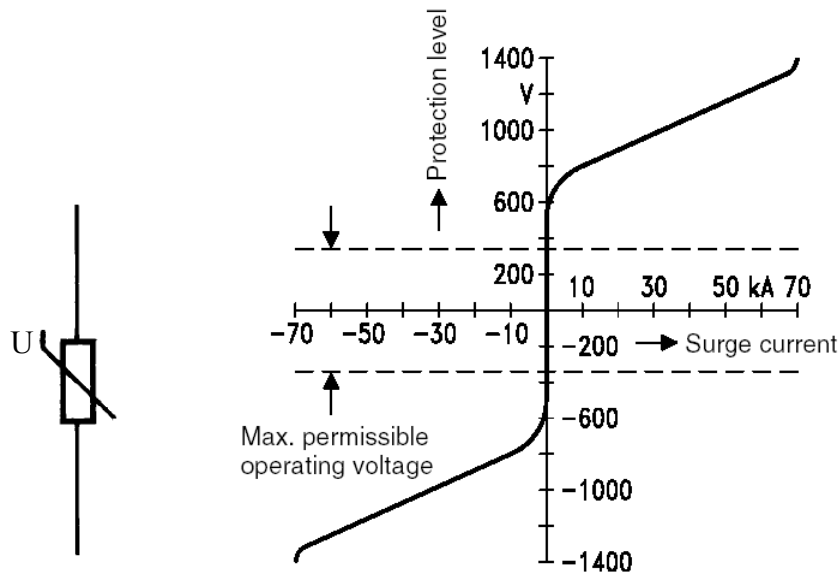


Varistorji

Varistorji, imenovani tudi VDR upori (Voltage Dependent Resistors), so upori z visoko nelinearno odvisnostjo upornosti od pritisnjene napetosti.



Slika 1: Simbol in statična u-i karakteristika

Značilno za te elemente je, da pri prekoračitvi neke karakteristične napetosti, t.j. nazivne napetosti varistorja U_N , upornost elementa naglo upade oziroma tok naglo naraste. Materiala iz katerih so izdelani varistorji sta običajno silicijev karbid SiC in cinkov oksid ZnO.

Tovarne podajajo izmerjene u-i karakteristike za družino varistorjev največkrat grafično na enega izmed načinov, ki ga kaže slika 2.

Običajno pa u-i karakteristiko podajajo s pomočjo dveh konstant C in β v obliki

$$U = C \cdot I^\beta$$

ali v obratni obliki

$$I = K \cdot U^\alpha,$$

kjer sta α (vrednost 5 za SiC in 50 za ZnO) in β snovni konstanti materiala. Konstanta α podaja torej strmino naraščanja toka z napetostjo (večja pri ZnO).

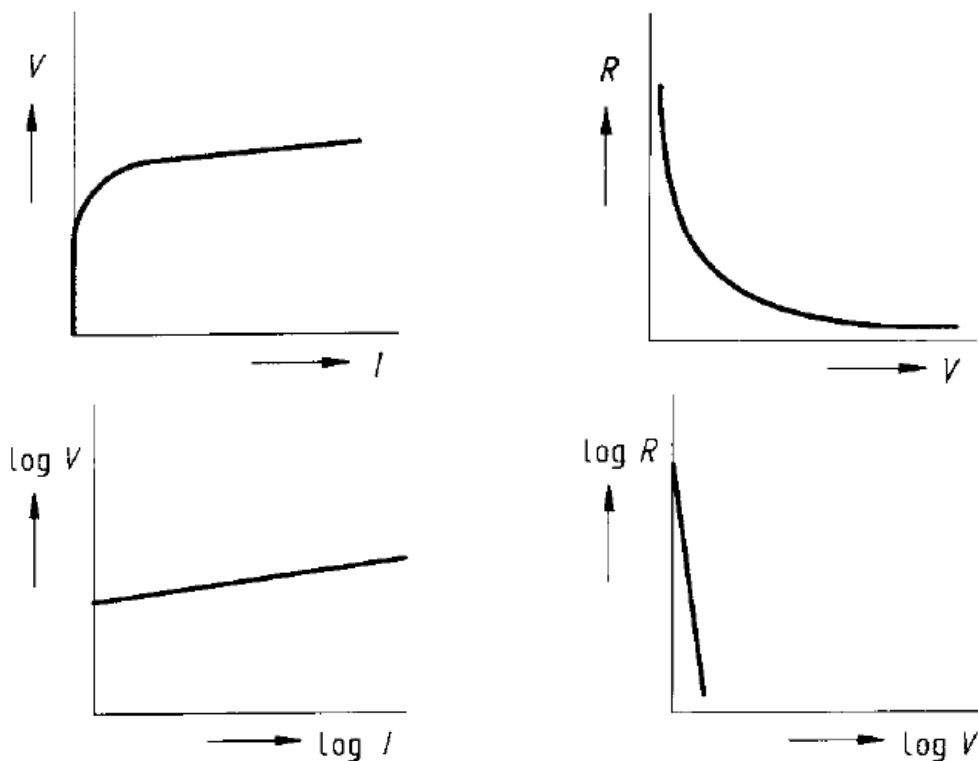
Upornost varistorja tako podamo v obliki

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{KU^\alpha} = \frac{1}{K} U^{1-\alpha},$$

medtem ko je izgubna moč definiran kot

$$P = U \cdot I = K \cdot U^{1+\alpha}.$$

Omenjene napetostno tokovne razmere proizvajalci podajajo na enega izmed naslednjih načinov.



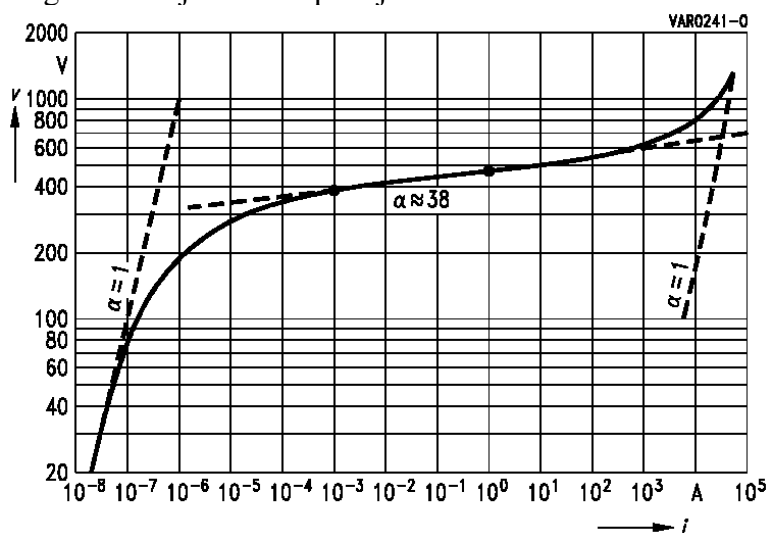
Slika 2: Načini prikaza u-i in r-u karakteristik v linearnem in dvojnem log. merilu

Zaradi izredno širokega razpona napetosti in toka se v praksi uporablja izključno dvojno logaritmično merilo, v katerem postaneta obe odvisnosti linearni

$$\log I = \log K + \alpha \log U$$

$$\log R = \log\left(\frac{1}{K}\right) + (1 - \alpha) \log U$$

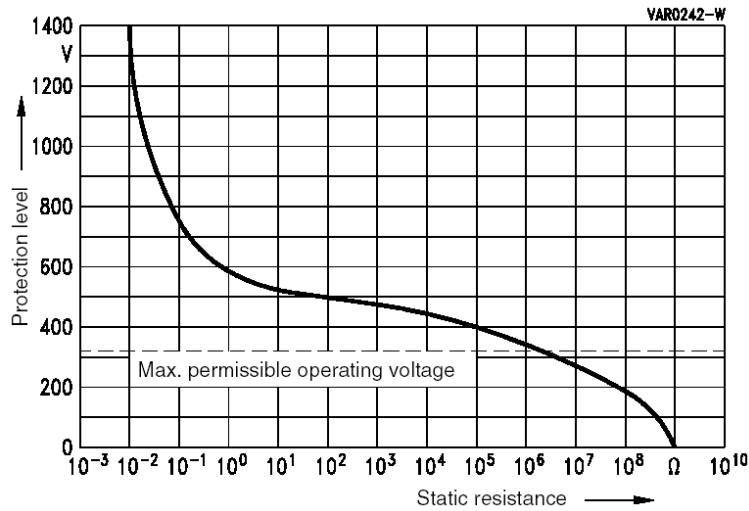
Karakteristiki realnega varistorja kažeta spodnji sliki.



Slika: Realna u-i karakteristika

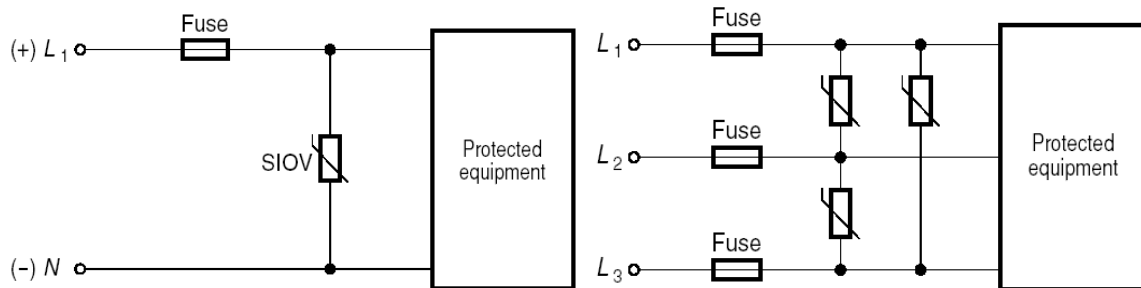
Kot je razvidno s slike lahko realno karakteristiko nadomestimo s tremi odsekoma veljavnimi premicami. Njihovo strmino t.j. snovno konstanto α izračunamo s poznavanjem dveh točk, ki ju vstavimo

$$\alpha = \frac{\log I_2 - \log I_1}{\log U_2 - \log U_1}$$



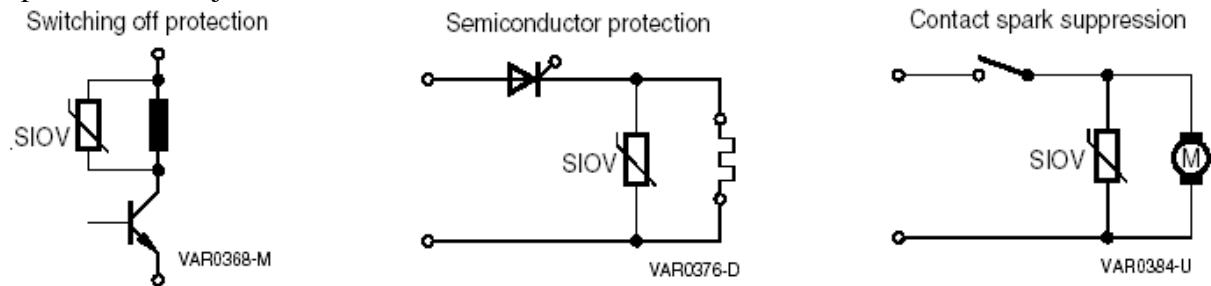
Slika: Realna r-u karakteristika

Iz dosedanjega opisa je razvidna osnovna naloga varistorja, ki ga vgrajujemo paralelno k elementom in napravam, ki bodisi generirajo periodične ali naključne prenapetosti, ali pa k elementom, ki jih želimo pred temi prenapetostmi zaščititi. Varistor to nalogo opravi tem bolje čim večja je sprememba njegove upornosti v primeru prenapetosti. Na sliki__ vidimo, da je upornost varistorja, ko je priključena napetost manjša od maksimalne obratovalne napetosti, večja od 1 MΩ. V primeru prenapetosti pa upornost pade tudi za faktor 10⁸ do 10¹⁰.



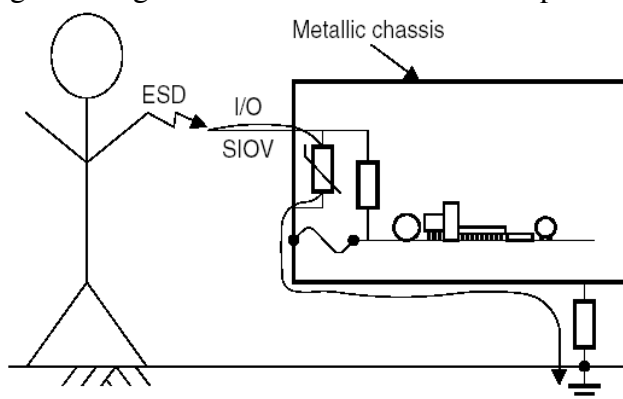
Slika:

Prenapetostna zaščita električnih naprav pred udarnim napetostnim valom, ki ga povzroči udar strele v bližino ali v vod električnega omrežja, predstavlja najbolj tipično področje uporabe varistorjev.



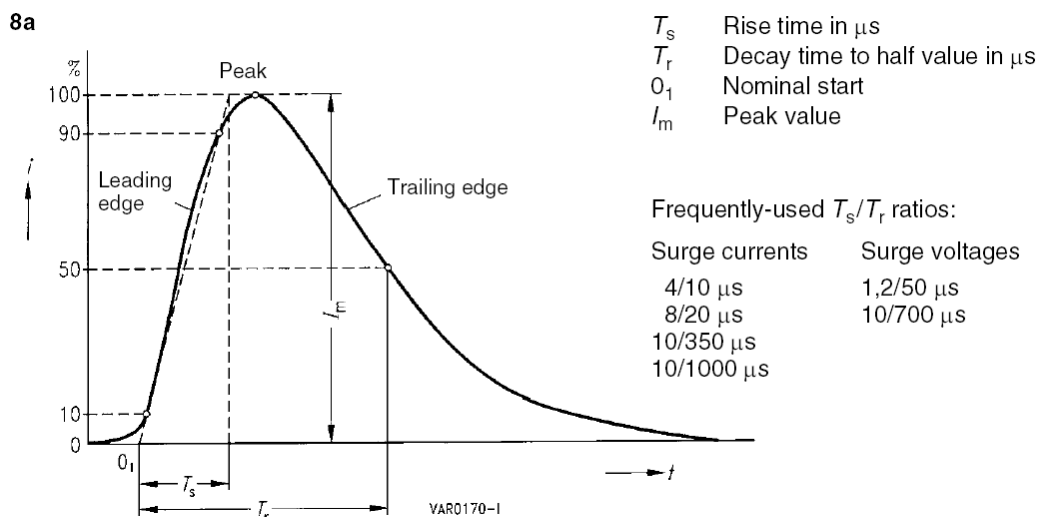
Slika:

Zelo razširjena je zaščita polprevodniških stikal pred prenapetostmi in iskrenjem na kontaktih elektromehanskih stikal, ki so posledica izklapljanj ohmsko induktivnih bremen (slika ___). Uporabljamo jih tudi za zaščito pred izpraznitvijo elektrostatične napetosti preko nizkonapetostnih analognih in digitalnih vhodov elektronskih naprav.



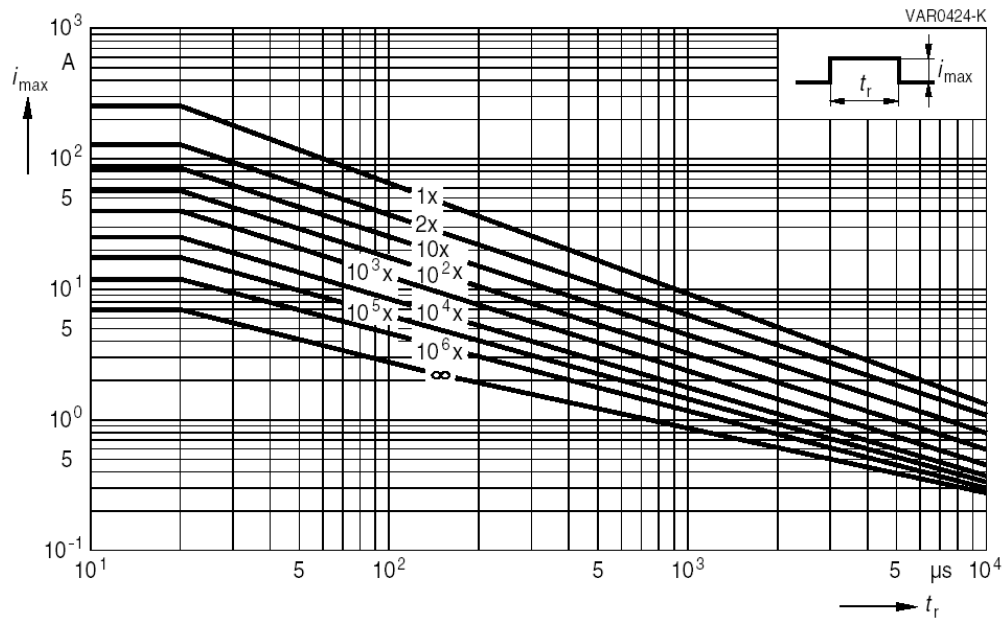
Slika:

Pri takšnem obratovanju pa kriterij izbire ustreznega varistorja ne more biti zgolj njegova nazivna in maksimalno dopustna obratovalna napetost, ampak tudi maksimalni udarni tok in izgubna moč, ki se sprošča v varistorju v primeru prenapetosti. V ta namen se varistorji testirajo in podajajo njegove maksimalne vrednosti udarnih tokov s standardiziranimi oblikami udarnih pulzov.



Slika:

Ponovljivost tokovnih pulzov in njihova energijska vsebina so osnovno merilo za pričakovano življenjsko dobo varistorja.



Slika:

V primeru, da pri izračunu udarnih tokov predvidevamo prekoračenje v grafu podanih karakteristik (za določeno trajanje in ponovljivost pulza) moramo izbrati varistor z večjo energijsko sposobnostjo. Velja, da večje ko so geometrijske mere varistorja, večja je njegova energijska sposobnost.



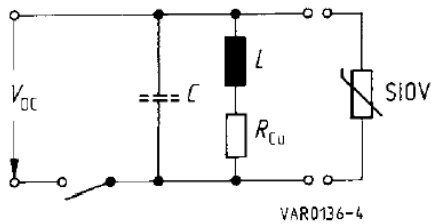
Slika:

4.1 Switching off inductive loads

The discharge of an inductor produces high voltages that endanger both the contact breaker (switching transistor and the like) and the inductor itself. According to equation 17 the energy stored in the coil is $\frac{1}{2} L i^2$. So, when the inductor is switched off, this energy charges a capacitor in parallel with the inductor (this capacitor can also be the intrinsic capacitance of the coil). Not allowing for the losses, and for $\frac{1}{2} C v^2 = \frac{1}{2} L i^2$, the values of figure 53 produce:

$$v^* = i^* \sqrt{\frac{L}{C}} = 1 \sqrt{\frac{0,1}{250 \cdot 10^{-12}}} = 20\,000 \text{ V}$$

To suppress this transient, a varistor is to be connected in parallel with the inductor as a fly-wheel circuit.



V_{DC}	= 24 V
L	= 0,1 H
R_{Cu}	= 24 Ω
I	= 1 A
C	= 250 pF

Required switching rate	= 10^6
Period	= 10 s
Required protection level	< 65 V

Figure 53 Limiting switching transients with a varistor as fly-wheel circuit

Operating voltage

The DC operating voltage is given as 24 V (cf. figure 53). If the possible increase in operating voltage is no more than 2 V, types with a maximum permissible DC operating voltage of 26 V should be chosen from the product tables to arrive at as low a protection level as possible. The types available in this category are

■ disks	S...K20, S...K20E2
■ SMDs	CU...K20G2, CT/CN...K20G
■ hicaps	SR...K20M...