

# MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

## Szigetelő alapú vastagréteg esillapító tagok

A szigetelő alapú integrált áramköri technológiával kialakított hálózatok jelentős műszaki és gazdasági előnyökkel rendelkeznek. A teljességre törekvés igénye nélkül kiemelünk néhányat.

Ezek a mikroelektronika korszerű technológiai eljárásaként a miniatürizálási törekvések egyik lehetséges megoldását jelentik. Az így elérhető méretcsökkenés a 20...150 db alkatrész/cm<sup>3</sup> alkatrész-sűrűségből adódik. További előny, hogy ezek az áramkörök lényegesen kisebb energiaszintekkel üzemelnek, mint a hagyományos elemekkel megvalósítottak.

A tárgyalt hálózatok megbízhatósága jelentős mértékben megnőtt a klasszikus alkatrészekkel gyártott hálózatok megbízhatóságához képest. A megbízhatóság növekedésének összetevői technológiai, valamint konstrukciós eredetűek. A hálózat belső kötési rendszerint egyetlen technológiai lépésben (nyomtatással vagy párologtatással) azonos feltételekkel készíthetők. Következésképp a forrasztott kontaktusok száma számottevően csökken.

Az azonos technológiai lépésben készülő hálózatok paramétereinek változása mind a hőmérséklet, mind az idő függvényében közel azonos. Ezért a szigetelő alapú integrált áramköri technológiából következnek a hálózati elemek bizonyos paramétereinek, így pl.: TK<sub>R</sub>, stabilitás, frekvenciafüggő tulajdonságok stb. együttfutása. A paraméterek egymáshoz viszonyított aránya szinte állandó.

Tíz év alatt gyűjtött tapasztalataink birtokában az áramkör tervezési fázisában nagymegbízhatóságú megoldásokat alkalmazunk.

A hálózat tervezésekor az egyes elemek helyének és alakjának megválasztásával biztosítható az egyenletes hőterhelés. Ennek kapcsán az elemek öregedése egyenletes és lassúbb, ami szintén a megbízhatóságot növeli.

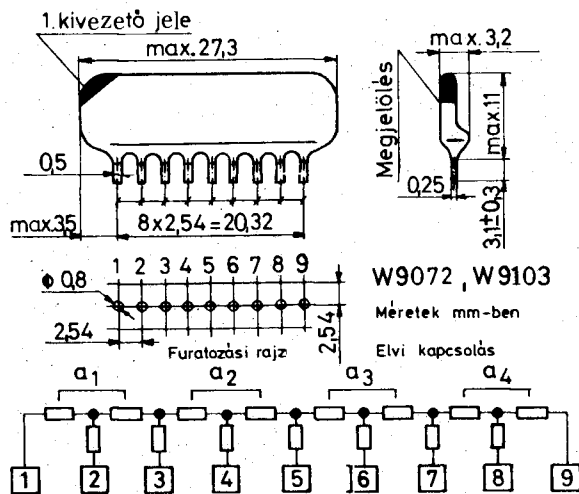
A továbbiakban ismertetjük az eddigi igénybejelentések alapján kifejlesztett, ma már sorozatban gyártott vastagréteg csillapító tagok választékát. Kívánságra más, ezektől eltérő elrendezésű hálózatok kifejlesztését és gyártását is vállaljuk.

### Szerkezeti felépítés

A csillapító tagok az elvi kapcsolási rajzoknak megfelelő kerámia hordozóra a műszaki adatokban rögzített paraméterű vastagréteg technológiával felvitt ellenállásokból állnak.

A kivezetők alkatrészben belüli kötése kontaktbiztos lágyforrasztással történik. A külső védelmet műgyanta burkolat biztosítja.

A kivezetők alkatrészben belüli kötése kontaktbiztos lágyforrasztással történik. A külső védelmet műgyanta burkolat biztosítja.

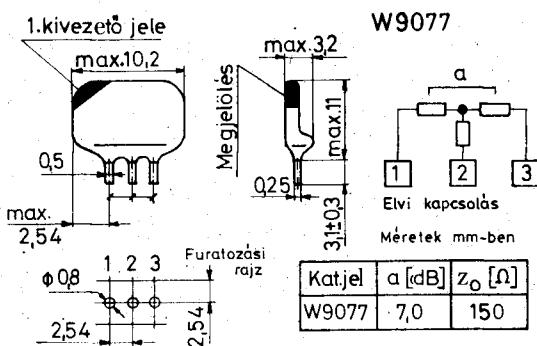


W9072, W9103

Méret mm-ben

Elvi kapcsolás

Kat.jel	a <sub>1</sub> [dB]	a <sub>2</sub> [dB]	a <sub>3</sub> [dB]	a <sub>4</sub> [dB]	Z <sub>0</sub> [Ω]
W9072	1,0	2,0	4,0	8,0	600
W9103	1,0	2,0	4,0	8,0	2400

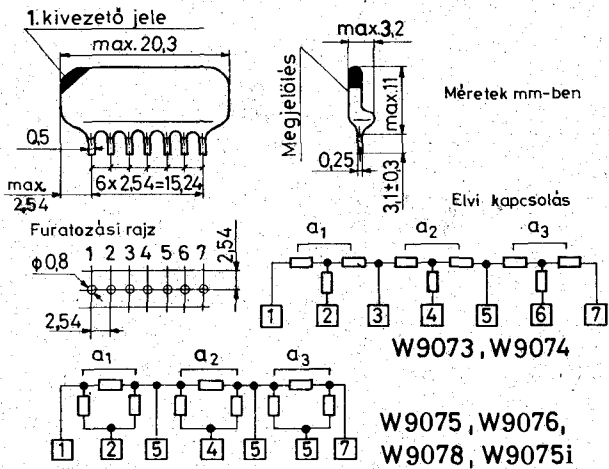


W9077

Méret mm-ben

Elvi kapcsolás

Kat.jel	a [dB]	Z <sub>0</sub> [Ω]
W9077	7,0	150



Kat.jel	$a_1$ [dB]	$a_2$ [dB]	$a_3$ [dB]	$z_0$ [ $\Omega$ ]
W9073	1,0	13	15	16100
W9074	0,50	1,0	2,0	600
W9075	0,25	0,50	1,0	150
W9075i	0,286	0,57	1,14	150
W9076	0,50	1,0	2,0	150
W9078	0,25	0,50	1,0	75

**Műszaki adatok:**

**CSILLAPÍTÁS (a)**  
tűrés

$\pm 0,1$  dB, ill.  $\pm 2\%$   
(amelyik nagyobb)

**HULLÁMELLENÁLLÁS**  
 $Z_0$

táblázatok szerint

(mérés: az ellenkező oldalon  $Z_0 \pm 0,1\%$ -kal kell lezárni)

tűrés

$\pm 2\%$

**HATÁRFESZÜLTÉSÉG**

$\sqrt{W_{n_{max}} \cdot Z_0}$

**NÉVLEGES TELJESÍTMÉNY**

125 mW

(egy elemi csillapító tagra  $Z_0$ -val lezárás esetén)

**HATÁRFREKVENCIA**

W9072... W9077

min. 110 kHz

W9078... W9103

min. 10 MHz

**ZAJFESZÜLTÉSÉG**

(IEC szerint vizsgálva)

$Z_0$ -ra vonatkoztatva

$1 \mu V/V$

(ilyenkor a csillapító tagot az ellenkező oldalon zajmentes  $Z_0$ -val kell lezárni.)

**HŐMÉRSEKLETI TÉNYEZŐ**

$Z_0$ -ra vonatkoztatva

$500 \cdot 10^{-6}/K$

**Tartósság**

70 °C, 1000 óra, határfeszültség

(Egy-egy hálózatot kaskádba kapcsolva, a kimenetet  $Z_0$ -val lezárva, a bemenetre határfeszültséget adunk.)

$\Delta a$

max.  $\pm 0,1$  dB ill. 2%  
(amelyik nagyobb)

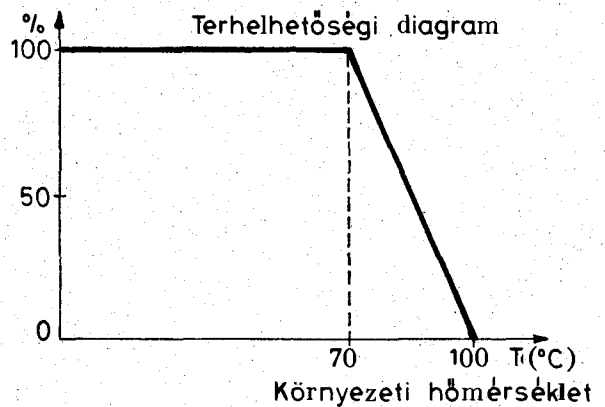
$\Delta Z_0$

max.  $\pm 3\%$

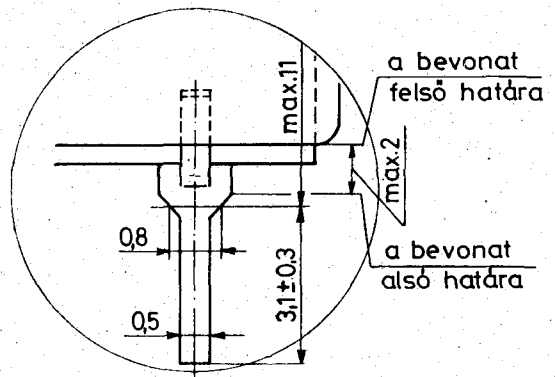
**KULCSSZÁM**

0/100/21

Ez a termék izopropil-alkohol-, freon- és ultrahang-álló.



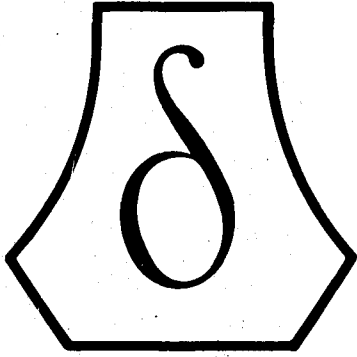
Az alábbiakban megadjuk a műgyanta bevonat (fluid) fedésének mértékét a kivezető lábakon.



Ezen alkatrészeinket az **ELEKTROMODUL** forgalmazza. Megkeresésükre küldünk katalógust. Kereskedelmi Főosztályunk (telefon: 573-033) várja érdeklődésüket és készséggel áll rendelkezésükre.



**Rádiótechnikai Vállalat Budapest, X. Pataki tér 20.**



**FIM**  
**KŐBÁNYAI PORCELÁNGYÁR**  
**1106 BUDAPEST, TÁRNA U. 4.**  
**TELEX: 22-5060**

**Oxidvarisztorok az elektronikában**

A félvezető alkatrészek jelenleg az elektronikában olyan jelentős szerepet töltenek be, hogy kezdenek szinte minden mást kiszorítani és nemcsak a gyengeáramú áramkörökből, de az erősáramúakból is. A különböző elektronikai berendezésekben ma már rendszeresen igen nagyszámú félvezető alkatrészt használnak fel, amelyek eltérő funkciókat látnak el és különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. Egy valami azonban közös bennük, mégpedig az, hogy a túlfeszültségekre mindegyik erősen érzékeny. Ezért egy-egy túlfeszültségű impulzus felmérhetetlen károkat tud okozni, tekintve a hiba elhárítására fordítandó költséget és időt.

Magyarországon az oxidvarisztorok gyártására a FIM Kőbányai Porcelángyár az elmúlt V. éves terv során megtette az előkészületeket. Az elkövetkező VI. ötéves terv során fejlesztési terveink elsősorban a tömeggyártás megteremtésére irányulnak, hogy a várható hazai igényeket megfelelően kielégíthessük.

**A ZnO varisztorok struktúrája**

Az oxidvarisztorok adalékolt fénoxidokból vagy az oxidok kombinációjából kerámiai technológiával előállított félvezető eszközök. A főként n típusú félvezető oxidkerámiáknál tapasztalható varisztor effektus akkor vált rendkívül érdekessé és fontossá, amikor MATSUOKA és munkatársai felfedezték, hogy több megfelelően megválasztott adalékanyag együttes alkalmazásával  $\alpha > 30$  nemlineáris kitevővel rendel-

1. táblázat

Eszköz megnevezés	Üzemi fesz. [V]	Nemlin. jellemző $\alpha$	Max disszipációs telj. [W]	$T_K$ [%/K]	Térfogat [cm <sup>3</sup> ]	Súly [g]
szikraköz	> 150	$\infty$	50	—	> 100	1,5
szelén	35 ... 700	5 ... 10	9	~ 0,4	20	35
zener dióda	1,8 ... 200	> 50	< 1,5	0,1	2	1,5 - 30
SiC	5 ... 1200	2,5 ... 7	0,5 ... 2	0,1	0,5 ... 7	8
oxid-varisztor	14 ... 1800	16 ... 60	0,05 ... 2	0,02 ... 0,03	0,5 ... 4,5	5

Az ilyen túlfeszültségű tranziensek, impulzusok kiküszöbölésére az elektronika több megoldást ismer. Az I. táblázatban néhány jellemző adattal ellátva az alkalmazott módszerekből mutatunk be néhányat.

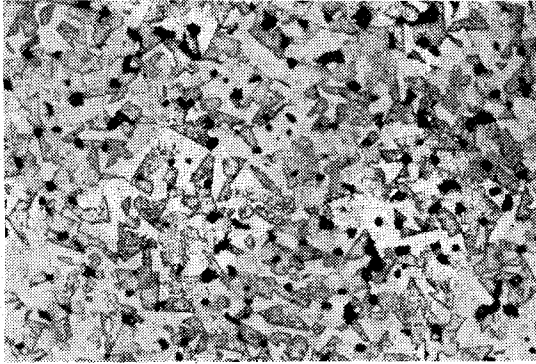
A táblázat legalsó sorában szereplő fénoxid varisztor az eddigi megoldásoknál kisebb méretben, a szokásos túlfeszültség védelmet szolgáló módszerek előnyeit egyesíti magában. A táblázatban nem szerepeltetett RC elemekből felépített módszertől eltekintve olcsóbb is a fénoxid varisztor.

kező varisztor készíthető. (Az  $\alpha$  az  $I = \left(\frac{U}{C}\right)^\alpha$  egyenletből származik. Erről később bővebben szó lesz.) A legismertebb alapanyagok a MgO, NiO, TiO<sub>2</sub>, ZnO stb. ill. adalék anyagok a Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ezek közül a Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> alapvető fontosságú. Újabban készítenek varisztorokat Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub> vagy Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hozzáadásával a Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> helyett.

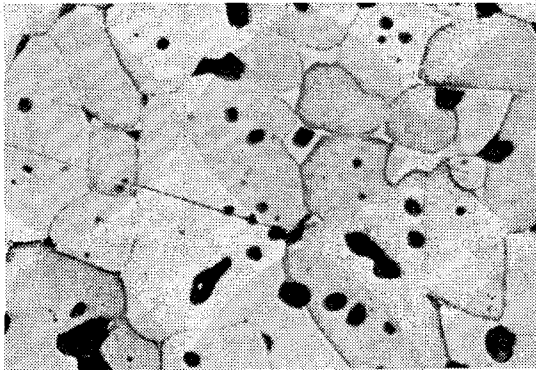
Az oxidvarisztorok előállítására leginkább a ZnO használatos. A legbehatóbban ennek szerkezetét vizs-

gáltak, aminek eredményeként megállapították, hogy a  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ -dal adalékolt varisztor esetében az adalékanyag az égetés során a szemcsék között kialakuló vázrendszer kiépítésében vesz részt. Ez a kétfázisú szerkezet hozza létre a varisztorhatást.

Az 1. ábra fényképeim ill. a 2. ábra sematikus rajzán az egyedi ZnO szemcsék határfelületei tisztán megfigyelhetők. A nemlineáris elektromos sajátosságok



1/a. ábra. Középfeszültségű varisztor  $N=1000\times$



1/b. ábra. Alacsonyfeszültségű varisztor  $N=1000\times$

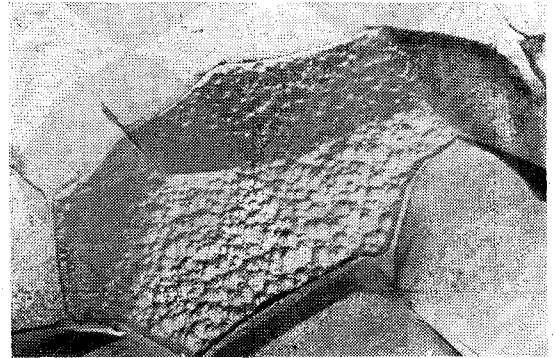


1/e. ábra. Varisztor törésfelület elektronmikroszkópos felvétele  $N=6500\times$

a ZnO szemcsék határfelületén jelentkeznek. A varisztor alapvető tulajdonsága, hogy a feszültségesés egy szemcse-határfelület zárórétegén keresztül állandó. Széles körű mérések megmutatták, hogy egy szemcseátmenet letörési feszültsége 3 V körül állandó. Újabb szakirodalmi adatok szerint ezt 3,5 V-ra be-

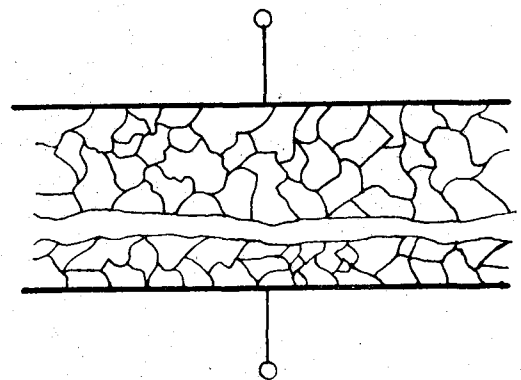
csülik. A varisztor végülis egy sokátmenetes eszköz, amelyben az elemi varisztorok tömege sorosan és párhuzamosan kapcsolódik egymáshoz. Következésképpen a varisztorfeszültséget alapvetően az anyag vastagsága és a szemcsék mérete befolyásolja. Ezen kívül még az az elméleti következtetés is levonható, hogy 3,5 V-nál kisebb varisztorfeszültségű eszköz nem készíthető.

A félvezető ZnO „szemcsebelső” meglehetősen alacsony ellenállású ( $\sim 1$  ohmon  $25^\circ\text{C}$ -on) a kristályrácsban intersticiálisan elhelyezkedő ionizált cink atomok elektronvezetésének tulajdonítható. A háromegyenértékű adalék ionok (pl.  $\text{Co}^{3+}$ ) további elektronokkal járulnak hozzá az ellenállás csökkenéséhez.



1/d. ábra. Egy varisztor szemcse elektronmikroszkópos felvétele  $N=12\,000\times$

Egyes elképzelések újabban megkérdőjelezzik az eddig általános feltevést, hogy a  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  olvadákból kialakult szemcseközi fázis folytonos térhálót alkot és a ZnO szemcséket teljes felületükön elválasztja mintegy 1000 nm vastagságban. Vannak olyan új irodalmi adatok, amelyek ezt 0,5–2 nm-re becsülik és azt állítják, hogy a  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  réteg nem választja el a ZnO szemcséket és két szemcse közt csak ott folyik áram, ahol nincs elkülönülő szemcseközi fázis.



2. ábra.

### Feszültség-áram karakterisztika

A ZnO varisztorok  $U(I)$  görbéje szimmetrikus. A görbe mindkét fele a Zener diódák záróirányú karakterisztikájára hasonlít. Az áram a rákapcsolt feszültség függvényében megközelítőleg a következő egyen-

let szerint változik:

$$1 = \left(\frac{U}{c}\right)^\alpha,$$

ahol  $c$  anyagi állandó,  
 $\alpha$  nemlineáris kitevő.

Ez az egyenlet a teljes görbe középső tartományára vonatkozik. A 3. ábrán megfigyelhető az  $U(I)$  görbe hármas szakasza:

1. Szivárgási áramok tartománya.
2. Működési tartomány.
3. Felfelé hajló szakasz.

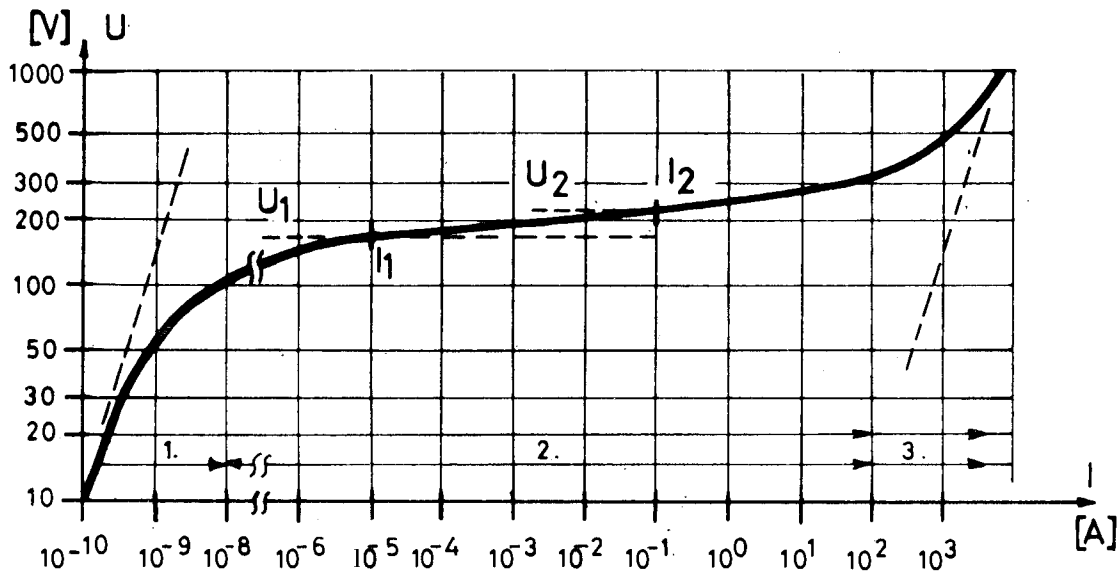
$\alpha$  értéke a 2. szakaszban a legnagyobb, az esetek

formulába kell behelyettesíteni:

$$\alpha = \frac{\lg \frac{I_2}{I_1}}{\lg \frac{U_2}{U_1}}$$

### A varisztor helyettesítő kapcsolási rajza

A fentiek átgondolásával felrajzolható a varisztor helyettesítő kapcsolási rajza, amely a 4. ábrán látható. Az ábrán  $R_v$ -vel jelöltük az ideális varisztornak megfelelő ellenállást, amely a teljes  $U(I)$  koordináta-rendszerben a fenti egyenlet alapján működik.  $R_s$ -sel



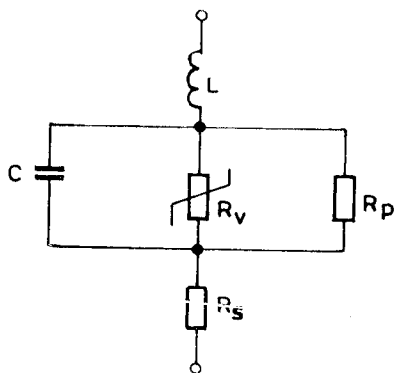
3. ábra. Az ideális varisztor  $U(I)$  karakterisztikája

többségében 25–50 között van. A görbe két szélső tartományában az  $\alpha$  értéke csökken, és a varisztorok viselkedése a lineáris ellenállásokéra kezd hasonlítani (ahol  $\alpha=1$ ).

Valamely varisztor esetében  $\alpha$  konkrét értékét a legegyszerűbben két munkaponton végzett feszültség- és áramméréssel lehet meghatározni. A mért értéket ezután a fenti egyenletből származó itt látható

jelöltük azt az ellenállást, amely nagy áramok esetén szerepet játszik, hisz  $R_v$  ilyenkor nagyon kicsi.  $R_p$ -vel jelöltük azt az ellenállást, amely a szivárgási áramok tartományában meghatározó, ugyanis ilyenkor  $R_v$  nagyon nagy ( $10^9$  is lehet). A helyettesítő kapcsolásban szerepel még  $C$  kapacitás, amelyet az elektródák kapacitása okozza. Ez elég jelentős, mert típustól függően igen nagy is lehet ( $10$  nF nagyságrendű) így a hang- és nagyfrekvencias áramkörök tervezésénél nem szabad elhanyagolni.

A helyettesítő képből szereplő induktivitás tapasztalati jelenség. Megnyugtató magyarázatot eddig még külföldi szakirodalomban sem lehetett találni. Tény azonban, hogy oszcilloszkópos impulzusvizsgálatoknál a jelentős nagyságú kapacitás ellenére is néhány mikroszekundumos késése van az áramkörbenek a feszültséghez képest.



4. ábra.

### A varisztorok alkalmazása

A megfigyelések szerint a túlfeszültségek keletkezésének leggyakoribb helye az áramkörben alkalmazott induktivitás. Fokozza ennek veszélyességét, hogy ez az áramkör valamilyen kapcsoló elemet is tartalmaz.

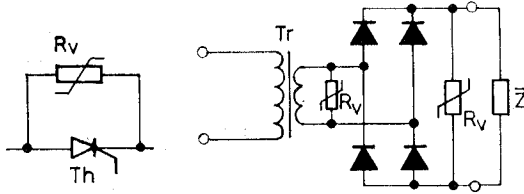
Más, igen nagy veszélyeket rejtő túlfeszültség-forrás lehet a légkör (pl. villámzás), vagy újabban a műszálas ruhadarabok elterjedésével azok elektrosztatikus feltöltődése.

Az oxidvarisztorokat jellemző tulajdonságaik és paraméterek egyértelműen alkalmassá teszik túlfeszültség védelmi feladatok ellátására. Alkalmazásuk során kétféle kapcsolási lehetőség is alkalmazha-

hoz közelálló minőségű terméket hozunk létre. Választékunkból még nem lehet valamennyi típust ki-váltani, de a 2. táblázat ad némi tájékoztatást az elért eredményeinkről és a választható típusokról.

A varisztorfeszültségek az E12 sor szerint követik egymást. A termékeink műgyantabevonattal vannak ellátva és rajta a típusjelzést a nemzetközi szinkód szerint adjuk meg, amely a varisztorfeszültségről tájékoztat.

Megrendelések feladásakor két lényeges paraméter szükséges: a variszortárcsa átmérője és az 1 mA áram mellett mért varisztorfeszültség. E két adatot a varisztorok típusjelzése is tartalmazza. Pl.: **OVT 10-390** — ahol a betűk a Oxid Varisztor Tárcsa ki-fejezés kezdőbetűi. A számok 10 mm tárcsaátmérőt és 390 V varisztorfeszültséget jelentenek.



5. ábra.

Zsámbok Géza

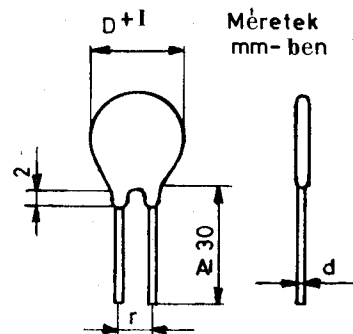
2. táblázat

Tárcsa átm. D [mm]	Varisztor fesz. [V] $\hat{I}=1\text{mA}$	$I_{\text{max}}$ [A] 1 db 8/20 $\mu\text{s}$ - os imp.	Kapacitás 1kHz [pF]	Max. átlagos teljesítmény felv. [W]	Kivezető d [mm]	r [mm]
7	100 - 470	100 - 200	3500 - 100	0,02 - 0,25	0,5	5,0
10	100 - 680	200 - 500	7500 - 80	0,05 - 0,25	0,8	
14	33 - 1000	200 - 1000	18000 - 100	0,1 - 0,6	1,0	10
18	33 - 1200	500 - 2000	30000 - 500	0,2 - 0,8		12,5

tó. Lehet egyéni és lehet csoportos védelemre használni. E két változatot mutatja be az 5. ábra.

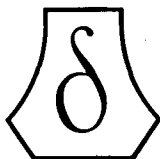
A ZnO varisztor kiválóan alkalmas relék, jelfogók stabilitásának és érintkeződik élettartamának növelésére, számítógépek termináljainak bemenetére kerülő hálózati hibajelek levágására. Jól helyettesíti a SiC varisztor a tv-vevőkészülékek sorvégfokozat szabályozó áramkörében. Kiegészítő elem nélkül alkalmas a túlfeszültség levezetésére használatos gáz-kiszülő csövek helyettesítésére.

A **FIM Kőbányai Porcelángyárban** öt éve folyik a ZnO varisztor fejlesztése. Ezen idő alatt sikerült elérnünk, hogy az élenjáró külföldi cégek gyártmányai-



6. ábra. Az oxidvarisztor tárcsa külrajza

Termékeinket belföldre közvetlenül a **Kőbányai Porcelángyár** forgalmazza. A **Híradástechnikai Gyáregység Fejlesztési Osztálya** (telefon: 573-111/291. mellék) várja felhasználóink érdeklődését és mindenkor készséggel áll rendelkezésükre.



**FIM**  
**KŐBÁNYAI PORCELÁNGYÁR**