

## 1. INTRODUÇÃO

As muitas vantagens da técnica de semicondutores se opõem ao inconveniente da grande sensibilidade à sobretensão do material semicondutor.

A proteção ideal contra sobretensões tem sido um aspecto de importância primordial com o avanço da eletrônica em todos os campos.

Os Varistores de Óxido Metálico VTR aparecem como elementos de proteção indispensáveis por sua vasta aplicação e confiabilidade.

Varistores são resistências dependentes de tensão com uma curva característica (U/I) simétrica como ilustrada a figura 1).

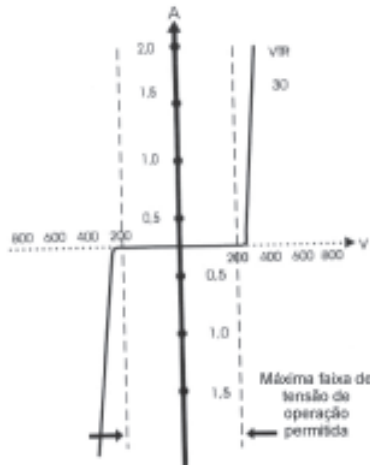


Figura 1 (VTR) Varistor de óxido metálico

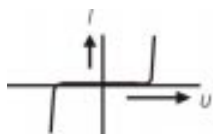
A dependência da tensão com a corrente pode ser expressa pelo expoente a cujo valor é maior que 30 para Varistores Óxido Metálico VTR.

Uma capacidade de carga com corrente de choque excepcional somados a um tempo de resposta < 25 ns, fazem do Varistor de Óxido Metálico VTR, o componente de proteção ideal.

Com o Varistor de Óxido Metálico VTR, dispomos de um componente econômico para limitação de tensão e correntes de choque assim como absorção de energia.

## 2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS VARISTORES TIPO DISCO

Designação	Varistores de Óxido Metálico VDR (Voltage Dependent Resistors) Varistor (Variable Resistor)
Marca Registrada	VTR



curva característica  
simétrica



símbolo  
internacional



tipo disco  
VTR

Diâmetros disponíveis do elemento varistor	5, 7, 10, 14 e 20mm
Margem de proteção (conforme o tipo)	16 a 1000V
Corrente de choque (conforme o tipo)	até 6500A
Capacidade de absorção de energia (conforme o tipo)	até 500J
Capacidade de carga permanente (conforme o tipo)	até 1,0W
Tempo de resposta	< 25ns
Coeficiente de temperatura da tensão	-0,5 x 10 <sup>-3</sup> V/K
Tolerância da tensão	± 10% (D K)
Faixa de temperatura de funcionamento	-40°C a + 85°C
Faixa de temperatura de armazenamento	-40°C a + 125°C
Resistência à tensão	2,5KV

## 3 - CAMPOS DE APLICAÇÃO

<b>• Telecomunicações</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Central automática privada</li> <li>- Equipamentos</li> <li>- Telefones com teclado</li> <li>- Telex</li> <li>- Fontes de alimentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Televisores</li> <li>- Equipamentos de som</li> <li>- Fontes de alimentação</li> </ul>
<b>• Eletrônica de medição</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle e regulação</li> <li>- Instalações de telemática</li> <li>- Estação de ação à distância</li> <li>- Controle de máquinas</li> <li>- Instalações de alarmes</li> <li>- Comutadores de aproximação</li> <li>- Fontes de alimentação</li> </ul>	<b>• Eletrônica de Consumo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eletrodomésticos</li> <li>- Dimmer</li> <li>- Relógios de quartzo</li> <li>- Termostatos</li> <li>- Ferramentas elétricas</li> </ul>
<b>• Informática</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linhas de transmissão</li> <li>- Proteção de CI's</li> <li>- Fontes de alimentação</li> </ul>	<b>• Eletrônica automotiva</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eletrônica de bordo</li> <li>- Retificador do alternador</li> <li>- Rádio</li> </ul>
<b>• Eletrônica de potência</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte retificadora</li> <li>- Equipamentos de solda elétrica</li> <li>- Veículos elétricos</li> </ul>	<b>• Sinalização</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalações de semáforos</li> <li>- Balisamentos de aeroportos</li> <li>- Alarmes</li> <li>- Sistemas "no break"</li> </ul>
<b>• Eletrônica de Entretenimento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vídeo K7</li> </ul>	<b>• Energia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformadores</li> <li>- Bobinas</li> <li>- Desacoplamento de indutâncias</li> <li>- Enrolamento de motores e geradores</li> </ul>

Os componentes semicondutores como diodos, tiristores e triacs estando protegidos com um VTR, poderão ter tensões de ruptura inferiores. Com isso pode-se ter reduções consideráveis nos custos dos circuitos tornando-os mais competitivos.

## 4 - CONSTRUÇÃO

A forma construtiva do Varistor de Óxido Metálico é mostrada na figura 2:

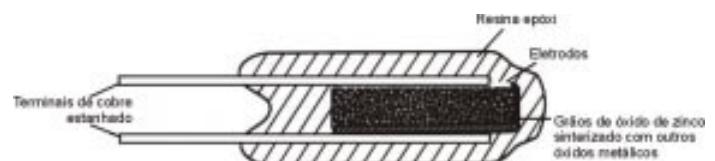


Figura 2 Princípio de Construção do VTR

Os terminais de cobre estanhado são afixados sobre eletrodos que fazem a contactação com a pastilha de óxido de zinco sinterizado. Para isolamento e proteção contra influências mecânicas e químicas, se cobre o componente com uma camada de epóxi.

## 5 - PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Feita a sinterização do óxido de zinco (junto a outros aditivos de óxido metálico), observa-se uma forte dependência do valor da resistência em função da tensão aplicada. Este fenômeno se designa efeito-varistor.

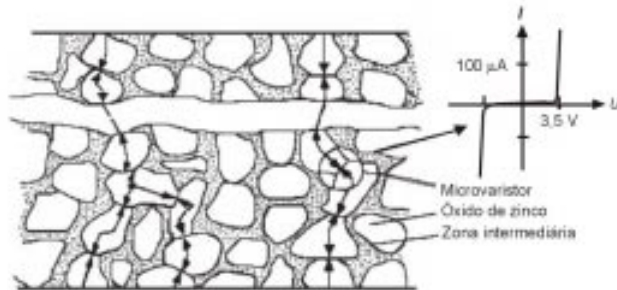


Figura 3 Mecanismo de condução do elemento varistor

A figura 3 ilustra o mecanismo de condução do elemento varistor. Os grãos de óxido de zinco são bons condutores, contra as impurezas entre os grãos de óxido, de alta resistência.

Somente ali onde os grãos de óxido de zinco se tocam, se formam os microvaristores, comparáveis como diodos zener simétricos. O comportamento elétrico do varistor se obtém dos circuitos série e paralelo dos microvaristores.

Com isso podemos considerar o seguinte:

- se duplicarmos a espessura da cerâmica, duplica-se também, o nível de tensão, pois temos o dobro dos varistores em série;
- se duplicarmos a superfície, duplica-se a capacidade de descarga de corrente, já que duplicamos as vias de condução;
- se duplicarmos o volume, aproximadamente duplicamos a capacidade de absorção de energia, pois temos o dobro de elementos de absorção de energia.

Os circuitos em série e paralelo dos microvaristores no corpo sinterizado do VTR, explicam também sua elevada capacidade de absorção de energia em comparação com o componentes semicondutores.

Nestes a dissipação de potência está localizada na junção P-N enquanto que no VTR, a dissipação de potência está repartida uniformemente por todo o volume do elemento varistor.

A cada elemento varistor estão agregados absorvedores de energia em contato térmico ótimo em forma de óxido de zinco. Isto permite absorções elevadas de energia e com isso uma alta capacidade de carga com altas correntes de choque.

## 6 - POSSIBILIDADE DE REPRESENTAÇÃO

As curvas características U/I dos varistores de óxido metálico se parecem com funções exponenciais.

Portanto, é evidente descrever assim o comportamento do varistor, já que as curvas características são simétricas e podemos considerar assim apenas um quadrante. Com isso, podemos então escrever (figura 4a):

$$I = K \cdot U^a \text{ onde: } I = \text{corrente no varistor} \\ U = \text{tensão no varistor} \\ K = \text{constante (depende da geometria)} \\ a = 3, 5, 7 \dots \text{expoente não linear} \quad (\text{Eq.1})$$

Assim se quisermos saber o valor da resistência, podemos dizer que (figura 4b):

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{K U^a} = \frac{1}{K} U^{1-a}$$

As equações 1 e 2 se representam com maior clareza em uma escala bilogarítmica pois assim funções exponenciais são representadas por linhas.



Figura 4a



Figura 4b

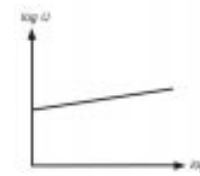


Figura 5a

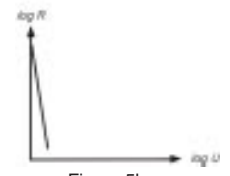


Figura 5b

$$\log I = \log k + a \log U \quad (\text{Eq.3})$$

$$\log R = \log \left( \frac{1}{K} \right) + (1-a) \log U \quad (\text{Eq.4})$$

Com este modo de representação, pode-se utilizar as curvas características dos varistores ilustrados nas figuras 5a e 5b com a vantagem da representação com clareza do espectro dinâmico da curva U/I já que está representada em mais de 10 potências decimais.

### Determinação do expoente não linear a

Da curva característica do varistor, tomamos dois pares de valores de tensão e corrente ( $U_1 / I_1$  e  $U_2 / I_2$ ) e substituindo-se na equação 3, obtém-se:

$$a = \frac{\log I_2 - \log I_1}{\log U_2 - \log U_1} \quad (\text{Eq. 5})$$

## 7 - CURVA CARACTERÍSTICA U/I REAL E VALOR REAL DA RESISTÊNCIA

A figura 6 mostra a curva característica real de um Varistor de Óxido Metálico, tomando como exemplo o VTR. Como a escala é bilogarítma, deveríamos obter, segundo a equação 3, uma linha reta.

Isto se apresenta aproximadamente no campo de atuação normal do componente ( $10^{-5}$  até  $10^3$  A) observando-se que para correntes extremamente pequenas e correntes grandes temos divergências às quais podem ser conhecidas mediante coeficientes de correção da equação 1.

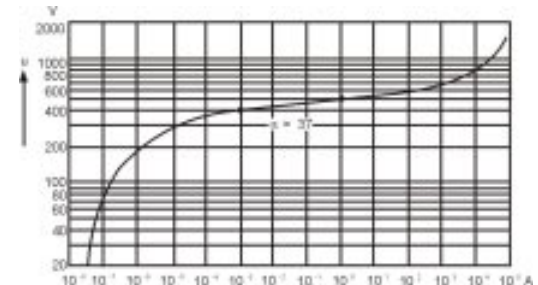


Figura 6 Curva característica U/I real de um varistor de óxido metálico.

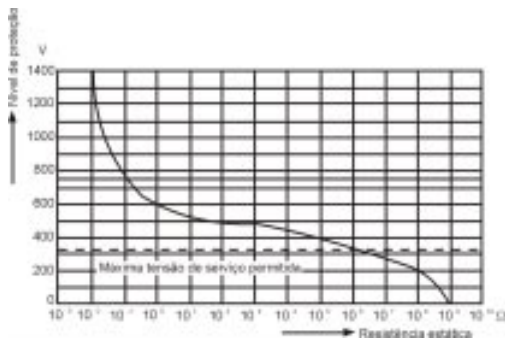


Figura 7 Valor da resistência estática do varistor de óxido metálico em função do nível de proteção.

#### Cálculo do expoente não linear $\alpha$

Usualmente se determina  $\alpha$ , aplicando os pares de valores para 1mA e 1A da curva característica U/I na equação 5.

Para a figura 6, obtém-se:

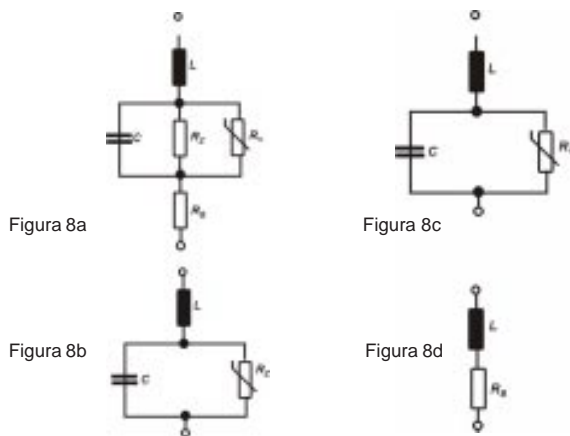
$$\alpha = \frac{\log I_2 - \log I_1}{\log U_2 - \log U_1} = \frac{\log 1 - \log 10^{-3}}{\log 470 - \log 390} = 37 \quad (\text{Eq. 6})$$

Desenvolvendo-se a figura 6, obtém-se a figura 7 que mostra a variação da resistência estática  $R = U/I$  para o varistor VTR.

No caso da tensão de serviço o valor da resistência é maior que  $1M\Omega$  e em caso de sobretensões pode reduzir-se até 10 potências decimais e assim curto-circuitar a sobretensão.

## 8 - CIRCUITOS EQUIVALENTES

A figura 8 mostra o circuito equivalente simplificado do varistor VTR. Daqui se pode deduzir o comportamento do varistor para cada faixa de corrente.



- L - indutância da linha
- C - capacitância
- Rz - resistência da zona intermediária ( $g \approx 10^{12}$  até  $10^{13}$  wcm)
- Rv - varistor ideal ( $R = 0$  até  $\infty$ )
- Rb - resistência do ZnO ( $g = 1$  até  $10$  wcm)

#### Faixa de corrente de fuga ( $< 10^{-4}$ A)

Já que na margem de corrente de fuga o valor da resistência do varistor ideal tende a  $\infty$ , pode ser desprezado. De forma análoga, temos que  $Rb \ll Rz$ . Com isto obtemos circuito equivalente da figura 8b. A resistência ohmica Rz determina o comportamento do varistor para correntes pequenas, a curva característica U/I passa de um comportamento exponencial para linear (down-turn region).

Já que a resistência Rz depende fortemente da temperatura, temos que com o aumento da temperatura, cresce a corrente de fuga.

#### Faixa de serviço normal ( $10^5$ até $10^3$ A)

Com  $Rv \ll Rz$  e  $Rb \ll Rv$ , Rv determina o comportamento elétrico (figura 8c). A curva característica U/I (figura 6) segue com um bom grau de aproximação a descrição matemática da equação 3, uma função exponencial com  $a > 30$ .

#### Faixa de alta corrente de choque ( $> 10^3$ A)

O valor da resistência do varistor ideal tende à zero. Com isto se tem  $Rv \ll Rz$  e  $Rv \ll Rb$  (figura 8d).

A resistência ohmica do ZnO tem a curva característica U/I que tende novamente a um comportamento linear (upturn region).

#### Capacitância

Os esquemas equivalentes 8b e 8c indicam uma capacitância relativamente elevada dos varistores de óxido metálico.

Essa capacitância limita a aplicação dos varistores (se não se adotam medidas adicionais, p.e. como em circuitos em série com diodos capacitivos) em sistemas de alta frequência.

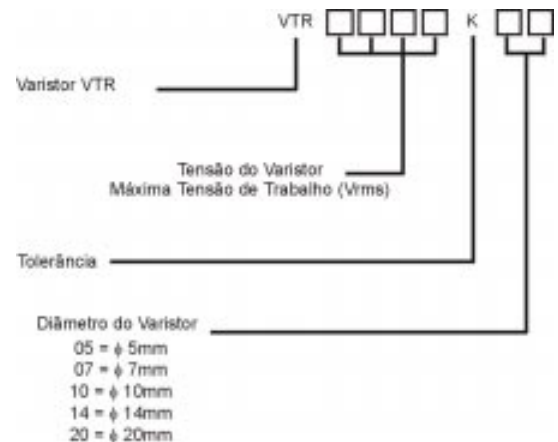
Do ponto de vista de proteção contra sobretensões é desejável dispor da capacitância maior possível para que sua característica de filtro de baixa frequência recorte os picos de sobretensões e melhore o nível de proteção.

#### Indutância de linha

O tempo de resposta da característica do varistor é da ordem de picos-segundos. A indutância terminal é a causa do tempo aumentar até alguns nano-segundos. Por isso se deve procurar a instalação do varistor o mais próximo possível do componente a se proteger para diminuir a possibilidade de incrementar o valor da indutância.

## 9 - DEFINIÇÕES E ESCLARECIMENTOS SOBRE AS TABELAS DOS VARISTORES VTR

### 9.1 - CÓDIGO



### 9.2 - MÁXIMA TENSÃO DE SERVIÇO PERMITIDA

Os valores dados só podem ser ultrapassados (por pouco tempo) em caso de sobretensão. Os varistores devem ser selecionados de forma que a tensão de serviço (considerando variações da tensão de serviço) seja mais baixa.

A máxima tensão senoidal de serviço ( $U_{eff}$ ) serve adicionalmente para a classificação dos varistores dentro de uma série de tipos.

Já que na maioria das aplicações se conhece a tensão de serviço, seleciona-se os varistores através desse parâmetro, facilitando a escolha dos mesmos entre as várias séries de tipos.

### 9.3 - MÁXIMA CORRENTE DE CHOQUE PERMITIDA

A máxima corrente de choque depende da duração do impulso e do número de cargas que deve suportar o varistor durante a sua vida útil.

A corrente em função desses parâmetros pode ser obtida das curvas

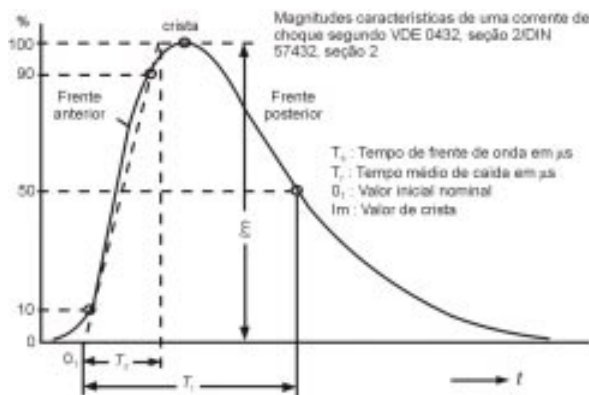


Figura 9a Onda de corrente de choque 8/20ms

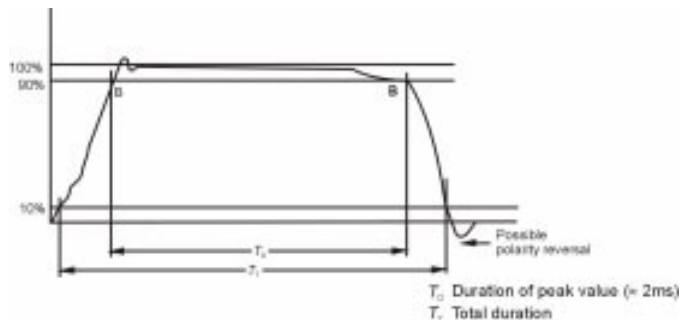


Figura 9b - Corresponde a onda normalizada 2ms IEC60)

características de redução por carga (derating).

Os dados das tabelas são referentes aos seguintes casos padronizados:

- Onda retangular de 20ms (corresponde aproximadamente a onda normalizada 8/20ms DIN/VDE figura 9).
- Onda retangular de 2ms

Com esses dados pode-se fazer uma pré-seleção do VTR mais adequado para os intervalos de microssegundos ou de milissegundos.

As tabelas mostram valores que podem se repetir durante a vida útil do varistor de 1, 10<sup>2</sup>, 10<sup>4</sup>, 10<sup>6</sup> e ∞ vezes.

Se não forem ultrapassados os valores máximos admissíveis garante-se que a tensão de varistor varia menos que 10%.

Os valores de destruição dos varistores VTR são muito mais elevados.

### 9.4 - MÁXIMA ABSORÇÃO DE ENERGIA

A máxima absorção de energia pode ser calculada com a equação 6 e os correspondentes valores de corrente de choque.

$$E_{\max} = U_{\max} \cdot i_{\max} \cdot t [J]$$

A utilização dessas tabelas é análoga à tabela de máxima corrente de choque permitida.

### 9.5 - MÁXIMA CARGA PERMANENTE

Se os valores forem escolhidos em função da máxima tensão de serviço permitida, é seguro que a energia dissipada no varistor seja inferior à máxima carga permanente admissível.

É importante respeitar a máxima capacidade de carga permanente, por exemplo, para impulsos periódicos de energia.

### 9.6 - CAPACITÂNCIA

As tabelas mostram valores orientativos para uma frequência de 1KHz. A variação da capacitância com a frequência (p.e. para 100KHz a capacitância é 10% mais baixa) pode ser desprezada.

### 9.7 - TENSÃO DE VARISTOR

A tensão de varistor é especificada para uma corrente através do mesmo de 1mA.

Esta tensão não tem um significado físico especial, mas se utiliza frequentemente para a classificação dos varistores.

Os dados de tolerância dos VTR's se referem à tensão de varistor.

Os valores máximos admissíveis da corrente de choque e da capacidade de absorção de energia estão definidos com a ajuda da tensão de varistor como descrito no item 9.3.

## 10 - ESCLARECIMENTOS SOBRE AS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MÁXIMA CORRENTE DE CHOQUE PERMITIDA (CAMPOS - DERATING)

A máxima corrente de choque permitida depende da duração do impulso e do número de cargas que deve suportar o varistor durante sua vida útil.

A dependência com a carga se designa "efeito derating" e é uma propriedade típica dos varistores de óxido metálico.

Se não se ultrapassam os valores máximos de corrente de choque, está garantido que as curvas características U/I variam depois da carga, menos que 10% (para a corrente de fuga é possível uma variação maior).

Os valores de destruição dos VTR's são muito mais elevados.

A máxima absorção de energia pode ser obtida dos campos derating com a equação 6.

$$E_{\max} = U_{\max} \cdot i_{\max} \cdot t [J]$$

A queda de tensão  $U_{\max}$  no varistor com  $i_{\max}$  pode ser obtida das curvas características U/I.

## 11 - ESCLARECIMENTOS SOBRE AS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE NÍVEL DE PROTEÇÃO (CURVAS CARACTERÍSTICAS U/I)

### 11.1 - REPRESENTAÇÃO DA TOLERÂNCIA

As curvas características foram obtidas utilizando-se a onda normalizada 8/20ms. Para ser possível uma representação clara, as curvas características estão ordenadas segundo uma série de tipos. Tanto o nível de proteção do circuito, protegido com o varistor, como a corrente de fuga, estão representadas para o caso mais desfavorável (Figura 10b).

Parte esquerda da curva: limite inferior da tolerância. Conhecendo-se a tensão de serviço, é diretamente legível a maior corrente de fuga possível do varistor pior situada na zona de tolerância.

Parte direita da curva: limite superior da tolerância. Conhecendo-se a corrente de choque, pode-se obter o maior aumento de tensão possível do varistor pior situado na zona de tolerância.

Isto está sendo mostrado no exemplo das figuras 10a e 10b.

A curva característica 1 indica os valores médios da zona de tolerância entre os limites pontilhados. O valor médio com 1 mA, representa a tensão do



varistor. O dado de tolerância  $\pm K$  ( $\pm 10\%$ ) se refere a esse valor. Corrente de fuga com tensão de serviço. No caso do VTR 14K14 se dá a máxima tensão contínua de serviço permitida em 18VCC. Da figura 10a se pode tomar (segundo a situação do varistor na zona de tolerância) uma corrente de fuga entre  $6 \times 10^{-6}A$  e  $2 \times 10^{-4}A$  (região 2).

Se o varistor for submetido a uma tensão menor diminui também o valor da maior corrente de fuga possível (p.e. com 10 VCC a  $2 \times 10^{-6}A$  como máximo). Para o valor de pico da máxima tensão alternada permitida ( $\hat{u} = \hat{0}2.14 = 19,8V$ ) se obtém no caso menos favorável um pico de corrente de fuga de 1mA (ponto 3).

Nível de proteção: supondo que se tenha uma corrente de choque de 100A. Conforme a figura 10a, aumenta a tensão no VTR-S14K14 a valores entre 35 e 60V (região 4) segundo a situação do varistor na zona de tolerância.

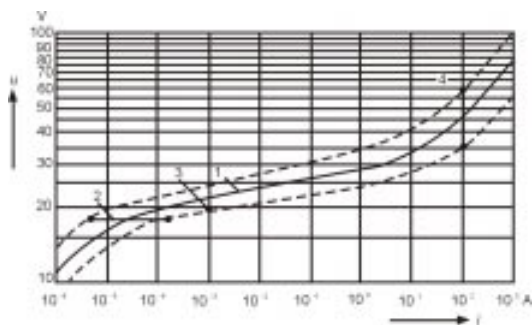


Figura 10a

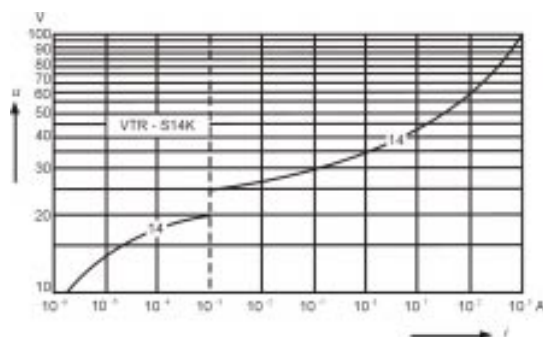


Figura 10b

Figuras 10a e 10b representação dos limites de tolerância do VTR no caso do VTR14K14

## 11.2 - CURVAS CARACTERÍSTICAS U/I SUPERPOSTAS

Chama a atenção a diferente inclinação das curvas características U/I dos tipos 40K e 50K, que parcialmente se superpoem. A causa é a utilização de diferentes cerâmicas, como foi descrito nos esclarecimentos dos mecanismos de condução.

Portanto, deve-se utilizar sempre o tipo 50K antes do tipo 40K.

Ademais se pode passar (por maior capacidade de carga para o mesmo diâmetro) a série imediatamente inferior na maioria dos casos (ex.: VTR 40K14 @ 50K10).

## 12 - OUTROS ESCLARECIMENTOS E DEFINIÇÕES

### 12.1 - TOLERÂNCIA

Os dados de tolerância se referem à tensão de varistor. Para o controle se deve aplicar aos varistores uma corrente de 1mA. A queda de tensão no varistor deve estar dentro da zona de tolerância indicada em tanto por cento da tensão do varistor. Os dados de tolerância se referem a uma temperatura do elemento varistor de 25°C. As medidas devem ser feitas tão rapidamente que o elemento varistor não deve se aquecer mais que 10K. O aumento de temperatura conduz, segundo os dados do coeficiente de temperatura (TK), a um desvio máximo da zona de tolerância de 0,5%.

### 12.2 - COEFICIENTE DE TEMPERATURA

A variação de tensão de varistor na zona de temperatura tolerada é linear e reversível.

$$TK < -0,5 \cdot 10^{-3}/K = -0,05\%/K = -1\%/20K, \text{ para } I \geq 1mA$$

A curva característica U/I ( $\geq 1mA$ ) e com ela também a tensão de varistor varia para cada incremento de temperatura de 20K menos que 1%.

### 12.3 - TEMPERATURA DE FUNCIONAMENTO E ARMAZENAMENTO

As margens indicadas se referem à temperatura ambiente. Os VTR's podem ser utilizados em regime de serviço com a máxima carga permanente.

Na zona entre 85°C e a máxima temperatura de armazenamento deve tender a carga permanente linearmente até zero.

### 12.4 - TEMPO DE RESPOSTA

As curvas de proteção ( $>1mA$ ) foram obtidas com a onda de corrente de choque normalizada 8/20ms (figura 9) e com isto temos em conta a sobre oscilação correspondente a cada di/dt conforme o tempo e resposta finito. A maior di/dt aumenta o nível de proteção levemente (valor orientativo: com um di/dt 10 vezes maior se obtém uma subida do nível de proteção de 10%). Segundo o esquema da figura 8a-d o tempo de resposta depende decisivamente da indutância de linha. Por isso, deve-se tratar sempre de instalar com terminais da menor superfície de seção possível, já que assim, se reduz a indutância.

## 13 - CIRCUITO EM SÉRIE E EM PARALELO

### 13.1 - CIRCUITO EM SÉRIE VTR - VTR

Para um ajuste exato a tensões de serviço pouco comuns, como também, para uma ampliação acima da tensão de serviço, se pode associar varistores VTR em série (com o mesmo diâmetro). A máxima tensão de serviço permitida do circuito em série se obtém da adição das tensões contínuas ou alternadas máximas permitidas em cada tipo.

Resultados mais exatos se obtém com a adição das respectivas tensões de varistor (1mA).

### 13.2 - CIRCUITO EM SÉRIE VTR - RESISTÊNCIA INDEPENDENTE DA TENSÃO

O princípio de proteção de sobretensões com varistores é baseado no circuito série de uma resistência independente com uma resistência dependendo da tensão. Com isto se aproveita do efeito de cada fonte de tensão real (e com isto também cada sobretensão) tem uma resistência interior independente da tensão e maior que zero.

Essa resistência independente da tensão (figura 11) pode ser a resistência ohmica de um cabo ou também a resistência indutiva de uma bobina ou a impedância característica complexa de uma linha de transmissão.

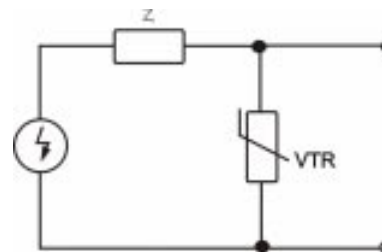


Figura 11 Esquema equivalente em que Zi simboliza a resistência independente da tensão.

Se ocorrer uma sobretensão, flui através da  $Z_i$  e do varistor uma corrente que, segundo  $U = Z_i \cdot I$ , origina na resistência independente da tensão uma queda de tensão proporcional. Em contrapartida, a queda de tensão no varistor é praticamente independente da corrente. Portanto, a queda da tensão da sobretensão fixa quase toda sobre  $Z_i$  e o sistema conectado em paralelo com o varistor está protegido.

### 13.3 - CIRCUITO EM PARALELO VTR-VTR

Para elevar a capacidade de carga com corrente, se pode conectar varistores VTR em paralelo. Isto é recomendado somente quando se utilizam tipos especialmente medidos e selecionados.

Utilizando varistores normais, sem seleção, pode haver uma distribuição de corrente de 1000: 1 no caso mais desfavorável.

Exemplos: Circuito em paralelo de dois VTR14K14

Se um varistor está situado no limite superior da faixa de tolerância e o outro no limite inferior (figura 10a) flui p.e. com uma sobretensão de 24V uma corrente de 1mA através do primeiro e de 1,1A através do segundo, isto é, um valor 1.100 vezes maior.

Assim o circuito em paralelo haveria perdido seu sentido. Para escolhermos uma distribuição de corrente aceitável, temos que selecionar os varistores e combiná-los para uma corrente, em geral da ordem de KA, adequada a sobrecarga prevista. Para isso é necessário um gerador de corrente de choque e um aparelho de medida de tensões de pico.

Esse procedimento complexo limita o uso de circuitos em paralelo a casos excepcionais. Se deve dar sempre a preferência a um disco maior.

## 14 - COMPORTAMENTO COM SOBRECARGA

O varistor de Óxido Metálico VTR pode ser destruído mediante uma corrente de choque demasiadamente alta (ou seja, energia excessiva) ou mediante uma carga permanente demasiadamente grande (causada por uma tensão de serviço inadmissivelmente alta).

## 16 - CONTROLES E REQUERIMENTOS

Máx. tensão alternada de serviço permitida Máx. tensão contínua de serviço permitida	DIN 45923, Parte 1 Seção 4,20 1000h, 85°C	D U/U (1mA) $\pm$ 5% D U/U (1mA) $\pm$ 5%
Resistência a tensões	CECC42000, Edição 1, Seção 4. e 4.8	>2,5kV
Resistência de isolamento		>1GW
Armazenamento	DIN-IEC 68, Parte 2-1 25°C, 1000h	D U/U (1mA) $\pm$ 3%
Prova ao frio	DIN-IEC 68, Parte 2-1 -40°C, 1000h	D U/U (1mA) $\pm$ 5%
Calor seco	DIN-IEC 68, Parte 2-2 125°C, 1000h	
Mudança de temperatura	DIN-IEC 68, Parte 2-14 Prova Na, 5 ciclos	
Calor úmido	DIN-IEC 68, Parte 2-3 40°C, 56 dias	
Soldabilidade	DIN-IEC 68, Parte 2-20 Prova Ta, Método 1	Soldabilidade na entrega e depois de 6 meses de armazenamento
Resistência ao calor de soldagem	DIN-IEC 68 2-20A Prova Tb, Método 1A ou 1B	D U/U (1mA) $\pm$ 5%
Resistência a trações	DIN 45923, Parte 1, Seção 4.11.2, ON, 10s	Nenhum corte no ponto de solda sem ruptura do terminal
Resistência a flexões	DIN 45923, Parte 1, Seção 4.11.3 Prova Ub, 2 ciclos	

1) Variação da tensão em relação a tensão do varistor medida com 1mA

### Comportamento com forte sobrecarga (válido para mais de 95% dos varistores VTR):

- Corrente de choque: o elemento varistor se arreventa, o circuito de corrente sobre o varistor fica interrompido.

- Sobrecarga permanente: as transições p-n do elemento varistor se destroem mediante a fusão dos grãos de ZnO.

Se formam vias como na figura 3 com a resistência (aproximada) de óxido metálico.

### Comportamento com sobrecarga moderada:

Mediante uma sobrecarga moderada varia a curva característica U/I do varistor e em consequência a tensão de varistor. A causa é a destruição irreversível dos microvaristores (com a maior densidade de corrente, figura 3).

Concluindo, deve-se ressaltar que os valores máximos de carga admissíveis não são valores destrutivos. Ao contrário, são valores para os quais se garante que depois da aplicação das correntes de choque ou energias indicadas, a tensão de varistor varia menos que 10%.

Os valores de destruição dos VTR são muito mais elevados.

## 15 - ADVERTÊNCIA PARA A MONTAGEM

Valores máximos absolutos para corrente de choque e energia não existem. Por esse motivo não se pode excluir com absoluta segurança, inclusive com uma cuidadosa seleção de um varistor, que este seja sobrecarregado. Isto pode conduzir a um aquecimento forte e ao estouro. Por isso se recomenda colocar os varistores - como também outros componentes de proteção contra sobretensões - se for possível, protegidos e separados.

## 17 - RESULTADOS DE TESTES

As figuras 12 a 14 mostram exemplos de resultados típicos de testes. Estão representados, respectivamente, os valores médios e a margem de dispersão de um grupo.

As variações mais notáveis se observam na fase inicial de um teste. A variação máxima permitida ( $\pm 5\%$ ) fica muito acima dos valores medidos.

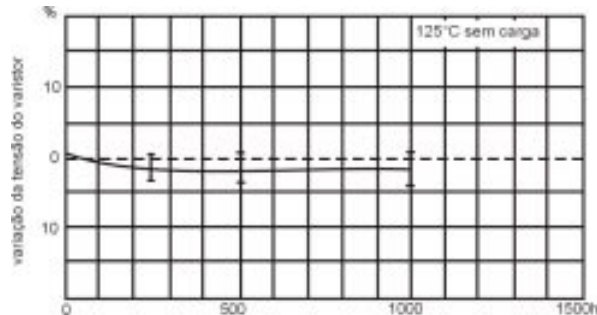


Figura 12 DIN-IEC 68, Parte 2-2, calor seco

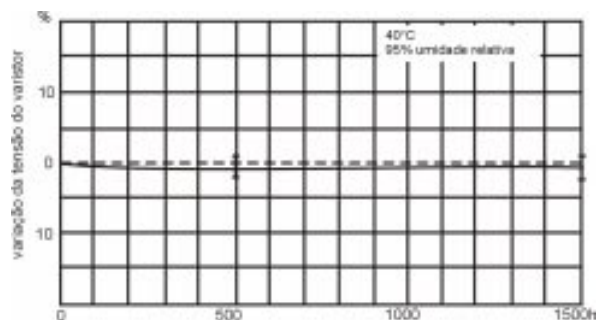


Figura 13 DIN-IEC 68, Parte 2-3, calor úmido constante

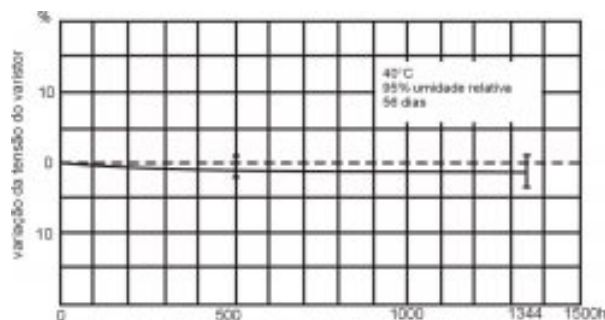


Figura 14 DIN-IEC 68, Parte 2-3, calor úmido com máx. tensão de serviço permitida

## 18 - CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

A seleção se efetua em três passos:

- escolhem os varistores apropriados para a tensão de serviço, considerando:
  - a) corrente de choque
  - b) absorção de energia
  - c) capacidade de carga permanente (a e b também estimando as repetições) se determina o varistor mais adequado para o caso da aplicação prevista.
- encontra-se a máxima queda de tensão possível no caso de sobretensão no varistor escolhido e se compara com a resistência as tensões do componente ou circuito a proteger.

### 18.1 - PRIMEIRO PASSO DE SELEÇÃO

Para alcançar o nível de proteção mais baixo possível, deve-se determinar na tabela de programa standard os varistores com a máxima tensão de serviço permitida (sensorial ou contínua) igual ou pouco maior que a tensão de serviço em cada caso.

Nesta seleção se deve ter em conta uma possível flutuação da tensão de serviço (em redes de abastecimento, por exemplo, como mínimo  $\pm 10\%$ ), já que a dissipação de potência no varistor aumenta fortemente com a tensão de serviço (um aumento de tensão de 10% multiplica por 15 a dissipação da potência).

Indicação: Evidentemente qualquer varistor com maior tensão de serviço pode ser também escolhido.

Esse procedimento, por exemplo, é usado em casos nos quais uma corrente de fuga extremamente pequena é mais importante que o nível de proteção mais baixo possível.

### 18.2 SEGUNDO PASSO DE SELEÇÃO

Mediante a determinação no passo anterior de seleção da máxima tensão de serviço permitida, reduz-se a escolha do melhor VTR de todo programa apenas entre os de mesma tensão máxima de serviço.

Agora examina-se com o circuito que o varistor deve proteger, a que cargas pode ser submetido o VTR.

Esses valores de carga comparam-se com os valores máximos permitidos das tabelas.

Somente podem ser escolhidos os varistores, cujos máximos valores permitidos de corrente de choque, absorção, energia e capacidade de carga permanente sejam superiores aos indicados no caso em pauta.

Para garantir uma clara interpretação dos dados do circuito ou do varistor, diferencia-se como segue:

- valores máximos possível, que obtém-se dos dados elétricos da aplicação prevista.  
Caracterização "P"

- valores máximos permitidos do varistor, que estão limitados por sua capacidade de descarga e absorção.  
Caracterização "máx"

Portanto, deve-se sempre cumprir:

$$\hat{I} \leq i_{\max} \quad (\text{Eq.7})$$

$$\hat{E} \leq E_{\max} \quad (\text{Eq.8})$$

$$\hat{P} \leq P_{\max} \quad (\text{Eq.8})$$

Na estimativa de carga do varistor deve-se considerar sempre o caso mais desfavorável (p.e. ao comutar uma bobina toda sua energia magnética  $\frac{1}{2} L \cdot i^2$  deve ser absorvida pelo varistor). Pelas perdas nos outros componentes do circuito, esse cálculo contém uma margem de segurança complementar.

#### a) Corrente de choque

A máxima corrente de choque permissível do VTR depende da duração do impulso de corrente e do número de repetições requeridas. Considerando ambos parâmetros pode-se obter essa corrente dos campos derating. Compara-se com as máximas correntes de choque possíveis no lugar de aplicação do varistor.

Dos campos derating podem-se tomar valores máximos para ondas retangulares de corrente de choque. Para poder-se comparar corretamente com estes valores máximos tem-se que transformar a onda real de corrente (qualquer forma) em uma onda retangular equivalente.

Isto resulta mais fácil graficamente segundo o método do retângulo representado na figura 15.

Conservando os valores máximos, transforma-se a onda de corrente em um retângulo de superfície idêntica.

A duração da onda retangular equivalente é  $T_r$  e é igual a duração do impulso dos campos derating.

(A duração do período  $T$  é necessária para o cálculo da carga permanente, que resulta da alimentação periódica de energia)

Indicação:

Para a seleção necessita-se da corrente de choque e não da onda de tensão que a origina.

Com ondas progressivas em linhas de energia e transmissão calcula-se a amplitude da corrente equivocadamente com a resistência interna (muito pequena) da rede com a frequência de trabalho. Isto conduz a grandes amplitudes que não são reais.

Deve-se ter em conta que com frequências da ordem de KHz e MHz - como temos em ondas progressivas - a (consideravelmente) maior impedância característica da linha determina a relação da tensão de choque com a corrente.

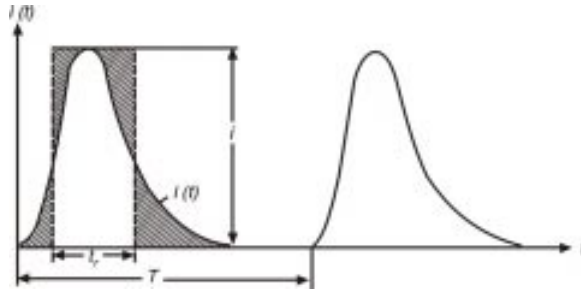


Figura 15 Método retangular

A figura 16 mostra valores orientativos para uma linha de distribuição. (Veremos exemplo de cálculo na seção 19.2)

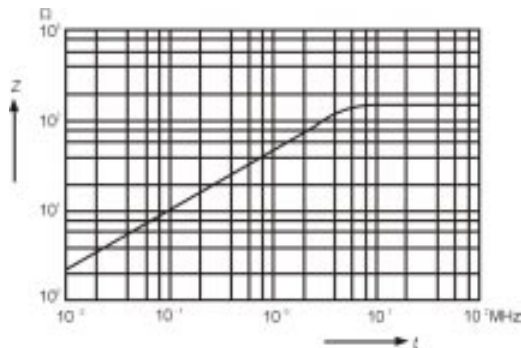


Figura 16 Resistência de uma linha de distribuição com sobretensões de alta frequência.

#### b) Absorção de energia

Passando-se pelo varistor uma corrente de choque, temos uma absorção de energia.

Em geral é válido:

$$E = \int_{t_0}^{t_1} u(t) \cdot i(t) dt \quad (\text{Eq.10})$$

Essa integral pode ser resolvida graficamente mediante a transformação do traçado da corrente e tensão em um forma retangular equivalente.

Se for determinada a corrente que flui através do varistor com um osciloscópio de memória e for transformado em um retângulo de superfície equivalente (figura 15), então pode-se encontrar a absorção de energia mediante uma simples multiplicação com a máxima tensão do varistor  $\hat{U}$ :

$$\hat{E} = \hat{U} \hat{I} t_r [J] \quad \begin{matrix} \hat{U} [V] \\ \hat{I} [A] \\ t_r [S] \end{matrix} \quad (\text{Eq.11})$$

A tensão  $\hat{U}$  pode ser obtida da curva característica correspondente  $U/I$  como valor que pertence a  $\hat{I}$ , ou também com ajuda do osciloscópio como máxima queda de tensão sobre o varistor.

Se a causa de sobretensões é a comutação de indutâncias, pode-se proceder para o cálculo da capacidade de absorção de energia do varistor também segundo o princípio do caso mais desfavorável.

A energia a ser absorvida pelo varistor não pode ser maior que a acumulada na indutância.

$$\hat{E} = \frac{1}{2} L \hat{I}^2 [J] \quad \begin{matrix} L [H] \\ \hat{I} [A] \end{matrix} \quad (\text{Eq.12})$$

Pelas perdas em outros componentes do circuito esse cálculo contém sempre uma margem de segurança.

Fenômenos transitórios em comutações de indutâncias transcorrem geralmente em milissegundos. Os valores de energia encontrados na equação 12 podem ser comparados com valores de 2ms das tabelas standard.

A exatidão é suficiente, já que aqui a mesma absorção de energia dos varistores é quase independente do tempo de alimentação de energia.

As comparações dos valores de energia descritas anteriormente evitam a determinação da corrente de choque e duração do fluxo de corrente (duração do pulso) segundo item a.

#### c) carga permanente

Se os varistores são escolhidos conforme o primeiro passo de seleção, então é seguro que a dissipação de potência causada pela tensão de serviço aplicada é desprezível.

Se um varistor tem que absorver energias periódicas, este estará submetido a carga permanente.

$$\hat{P} = \frac{\hat{E}}{T} = \frac{\hat{U} \hat{I} t_r}{T} [W] \quad T [s] \text{ período} \quad (\text{Eq.13})$$

Onde  $\hat{E}$  é o valor de uma absorção de energia isolada (p.e. segundo o método do retângulo equação 11) e  $T$  o período, segundo a figura 15.

Isolando  $T$  na equação 13 obtém-se o tempo mínimo que deve existir entre um transitório e outro, sem que seja sobrepassada a máxima carga permanente permissível pelo varistor:

$$T_{\min} = \frac{\hat{E}}{P_{\max}} [s] \quad (\text{Eq.14})$$

Os varistores de óxido metálico são pouco apropriados para cargas permanentes estáticas (p.e. estabilização de tensão). Deves-se recorrer a componentes especialmente desenvolvidos (p.e. diodos Zener) para tais aplicações.

### 18.3 Terceiro passo da Seleção

O controle da máxima queda de tensão possível no caso de sobretensão é obtido com a ajuda das curvas características  $U/I$ . Pode-se ter esse valor diretamente (para o caso menos favorável na faixa da tolerância) para uma determinada corrente de choque.

Ultrapassado o valor de tensão obtido da resistência a tensões do componente a proteger, teremos as seguintes possibilidades para baixar o nível de proteção.

- Renunciar a uma parte da margem de segurança.

Ex: Para aplicação em uma rede de 220V ~ selecionar o VTR com final "230" ao invés de "250".

- Melhor ajuste da tensão de serviço mediante o circuito série.

Ex: Rede de 320V ~ + 10% @ 350V. Deve-se escolher, segundo o primeiro passo da seleção, um VTR tipo standard com final "385".

Associando-se dois varistores de final "175" obtemos um varistor do tipo "350", cujo nível de proteção é 35V mais baixo.



• Escolha de uma margem de segurança mais estreita. Desenvolve-se um tipo especial, que p.e. está situado na metade inferior da tolerância standard. Nesse caso se obteria um decréscimo do nível de proteção de 10%.

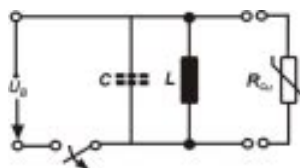
Caso o nível de proteção achado for mais baixo que o desejado, pode-se passar a um varistor com uma curva característica U/I mais alta, ou seja, maior cifra na designação do tipo. Isto favorece a capacidade de carga e o comportamento a longo prazo. A corrente de fuga se reduz ainda mais.

## 19 - EXEMPLOS DE CÁLCULO

### 19.1 - Desconexão de uma indutância

Ao desconectar indutâncias pode-se gerar altas tensões que põem em perigo tanto os contatos de ruptura (p.e. transistores de comutação) como a própria indutância.

Segundo a equação 12 a energia acumulada de uma bobina é  $\frac{1}{2} L \cdot I^2$ . Quando se corta a corrente no circuito de uma bobina (figura 17) aparece uma corrente induzida que carrega o capacitor aplicado em paralelo (o capacitor pode também ser a capacitância da própria bobina). Sem termos em contas as perdas, obtém-se  $\frac{1}{2} C \cdot \dot{U}^2 = \frac{1}{2} L \cdot I^2$



$$\begin{aligned} U_B &= 24V \\ L &= 0,1H \\ R_{cu} &= 24W \\ I &= 1A \\ C &= 250pF \end{aligned}$$

número de comutações desejadas  $10^6$

$$\dot{U} = I \sqrt{\frac{L}{C}} = 1 \sqrt{\frac{0,1}{250 \cdot 10^{-12}}} = 20.000V$$

Para a supressão dessa sobretensão deve-se conectar um varistor em paralelo com a bobina.

#### • Primeiro passo de seleção

Para alcançar com  $U_B = 24V$  - o nível de proteção mais baixo possível, tem-se que selecionar segundo os valores de máxima tensão contínua de serviço permitida um VTR com o final "20" (estes são aceitáveis para tensões contínuas até 26V) Figura 18

Tipo	Máx. tensão de serviço permitida (V)	
	$U_{eff}$	U-
VTR - 05K20 VTR - 07K20 VTR - 10K20 VTR - 14K20 VTR - 20K20	20	26

Portanto, a seleção deve ser feita entre os 5 tipos disco VTR-05K20 até VTR-20K20.

#### • Segundo passo de seleção

a) Corrente através do varistor

Ao interromper o circuito, a corrente através da bobina não pode variar bruscamente e circula em primeiro instante pelo varistor com o valor de 1A para logo tender até zero segundo uma função exponencial. Essa corrente poderia ser determinada com a ajuda de um osciloscópio ou fazendo-se o cálculo mediante a função exponencial. Depois da transformação em um retângulo equivalente (figura 15) se poderá comparar com os valores dos campos derating e efetuar a seleção. A seleção pode ser mais simples se for feita pela absorção de energia.

a) Absorção de energia do varistor

Segundo a equação 12 o varistor tem que absorver em cada comutação no caso mais desfavorável um energia de:

$$\hat{E} = \frac{1}{2} L \cdot I^2 = \frac{1}{2} 0,1H \cdot 1A^2 = 0,05J$$

Este tipo de processo sucede em um tempo da ordem de milissegundos, portanto, comparam-se com os valores para 2ms das tabelas standard (figura 19). Para  $> 10^6$  cargas temos que recorrer aos valores "1/3". O VTR 05K20 cumpre as condições de seleção mas sem nenhuma reserva de segurança. Por isso, passa-se para um tipo imediatamente superior VTR 07K20.

c) Carga permanente

Para o varistor VTR 07K20 temos na tabela standard (figura 19) a máxima carga permanente de 0,02W.

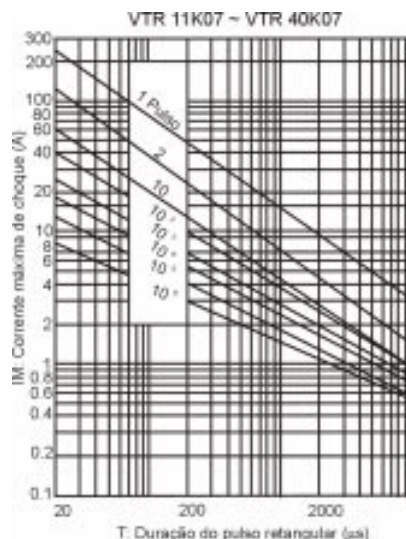
Segundo a equação 14 o tempo mínimo entre dois impulsos é:

$$T_{min} = \frac{E}{P_{max}} = \frac{0,05J}{0,02W} = 2,5s$$

Caso as comutações tenham um tempo mais curto temos que passar a um tipo com maior capacidade de carga (ou seja, de maior diâmetro).

#### • Terceiro passo de seleção

A corrente aplicada ao varistor (1A) faz subir a tensão na bobina até 60V (na posição mais desfavorável do varistor na zona de tolerância). Esse valor é extraído da curva característica U/I do varistor VTR 07K20 (figura 20).



Tipo	E <sub>máx</sub> (J)										Máx. carga permanente
	Máxima absorção de energia em função do número de absorções ao longo da vida útil do varistor										
	Entrada de energia com onda retangular 20ms (onda normalizada 8/20ms)					Entrada de energia com onda retangular 2ms					
	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	¥	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	¥	W
VTR 05K20	0,28	0,03	0,009	0,004	0,002	0,52	0,11	0,07	0,05	0,05	0,01
VTR 07K20	0,7	0,08	0,03	0,01	0,005	1,2	0,30	0,18	0,12	0,09	0,02

Figura 19

### 19.2 - Proteção contra sobretensões na rede elétrica

O exemplo da figura 21 mostra a proteção contra influências fortes, que são encontradas em redes contaminadas (inclusive influência de indução de energia de um raio).

Tensão de serviço	$U_N = 220V$
Amplitude da tensão de choque	$U_s = 5KV$
Impedância característica da linha de rede	$Z_w = 25\Omega$
Duração do impulso	$t_r = 100ms$
Número de influências durante o tempo	
Total de serviço	100 vezes

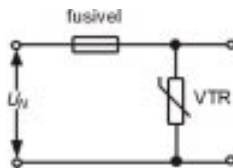


Figura 21

#### • Primeiro passo de seleção

O varistor mais indicado deve ser escolhido entre os 5 tipos da tabela standard (figura 22) com o código final "250", se quisermos considerar uma possível elevação da rede de até 30V.

Tipo	Máx. tensão de serviço permitida (V)	
	$U_{\text{eff}}$	$U_s$
VTR 05K250 VTR 07K250 VTR 10K250 VTR 14K250 VTR 20K250	250	320

#### • Segundo passo de seleção

a) Corrente através do varistor

A amplitude da onda de corrente que corresponde a onda de tensão de choque é calculada com a impedância característica  $Z_w$  que aqui é  $25\Omega$  (figura 16)

$$\hat{I} = \frac{U_s}{Z_w} = \frac{5KV}{25\Omega} = 200A$$

Vamos supor que a onda da corrente de choque tem uma forma e duração tal que depois da transformação em uma onda retangular equivalente (figura 15) resulta um tempo de fluxo de corrente de 100ms.

( $\Delta$  duração do impulso).  
Sobretensões com a amplitude e duração aqui especificadas, podem ser consideradas como cargas muito raras. Por isso estima-se como suficiente 100 vezes durante a vida útil do componente.

Para 200A, 100ms, 100 vezes se obtém dos campos derating (figura 23 A e B)

VTR14K250	$i_{\text{máx}} = 120A$
VTR20K250	$i_{\text{máx}} = 270A$

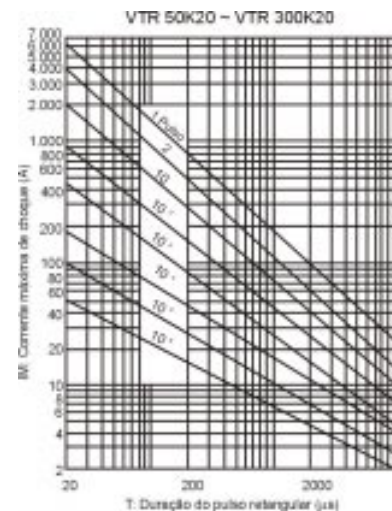


Figura 23A

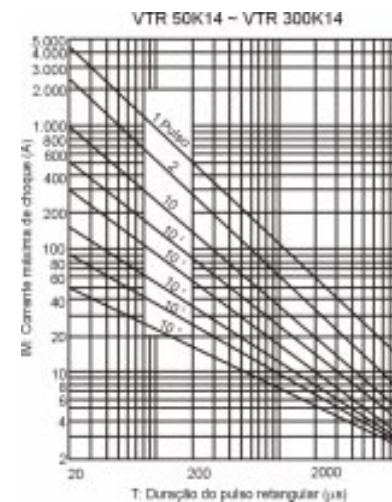


Figura 23B

O VTR 20K250 cumpre a condição de seleção  $i \leq i_{\text{máx}}$  (equação 7)

b) Absorção de energia do varistor

Segundo a equação 6, máxima absorção de energia do varistor está intimamente ligada com a máxima corrente de choque permitida.

Por isso, é seguro que um varistor selecionado segundo a carga de corrente de choque também cumpre com a condição de seleção para a absorção de energia  $\hat{E} \leq E_{\text{máx}}$  (equação 8). Obtém-se  $\hat{E}$  a partir de  $\hat{I}$  e da curva característica U/I figura 24.

Para completar, calcula-se a absorção de energia do VTR 20K250, segundo a equação 11.

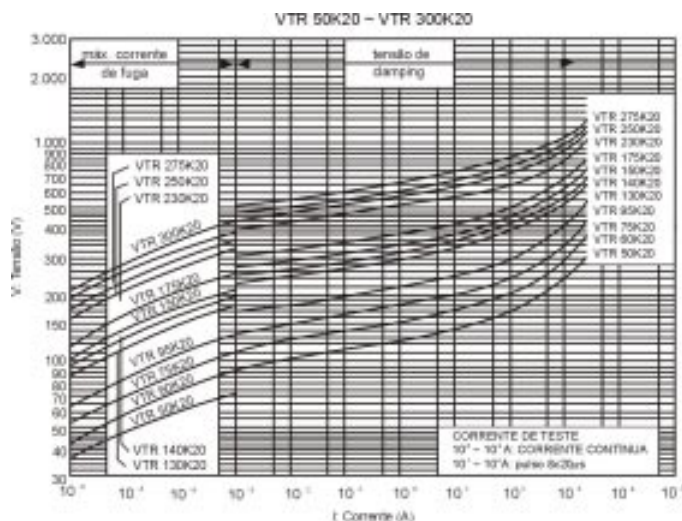


Figura 24

c) Carga permanente

Nas linhas da rede não são esperadas sobretensões periódicas da ordem ao aqui estipulado. Portanto, não é necessário o estudo da condição de seleção.  $\hat{P} \leq P_{\text{máx}}$  (equação 9) figura 25.

O tempo mínimo admissível entre absorções de energia é calculado por:

Tipo	Máx. carga permanente
	W
VTR 20K250	1,0

$$T_{\text{máx}} = \frac{\hat{E}}{P_{\text{máx}}} = \frac{14J}{1,0W} = 14s$$

Figura 25

### • Terceiro passo de seleção

O nível de proteção alcançado (para a posição mais desfavorável do varistor na zona de tolerância), já determinado em b, é de 700V.

Assim, a sobretensão será limitada a uma porcentagem pequena do valor original.

Indicação:

Sobretensões externas escapam à um cálculo mais exato e tampouco podem ser simulados em um ensaio. Por isso deve-se considerar sempre a seleção de um tipo superior ao estimado quando possível.

## 20 - CIRCUITOS COMBINADOS

As vantagens dos elementos de proteção que pertencem à física dos gases (extremo poder de condução) e da física dos corpos sólidos (elevada velocidade de reação) podem ser aproveitadas ao mesmo tempo por meio de uma combinação.

### 20.1 - Circuito em paralelo direto: Centelhador - VTR

A figura 26 mostra o comportamento de resposta de um circuito em paralelo direto quando este limita uma onda de choque de tensão, como por exemplo pode ser a onda causada em uma linha de condução aérea pela queda de um raio: A sobretensão alcança o valor  $U_d \text{ varistor} = 470V$ , sabendo-se que sem o varistor o surto se elevaria até aproximadamente 750V. Com a formação do arco no centelhador, temos a condução do surto pela ionização do gás, obtendo um nível de tensão de 15V e a corrente no varistor da ordem de nA. O centelhador se encarrega, portanto, da proteção. Centelhadores à gás nobre não podem ser utilizados com um nível de proteção inferior a aproximadamente 70V por motivos baseados na física dos gases. Por isso não deve-se selecionar um VTR para um circuito em paralelo direto com um nível de proteção (tendo em conta a paralelo zona de tolerância), inferior a 100V, já que em caso contrário não alcançaria a tensão de breakdown centelhador e em consequência o VTR não receberá apoio.

tensão contínua de serviço (máx.):  $U_B = 225V$

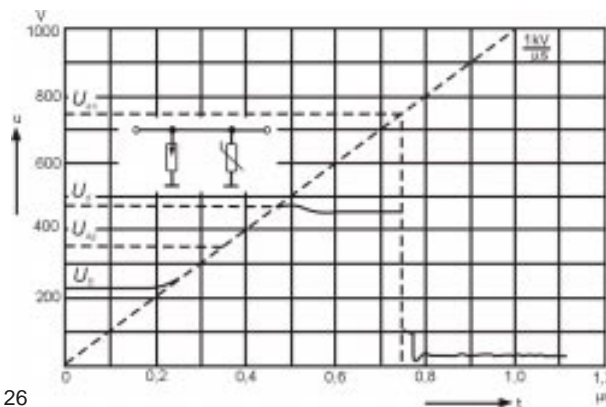


figura 26

Onda de choque: 1KV/ms, amplitude: 3KV,  $Z_i = 50\Omega$

Centelhador:  $U_{\text{ar}} = 350V$

Varistor: VTR 07K175  $U_{\text{as}} = 750V$

### 20.2 - Circuito em paralelo indireto: Centelhador-VTR

Em casos em que seja necessário um nível de proteção inferior a 100V, deve-se aplicar uma resistência entre o centelhador e o varistor, de modo que se possa alcançar a tensão de centelha necessária para o centelhador (figura 27).

Essa resistência pode ser ohmica ou proveniente do enrolamento de uma indutância.

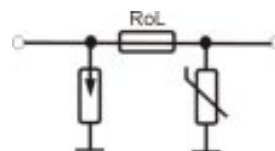


Figura 27

Isso é determinado quando se conhece a aplicação do circuito.

### 20.3 - Proteção escalonada de três componentes

Para satisfazer maiores exigências de proteção contra sobretensões, pode-se completar o circuito em paralelo indireto mediante a proteção com um diodo TVS.

Essa combinação de componentes oferece uma grande variedade de circuitos.

A figura 28 mostra como exemplo uma possibilidade de combinação com um componente para proteção “grossa”, “média” e “fina” de um cabo telemático. Na parte superior da figura é indicado como se limita a onda de tensão de choque escalonadamente até abaixo de 50V.

Deve-se levar em conta que o centelhador pode ser utilizado sem auxílio para extinção, já que a fonte de tensão é de alta resistência ôhmica.

Diodos TVS são diodos Zener's em avalanche desenvolvidos com a finalidade de obter uma boa capacidade de carga com corrente de choque, com um tempo de resposta extremamente curto e um excelente expoente não linear ( $a = 50$  até  $100$ ).

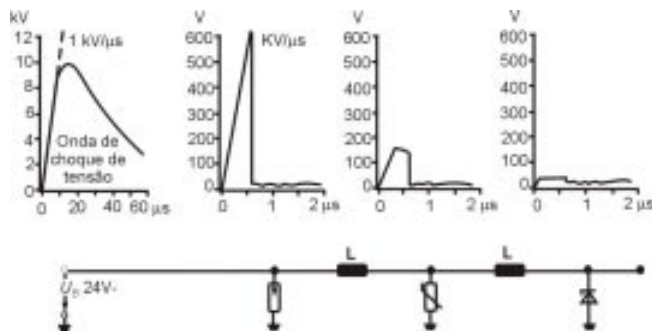


Figura 28 - Influência de um raio em um cabo telemático. Exemplo de proteção: Centelhador VTR-TVS.

Tipo	Centelhador	VTR 20K25	1,5KE 30CA
corrente de choque de descarga até	10kA	4,5kA	1500kA
tempo de resposta	500 ns <sup>1)</sup>	< 25 ns	< 10 ns <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> depende de  $du/dt$

<sup>2)</sup> acoplamento indutivo pobre

### 20.4 - Circuito em série Centelhador - VTR

O circuito da figura 29 é especialmente apropriado para assegurar a extinção do centelhador aplicada à uma rede de baixa resistência:

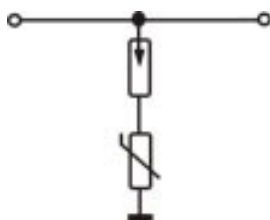


Figura 29

Devido à queda de tensão nos varistores ser quase constante, incluso quando a sobretensão se debilita (e a corrente também), a tensão resultante no centelhador chega a ser inferior a sua tensão de arco. Assim está garantida a extinção do centelhador.

Outro campo de aplicação do circuito em série é quando, de um lado necessitam-se de uma pequena capacitância (aprox. 2pF) e uma elevada resistência ( $> 10^{10}\Omega$ ) de um centelhador, e por outro lado quando a ruptura de tensão no centelhador, em caso de centelha, ser tão prejudicial aos componentes a se proteger como a sobretensão.

Com um resistor em série a tensão resultante mantém-se, também depois do arco do centelhador, na zona da tensão de serviço.

As figuras 30a ~ c, esclarecem esse processo:

A figura 30a mostra o comportamento de um centelhador sozinho. No instante de arco ( $t_1$ ) temos a ruptura brusca da tensão. Observe que na figura 30b, a qual representa a função de um circuito em série com um varistor de óxido metálico, a tensão desce somente até o nível de proteção (aprox. 400V) do varistor de óxido metálico.

A figura 30c mostra a curva de tensão de um circuito em série “Centelhador-Varistor de carboneto de silício”. A comparação dessa curva com a do VTR (figura 30b) faz clara a superioridade do VTR (varistor de óxido metálico) sobre o varistor de carboneto de silício para limitação de tensões.



Figura 30a - Apenas um centelhador

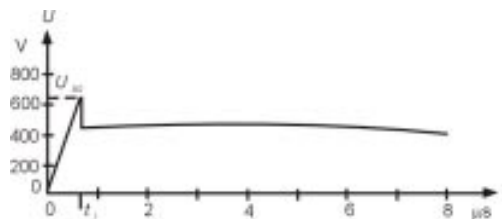


Figura 30b - Centelhador - Varistor de óxido metálico

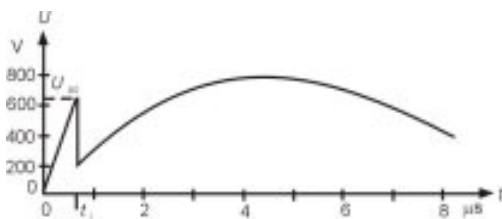


Figura 30c - Centelhador - Varistor de carb. de silício

Comportamento de um circuito série “Centelhador-Varistor”

Onda de choque: 1KV/ms

Amplitude 10KV;  $Z_i = 50\Omega$

As propriedades das combinações “Centelhador-Varistor” resumem-se como segue:

• Circuito em paralelo:

O Varistor por sua maior velocidade de reação, fica a cargo da proteção “fina”, e o centelhador, por sua maior capacidade de carga, da proteção “grossa”.



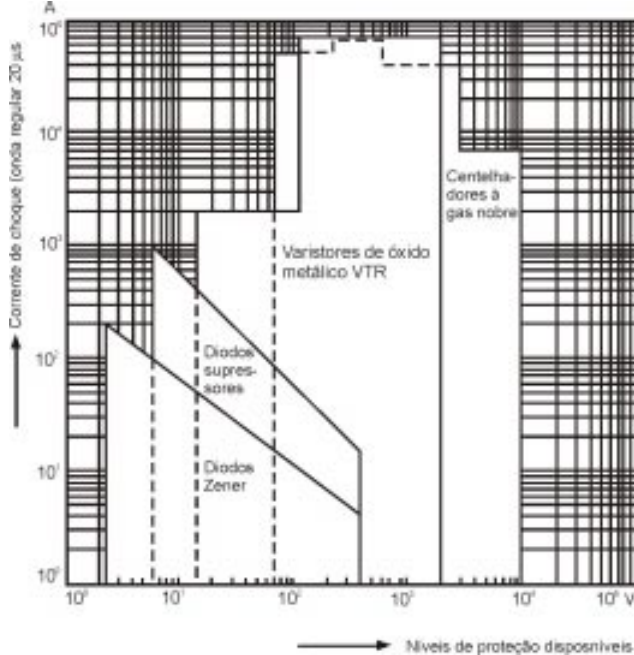
• Circuito em série:

O centelhador determina em condições normais de serviço as propriedades elétricas de um circuito combinado. No caso de sobretensão o varistor determinará essas propriedades.

## 21 - COMPARAÇÃO ENTRE COMPONENTES DE PROTEÇÃO

A figura 31 mostra os quatro componentes de proteção de maior difusão, comparados entre si levando em conta a capacidade de cargas e os níveis de proteção.

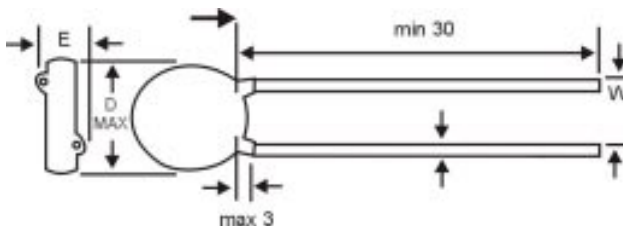
As zonas dos diodos Zener e diodos TVS, devem ser interpretados como orientativos e os valores podem diferir notavelmente segundo o fabricante. Salta os olhos que o limite de máxima corrente de choque dos diodos não é horizontal. Nota-se que tratam-se de componentes desenvolvidos para uma



carga permanente e cuja máxima corrente de choque permitida é definida por  $I_{\text{máx}} = P_{\text{máx}} / U_B$  ou seja, a maior tensão de serviço corresponde uma corrente menor.

Ao contrário, os VTR's e os centelhadores estão definidos pela densidade de corrente máxima permitida. Isto conduz a corrente de choques independentes da tensão (o escalonamento deve-se, a não disponibilidade de toda gama de tensões para cada série de tipos).

## 22 - TABELA DE DIMENSÕES

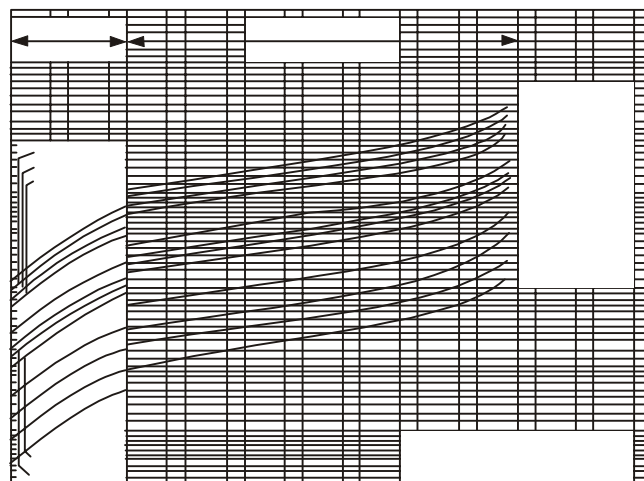
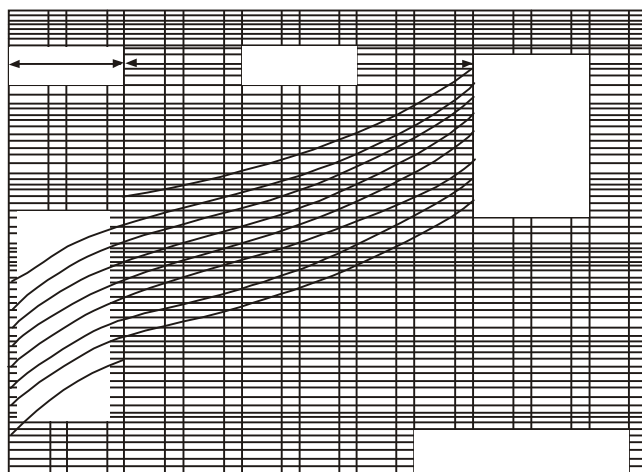


## 23 - SIMBOLOGIA

a	Expoente não linear
d	Resistência não especificada
C	Capacitância
di/dt	Taxa de crescimento da corrente
du/dt	Taxa de crescimento da tensão
E	Energia
I, i	Corrente
K	Constante
L	Indutância
P*	Dissipação de potência
R	Resistência
R <sub>B</sub>	Resistência do ZnO
R <sub>cu</sub>	Resistência do fio de cobre
R <sub>v</sub>	Resistência do varistor ideal
R <sub>z</sub>	Resistência de zona intergranular
t	Tempo
TK	Coefficiente de temperatura
t <sub>r</sub>	Duração do pulso da onda retangular
t <sub>a</sub>	Tempo de resposta
T <sub>r</sub>	Tempo de caída
T <sub>s</sub>	Tempo de subida
U, u	Tensão
U <sub>B</sub>	Tensão de serviço
U <sub>eff</sub>	Tensão alternada senoidal de serviço (tensão eficaz)
U <sub>c</sub>	Tensão contínua de serviço
U <sub>d</sub>	Nível de proteção em regime dinâmico
U <sub>s</sub>	Amplitude da tensão de choque
Z <sub>i</sub>	Resistência interna independente da tensão
Z <sub>w</sub>	Impedância característica da linha da rede
"máx."	Indica valores máximos resultantes as condições elétricas do circuito
" "	Indica valores máximos permitido pelo varistor
Λ	

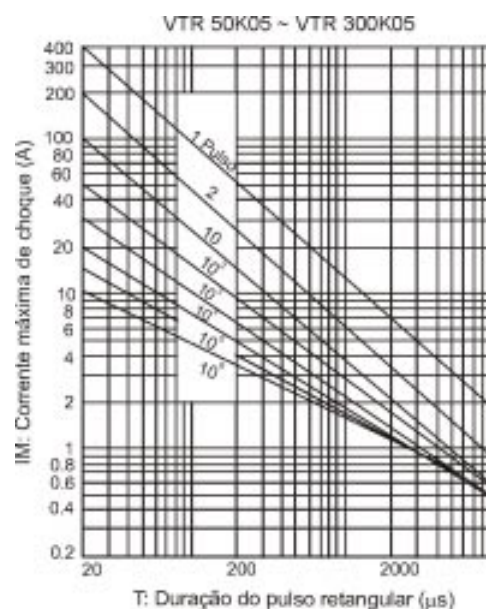
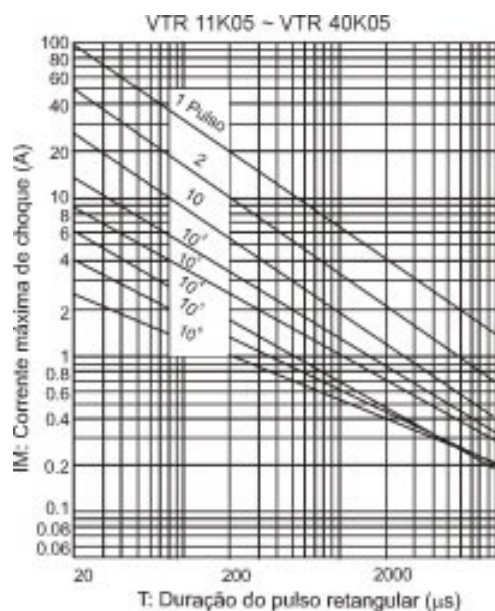


Referência	Máxima Tensão de Trabalho		Tensão Nominal Vdc @ 1mA		Tensão Máx. Clamping 8x20ms		Máxima Corrente 8x20ms		Potência Máx.	Energia (2ms)	Capacitância Típica 25°C
	ACrms (V)	DC (V)	(V)	Tolerância Mín. - Máx.	V (V)	I (A)	1 vez (A)	2 vezes (A)	(W)	1 vez (J)	@1KHz (pF)
VTR 11K05	11	14	18	16-20	40	1	100	50	0,01	0,14	1.400
VTR 14K05	14	18	22	20-24	48	1	100	50	0,01	0,18	1.150
VTR 17K05	17	22	27	24-30	60	1	100	50	0,01	0,22	930
VTR 20K05	20	26	33	30-36	73	1	100	50	0,01	0,28	760
VTR 25K05	25	31	39	35-43	86	1	100	50	0,01	0,33	640
VTR 30K05	30	38	47	42-52	104	1	100	50	0,01	0,38	530
VTR 35K05	35	45	56	50-62	123	1	100	50	0,01	0,48	450
VTR 40K05	40	56	68	61-75	150	1	100	50	0,01	0,56	370
VTR 50K05	50	65	82	74-90	145	5	400	200	0,10	1,8	300
VTR 60K05	60	85	100	90-110	175	5	400	200	0,10	2,2	250
VTR 75K05	75	100	120	108-132	210	5	400	200	0,10	2,6	210
VTR 95K05	95	125	150	135-165	260	5	400	200	0,10	3,2	165
VTR 115K05	115	150	180	162-198	315	5	400	200	0,10	3,7	140
VTR 130K05	130	170	200	180-220	355	5	400	200	0,10	4,2	125
VTR 140K05	140	180	220	198-242	380	5	400	200	0,10	4,4	110
VTR 150K05	150	200	240	216-264	415	5	400	200	0,10	5,0	100
VTR 175K05	175	225	270	243-297	475	5	400	200	0,10	5,6	95
VTR 195K05	195	250	300	270-330	525	5	400	200	0,10	6,1	85
VTR 210K05	210	275	330	297-363	580	5	400	200	0,10	6,8	75
VTR 230K05	230	300	360	324-396	620	5	400	200	0,10	7,2	70
VTR 250K05	250	320	390	351-429	675	5	400	200	0,10	7,6	65
VTR 275K05	275	350	430	387-473	745	5	400	200	0,10	8,4	60
VTR 300K05	300	385	470	423-517	810	5	400	200	0,10	10	55





I máx. (A)											
Máxima corrente de surto permitida em função do número de surtos ao longo da vida útil do varistor											
Onda retangular 20ms (onda normalizada 8/20ms)							Onda retangular 2ms				
Referência	1	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 14K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 17K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 20K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 25K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 30K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 35K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 40K05	100	50	12	5	2,5	1,5	4	0,75	0,5	0,4	0,35
VTR 50k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 60k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 75k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 95k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 115k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 130k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 140k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 150k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 175k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 195k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 210k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 230k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 250k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 275k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0
VTR 300k05	400	200	50	20	10	5	6,5	1,5	1,0	1,0	1,0



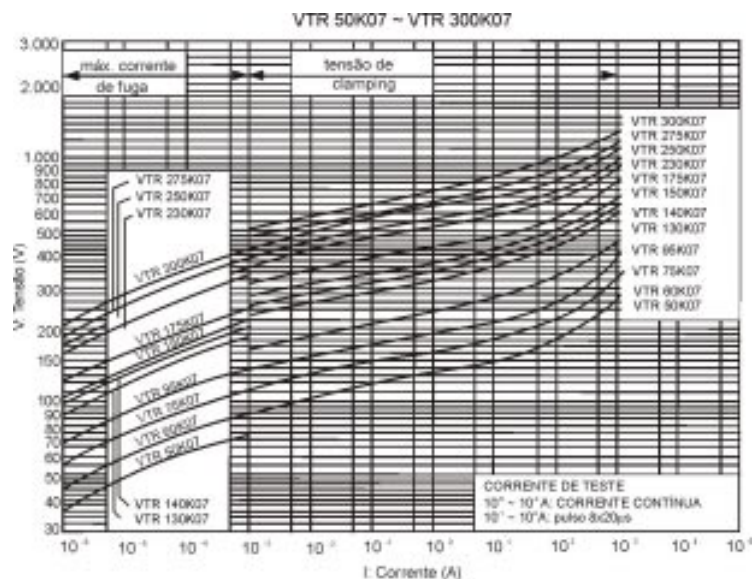
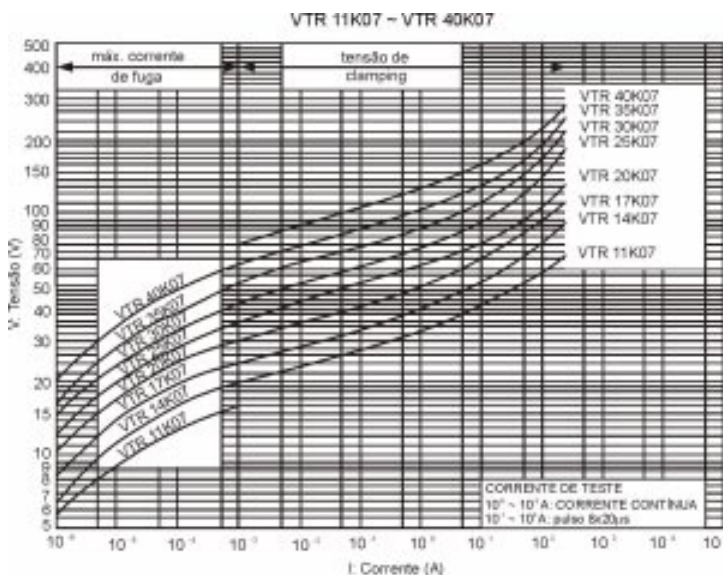


E Máx. (J)										
Máxima absorção de energia permitida em função do número de absorções ao longo da vida útil do varistor										
Entrada de energia com onda retangular 20ms (onda normalizada 8x20ms)						Entrada de energia com onda retangular 2ms				
Referência	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K05	0,14	0,013	0,005	0,002	0,001	0,3	0,06	0,04	0,03	0,02
VTR 14K05	0,18	0,002	0,006	0,003	0,001	0,34	0,07	0,05	0,04	0,03
VTR 17K05	0,22	0,022	0,007	0,003	0,002	0,44	0,09	0,06	0,04	0,04
VTR 20K05	0,28	0,03	0,009	0,004	0,002	0,52	0,11	0,07	0,05	0,05
VTR 25K05	0,33	0,03	0,01	0,005	0,003	0,64	0,12	0,08	0,06	0,06
VTR 30K05	0,38	0,04	0,013	0,006	0,003	0,7	0,15	0,10	0,08	0,06
VTR 35K05	0,48	0,04	0,02	0,007	0,004	0,88	0,17	0,12	0,09	0,08
VTR 40K05	0,56	0,05	0,02	0,008	0,004	1,1	0,2	0,14	0,11	0,09
VTR 50K05	1,8	0,2	0,06	0,03	0,01	1,9	0,4	0,3	0,3	0,3
VTR 60K05	2,2	0,2	0,1	0,03	0,02	2,2	0,5	0,3	0,3	0,3
VTR 75K05	2,6	0,3	0,1	0,04	0,02	2,7	0,6	0,4	0,4	0,4
VTR 95K05	3,2	0,3	0,1	0,04	0,03	3,4	0,7	0,5	0,5	0,5
VTR 115K05	3,7	0,4	0,15	0,07	0,04	3,5	0,8	0,7	0,7	0,7
VTR 130K05	4,2	0,4	0,15	0,07	0,04	4,7	1,0	0,7	0,7	0,7
VTR 140K05	4,4	0,4	0,2	0,07	0,05	5,0	1,1	0,7	0,7	0,7
VTR 150K05	5,0	0,5	0,2	0,1	0,05	5,5	1,2	0,8	0,8	0,8
VTR 175K05	5,6	0,6	0,2	0,1	0,05	6,2	1,4	0,9	0,9	0,9
VTR 195K05	6,1	0,6	0,2	0,1	0,05	6,5	1,5	0,9	0,9	0,9
VTR 210K05	6,8	0,7	0,3	0,1	0,06	7,2	1,7	1,2	1,2	1,2
VTR 230K05	7,2	0,7	0,3	0,1	0,06	8,0	1,8	1,2	1,2	1,2
VTR 250K05	7,6	0,8	0,3	0,1	0,07	8,6	2,0	1,3	1,3	1,3
VTR 275K05	8,4	0,9	0,3	0,1	0,08	9,8	2,1	1,4	1,4	1,4
VTR 300K05	10	1,0	0,4	0,2	0,1	10	2,3	1,5	1,5	1,5



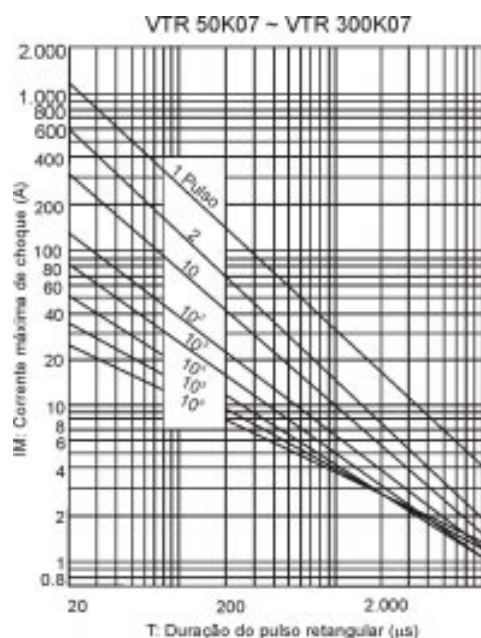
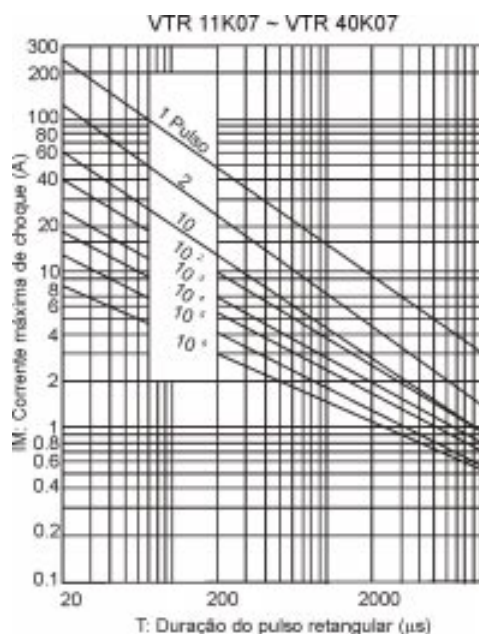


Referência	Máxima Tensão de Trabalho		Tensão Nominal Vdc @ 1mA		Tensão Máx. Clamping 8x20ms		Máxima Corrente 8x20ms		Potência Máx.	Energia (2ms)	Capacitância Típica 25°C
	ACrms (V)	DC (V)	(V)	Tolerância Mín. - Máx.	V (V)	I (A)	1 vez (A)	2 vezes (A)	(W)	1 vez (J)	@1KHz (pF)
VTR 11K07	11	14	18	16-20	36	2,5	250	125	0,02	0,18	2.800
VTR 14K07	14	18	22	20-24	43	2,5	250	125	0,02	0,9	2.300
VTR 17K07	17	22	27	24-30	53	2,5	250	125	0,02	1,00	1800
VTR 20K07	20	26	33	30-36	65	2,5	250	125	0,02	1,2	1500
VTR 25K07	25	31	39	35-43	77	2,5	250	125	0,02	1,5	1700
VTR 30K07	30	38	47	42-52	93	2,5	250	125	0,02	2,0	1100
VTR 35K07	35	45	56	50-62	110	2,5	250	125	0,02	2,2	890
VTR 40K07	40	56	68	61-75	135	2,5	250	125	0,02	2,5	740
VTR 50K07	50	65	82	74-90	135	10	1200	600	0,25	3,5	600
VTR 60K07	60	85	100	90-110	165	10	1200	600	0,25	4,0	500
VTR 75K07	75	100	120	108-132	200	10	1200	600	0,25	5,0	420
VTR 95K07	95	125	150	135-165	250	10	1200	600	0,25	6,0	370
VTR 115K07	115	150	180	162-198	300	10	1200	600	0,25	8,5	280
VTR 130K07	130	170	200	180-220	340	10	1200	600	0,25	10,0	250
VTR 140K07	140	180	220	198-242	360	10	1200	600	0,25	10,0	230
VTR 150K07	150	200	240	216-264	395	10	1200	600	0,25	10,0	210
VTR 175K07	175	225	270	243-297	455	10	1200	600	0,25	12,0	185
VTR 195K07	195	250	300	270-330	505	10	1200	600	0,25	13,0	165
VTR 210K07	210	275	330	297-363	550	10	1200	600	0,25	14,0	150
VTR 230K07	230	300	360	324-396	595	10	1200	600	0,25	15,0	140
VTR 250K07	250	320	390	351-429	650	10	1200	600	0,25	17,0	130
VTR 275K07	275	350	430	387-473	710	10	1200	600	0,25	20,0	115
VTR 300K07	300	385	470	423-517	775	10	1200	600	0,25	20,0	105





I máx. (A)											
Máxima corrente de surto permitida em função do número de surtos ao longo da vida útil do varistor											
Onda retangular 20ms (onda normalizada 8/20ms)							Onda retangular 2ms				
Referência	1	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 14K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 17K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 20K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 25K07	250	250	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 30K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 35K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 40K07	250	125	42	18	8	4	9	2,3	1,5	1,0	0,8
VTR 50K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 60K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 75K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 95K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 115K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 130K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 140K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 150K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 175K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 195K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 210K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 230K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 250K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 275K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5
VTR 300K07	1200	600	130	50	25	15	15	3,5	2,5	2,5	2,5



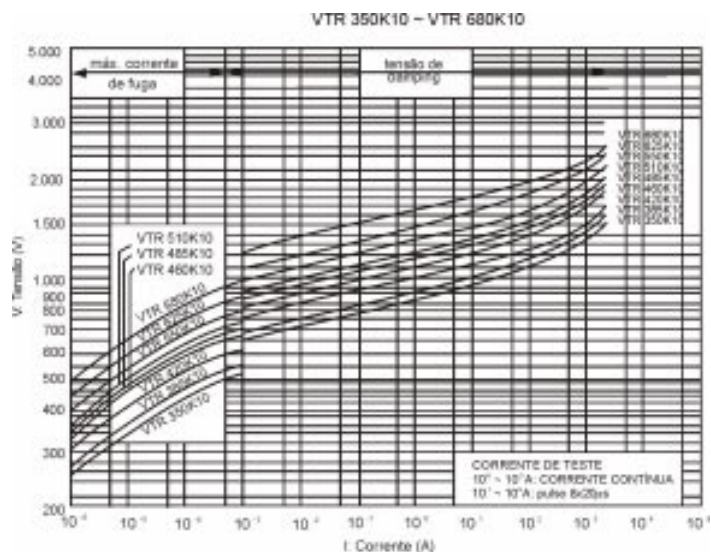
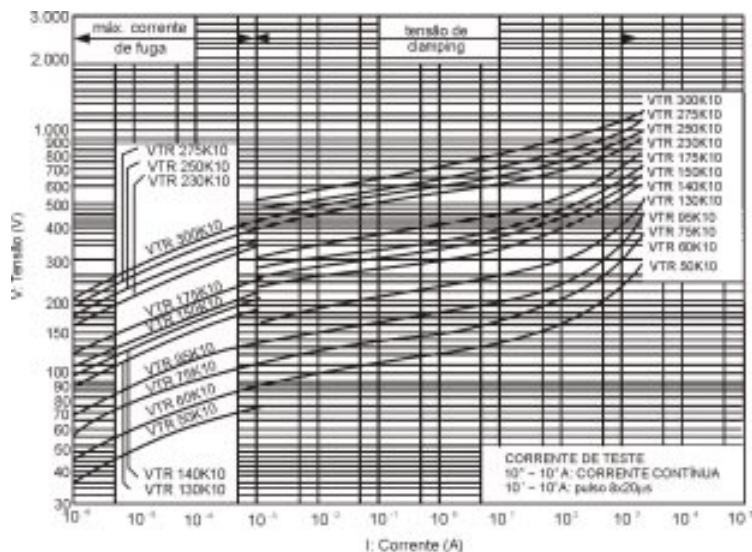
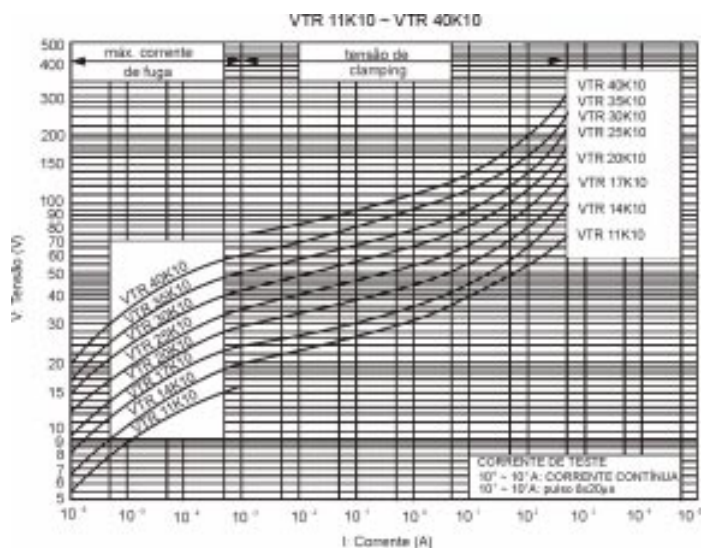


E Máx. (J)										
Máxima absorção de energia permitida em função do número de absorções ao longo da vida útil do varistor										
Entrada de energia com onda retangular 20ms (onda normalizada 8x20ms)						Entrada de energia com onda retangular 2ms				
Referência	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K07	0,38	0,05	0,02	0,006	0,003	0,65	0,12	0,1	0,07	0,05
VTR 14K07	0,45	0,06	0,02	0,008	0,003	0,8	0,2	0,11	0,1	0,06
VTR 17K07	0,58	0,07	0,03	0,01	0,004	1	0,25	0,15	0,1	0,07
VTR 20K07	0,7	0,08	0,03	0,01	0,005	1,2	0,3	0,18	0,12	0,09
VTR 25K07	0,85	0,1	0,04	0,01	0,01	1,45	0,37	0,23	0,14	0,11
VTR 30K07	1	0,12	0,04	0,02	0,01	1,8	0,44	0,3	0,17	0,14
VTR 35K07	1,2	0,14	0,05	0,02	0,01	2,3	0,5	0,32	0,2	0,15
VTR 40K07	1,5	0,17	0,06	0,03	0,01	2,9	0,6	0,36	0,24	0,19
VTR 50K07	6,7	0,5	0,2	0,1	0,04	4,2	0,9	0,7	0,7	0,7
VTR 60K07	8,2	0,6	0,2	0,1	0,05	5,4	1,1	0,8	0,8	0,8
VTR 75K07	10	0,7	0,2	0,1	0,06	6,3	1,4	1	1	1
VTR 95K07	11,5	0,8	0,2	0,14	0,07	7,8	1,7	1,2	1,2	1,2
VTR 115K07	12	1	0,3	0,2	0,1	9,5	2	1,6	1,6	1,6
VTR 130K07	15	1,2	0,3	0,2	0,1	11,4	2,2	1,6	1,6	1,6
VTR 140K07	15	1,3	0,4	0,2	0,1	12	2,4	1,7	1,7	1,7
VTR 150K07	17	1,4	0,4	0,2	0,1	13	2,7	1,9	1,9	1,9
VTR 175K07	19	1,6	0,5	0,3	0,1	15	3,1	2,2	2,2	2,2
VTR 195K07	21	1,7	0,5	0,3	0,2	17	3,2	2,2	2,2	2,2
VTR 210K07	23	1,9	0,5	0,3	0,2	18	3,6	2,2	2,2	2,2
VTR 230K07	25	2	0,5	0,3	0,2	20	3,8	3	3	3
VTR 250K07	26	2,2	0,7	0,4	0,2	21	4,4	3	3	3
VTR 275K07	28	2,3	0,8	0,4	0,2	23	4,7	3,3	3,3	3,3
VTR 300K07	32	2,6	1	0,5	0,2	25	5	4	4	4

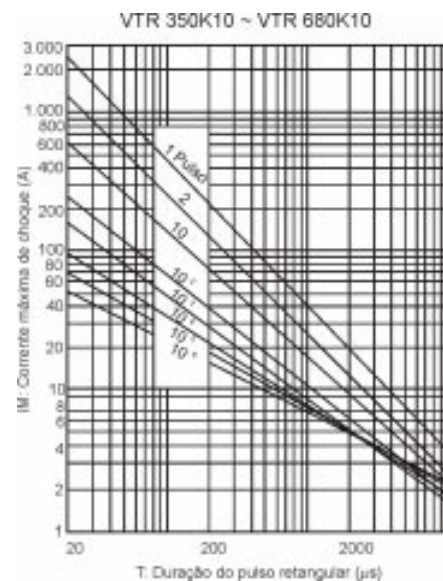
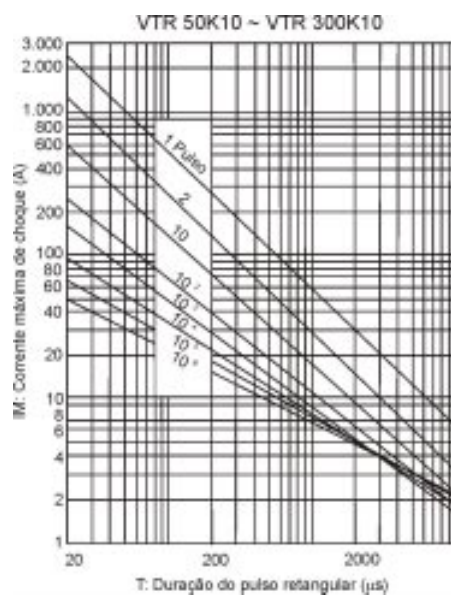
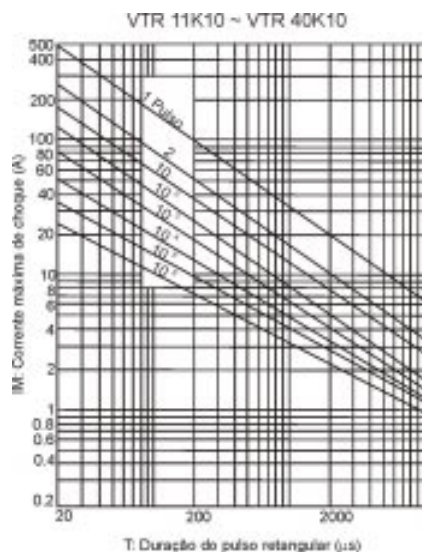


Referência	Máxima Tensão de Trabalho		Tensão Nominal Vdc @ 1mA		Tensão Máx. Clamping 8x20ms		Máxima Corrente 8x20ms		Potência Máx. Permanente	Energia (2ms)	Capacitância Típica 25°C
	ACrms (V)	DC (V)	(V)	Tolerância Mín. - Máx.	V (V)	I (A)	1 vez (A)	2 vezes (A)	(W)	1 vez (J)	@1KHz (pF)
VTR 11K10	11	14	18	16-20	*36	5	500	250	0,05	0,75	5.600
VTR 14K10	14	18	22	20-24	*43	5	500	250	0,05	1,00	4.500
VTR 17K10	17	22	27	24-30	*53	5	500	250	0,05	1,20	3.700
VTR 20K10	20	26	33	30-36	*65	5	500	250	0,05	1,60	3.000
VTR 25K10	25	31	39	35-43	*77	5	500	250	0,05	1,90	2.600
VTR 30K10	30	38	47	42-52	*93	5	500	250	0,05	2,20	2.100
VTR 35K10	35	45	56	50-62	*110	5	500	250	0,05	2,80	1.800
VTR 40K10	40	56	68	61-75	*135	5	500	250	0,05	3,40	1.500
VTR 50K10	50	65	82	74-90	135	25	2500	1250	0,40	15,00	1.200
VTR 60K10	60	85	100	90-110	165	25	2500	1250	0,40	20,00	1.000
VTR 75K10	75	100	120	108-132	200	25	2500	1250	0,40	24,00	830
VTR 95K10	95	125	150	135-165	250	25	2500	1250	0,40	26,00	670
VTR 115K10	115	150	180	162-198	300	25	2500	1250	0,40	28,00	560
VTR 130K10	130	170	200	180-220	340	25	2500	1250	0,40	32,00	500
VTR 140K10	140	180	220	198-242	360	25	2500	1250	0,40	36,00	450
VTR 150K10	150	200	240	216-264	395	25	2500	1250	0,40	40,00	420
VTR 175K10	175	225	270	243-297	455	25	2500	1250	0,40	43,00	370
VTR 195K10	195	250	300	270-330	505	25	2500	1250	0,40	45,00	330
VTR 210K10	210	275	330	297-363	550	25	2500	1250	0,40	48,00	300
VTR 230K10	230	300	360	324-396	595	25	2500	1250	0,40	50,00	280
VTR 250K10	250	320	390	351-429	650	25	2500	1250	0,40	55,00	260
VTR 275K10	275	350	430	387-473	710	25	2500	1250	0,40	60,00	230
VTR 300K10	300	385	470	423-517	775	25	2500	1250	0,40	65,00	210
VTR 350K10	350	455	560	504-616	925	25	2500	1250	0,40	74,00	150
VTR 385K10	385	505	620	538-682	1.025	25	2500	1250	0,40	80,00	140
VTR 420K10	420	560	680	612-748	1.120	25	2500	1250	0,40	85,00	130
VTR 460K10	460	615	750	675-825	1.240	25	2500	1250	0,40	95,00	130
VTR 485K10	485	640	780	702-858	1.290	25	2500	1250	0,40	97,00	130
VTR 510K10	510	670	820	738-902	1.355	25	2500	1250	0,40	100,00	120
VTR 550K10	550	745	910	819-1001	1.500	25	2500	1250	0,40	110,00	100
VTR 625K10	625	825	1000	900-1100	1.650	25	2500	1250	0,40	120,00	90
VTR 680K10	680	895	1100	990-1210	1.815	25	2500	1250	0,40	135,00	80





I máx. (A)											
Máxima corrente de surto permitida em função do número de surtos ao longo da vida útil do varistor											
Onda retangular 20ms (onda normalizada 8/20ms)							Onda retangular 2ms				
Referência	1	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 14K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 17K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 20K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 25K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 30K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 35K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 40K10	500	250	125	50	25	15	20	5	3,4	2,5	2
VTR 50K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 60K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 75K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 95K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 115K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 130K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 140K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 150K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 175K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 195K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 210K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 230K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 250K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 275K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 300K10	2500	1250	250	100	50	25	30	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 350K10	2500	1250	250	100	50	25	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 385K10	2500	1250	250	100	50	25	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 420K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 460K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 485K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 510K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 550K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 625K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0
VTR 680K10	2500	1250	250	100	50	30	20	6,5	5,0	5,0	5,0



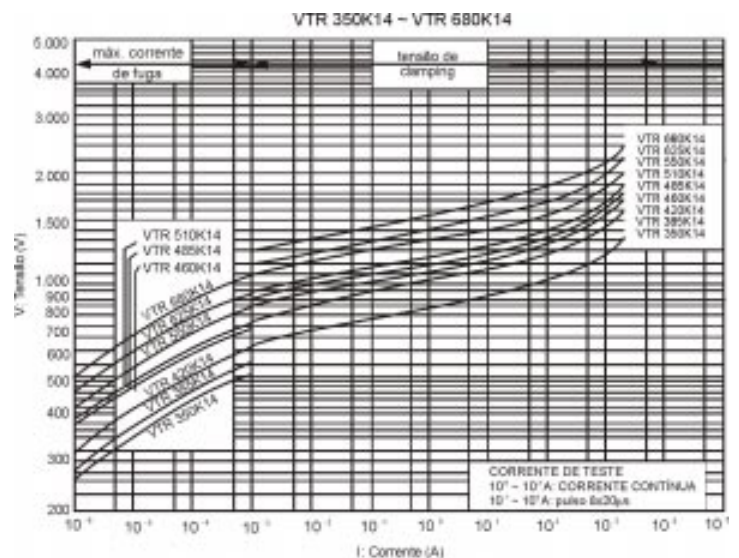
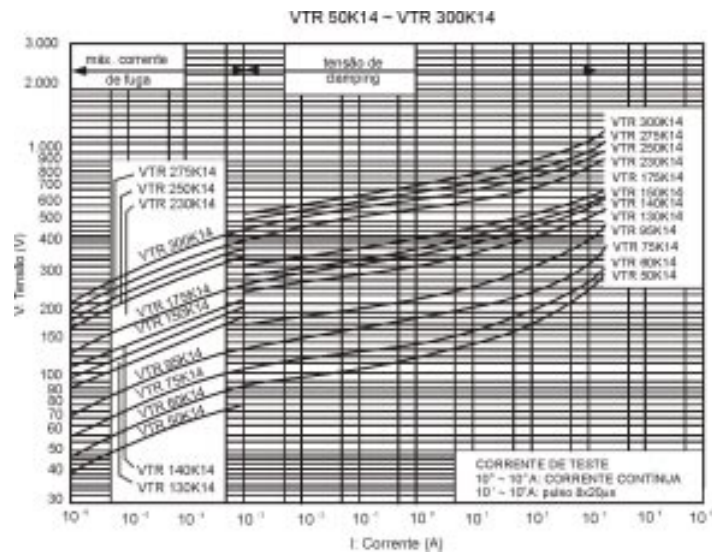
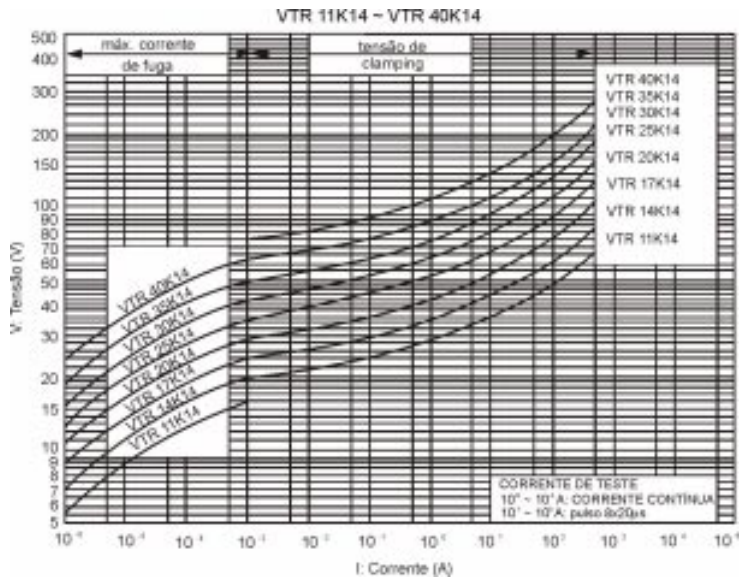


E Máx. (J)										
Máxima absorção de energia permitida em função do número de absorções ao longo da vida útil do varistor										
Entrada de energia com onda retangular 20ms (onda normalizada 8x20ms)						Entrada de energia com onda retangular 2ms				
Referência	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K10	0,75	0,16	0,05	0,02	0,01	1,76	0,35	0,23	0,18	0,13
VTR 14K10	1	0,2	0,06	0,03	0,01	2,1	0,4	0,29	0,22	0,16
VTR 17K10	1,2	0,25	0,08	0,03	0,01	2,6	0,5	0,35	0,28	0,2
VTR 20K10	1,6	0,3	0,09	0,04	0,02	3,2	0,7	0,41	0,33	0,24
VTR 25K10	1,9	0,4	0,11	0,05	0,02	3,8	0,8	0,49	0,38	0,28
VTR 30K10	2,2	0,45	0,13	0,06	0,03	4,4	1	0,68	0,45	0,34
VTR 35K10	2,8	0,55	0,16	0,06	0,03	5,6	1,1	0,72	0,55	0,42
VTR 40K10	3,4	0,65	0,19	0,09	0,04	6,8	1,4	0,89	0,68	0,48
VTR 50K10	15	0,9	0,3	0,1	0,07	8,4	1,7	1,3	1,3	1,3
VTR 60K10	20	1,1	0,4	0,2	0,1	10	2,1	1,6	1,6	1,6
VTR 75K10	24	1,4	0,5	0,2	0,1	12	2,3	1,9	1,9	1,9
VTR 95K10	26	1,6	0,6	0,3	0,1	15	3,1	2,3	2,3	2,3
VTR 115K10	28	1,8	0,7	0,3	0,1	18	3,5	2,7	2,7	2,7
VTR 130K10	32	2,1	0,8	0,4	0,2	20	4,1	3,2	3,2	3,2
VTR 140K10	36	2,3	0,8	0,4	0,2	22	4,4	3,3	3,3	3,3
VTR 150K10	40	2,5	1	0,4	0,2	24	5	3,6	3,6	3,6
VTR 175K10	43	2,8	1	0,5	0,2	30	6	4,2	4,2	4,2
VTR 195K10	45	3	1,1	0,5	0,3	31	6,4	4,2	4,2	4,2
VTR 210K10	48	3,3	1,2	0,6	0,3	32	6,8	5,5	5,5	5,5
VTR 230K10	50	3,5	1,3	0,6	0,3	35	7,2	5,5	5,5	5,5
VTR 250K10	55	4	1,5	0,7	0,3	37	8,3	6,2	6,2	6,2
VTR 275K10	60	4,3	1,6	0,8	0,4	45	9,1	6,7	6,7	6,7
VTR 300K10	65	4,5	1,8	0,8	0,4	46	10	8	8	8
VTR 350K10	74	5,5	2	1	0,5	47	11	9	9	9
VTR 385K10	80	6	2,2	1,1	0,6	48	12	10	10	10
VTR 420K10	85	6,5	2,4	1,2	0,7	49	13	11	11	11
VTR 460K10	95	7	3	1,3	0,8	50	14	11	11	11
VTR 485K10	97	7,5	3	1,4	0,8	52	15	12	12	12
VTR 510K10	100	7,8	3	1,4	0,8	55	16	12	12	12
VTR 550K10	110	8,5	3,3	1,6	0,9	60	18	14	14	14
VTR 625K10	120	9	3,6	1,7	1	65	20	15	15	15
VTR 680K10	135	10,5	4	1,9	1,1	72	22	17	17	17

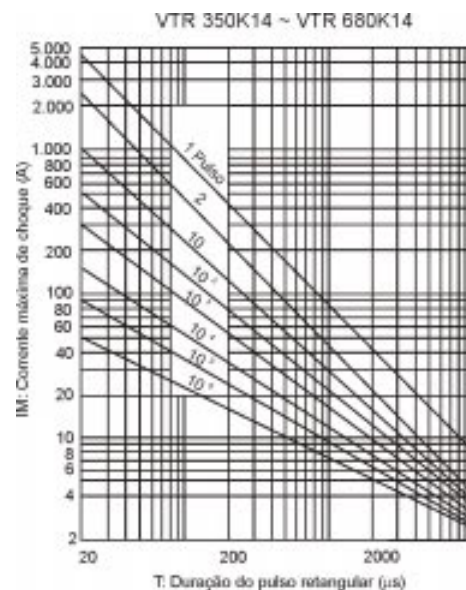
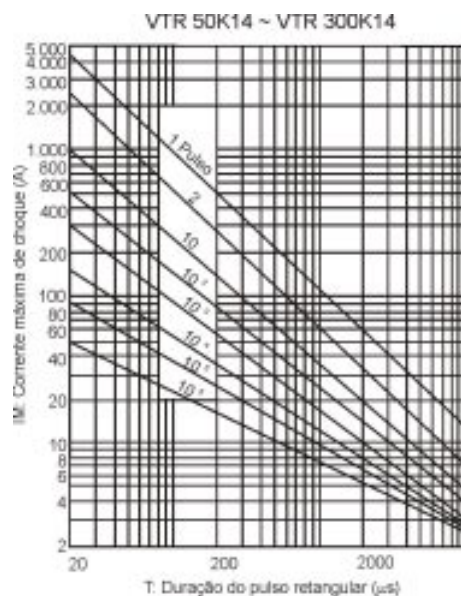
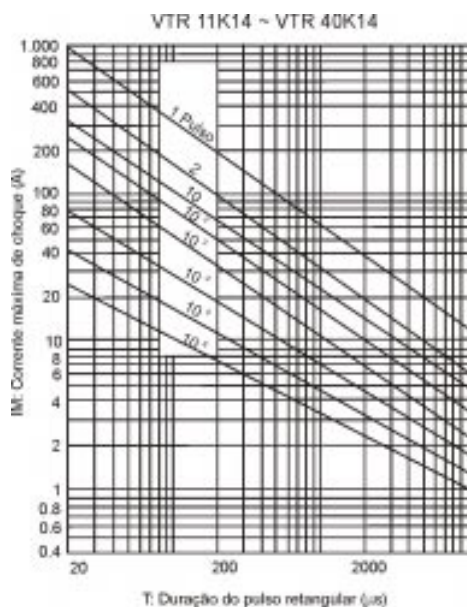




Referência	Máxima Tensão de Trabalho		Tensão Nominal Vdc @ 1mA		Tensão Máx. Clamping 8x20ms		Máxima Corrente 8x20ms		Potência Máx. Permanente	Energia (2ms)	Capacitância Típica 25°C
	ACrms (V)	DC (V)	(V)	Tolerância Mín. - Máx.	V (V)	I (A)	1 vez (A)	2 vezes (A)	(W)	1 vez (J)	@1KHz (pF)
VTR 11K14	11	14	18	16-20	36	10	1000	500	0,10	1,6	11.100
VTR 14K14	14	18	22	20-24	43	10	1000	500	0,10	2,0	9.100
VTR 17K14	17	22	27	24-30	53	10	1000	500	0,10	2,7	7.400
VTR 20K14	20	26	33	30-36	65	10	1000	500	0,10	3,3	6.100
VTR 25K14	25	31	39	35-43	77	10	1000	500	0,10	3,7	5.100
VTR 30K14	30	38	47	42-52	93	10	1000	500	0,10	4,4	4.300
VTR 35K14	35	45	56	50-62	110	10	1000	500	0,10	5,2	3.600
VTR 40K14	40	56	68	61-75	135	10	1000	500	0,10	6,8	2.900
VTR 50K14	50	65	82	74-90	135	50	4500	2500	0,60	27,0	2.400
VTR 60K14	60	85	100	90-110	165	50	4500	2500	0,60	30,0	2.000
VTR 75K14	75	100	120	108-132	200	50	4500	2500	0,60	38,0	1.700
VTR 95K14	95	125	150	135-165	250	50	4500	2500	0,60	45,0	1.300
VTR 115K14	115	150	180	162-198	300	50	4500	2500	0,60	50,0	1.100
VTR 130K14	130	170	200	180-220	340	50	4500	2500	0,60	55,0	1.000
VTR 140K14	140	180	220	198-242	360	50	4500	2500	0,60	60,0	900
VTR 150K14	150	200	240	216-264	395	50	4500	2500	0,60	65,0	830
VTR 175K14	175	225	270	243-247	455	50	4500	2500	0,60	68,0	740
VTR 195K14	195	250	300	270-330	505	50	4500	2500	0,60	72,0	670
VTR 210K14	210	275	330	297-363	550	50	4500	2500	0,60	78,0	610
VTR 230K14	230	300	360	324-396	595	50	4500	2500	0,60	85,0	560
VTR 250K14	250	320	390	351-429	650	50	4500	2500	0,60	92,0	510
VTR 275K14	275	350	430	387-473	710	50	4500	2500	0,60	100,0	460
VTR 300K14	300	385	470	423-517	775	50	4500	2500	0,60	110,0	430
VTR 350K14	350	460	560	504-616	925	50	4500	2500	0,60	120,0	320
VTR 385K14	385	505	620	558-682	1025	50	4500	2500	0,60	140,0	290
VTR 420K14	420	560	680	612-748	1120	50	4500	2500	0,60	150,0	260
VTR 460K14	460	615	750	675-825	1240	50	4500	2500	0,60	170,0	230
VTR 485K14	485	640	780	702-858	1290	50	4500	2500	0,60	175,0	230
VTR 510K14	510	670	820	738-902	1355	50	4500	2500	0,60	185,0	200
VTR 550K14	550	745	910	819-1001	1500	50	4500	2500	0,60	200,0	180
VTR 625K14	625	825	1000	900-1100	1650	50	4500	2500	0,60	210,0	150
VTR 680K14	680	895	1100	990-1210	1815	50	4500	2500	0,60	225,0	150
VTR 1000K14	1000	1465	1800	1620-1980	2970	50	4500	2500	0,60	360,0	100



I máx. (A)											
Máxima corrente de surto permitida em função do número de surtos ao longo da vida útil do varistor											
Onda retangular 20ms (onda normalizada 8/20ms)							Onda retangular 2ms				
Referência	1	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 14K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 17K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 20K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 25K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 30K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 35K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 40K14	1000	500	250	75	25	15	40	12	4,8	2,5	2
VTR 50K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 60K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 75K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 95K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 115K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 130K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 140K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 150K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 175K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 195K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 210K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 230K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 250K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 275K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 300K14	4500	2500	500	150	50	25	55	13	7,5	5,0	4,0
VTR 350K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 385K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 420K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 460K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 485K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 510K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 550K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 625K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 680K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5
VTR 1000K14	4500	2500	500	160	50	25	40	12	7,5	4,5	3,5





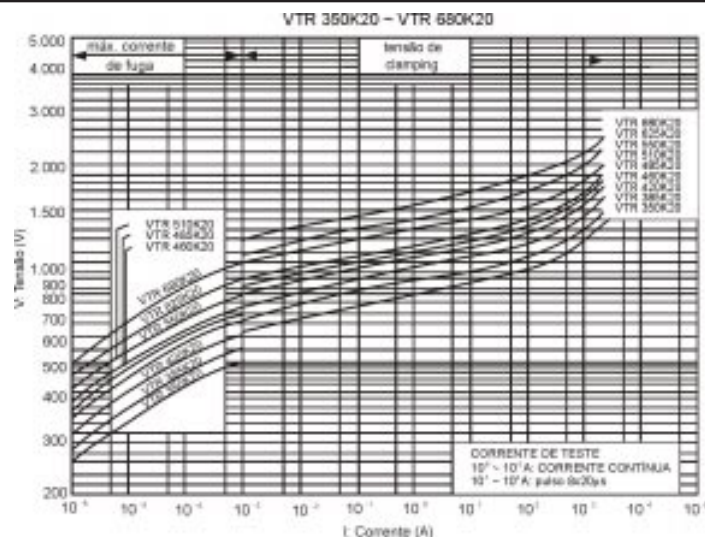
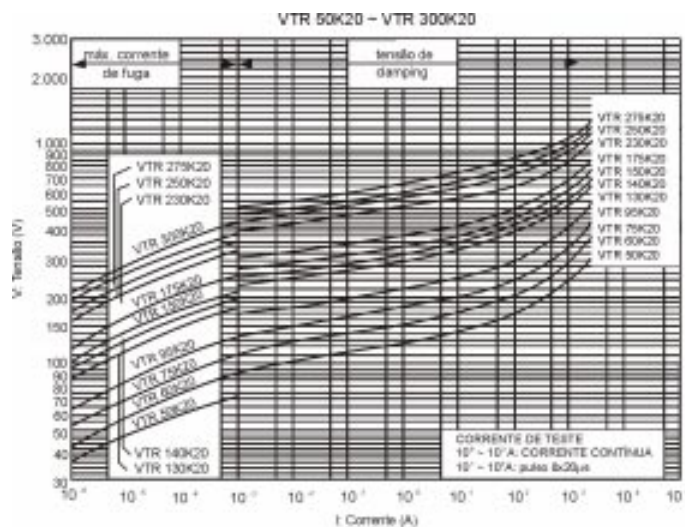


E Máx. (J)										
Máxima absorção de energia permitida em função do número de absorções ao longo da vida útil do varistor										
Entrada de energia com onda retangular 20ms (onda normalizada 8x20ms)						Entrada de energia com onda retangular 2ms				
Referência	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K14	1,6	0,28	0,07	0,02	0,01	3,36	1	0,43	0,16	0,12
VTR 14K14	2	0,35	0,08	0,03	0,01	4	1,06	0,5	0,19	0,14
VTR 17K14	2,7	0,45	0,11	0,03	0,02	5	1,32	0,62	0,24	0,17
VTR 20K14	3,3	0,55	0,13	0,04	0,02	6	1,56	0,77	0,34	0,22
VTR 25K14	3,7	0,63	0,15	0,05	0,02	7,2	1,92	0,91	0,35	0,26
VTR 30K14	4,4	0,8	0,17	0,06	0,03	8,8	2,35	1,11	0,45	0,32
VTR 35K14	5,2	0,93	0,23	0,06	0,04	10,4	2,8	1,35	0,5	0,37
VTR 40K14	6,8	1,3	0,27	0,08	0,05	12,8	3,6	1,54	0,6	0,44
VTR 50K14	27	2	0,6	0,1	0,07	15	3,4	1,8	1,2	1
VTR 60K14	30	2,3	0,7	0,2	0,1	20	4,2	2,3	1,5	1,2
VTR 75K14	38	2,6	0,8	0,2	0,1	22	4,7	2,7	1,8	1,5
VTR 95K14	45	3,3	1	0,3	0,1	30	6,2	3,5	2,3	1,8
VTR 115K14	50	3,7	1,1	0,3	0,2	35	7,2	4	2,7	2,2
VTR 130K14	55	4,2	1,3	0,3	0,2	38	8,3	4,7	3,1	2,5
VTR 140K14	60	4,4	1,5	0,4	0,2	40	9	5	3,2	2,6
VTR 150K14	65	5	1,5	0,4	0,2	45	10	5,4	3,5	2,7
VTR 175K14	68	5,5	1,6	0,4	0,2	50	10,5	6,2	4	3
VTR 195K14	72	6	1,8	0,5	0,3	55	12	7	4,5	3,5
VTR 210K14	78	6,5	1,9	0,5	0,3	65	13	7,5	5	4
VTR 230K14	85	7	2,1	0,6	0,3	70	15	8	5,5	4,5
VTR 250K14	92	8	2,4	0,7	0,3	72	17	9	6	4,8
VTR 275K14	100	3,8	2,5	0,7	0,4	75	18	10	6,5	5,5
VTR 300K14	110	10	2,6	0,7	0,4	80	20	10	7	5,6
VTR 350K14	120	11	3	0,85	0,5	83	21	11	8	6,5
VTR 385K14	140	12	3,5	1	0,5	87	23	15	9	7
VTR 420K14	150	13	4	1,1	0,7	90	25	16	10	7
VTR 460K14	170	15	4,2	1,3	0,7	100	28	17	10	8
VTR 485K14	175	16	4,5	1,4	0,8	105	29	18	11	8
VTR 510K14	185	17	4,7	1,4	0,8	110	31	19	12	8
VTR 550K14	200	18	5,1	1,5	0,9	120	35	21	13	10
VTR 625K14	210	19	5,6	1,7	1	130	37	23	14	10
VTR 680K14	225	21	6,5	1,9	1,1	145	40	25	15	12
VTR 1000K14	360	33	10	3	1,5	240	70	40	24	19

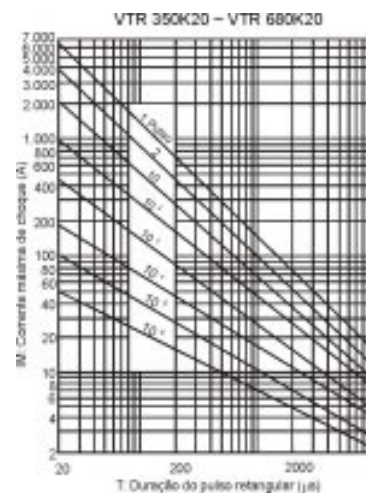
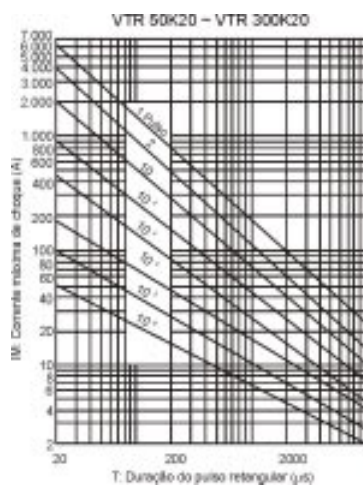




Referência	Máxima Tensão de Trabalho		Tensão Nominal Vdc @ 1mA		Tensão Máx. Clamping 8x20ms		Máxima Corrente 8x20ms		Potência Máx. Permanente	Energia (2ms)	Capacitância Típica 25°C
	ACrms (V)	DC (V)	(V)	Tolerância Mín. - Máx.	V (V)	I (A)	1 vez (A)	2 vezes (A)	(W)	1 vez (J)	@1KHz (pF)
VTR 11K20	11	14	18	16-20	36	20	2000	1500	0,2	3	37000
VTR 14K20	14	18	22	20-24	43	20	2000	1500	0,2	4	30000
VTR 17K20	17	22	27	24-30	53	20	2000	1500	0,2	5,6	22000
VTR 20K20	20	26	33	30-36	65	20	2000	1500	0,2	6,6	17000
VTR 25K20	25	31	39	35-43	77	20	2000	1500	0,2	7,8	15000
VTR 30K20	30	38	47	42-52	93	20	2000	1500	0,2	9	13000
VTR 35K20	35	45	56	50-62	110	20	2000	1500	0,2	10,8	11000
VTR 40K20	40	56	68	61-72	135	20	2000	1500	0,2	14	7000
VTR 50K20	50	65	82	74-90	135	100	6500	4000	1,0	26	4900
VTR 60K20	60	86	100	90-110	165	100	6500	4000	1,0	45	4000
VTR 75K20	75	100	120	108-132	200	100	6500	4000	1,0	55	3300
VTR 95K20	95	125	150	135-165	250	100	6500	4000	1,0	65	2700
VTR 115K20	115	150	180	162-198	300	100	6500	4000	1,0	75	2200
VTR 130K20	130	170	200	180-220	340	100	6500	4000	1,0	80	2000
VTR 140K20	140	180	220	190-242	360	100	6500	4000	1,0	90	1800
VTR 150K20	150	200	240	216-264	395	100	6500	4000	1,0	95	1650
VTR 175K20	175	225	270	243-297	456	100	6500	4000	1,0	110	1500
VTR 195K20	195	250	300	270-330	505	100	6500	4000	1,0	120	1300
VTR 210K20	210	275	330	297-363	550	100	6500	4000	1,0	125	1200
VTR 230K20	230	300	360	324-396	595	100	6500	4000	1,0	130	1100
VTR 250K20	250	320	390	351-429	650	100	6500	4000	1,0	140	1000
VTR 275K20	275	350	430	387-473	710	100	6500	4000	1,0	150	930
VTR 300K20	300	385	470	423-517	775	100	6500	4000	1,0	160	850
VTR 350K20	350	455	560	504-616	925	100	6500	4000	1,0	180	750
VTR 385K20	385	505	620	558-682	1025	100	6500	4000	1,0	220	680
VTR 420K20	420	560	680	612-748	1120	100	6500	4000	1,0	230	600
VTR 460K20	460	615	750	675-825	1240	100	6500	4000	1,0	260	580
VTR 485K20	485	640	780	702-858	1290	100	6500	4000	1,0	270	530
VTR 510K20	510	670	820	738-902	1355	100	6500	4000	1,0	280	500
VTR 550K20	550	745	910	819-1001	1500	100	6500	4000	1,0	300	450
VTR 625K20	625	825	1000	900-1100	1650	100	6500	4000	1,0	330	400
VTR 680K20	680	895	1100	990-1210	1815	100	6500	4000	1,0	365	380
VTR 1000K20	1000	1465	1800	1620-1980	2970	100	6500	4000	1,0	550	200



I máx. (A)											
Máxima corrente de surto permitida em função do número de surtos ao longo da vida útil do varistor											
Onda retangular 20ms (onda normalizada 8/20ms)							Onda retangular 2ms				
Referência	1	2 vezes	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 14K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 17K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 20K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 25K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 30K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 35K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 40K20	2000	2000	500	125	30	18	120	38	18	7,5	6
VTR 50K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 60K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 75K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 95K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 115K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 130K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 140K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 150K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 175K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 195K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 210K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 230K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 250K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 275K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 300K20	6500	4000	950	190	50	25	100	25	11	4,5	3,5
VTR 350K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 385K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 420K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 460K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 485K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 510K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 550K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 625K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 680K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5
VTR 1000K20	6500	4000	950	200	50	25	70	25	10	4,8	3,5





E Máx. (J)										
Máxima absorção de energia permitida em função do número de absorções ao longo da vida útil do varistor										
Entrada de energia com onda retangular 20ms (onda normalizada 8x20ms)						Entrada de energia com onda retangular 2ms				
Referência	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	infinito
VTR 11K20	3	0,55	0,12	0,02	0,01	11	2,9	1,3	0,47	0,36
VTR 14K20	4	0,67	0,15	0,03	0,01	13,1	3,34	1,6	0,54	0,43
VTR 17K20	5,6	0,9	0,19	0,03	0,02	16,8	4,2	1,8	0,69	0,55
VTR 20K20	6,6	1,08	0,24	0,04	0,02	21,6	5,3	2,3	0,84	0,66
VTR 25K20	7,8	1,3	0,28	0,05	0,03	26,4	6,1	2,7	1	0,78
VTR 30K20	9	1,65	0,35	0,07	0,03	33,6	7,6	3	1,2	1
VTR 35K20	10,8	1,9	0,4	0,07	0,04	38,4	8,5	3,8	1,43	1,14
VTR 40K20	14	2,2	0,48	0,09	0,05	45,6	11	4,86	1,73	1,32
VTR 50K20	26	3,6	0,5	0,1	0,07	28	6,5	2,6	1,1	0,8
VTR 60K20	45	4,3	0,7	0,2	0,1	34	8	3,3	1,3	1
VTR 75K20	55	5,1	0,8	0,2	0,1	40	9,5	4	1,5	1,2
VTR 95K20	65	6,3	1	0,2	0,1	52	12	5	2	1,5
VTR 115K20	75	7	1,2	0,3	0,2	60	14	6	2,3	1,8
VTR 130K20	80	8,4	1,4	0,3	0,2	65	16	6,6	2,7	2
VTR 140K20	90	9,1	1,5	0,3	0,2	70	17	7	2,9	2,1
VTR 150K20	95	10	1,6	0,4	0,2	75	18	7,5	3,1	2,2
VTR 175K20	110	11	1,8	0,4	0,2	90	21	8,6	3,4	2,5
VTR 195K20	120	12	2,4	0,6	0,3	120	30	12	5	4
VTR 210K20	125	14	2,4	0,6	0,3	120	30	12	5	4
VTR 230K20	130	15	2,4	0,6	0,3	120	30	12	5	4
VTR 250K20	140	16	2,7	0,6	0,3	130	32	13,2	5,2	4,1
VTR 275K20	150	17	2,9	0,7	0,3	140	35	14	5,7	4,2
VTR 300K20	160	18	3	0,7	0,4	150	35	15	6	4,5
VTR 350K20	180	19	4	0,8	0,5	155	40	16	7	5,5
VTR 385K20	220	25	4,5	1	0,5	160	45	18	9	6
VTR 420K20	230	27	4,8	1,1	0,5	165	50	21	10	7
VTR 460K20	260	30	5,4	1,2	0,6	170	55	23	10	7,5
VTR 485K20	270	31	5,6	1,3	0,7	180	57	24	11	8
VTR 510K20	280	32	5,8	1,3	0,7	190	60	25	12	8
VTR 550K20	300	35	6,4	1,5	0,7	210	65	28	13	9
VTR 625K20	330	38	7	1,6	0,8	225	70	30	14	10
VTR 680K20	365	42	8	1,8	1	250	80	33	16	11
VTR 1000K20	550	65	12	2,9	1,4	420	145	55	25	18

