

# METALOKSIDNI (ZnO) VARISTORJI

Janez Benda

**Ključne besede:** varistorji kovinooksidni, ZnO varistorji, varistorji visokoenergijski, uporaba, zaščita prenapetostna, elementi zaščitni

**Povzetek:** V članku so našteje nekatere pomembnejše prednosti metaloksidnih (ZnO) varistorjev pred ostalimi zaščitnimi elementi. Opisane in prikazane so tudi nekatere najpogostejše aplikacije ZnO varistorjev.

## Metal Oxide (ZnO) Varistors

**Keywords:** metal oxide varistors, ZnO varistors, high energy varistors, applications, high voltage protection, protection elements

**Abstract:** The most important advantages of metal oxide varistors over other protection elements are given in the present article. Some frequent applications are described.

One of the few disadvantages of the semiconductor is its sensitivity to overvoltages. Since more and more electronic components are used in all fields of electrical engineering, optimum surge voltage protection has become an aspect of fundamental importance. In this respect, metal oxide varistors have proven to be indispensable protective elements owing to their virtually universal range of applications and their high reliability.

ZnO varistors are symmetrical voltage-dependent non-linear resistors that are made primarily of zinc oxide and in formed disc configurations which are sintered at high temperatures.

Varistors are voltage-dependent resistors with symmetrical voltage / current characteristics. Their impedance is a nonlinear inverse function of applied voltage. At rated voltage their impedance is high. When a higher voltage transient appears across the varistor, its impedance sharply decreases to a low value. This transient voltage is clamped to a safe level and the energy in the transient is dissipated in the varistor.

Metal oxide varistors are very widely used in appliances connected to 110 V or 220 V AC for their protection.

Typical applications include:

- Protection of semiconductors such as diodes, transistors, thyristors, triacs, IC's etc.
- Protection of equipment connected to telephone or signal lines such as security systems, fire alarm systems etc.
- Protection of instrument input terminals from accidentally connected high voltage.
- Arc suppression across relays and switch contacts.
- Industrial equipment vulnerable to transients on the AC power lines such as computers, traffic controls, motor controllers etc.
- Stabilization of the circuit voltage in various equipment.

Metaloksidni (ZnO) varistor je napetostno odvisen, torej nelinearni upor z U-I karakteristiko, ki je podobna karakteristiki Zenerjeve diode v zaporni smeri, s to razliko, da je karakteristika varistorja simetrična. Tok skozi varistor je eksponencialno odvisen od napetosti na varistorju. Odvisnost je podana z izrazom  $I = K U^\alpha$ , kjer je K konstanta in  $\alpha$  nelinearni koeficient. Karakteristika varistorja je izrazitejša (strmejša), čim večja je vrednost nelinearnega koeficienta.

Če se pojavi visokonapetostni impulz, se upornost varistorja naglo zmanjša z zelo velike vrednosti na nivo dobre prevodnosti. Varistor tako absorbira energijo škodljive visokonapetostne konice in zniža napetost na nenevaren nivo ter tako zaščiti občutljive elektronske elemente in naprave pred poškodbami.

Metaloksidni (ZnO) varistor se odlikuje zlasti po relativno kratkem odzivnem času, veliki energijski absorpciji, velikem koeficientu nelinearnosti  $\alpha$ ,...

Zaradi teh dobrih lastnosti in vse nižje cene se ta varistor vse več uporablja tako v profesionalni, kot tudi široki

potrošnji. Pri tem pa tudi zaradi svojih izrednih lastnosti uspešno nadomešča druge zaščitne elemente (zlasti plinski odvodnik in SiC varistor).

Plinski odvodniki imajo sicer relativno visoko sposobnost energijske absorpcije, vendar pa imajo izredno dolg odzivni čas, kar pa je za sodobne elektronske elemente in naprave, žal, neuporabno. Ti zaščitni elementi se zato uporabljajo največkrat le v kombinaciji z drugimi (predvsem z metaloksidnimi varistorji).

SiC varistorji imajo visoko sposobnost energijske absorpcije, njihova velika slaba lastnost pa je izredno majhna vrednost nelinearnega koeficienta  $\alpha$ . To pa povzroča velike preostale napetosti na teh elementih in uporabo teh varistorjev le v seriji z iskrišči ali plinskimi odvodniki. SiC varistorje so že skoraj popolnoma zamenjali boljši metaloksidni varistorji.

Supresorske diode imajo veliko vrednost nelinearnega koeficienta, kar pomeni relativno nizko preostalo napetost na teh elementih. Imajo pa tudi slabo lastnost, ker ne prenesejo velikih tokov, s tem pa tudi energij.

Uporabniki naših metaloksidnih varistorjev se ukvarjajo z najrazličnejšo elektroniko pa tudi elektrotehniko.

Velik odjemalec varistorjev so proizvajalci telekomunikacijske opreme (zlasti telefonskih central). Tu je potrebno omeniti, da so uporabniki varistorjev poleg proizvajalcev telekomunikacijske opreme tudi pošte.

Drugo veliko področje uporabe naših varistorjev pa je t. i. zabavna elektronika, oz. neprofesionalna elektronika, kamor štejemo tudi različne gospodinjske aparate,...

Tudi uporabniki naših varistorjev v profesionalne namene so zelo številni.

Glavna in zelo široka področja uporabe metaloksidnih varistorjev so zlasti :

- telekomunikacije
- močnostna elektronika
- usmerniška elektronika
- merilna in regulacijska tehnika
- procesna tehnika
- računalništvo
- industrijska elektronika
- medicinska oprema
- gospodinjska tehnika
- avtomobilska elektronika
- zabavna elektronika
- kontaktna tehnika
- električna vozila

### Telekomunikacije

Na tem področju je zlasti pomembna zaščita v telefoniji. Tu je posebno potrebno omeniti zaščito telefonskih central in telefonskih aparatov pred prenapetostnimi konicami, ki so lahko različnih vzrokov (atmosferske praznitve, vplivi energetskih vodov,...). Tako lahko na različne načine (odvisno od lokacije telefonskih naročnikov in telefonskih central) izvedemo tako zaščito. Najučinkovitejša varistorska prenapetostna zaščita je povezava ustreznih varistorjev med linijo a in b, med linijo a in ozemljitvijo ter med linijo b in ozemljitvijo. Za posebne primere pa dodamo še hitre bidirekionalne diode. Na samem začetku zaščite je priporočljivo ustrezno montirati še plinske odvodnike. Taka zaščita je zelo primerna na strani telefonskih central, na strani telefonskih aparatov (telexov,...) pa je tudi potrebna podobna zaščita, ker z njo ščitimo svoj telefonski aparat.

Take zaščite so nujno potrebne zlasti pri elektronskih telefonskih centralah in elektronskih telefonskih aparatih (telexov...).

### Močnostna elektronika

Problem, ki tu izstopa, je vsekakor zaščititi sam element in okolico pri delovanju tiristorjev. To lahko učinkovito storimo z ustreznim metaloksidnim varistorjem, ki ga priključimo med anodo in katodo tiristorja.

### Usmerniška elektronika

Varistorsko zaščito namestimo takoj za transformatorjem, oz. pred diodnim mostičkom za usmerjanje. Pri enofaznem usmerniškem vezju namestimo varistor med fazni in ničelni vodnik, pri trifaznem pa med posamezne fazne vodnike.

### Merilna in regulacijska tehnika

Tudi merilna in regulacijska tehnika je izredno občutljiva na prenapetostne konice. Tudi tu pride do izraza podobna zaščita kot pri močnostni elektroniki (zaščititi je namreč potrebno tiristorje pri različnih regulacijah).

### Procesna tehnika in računalništvo

Tu je izredno pomembna zaščita takih sistemov pred prenapetostmi, ki prihajajo prek napajalnega dela, torej prek omrežja. Zato je potrebno poleg kvalitetnega RF filtra namestiti tudi dobro prenapetostno zaščito. To izvedemo tako, da priklopimo ustrezen varistor med fazni in ničelni vodnik, med fazni in ozemljitveni vodnik ter med ničelni in ozemljitveni vodnik. Priporočljivo je poleg varistorjev na enak način vgraditi še tranzientne diode.

Prav tako je tudi pomembna zaščita podatkovnih linij. Način zaščite je podoben ukrepom, ki so bili opisani pri zaščiti pred prenapetostmi, ki prihajajo prek omrežja, s to razliko, da je potrebno v tem primeru izbrati ustrezne elemente (varistorje, diode, tuljave).

### Kontaktna tehnika

Znano je, da se pri vklapljanju in izklapljanju induktivnih bremen pojavljajo visokonapetostne konice na kontaktih relejev in kontaktorjev, ki med drugim povzročajo hitro uničenje kontaktov. Zato je potrebno namestiti varistor paralelno k tuljavi ali paralelno h kontaktu. To je še posebno pomembno, kadar namesto stikal uporabljamo tranzistorje.

### Stabilizacija enosmernih napetosti

Varistor je zelo primeren za stabilizacijo višjih enosmer- nih napetosti, kjer navadno ni na razpolago Zenerjevih

## Stabilizacija enosmernih napetosti

Varistor je zelo primeren za stabilizacijo višjih enosmer-  
nih napetosti, kjer navadno ni na razpolago Zenerjevih  
diod. Možna bi bila le povezava velikega števila Zenerje-  
vih diod v serijo, kar pa se odraža na visoki ceni in veliki  
porabi prostora.

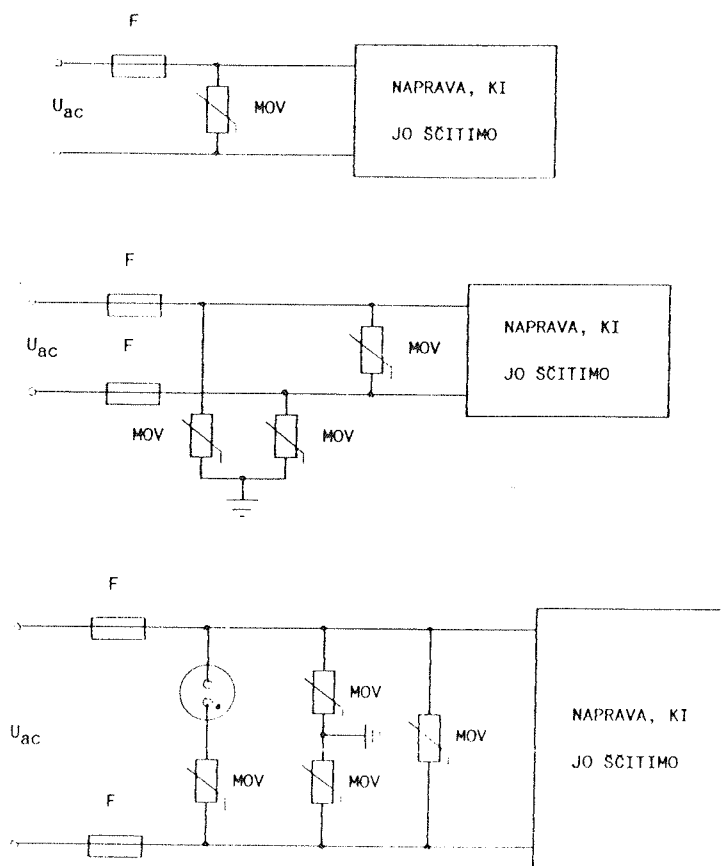
Varistorji so tudi nepogrešljivi v televizijski tehniki. Tako  
ga lahko izredno uspešno uporabimo v vertikalnem sis-  
temu v televizorju, kjer z njim preprečujemo visokona-  
petostne konice, ki lahko uničijo tranzistor, ki med dru-  
gim napaja odklonske tuljave. Transistor zavarujemo

tako, da mu vežemo med emitor in kolektor ustrezen  
varistor.

Pomembna je tudi zaščita radijskih in TV aparatov,  
videorekorderjev, gramofonov, skratka vse zabavne  
elektronike, različnih instrumentov (osciloskopi, razni  
merilniki, funkcijski generatorji,...), gospodinjskih apar-  
atov,... V ta namen je izredno učinkovita naslednja zaščita  
pred prenapetostmi iz omrežja: med faznim in ničelnim  
vodnikom namestimo varistor. Varistor prav tako pri-  
ključimo tudi med fazni in ozemljitveni vodnik ter med  
ničelni in ozemljitveni vodnik.

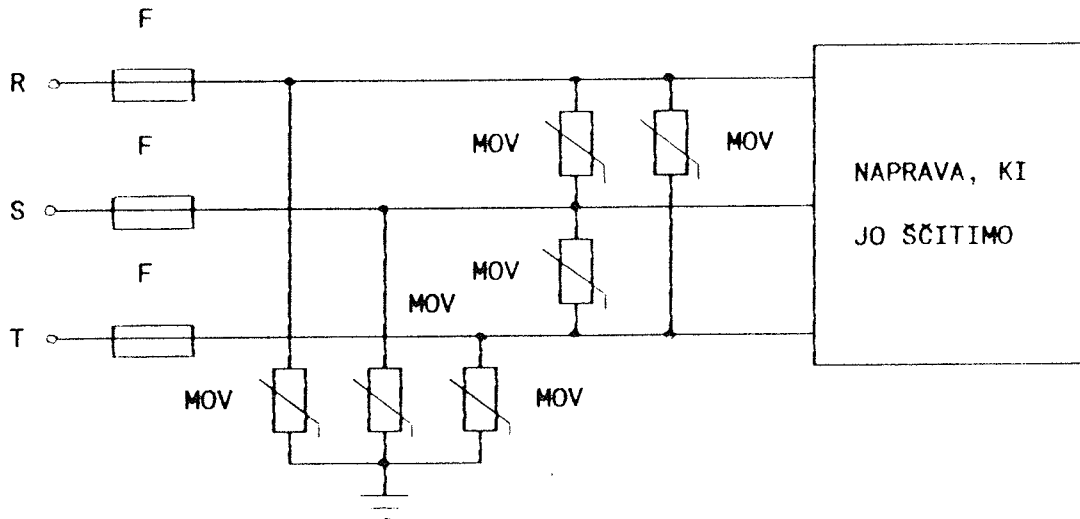
## Nekateri konkretni primeri uporabe metaloksidnih varistorjev

### – NAPAJANJE NAPRAV IZ ENOFAZNEGA OMREŽJA



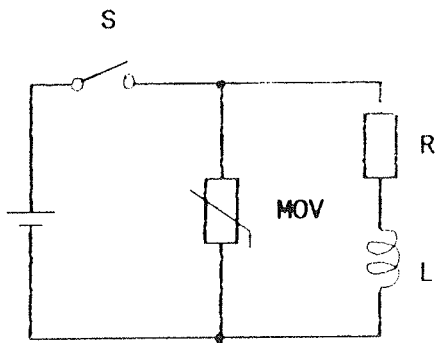
Sl. 1: Različni načini zaščite naprav pred prenapetostmi iz enofaznega omrežja

– NAPAJANJE NAPRAV IZ TRIFAZNEGA OMREŽJA



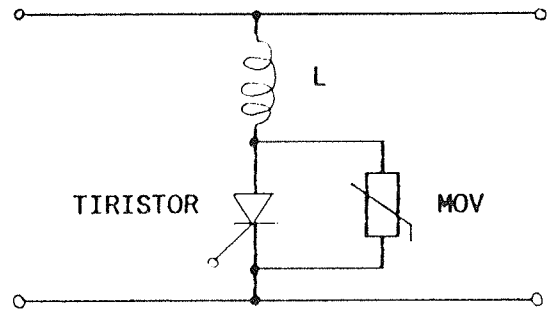
Sl. 2: Zaščita naprav pred prenapetostmi iz trifaznega omrežja

– TIRISTORSKO VEZJE



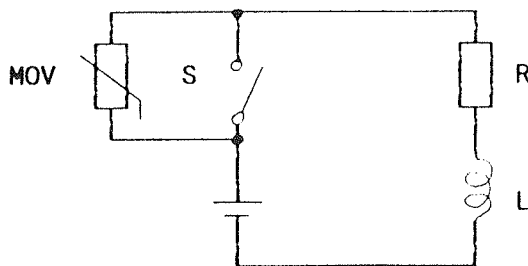
Sl. 3: Prenapetostna zaščita tristorja

– VEZJA Z RELEJI

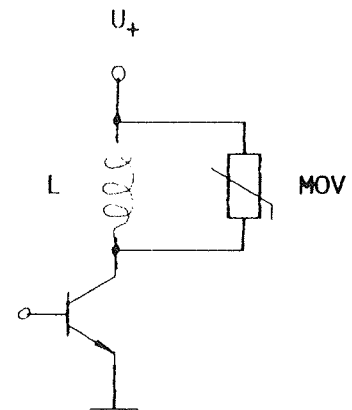


Sl. 5: Prenapetostna zaščita z vezavo varistorja na breme

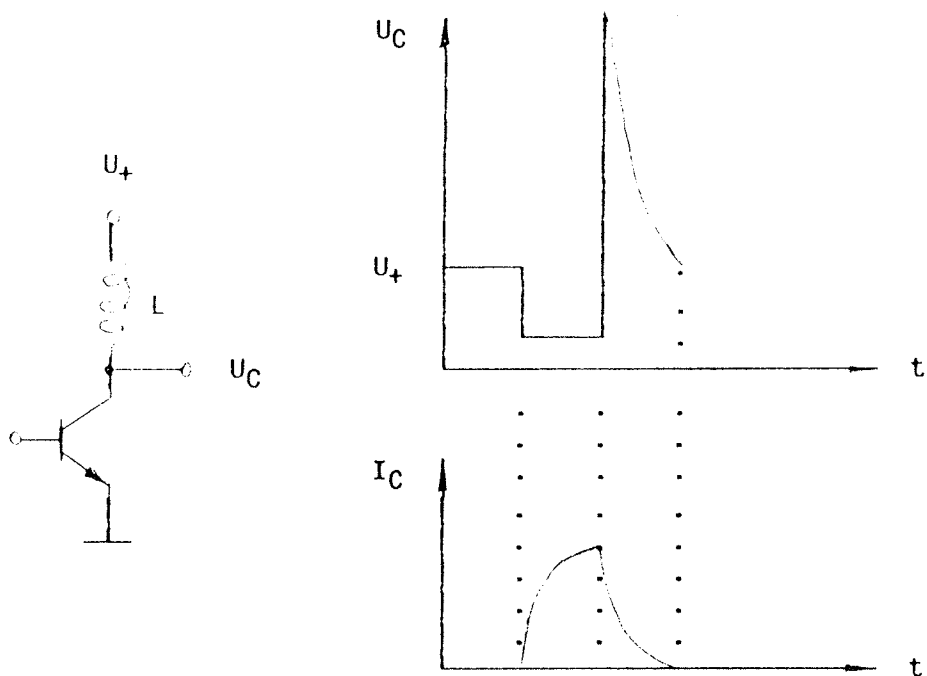
– TRANZISTORSKI VKLOP IN IZKLOP INDUKTIVNIH BREMEN



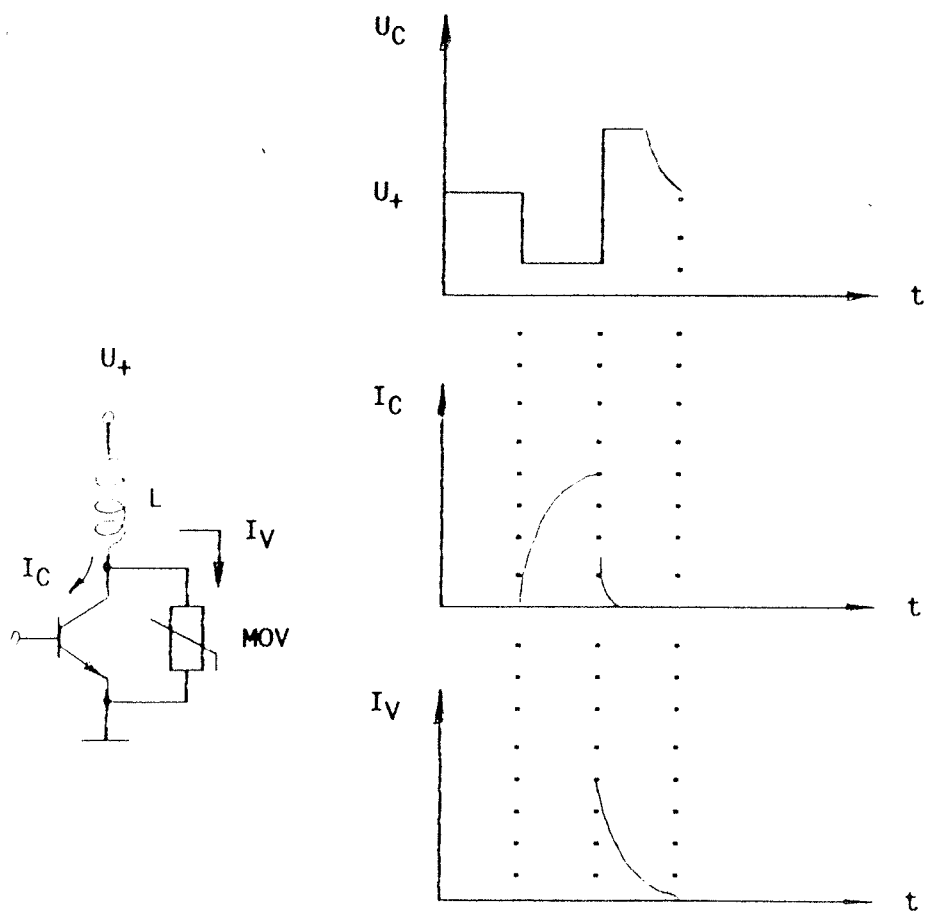
Sl. 4: Zaščita elementov pri vklapljanju in izklapljanju induktivnih bremen



Sl. 6: Prenapetostna zaščita z vezavo varistorja med kontakte releja

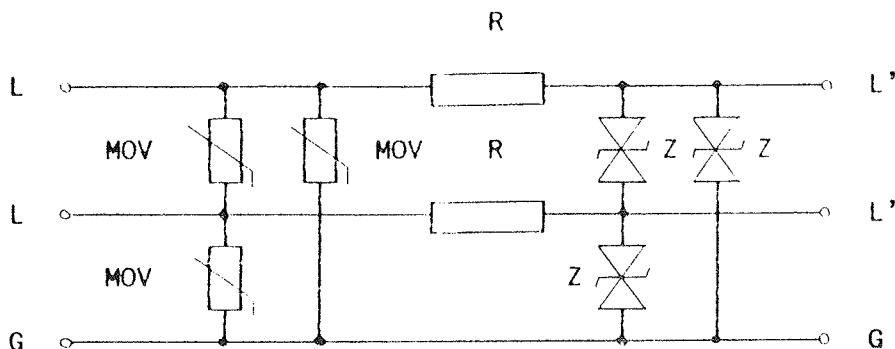


Sl. 7: Razmere v vezju brez uporabe varistorja



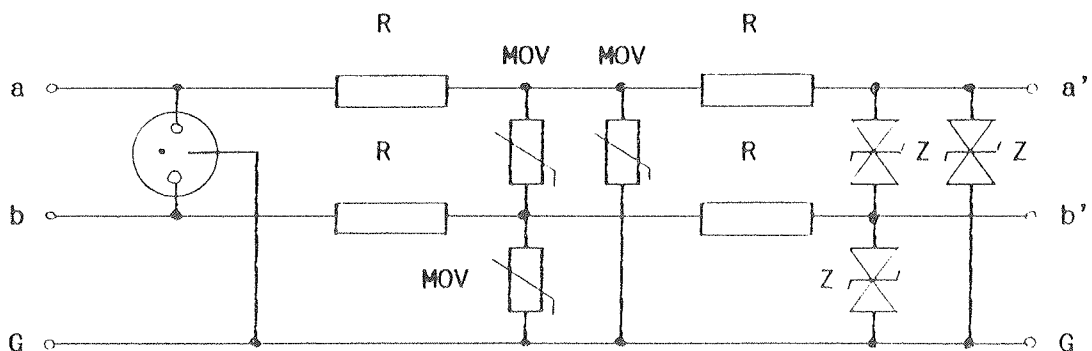
Sl. 8: Razmere v vezju z uporabo ustreznega varistorja

– PODATKOVNE LINIJE



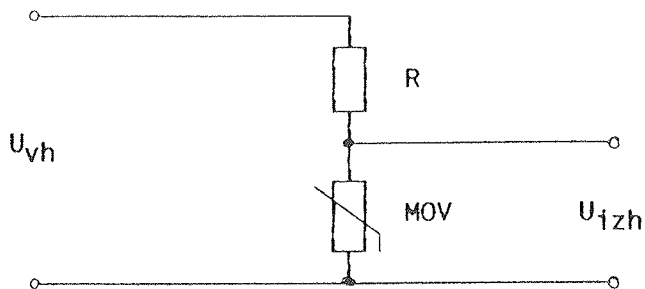
Sl. 9: Zaščita podatkovnih linij

– TELEKOMUNIKACIJSKE LINIJE



Sl. 10: Primer zaščite komunikacijskih linij

– VEZJA ZA STABILIZACIJO VIŠJIH ENOSMERNIH NAPETOSTI



Sl. 11: Primer uporabe varistorja za stabilizacijo višjih enosmernih napetosti

Nekaj o aplikacijah visokoenergijskih varistorjev

Zelo pomembna je zamenjava SiC varistorjev serijsko povezanih z iskrišči z mnogo boljšimi visokoenergijskimi metaloksidnimi (ZnO) varistorji. Omenjena uporaba ZnO varistorjev je najpogostejša v elektroenergetiki in povsod tam, kjer to narekujejo potrebe po zaščiti elementov in naprav pred vplivi visokonapetostnih konic višjih energijskih vsebnosti.

Visokoenergijski (ZnO) varistorji so nepogrešljivi v t.i. močnostni elektroniki, kjer učinkovito rešujejo zaščito samih elementov in okolice pri delovanju tiristorjev. Take probleme rešujemo z ustreznimi visokoenergijskimi metaloksidnimi varistorji, ki jih priključimo med anodami in katodami tiristorjev.

Zanimivo področje uporabe visokoenergijskih varistorjev je tudi usmerniška elektronika. V takih primerih namestimo varistorje med fazni in ničelni vodnik takoj za transformatorji, oz. pred diodami za usmerjanje.

Visokoenergijski metaloksidni varistorji so tudi izredno uporabni za zaščito občutljivih naprav v različnih objektih (stanovanjske hiše, delavnice, razni objekti, ...) pred škodljivimi vplivi visokonapetostnih konic, ki so lahko najrazličnejših vzrokov (atmosferske razelektritve, ...). V takem primeru vsak fazni vodnik in ničelni vodnik povežemo prek ustreznega varistorja na ozemljitveni vodnik.

Varistorje uporabljamo tudi v kontaktni tehniki. Znano je, da se pri vklapljanju in izklapljanju induktivnih bremen pojavljajo visokonapetostne konice na kontaktih kontaktorjev, ki med drugim povzročajo hitro uničenje kontaktov. Zato je potrebno namestiti ustrezne varistorje paralelno k tuljavam ali paralelno h kontaktom. To je še posebno pomembno, kadar namesto stikal uporabljamo polprevodniške elemente.

Podjetje Iskra VARISTOR proizvaja različne izvedbe metaloksidnih (ZnO) varistorjev z radialnimi priključki (modeli K5, K7, K10, K14 ter K20) in visokoenergijske varistorje.

Nazivne napetosti  $U_N$  varistorjev z radialnimi priključki se gibljejo od 18 V pa vse do 1800 V. Efektivne sinusne napetosti, ki so lahko trajno priključene na omenjenih varistorjih pa znašajo od 14 V do 1465 V.

Pri standardnih izvedbah visokoenergijskih varistorjev pa nazivne napetosti  $U_N$  znašajo do 1200 V.

Poudariti je potrebno, da na kupčevo željo lahko izdelamo vse prej omenjene varistorje tudi z drugačnimi nazivnimi napetostmi, kot jih zajema standardni program proizvodnje.

*Janez Benda, dipl.ing.  
Iskra VARISTOR, d.o.o.  
Stegne 35  
61000 Ljubljana*

**Prispelo: 19.1.93**

**Sprejeto: 10.2.93**