diferentes relações A/V foram preparados

utilizando-se a composição (molar) 98,90 % SnO₂, 1,00 % CoO, 0,05 % Nb₂O₅ e 0,05 % Cr₂O₃. Foram determinados os valores do coeficiente de não-linearidade e da tensão de ruptura dos diversos corpos de prova, conforme dados apresentados na Tabela 1. Como exemplo comparativo aos dados apresentados para a cerâmica à base de SnO₂, apresentam-se na mesma Tabela 1 dados referentes à variação das propriedades não-ôhmicas em função da variação da relação A/V para cerâmicas à base de ZnO, de composição (molar) 97,2 % ZnO, 0,5 % Bi₂O₃, 1,0 % Sb₂O₃, 0,5 % MnO₂, 0,5 % Cr₂O₃ e 0,3 % CoO, sinterizada a 1200 °C.

Tabela 1

Bloco varistor sistema SnO ₂			Bloco varistor sistema ZnO		
A/V (cm ⁻¹)	?	E _r (V/cm)	A/V (cm ⁻¹)	?	E _r (V/cm)
25,7	33	2706	8,7	7	2200
15,4	34	2449	5,6	44	2680
8,9	40	2152	4,6	53	2570
5,2	31	1907	4,1	57	2480
3,9	29	1950	3,8	52	2430

Os dados acima mostram que as propriedades não-ôhmicas dos varistores à base de ZnO são muito sensíveis à variação da relação A/V, havendo total degradação das propriedades quando tal relação alcança valores ao redor de 8,7. Já nos varistores à base de SnO₂ não há variação sensível nestas propriedades, sendo que a composição varistora mantém boas propriedades não-ôhmicas inclusive em blocos com relação A/V superior a 25. Estes dados corroboram a independência deste sistema sobre a relação A/V, capacitando a utilização de uma mesma composição a diferentes tensões de aplicação.

Uma modalidade preferida para o processamento destas composições varistoras, conforme fluxograma da Figura 4, consiste em misturar e moer mecanicamente os pós dos óxidos metálicos pertencentes à composição do varistor, quais sejam pelo menos SnO₂, CoO, Nb₂O₅ e Cr₂O₃ (1). Esta moagem dos pós deve ser realizada até que se obtenha uma mistura homogênea com tamanho médio de partículas inferior a 10 µm. Esta etapa é realizada preferencialmente em meio aquoso ou alcoólico.

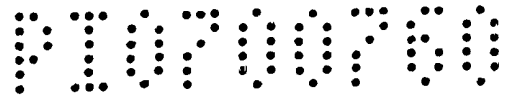
Após a moagem e homogeneização da mistura de óxidos metálicos, esta deve ser seca (2) em temperaturas de até 200 °C,

preferencialmente entre 70 e 170 °C, para que se obtenha um pó passível de ser prensado.

A próxima etapa consiste na conformação dos blocos varistores a partir do pó seco. A conformação é realizada via prensagem, uni ou biaxial, ou
5 ainda isostática, de modo que se obtenham blocos cerâmicos com densidade verde de no mínimo 65 % da densidade teórica (3).

Os blocos assim obtidos são então sinterizados em temperaturas entre 1250 e 1450 °C, preferencialmente entre 1290 °C e 1430 °C, por um período de tempo superior a 1 hora, preferencialmente entre 1 e 4 horas (4). A sinterização
10 é feita acondicionando-se os blocos em forno, preferencialmente elétrico ou de microondas.

A presente invenção apresenta composições para blocos varistores (resistores não-ôhmicos) para aplicações em baixas, médias e altas tensões e respectivo método de obtenção dos mesmos. Embora a invenção tenha
15 sido ilustrada com exemplo no qual a composição é específica, esta composição se destina a ser típica das faixas de composição apresentadas, não limitando de maneira alguma o escopo da invenção.



REIVINDICAÇÕES

1. "BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" caracterizados por serem constituídos majoritariamente por um óxido metálico o qual é dopado por pelo menos três outros óxidos metálicos, diferentes entre si.

2. "BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato do óxido metálico majoritário ser dióxido de estanho (SnO_2), em concentração superior a 96 % em mol, preferencialmente entre 96 e 99,5 % em mol.

3. "BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizados pelo fato dos óxidos metálicos dopantes serem, pelo menos, os seguintes: CoO , Nb_2O_5 e Cr_2O_3 .

4. "BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com as reivindicações 1, 2 e 3, caracterizados pelo fato dos óxidos metálicos dopantes tomarem parte na composição do blocos nas seguintes proporções:

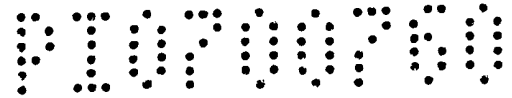
- CoO , em concentração mínima de 0,5 % em mol, preferencialmente na faixa de 0,5 a 3 % em mol;

- Nb_2O_5 , em concentração mínima de 0,05 % em mol, preferencialmente na faixa de 0,05 a 0,5 % em mol; e

- Cr_2O_3 , em concentração mínima de 0,05 % em mol, preferencialmente na faixa de 0,05 a 0,5 % em mol.

5. "MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" caracterizado por compreender pelo menos as seguintes etapas:

- moagem e mistura mecânica de pós dos óxidos metálicos (1), de acordo com as reivindicações 1, 2, 3 e 4;



- secagem da mistura homogeneizada (2);
- prensagem do pó seco (3);
- sinterização dos blocos após a prensagem (4).

5 6. "MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da moagem e mistura mecânica serem feitas em meio aquoso ou alcoólico, até o pó assim obtido apresente tamanho médio de partícula inferior a 10 μm .

10 7. "MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da secagem do pó homogeneizado ser realizada em temperaturas de até 220 °C, preferencialmente entre 70 e 190 °C.

15 8. "MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da prensagem do pó seco ser realizada uni ou biaxialmente, ou ainda isostaticamente.

20 9. "MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES" de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da sinterização ser realizada entre 1250 e 1450 °C, preferencialmente entre 1290 e 1430 °C.

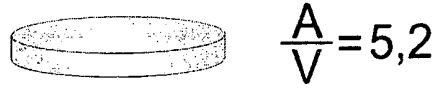


FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3

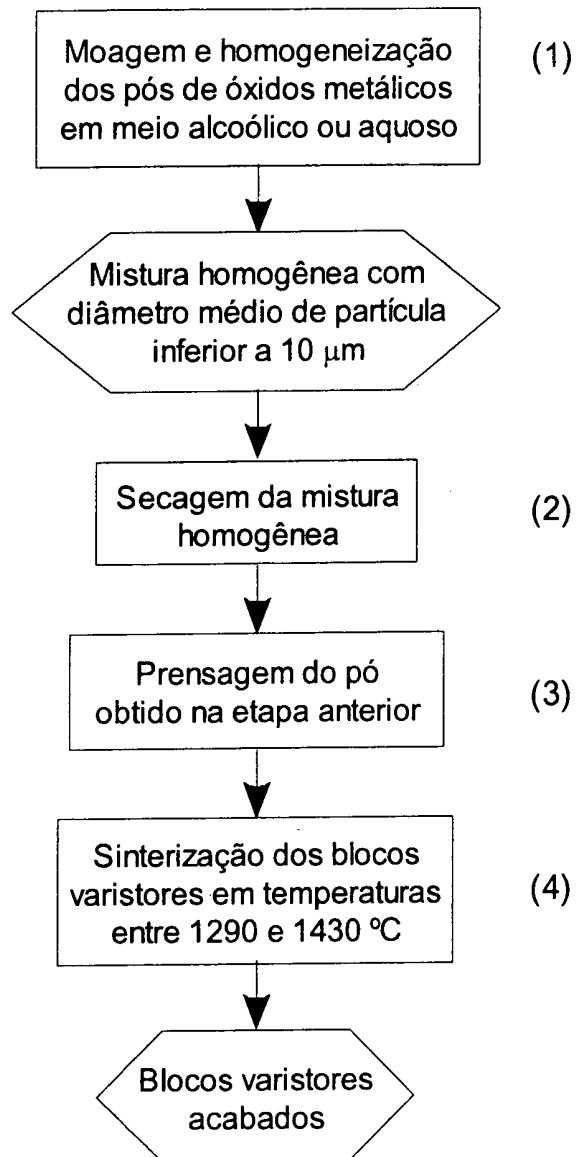


FIG. 4

RESUMO

Patente de Invenção: **“BLOCOS CERÂMICOS VARISTORES (RESISTORES NÃO-LINEARES) PARA APLICAÇÕES EM ALTAS, MÉDIAS E BAIXAS TENSÕES E RESPECTIVO MÉTODO DE OBTENÇÃO”**

5 A presente invenção refere-se a composições varistoras à base de óxidos metálicos, mais particularmente à base de dióxido de estanho (SnO_2) com a adição de óxidos metálicos dopantes, preferencialmente óxido de cobalto (CoO), pentóxido de nióbio (Nb_2O_5) e trióxido de cromo (Cr_2O_3), para conformação de blocos cerâmicos varistores cujas propriedades eletrônicas não-ôhmicas finais
10 são independentes das dimensões dos corpos cerâmicos. A independência das propriedades não-ôhmicas em relação às dimensões do corpo permite que uma mesma composição varistora seja utilizada em aplicações para baixas, médias e altas tensões. Cerâmicas varistoras são empregadas como elementos de dispositivos protetores contra sobretensões, tanto em equipamentos
15 eletro/eletrônicos de uso residencial e industrial como em linhas de distribuição e transmissão de energia elétrica. A presente invenção refere-se também ao respectivo método de processamento para a obtenção de tais blocos varistores.