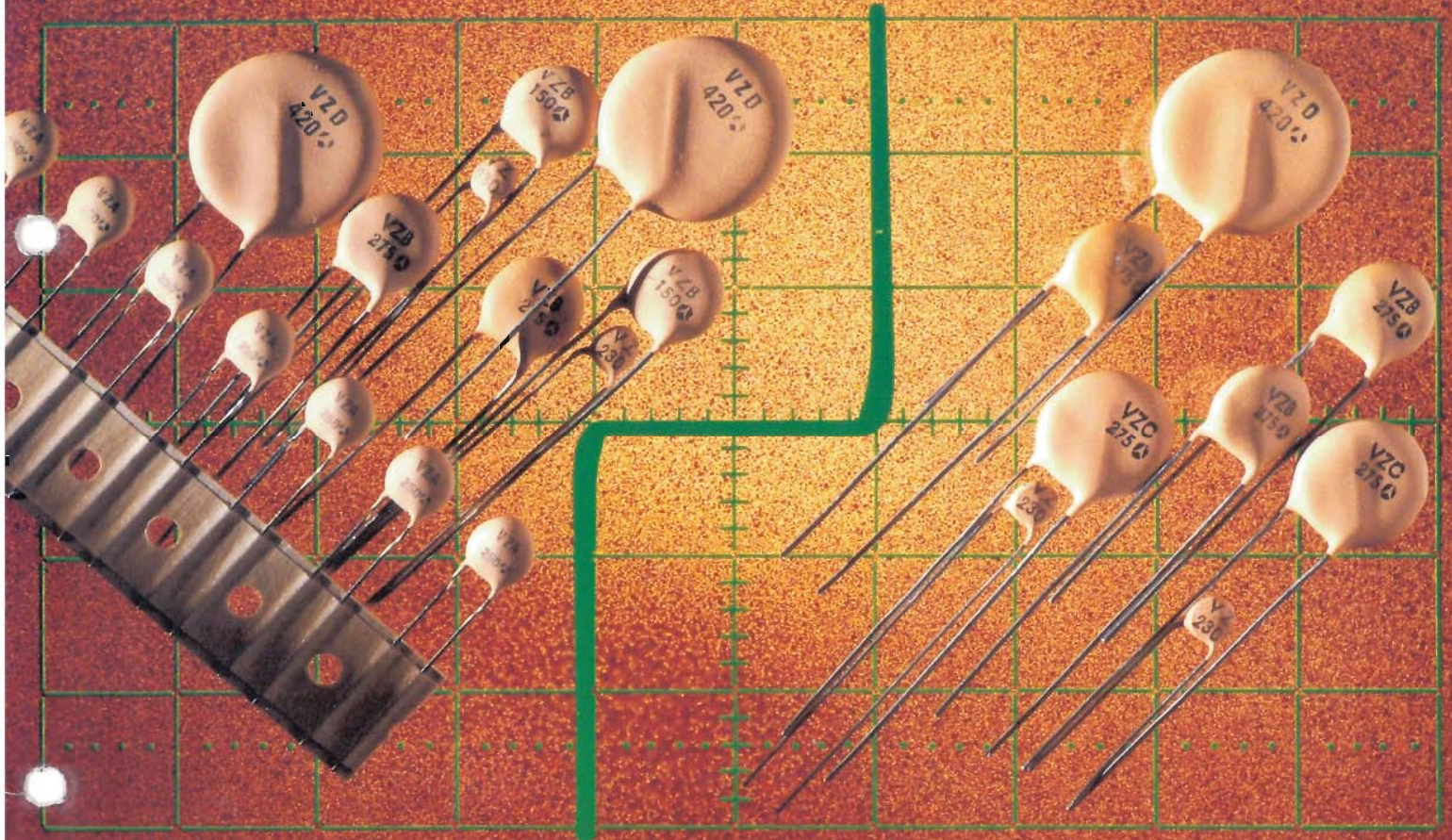


# VARISTANCES A BASE D'OXYDE DE ZINC

LCC



1982-1983



**THOMSON-CSF**  
COMPOSANTS

# PRINCIPALES PRODUCTIONS

- CONDENSATEURS FIXES A USAGE PROFESSIONNEL  
Diélectrique céramique, mica, film, tantale
- CONDENSATEURS FIXES A USAGES GÉNÉRAL ET INDUSTRIEL  
Diélectrique céramique, film, papier - Electrolytiques
- CONDENSATEURS FIXES DE PUISSANCE  
Diélectrique céramique, film, mica, papier
- FORMEURS D'IMPULSION DE PUISSANCE
- LIGNES A RETARD ÉLECTROMAGNÉTIQUES  
Constantes réparties et localisées
- BARRES D'ALIMENTATION CAPACITIVES
- RÉSISTANCES NON LINÉAIRES A USAGES PROFESSIONNEL, GÉNÉRAL ET INDUSTRIEL  
Thermistances, voltances
- TRAVERSÉES ÉTANCHES en céramique et en verre fritté
- EMBASES pour semi-conducteurs
- SUBSTRATS ET BOITIERS pour microélectronique
- PIÈCES SPÉCIALES EN CÉRAMIQUE
- CÉRAMIQUES PIÉZO-ÉLECTRIQUES
- FERRITES  
Toutes pièces en Ferrinox<sup>®</sup> pour Radio, Télévision et Télécommunications  
Têtes magnétiques monolithiques

DEP. 05/82



LCC CICE / COMPAGNIE EUROPÉENNE DE COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES  
TOUR GALLIENI 2 / 36, AVENUE GALLIENI / F-93170 BAGNOLET / FRANCE  
TÉL. : (1) 360.37.37 / CABLE : TCSF 204 780 F

	Page
● GENERALITES	
I – Définition de l'effet varistance	2
II – Varistances à base d'oxyde de zinc	2
III – Applications	8
IV – Comparaison des varistances à base d'oxyde de zinc et des autres dispositifs de protection à l'état solide	10
● FICHES TECHNIQUES	
Modèle disque type VZ. ...	11
• Tableaux des valeurs	12
• Caractéristiques tension - courant	13
Modèle disque type VAP 4 (voir note)	16

DEPARTEMENT CONDENSATEURS LCC  
**DIRECTION** : Avenue du Colonel Prat  
SAINT-APOLLINAIRE, 21100 DIJON  
Tél. : (80) 71.81.22 - Télex TCSF 204780 F  
**SERVICES COMMERCIAUX FRANCE** :  
101, bd Murat, 75781 PARIS CEDEX 16  
Tél. : (1) 743.96.40 - Télex : TCSF 204780 F

# GENERALITES

## VARISTANCES A BASE D'OXYDE DE ZINC APPLICATION A LA FONCTION « PROTECTION »

### I. DEFINITION DE L'EFFET VARISTANCE

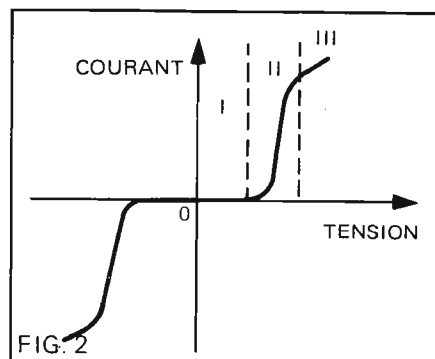
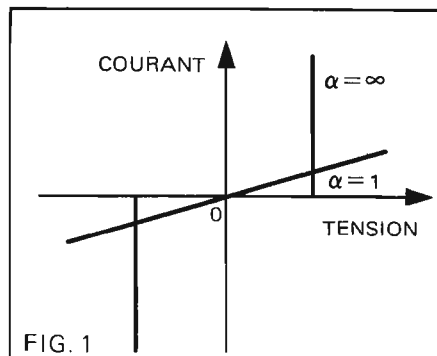
L'effet varistance est défini comme étant la propriété de tout corps dont la résistance électrique varie d'une façon non linéaire avec la tension appliquée à ses bornes.

En d'autres termes, la relation courant-tension peut être exprimée, dans un intervalle de courant donné, par la relation :

$$I = KV^\alpha$$

où K représente une constante (dépendant de la géométrie de la pièce et de la technologie utilisée) et  $\alpha$  le coefficient de non linéarité. L'effet est d'autant plus prononcé que la valeur du coefficient est élevée. Le cas idéal (et théorique) est représenté à la Fig. 1 où  $\alpha = \infty$  alors qu'un matériau linéaire possède une relation  $I = f(V)$  correspondant à la loi d'Ohm bien connue ( $\alpha = 1$ )

Le cas réel est compris entre ces deux cas extrêmes et se trouve représenté à z Fig. 2. Remarquons que la courbe  $I = f(V)$  est symétrique par rapport à l'origine dans le cas des varistances à base d'oxyde de zinc.



### II. VARISTANCE A BASE D'OXYDE DE ZINC

#### 1 - Constitution du matériau :

Les varistances à base d'oxyde de zinc sont des corps polycristallins constitués de cristaux semiconducteurs à base d'oxyde de zinc et d'une deuxième phase localisée aux joints de ces cristaux.

Cette deuxième phase, est composée d'un certain nombre d'oxydes métalliques ( $Bi_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $Sb_2O_3$  etc.) ; elle constitue le « cœur » de l'effet varistance puisque sa résistivité électrique est une fonction non linéaire de la tension appliquée.

La varistance à base d'oxyde de zinc est ainsi constituée d'un grand nombre de joints de grains (plusieurs millions) formant un réseau série-parallèle de résistances et capacités, apparaissant en quelque sorte comme un semiconducteur multi-jonctions.

On observe expérimentalement que la chute de tension (sous 1 mA) au niveau de chaque joint de grain est de 3 Volts environ. La chute de tension totale pour l'épaisseur du matériau sera proportionnelle au nombre N de joints de grains.

$$V_{1mA} \approx 3N \quad \text{avec } N = \frac{e}{L}$$

où L représente la dimension moyenne

d'un grain d'oxyde de zinc et e l'épaisseur du matériau. Soit :  $V_{1mA} \approx 3 \frac{e}{L}$

Ainsi avec une épaisseur de 1 mm et une dimension moyenne  $L = 20 \mu$  on obtient une tension de 150 V pour un courant de 1 mA.

La valeur désirée de la tension sous 1 mA peut donc être obtenue soit en agissant sur l'épaisseur du disque soit en contrôlant la dimension moyenne du grain d'oxyde de zinc par un traitement thermique ou en modifiant la composition chimique de la varistance.

Le polycristal est schématiquement représenté à la Fig. 3. Les grains semiconducteurs présentent à la température ambiante, une très faible résistivité (qqc Ohms-cm).

Au contraire, la résistivité de la deuxième phase (ou couche inter-granulaire) dépend essentiellement de la valeur de la tension appliquée.

Si la tension présente une valeur faible, la phase est isolante (Région I de la courbe  $I = f(V)$ ). Au fur et à mesure que la tension croît, cette phase devient conductrice (Région II). Pour les valeurs très élevées de courant, la résistivité du grain peut devenir prépondérante et la courbe  $I = f(V)$  tend vers une loi linéaire (Région III).

Les courbes  $I = f(V)$  pour les différents modèles se trouvent dans les notices techniques particulières.

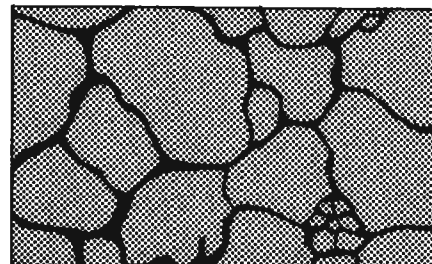


FIG. 3

GRAINS D'OXYDE DE ZINC  
PHASE INTERGRANULAIRE

## 2- Schéma électrique équivalent :

Le comportement d'une varistance à base d'oxyde de zinc est expliqué par la Fig. 4 « r » représente la résistance équivalente à l'ensemble des grains semiconducteurs et  $\rho$  celle de la couche intergranulaire (dont la valeur est essentiellement variable avec la tension appliquée), « Cp » correspondant à la capacité équivalente des couches intergranulaires.

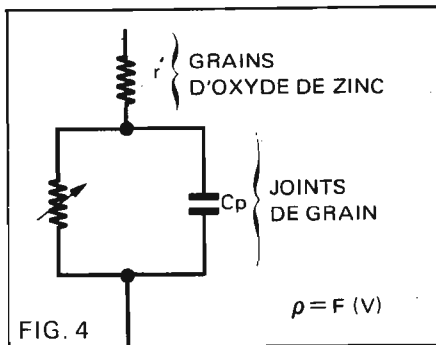


FIG. 4

Lorsque la tension appliquée est faible, la résistivité de la couche intergranulaire est très élevée et le courant traversant la céramique est faible. Lorsque la tension croît, la résistance  $\rho$  diminue (région II de la Fig. 5). A partir d'une certaine valeur de la tension,  $\rho$  devient inférieure à « r » et la caractéristique  $I = f(V)$  tend à devenir ohmique (région III).

La capacité équivalente due aux couches isolantes est fonction de leurs natures chimiques et de leurs géométries. Des valeurs de quelques centaines de picofarads sont généralement observées pour les disques d'utilisation courante.

Cette valeur de capacité diminue avec la surface de la céramique. En conséquence, elle est d'autant plus basse que les valeurs maxima de l'énergie et du courant admissibles dans la varistance sont faibles, puisque ces derniers paramètres sont liés au diamètre de la céramique.

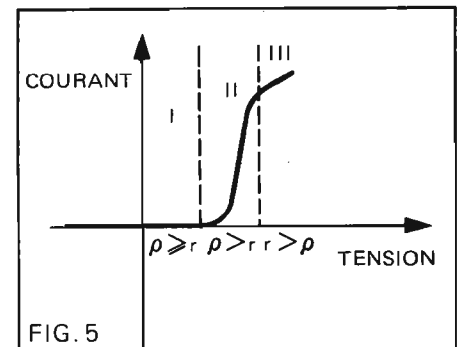


FIG. 5

## 3- Influence de la température sur la caractéristique $I = f(V)$

Les courbes  $I = f(V)$  en fonction de la température sont représentées aux Fig. 6 et 7 pour différents modèles. On observe deux régions bien distinctes : l'une dépend de la température et correspond à des tensions appliquées faibles (les courants correspondants sont de l'ordre ou inférieurs au micro-ampère) ; l'autre très peu dépendante de la température correspond à la zone normale d'utilisation. Le coefficient de température de la tension mesurée sous 1 mA est alors :

$$K = \Delta V / V \quad I / \Delta T$$

sa valeur est négative et généralement inférieure à  $-5 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ .

## 4- Caractéristiques de la varistance :

Le choix d'une varistance pour une application spécifique doit être guidé par les principales caractéristiques suivantes :

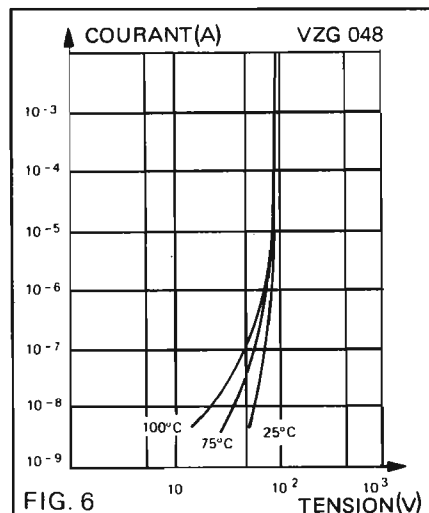


FIG. 6

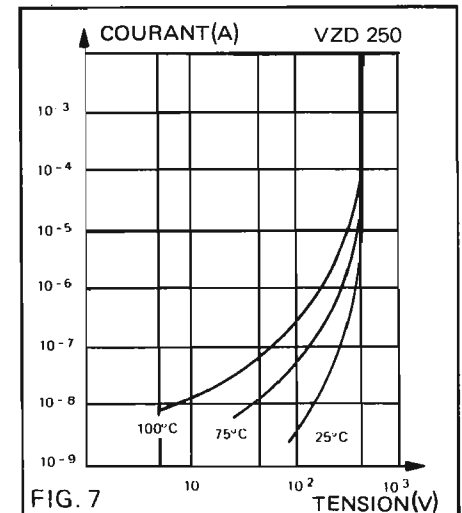


FIG. 7

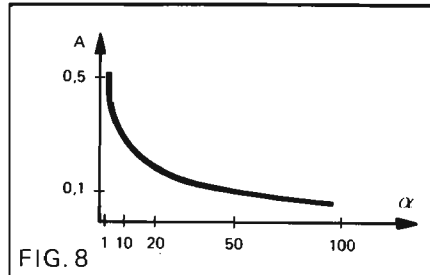
- 1) Tension d'utilisation (alternative ou continue)
- 2) Courant de fuite sous tension d'utilisation
- 3) Valeur d'écrêtage de la tension pour un courant donné
- 4) Courant maximum traversant la varistance

- 5) Energie de l'impulsion à dissiper dans la varistance
- 6) Puissance moyenne à dissiper

# GENERALITES

## 4.1 - Tension nominale d'utilisation et courant de fuite :

La tension nominale d'utilisation correspond à l'état de repos de la varistance. A cette tension de repos correspond un courant de repos qui doit être faible afin de limiter la consommation de l'élément protecteur et de ne pas perturber le circuit à protéger. Généralement les courants de repos ont des valeurs de l'ordre de quelques micro-ampères ou moins.



La courbe de variation de A en fonction de  $\alpha$  est donnée à la Fig. 8, pour des valeurs habituelles de  $\alpha$  (30 à 40) la puissance dissipée en continu est environ 7 fois plus élevée que celle dissipée par un signal sinusoïdal de même valeur crête. A titre d'exemple, une varistance de protection fonctionnant sous 250 Veff consomme une puissance de quelques mW.

Si nous comparons la puissance dissipée  $P \sim P_A$  dans le cas d'une tension sinusoïdale de valeur crête  $V_p$  (correspondant à un courant non sinusoïdal de valeur crête  $p$ ) à celle dissipée pour une tension appliquée continue de même valeur  $V_p$ , nous avons la relation :

$$P_A = AV_p \cdot I_p = AKV_p^{\alpha+1} \quad \text{avec} \quad \frac{P_A}{P_C} = A$$

où : A = constante f ( $\alpha$ )  
 K = constante : ( $I = KV^\alpha$ )  
 P<sub>C</sub> = puissance dissipée pour une tension continue  $V_p$ .

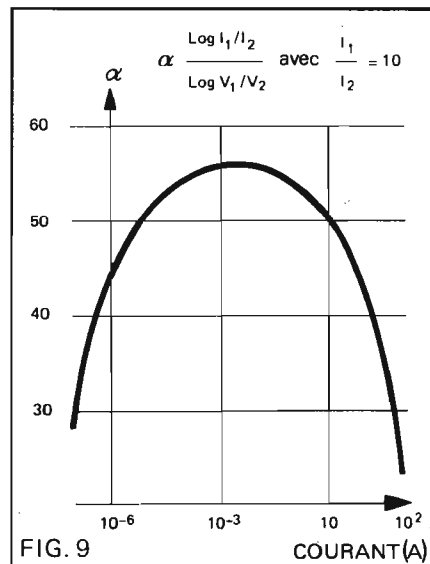
## 4.2 - Coefficient de non-linéarité

Les valeurs de crête du courant ou de la tension dépendent essentiellement de la caractéristique  $I = f(V)$  ou plus précisément de la valeur du coefficient défini par :

$$\alpha = \frac{\log I_1/I_2}{\log V_1/V_2}$$

ou  $I_1$  et  $I_2$  sont les valeurs du courant correspondant aux valeurs  $V_1$  et  $V_2$  de la tension.

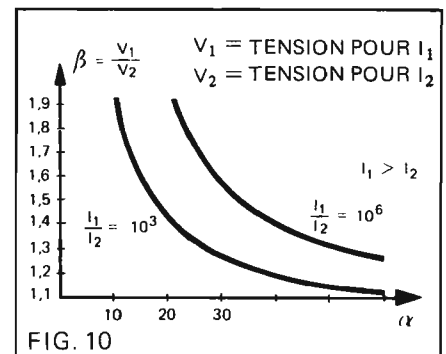
La valeur de  $\alpha$  dépend de la technologie utilisée (composition chimique, synthèse thermique etc.). La valeur n'est cependant pas constante dans tout l'intervalle de courant (plusieurs décades). A titre d'exemple, nous donnons à la Fig. 9 la variation de ce coefficient pour des courants compris entre 100 nA et 100 A. Observons que  $\alpha$  passe par un maximum et reste toujours à des valeurs élevées, même pour les fortes intensités de courant.



La non linéarité de la varistance peut être exprimée d'une autre manière par le rapport des tensions correspondant à 2 valeurs de courant.

$$\beta = \frac{V_1}{V_2} \quad \begin{matrix} V_1 & \text{tension pour courant } I_1 \\ V_2 & \text{tension pour courant } I_2 \end{matrix}$$

La représentation de  $\beta$  en fonction de la valeur de  $\alpha$  est donnée à la Fig. 10 pour 2 rapports de courant  $I_1/I_2 \times 10^3$  et  $10^6$



### 4.3 - Tension d'écrêtage

La valeur du courant de crête admissible pour un modèle de varistance et un type d'onde donnés (8 x 20 μs, 10 x 1000 μs etc.) correspond à une variation maximum autorisée de 10 % de la tension mesurée sous 1 mA continu après l'application d'un choc de courant.

On observe que le courant crête admissible est en première approximation proportionnel à la surface des électrodes de la varistance.

A titre d'exemple nous donnons au tableau 1 les valeurs de courant admissible pour différents diamètres et pour deux chocs de courant du type 8 x 20 μs.

Modèle	∅ mm	I max (A)
VZG	7	200
VZA	9	500
VZD	24	4000

Le courant de crête admissible dépend également du nombre de chocs de courant que subit la varistance. A titre

d'exemple on indique au tableau II les valeurs de courant admissible en fonction du nombre de chocs successifs de même polarité appliqués au modèle VZD 130.

Ainsi le courant crête admissible sera d'autant plus élevé que le nombre de chocs est faible.

Courant admissible (A)	Nombre de chocs de courant (8 x 20 μs)
4000	2
1000	10 <sup>2</sup>
200	10 <sup>4</sup>

### 4.4 - Energie admissible :

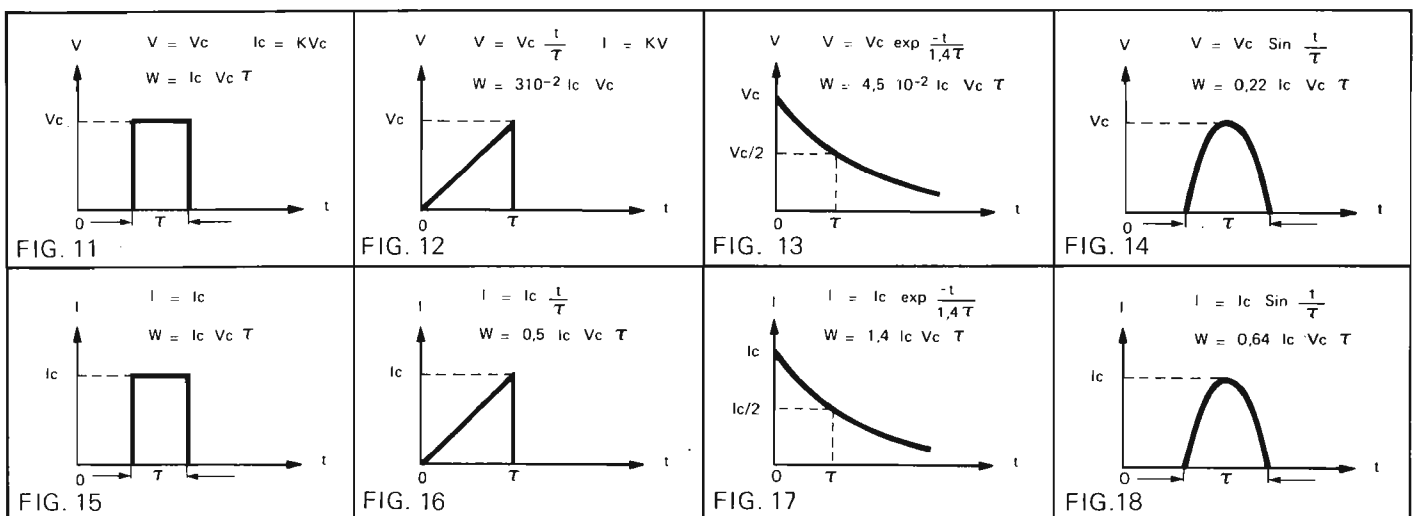
La notion d'énergie admissible concerne beaucoup plus l'état de « fonctionnement » de la varistance que son état de « repos » où la puissance moyenne est la notion dominante.

En effet, sauf cas particulier, les surtensions se produisent d'une manière aléatoire et non à une fréquence de répétition élevée.

Le vieillissement de la varistance sera en conséquence lié à l'énergie de la transitoire définie par les valeurs du courant et de la tension crête ainsi que la forme de l'impulsion.

Nous donnons ci-après, l'expression de l'énergie W calculée pour différentes formes d'impulsion en supposant que la valeur du coefficient α est égale à 30.

- a) - Choc de tension  
Figures : 11 - 12 - 13 - 14
- b) - Choc de courant  
Figures : 15 - 16 - 17 - 18.



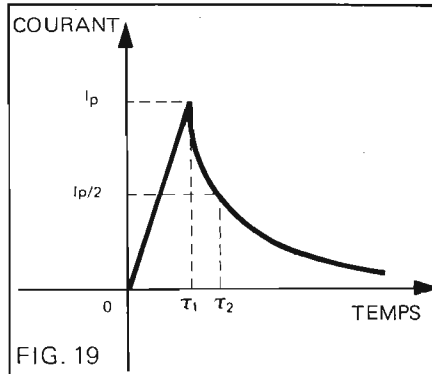
# GENERALITES

Si l'on considère, à titre d'exemple, un choc de courant représenté à la Fig. 19 on montre que l'énergie dissipée est donnée par l'expression approchée.

$$W = V_p I_p (1,4 \tau_2 - 0,88 \tau_1) 10^{-6}$$

où  $V_p$  est la valeur crête de la tension et  $I_p$  la valeur crête du courant.

$W$  est exprimé en joules  
 $\tau$  en  $\mu$  secondes  
 $V_p$  en volts  
 $I_p$  en ampères



Nous indiquons au tableau III les énergies calculées en fonction de la forme d'onde considérée :

Si la varistance absorbe une énergie supérieure à la valeur maximale admissible, on peut observer les modifications suivantes :

- courant de fuite plus élevé
- diminution de la tension sous 1 mA
- diminution du coefficient  $\alpha$

## 4.5 - Puissance moyenne dissipée

### a) Puissance moyenne dissipée à l'état de repos

Compte-tenu des valeurs élevées du coefficient  $\alpha$ , une attention particulière doit être portée sur la puissance dissipée en fonction d'une variation possible de la tension de repos.

En effet, en partant de la relation :

$$I = KV\alpha,$$

la puissance moyenne dissipée par la varistance est donnée par la relation

$$P_c = KV\alpha + 1$$

dans le cas où la tension appliquée est continue et

$$P_A = AP_c$$

dans le cas d'une tension sinusoïdale de valeur crête identique à la valeur de la tension continue.

La valeur de  $A$  en fonction de  $\alpha$  a été donnée à la Fig. 8. Une faible variation de la tension de repos peut entraîner une variation d'autant plus forte de la puissance dissipée que l'exposant  $\alpha$  est élevé (Fig. 20).

Nous observons qu'une variation de 10 % de la tension nominale accroît la puissance dissipée d'un facteur 20 pour un coefficient  $\alpha$  de 30 et d'un facteur 150 pour un coefficient de 50.

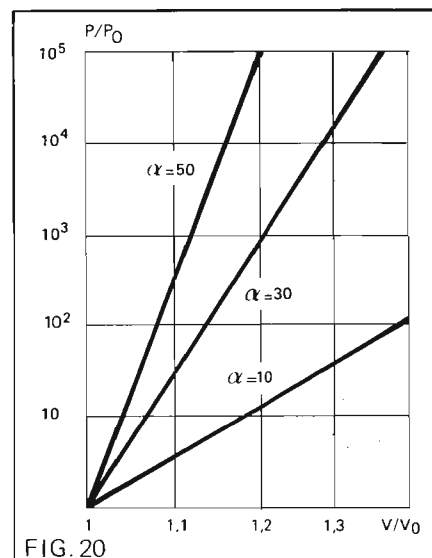


FIG. 20

Si l'énergie croît bien au delà de la valeur maximum, les caractéristiques se dégradent de façon telle que la varistance présente une résistance très faible même sous tension nominale.

L'énergie admissible pour une varistance donnée est principalement liée au volume de la pièce. A titre d'exemple, on indique au tableau IV l'énergie admissible pour deux formats de varistances.

Tableau III

Vp (V)	Ip (A)	Forme d'onde (μs)		Energie (joules)
		τ <sub>1</sub>	τ <sub>2</sub>	
500	300	1,2	50	10
500	300	8	20	3
500	300	10	1000	210

Tableau IV

Modèle	Energie admissible (joules)
VZG 250	3
VZC 250	40

Nous indiquons au tableau V la puissance  $P$  dissipée pour différentes valeurs de tension continue appliquée pour une valeur de  $\alpha$  égale à 30.

Tableau V

V <sub>c</sub> (V)	P (W)
180	$0,5 \cdot 10^{-3}$
220	0,2
230	0,75



b) Puissance moyenne dissipée durant l'état transitoire :

Si les transitoires auxquelles est soumise la varistance sont répétées à une fréquence suffisamment élevée, il s'en suivra une élévation  $\Delta T$  de la température moyenne de la pièce donnée par l'expression :

$$\Delta T = PR_{TH}$$

ou P représente la puissance moyenne dissipée qui dépend de l'énergie de l'impulsion et de sa fréquence de répétition et  $R_{TH}$  la résistance thermique de la pièce par rapport à l'air.

Cette élévation de la température doit rester inférieure à un seuil donné par le constructeur sous peine de dégradation de la résine d'enrobage du composant ou même d'emballage thermique de la céramique.

5 – Temps de réponse des varistances à base d'oxyde de zinc :

5.1 - Temps de réponse intrinsèque :

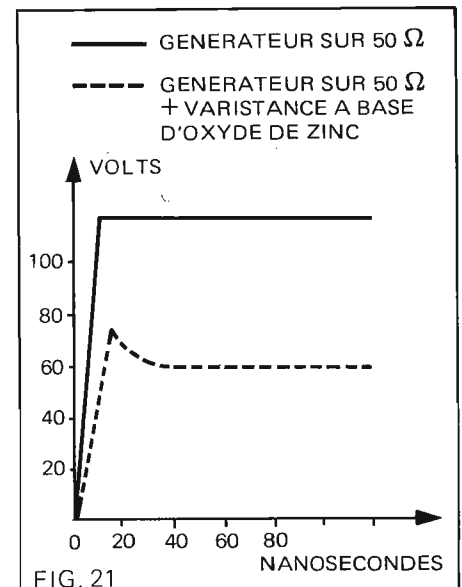
Ce temps de réponse est celui correspondant aux mécanismes de conduction propres aux semiconducteurs, en conséquence sa valeur est très faible et inférieure à la nanoseconde.

5.2 - Temps de réponse pratique :

Cependant le temps de réponse se trouve modifiée pour plusieurs raisons :

- Capacité parasite de l'élément due aux couches isolantes intergranulaires.
- Phénomène de « dépassement » (overshoot) apparaissant lorsque la varistance est soumise à une tension présentant un front de montée très rapide (figure 21) et entraînant une pointe de tension dynamique supérieure de quelques % à la tension statique.
- Impédance du circuit extérieur à la varistance.

En conclusion le temps de réponse pratique d'une varistance à base d'oxyde de zinc reste généralement inférieur à 50 nanosecondes.



# GENERALITES

## III - APPLICATIONS

Les varistances à base d'oxyde de zinc sont principalement utilisées comme élément de protection de composants ou d'équipements soumis à des perturbations électriques d'origine accidentelle ou non. Plus précisément on distingue deux types de perturbations : celles qui sont contrôlables (commutation de circuits selfiques ou capacitifs) et celles qui sont aléatoires (coup de foudre ou variation de réseau d'alimentation etc.).

La fonction « protection » est liée à la caractéristique non linéaire  $I = f(V)$  de la varistance. Cet élément est toujours monté en parallèle sur l'ensemble E à protéger.

A l'état de repos la varistance présente une impédance très élevée (plusieurs dizaines de Mégohms) vis à vis de l'élément à protéger et ne modifie pas les caractéristiques du circuit électrique.

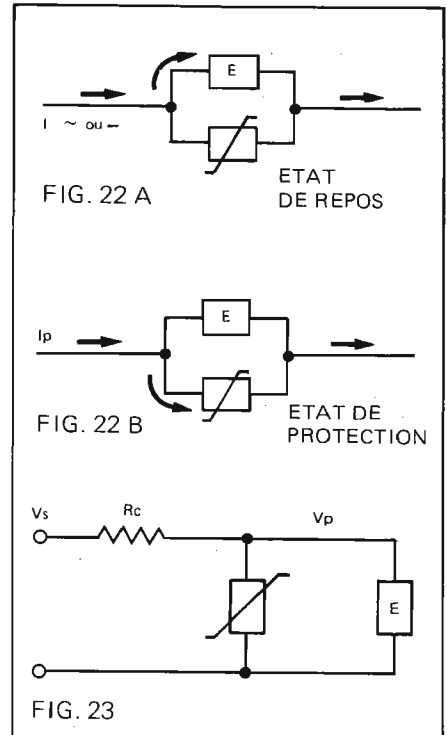
En présence d'une transitoire, la varistance présente alors une impédance très faible (quelques ohms) et court-circuite l'élément E.

Les états de repos et de fonctionnement sont représentés schématiquement aux fig. 22A et 22B. Dans le cas d'un choc de courant de valeur crête  $I_p$ , la tension aux bornes de l'élément E à protéger est d'autant plus faible que le coefficient non linéaire  $\alpha$  est élevé :

$$V_p = (I_p/K) 1/\alpha$$

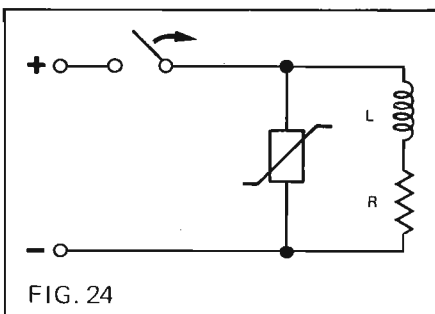
En cas de choc de tension  $V_s$ , la varistance limitera la tension à une valeur  $V_p$  aux bornes de l'élément E par l'intermédiaire de la résistance  $R_c$  qui peut être l'impédance de la source (Fig. 23.)

Afin d'illustrer la fonction « protection » des varistances à base d'oxyde de zinc, nous donnerons ci-contre 3 exemples typiques d'applications.



### 1 - Protection des contacts de relais :

Il est bien connu que la coupure brusque d'un circuit selfique provoque une surtension pouvant entraîner une détérioration prononcée des contacts d'un relais due à l'apparition d'un arc. Des surtensions de plusieurs milliers de volts peuvent apparaître aux bornes des contacts de relais non protégés. Cet inconvénient peut être éliminé en limitant la surtension due à l'ouverture du circuit selfique à un niveau tel qu'elle ne puisse générer un arc. Cette limitation est réalisée par la mise en parallèle d'une varistance à base d'oxyde de zinc aux bornes du relais caractérisé par sa valeur de self L et sa résistance R (Fig. 24.)



En choisissant une varistance à faible tension d'écrêtage du type VZG 048 fabriquée par L.C.C. la surtension est limitée à une valeur inférieure à 145 V. Compte tenu des faibles niveaux d'énergie à transférer à la varistance (quelques millijoules) on peut utiliser des céramiques de faible encombrement (diamètre du disque inférieur à 5 mm).

Ces varistances à base d'oxyde de zinc destinées à protéger les relais centraux téléphoniques du type Crossbar sont soumises à des tensions permanentes comprises entre 25 et 50 V environ. La varistance doit avoir pour ces tensions nominales une consommation la plus faible possible c'est-à-dire un faible courant de fuite et ce, durant le temps d'exploitation (une vingtaine d'années environ), représentant dans certains cas des millions de commutations. Afin de simuler le comportement de ces composants, les varistances sont branchées aux bornes des bobines de relais et leurs caractéristiques sont relevées en fonction du nombre de commutations.

Les résultats sont donnés à la Fig. 25 en ce qui concerne l'évolution du courant de fuite pour 2 valeurs d'énergie emmagasinée par la self : 2,5 et 5 mJ. On observe qu'après quelques millions d'ouvertures du circuit le courant de fuite reste à des valeurs relativement faibles (< 100  $\mu A$ ). En outre, la tension d'écrêtage ne varie que de quelques pour cents donc sans influence sur les performances de la varistance.

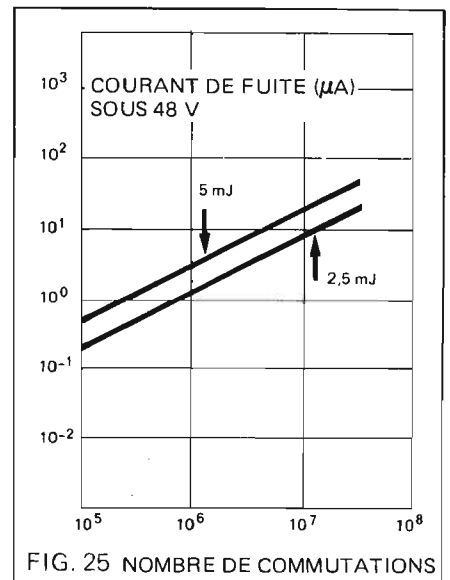


FIG. 24

FIG. 25 NOMBRE DE COMMUTATIONS

## 2- Protection d'un pont redresseur à diodes :

Les éléments semiconducteurss (diodes au silicium, thyristors, etc.) sont particulièrement sensibles aux transitoires et doivent être protégés de façon à ce que la valeur des surtensions soit limitée à des niveaux tels qu'elles ne présentent aucun danger pour de tels composants.

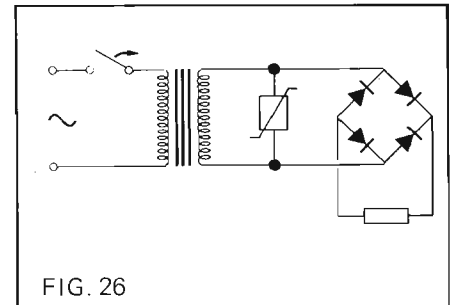


FIG. 26

Un exemple de protection d'un pont redresseur à diodes est représenté schématiquement à la Fig. 26. La varistance est montée au secondaire du transformateur aux bornes du pont redresseur.

Si le courant magnétisant du transformateur est coupé à l'instant où sa valeur est maximum, une tension dix fois supérieure à la valeur normale peut apparaître alors aux bornes du secondaire en l'absence de charge.

Cette surtension prohibitive pour les semiconducteurs sera limitée par la présence de la varistance qui absorbera l'énergie correspondant au changement d'état du circuit primaire.

La même varistance peut également protéger le pont redresseur contre les surtensions provenant du réseau et se propageant vers le circuit secondaire par l'intermédiaire de la capacité parasite du transformateur.

Un autre cas pratique à considérer concerne la fermeture du circuit primaire. Si le circuit est fermé à l'instant où la tension primaire est maximum, la tension secondaire peut être deux fois supérieure à sa valeur en régime normal. Bien que ce cas soit moins dangereux que le précédent, il peut cependant conduire à la détérioration des diodes redresseuses. Le montage en parallèle d'une varistance permet de limiter cette surtension à une valeur telle, qu'elle n'entraîne aucune dégradation des semiconducteurs.

## 3- Coupure d'un circuit selfique alimenté en alternatif avec redresseur non chargé :

Le schéma est représenté à la Fig. 27. A l'ouverture du circuit alimenté en alternatif une surtension apparaît aux bornes du redresseur :  $- L di/dt$ .

L'énergie emmagasinée par la self ( $1/2 L I^2$  eff) est transférée à la varistance de protection montée en parallèle sur la self.

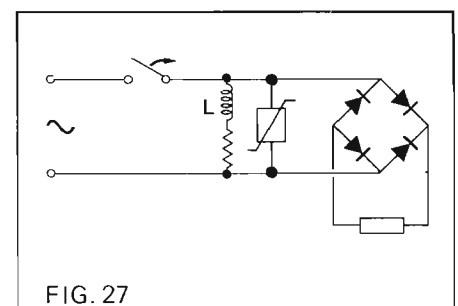


FIG. 27

# GENERALITES

## IV – COMPARAISON DES VARISTANCES A BASE D'OXYDE DE ZINC ET DES AUTRES DISPOSITIFS DE PROTECTION A L'ETAT SOLIDE

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe d'autres éléments de protection à l'état solide (varistances à base de carbure de silicium, diodes au silicium, etc.) présentant une relation non linéaire entre le courant et la tension. Il est intéressant de comparer leurs propriétés générales à celles des éléments à base d'oxyde de zinc (Voir Tableau VI).

Remarquons tout d'abord que la symétrie de la courbe  $I = f(V)$  des varistances à base d'oxyde de zinc leur procure un avantage sur les diodes au silicium dans le cas d'une utilisation sous tension alternative. Dans ce dernier cas, les diodes doivent être montées « tête-bêche » ce qui entraîne une augmentation du coût de la production. On observe, par ailleurs, que les propriétés non linéaires de l'oxyde de zinc sont plus proches de celles des diodes au silicium que celles des varistances à base de SiC (voir en particulier la valeur de l'exposant). En outre, le coefficient de température de la tension sous 1 mA est le plus faible dans le cas de l'oxyde de zinc.

Les courants crêtes admissibles pour les trois types de protection dépendent de différents paramètres tels que dimension, valeur de la tension de repos, forme de l'onde, etc. Cependant, on observe que les varistances à base d'oxyde de zinc supportent d'autant mieux les courants de crête élevés que les tensions de repos le sont et, ce, contrairement aux diodes au silicium qui peuvent supporter des courants de quelques centaines d'ampères uniquement pour les faibles tensions de repos (quelques dizaines de volts).

A titre d'exemple, une varistance à base d'oxyde de zinc utilisée sous 250 V alternatif en régime permanent, peut supporter un choc de courant (type  $8 \times 20 \mu s$ ) de 4000 A alors qu'une diode au silicium supporte 80 A.

TABLEAU VI

Caractéristiques typiques de dispositifs de protection à l'état solide

	ZnO	SiC	Diode Si
Structure	polycristal	polycristal	monocristal
$I = f(V)$	symétrique	symétrique	non symétrique
Tension de repos (V)	24 - 2000	5 - 1000	5 - 400
$\alpha (I_1 = 10 A, I_2 = 1 mA)$	25 à 50	3 à 7	40 à 60
Courant de repos (mA)	$10^{-3}$ à $10^{-2}$	1	$10^{-3}$ à $10^{-2}$
Coefficient de température $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)_{1mA} \cdot \frac{1}{\Delta T}$ (%/°C)	- 0,05	- 0,1	+ 0,1
Courant crête max (kA)	30	2	1
Temps de réponse (ns)	< 25	< 1000	< 10

## CARACTERISTIQUES GENERALES

- Température de stockage  
- 40° C + 125° C
- Température maximale d'utilisation  
+ 85° C
- Température de surface maximale d'utilisation  
+ 115° C
- Temps de réponse  
< 25 nanosecondes

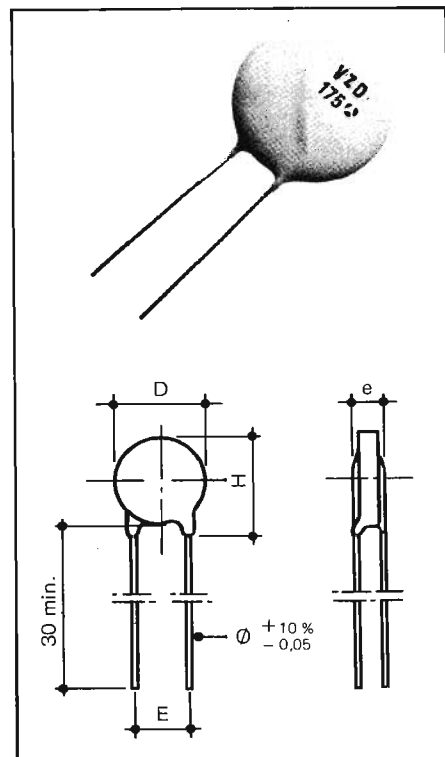
## DIMENSIONS (mm)

FORMAT	D max.	H max.	e max.	∅	E ±0,8
G	7	10		0,6	5,08
A	9	12		0,6	5,08
B	13	16		0,8	7,62
C	17	20		0,8	7,62
D	24	27		0,8	7,62

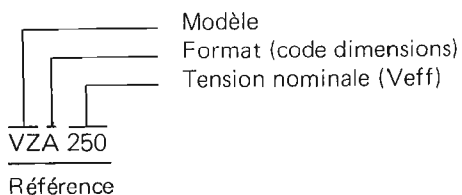
REFERENCE	e max.	REFERENCE	e max.
VZG 048	4	VZG 130	4,5
VZG 060	4	VZG 150	4,5
VZG 075	4	VZG 175	4,5
VZG 095	4	VZG 230	5
VZG 106	4,5	VZG 250	5
VZA 048	4	VZA 150	4,5
VZA 060	4	VZA 175	4,5
VZA 075	4	VZA 230	5
VZA 095	4	VZA 250	5
VZA 106	4,5	VZA 275	5,5
VZA 130	4,5	VZA 300	5,5
VZB 095	4,5	VZB 250	5,5
VZB 106	4,5	VZB 275	5,5
VZB 130	5	VZB 300	6
VZB 150	5	VZB 420	7
VZB 175	5	VZB 460	7,5
VZB 230	5,5	VZB 510	8
VZC 095	4,5	VZC 250	5,5
VZC 106	4,5	VZC 275	5,5
VZC 130	5	VZC 300	6
VZC 150	5	VZC 420	7
VZC 175	5	VZC 460	7,5
VZC 230	5,5	VZC 510	8
VZD 130	5	VZD 275	5,5
VZD 150	5	VZD 300	6
VZD 175	5	VZD 420	7
VZD 230	5,5	VZD 460	7,5
VZD 250	5,5	VZD 510	8

Autres valeurs, nous consulter

## PRESENTATION



## EXEMPLE DE COMMANDE



## MARQUAGE

Modèle VZG :  
VZ et tension nominale en clair  
Modèles VZA, VZB, VZC et VZD :  
Modèle et tension nominale en clair  
Logo THOMSON-CSF

## CARACTERISTIQUES PARTICULIERES

REFERENCE	Tens. de repos max. Veff	Tens. conti. max. de repos	Tens. nom. sous 1 mA continu $\pm 10\%$	Tension d'éclairage max. 8 x 20 $\mu$ s		ENERGIE (Joules) (10 x 1000 $\mu$ s)		COURANT DE CRETE ADMISSIBLE 8 x 20 $\mu$ s					Capacité typique (pF)	Puissance moyenne (W)
				Vc	Ip	1 choc	10 chocs	2 chocs	10 chocs	10 <sup>2</sup> chocs	10 <sup>3</sup> chocs	10 <sup>4</sup> chocs		
VZG 048 VZA 048	48	63	75	135 125	5 10	1 3	0,6 1,2	300 800	70 175	50 125	30 75	20 40	180 480	0,1 0,2
VZG 060 VZA 060	60	80	100	175 165	5 10	1,5 4	0,7 1,3	300 800	70 175	50 125	30 75	20 40	165 440	0,1 0,2
VZG 075 VZA 075	75	100	120	210 200	5 10	2 5	0,8 1,5	300 800	70 175	50 125	30 75	20 40	150 400	0,1 0,2
VZG 095 VZA 095 VZB 095 VZC 095	95	125	150	250 250 250 250	5 10 25 50	2,5 6 10 20	1 2,3 7 15	300 800 1500 3000	70 175 350 700	50 125 250 500	30 75 150 300	20 40 100 150	110 310 560 1200	0,1 0,2 0,4 0,6
VZG 106 VZA 106 VZB 106 VZC 106	106	140	170	280 280 280 280	5 10 25 50	3 7 10 25	1 2,3 7 15	300 800 1500 3000	70 175 350 700	50 125 250 500	30 75 150 300	20 40 100 150	100 280 500 1100	0,1 0,2 0,4 0,6
VZG 130 VZA 130 VZB 130 VZC 130 VZD 130	130	170	205	340 340 340 340 340	5 10 25 50 100	4 8 15 30 50	1,2 3 7,5 23 38	400 1000 1800 4000 6000	70 175 350 700 1400	50 125 250 500 1000	30 75 150 300 400	20 40 100 150 200	90 250 450 1000 2500	0,1 0,2 0,4 0,6 0,8
VZG 150 VZA 150 VZB 150 VZC 150 VZD 150	150	200	240	400 400 400 400 400	5 10 25 50 100	5 10 17 35 60	1,2 3 7,5 23 42	400 1000 1800 4000 6000	70 175 350 700 1400	50 125 250 500 1000	30 75 150 300 400	20 40 100 150 200	80 220 400 850 2000	0,1 0,2 0,4 0,6 0,8
VZG 175 VZA 175 VZB 175 VZC 175 VZD 175	175	225	270	445 445 445 445 445	5 10 25 50 100	6 12 18 40 60	1,2 3 7,5 23 42	400 1000 1800 4000 6000	70 175 350 700 1400	50 125 250 500 1000	30 75 150 300 400	20 40 100 150 200	70 190 340 750 2000	0,1 0,2 0,4 0,6 0,8
VZG 230 VZA 230 VZB 230 VZC 230 VZD 230	230	300	360	595 595 595 595 595	5 10 25 50 100	7,5 15 22 50 80	2 4,5 9 27 54	400 1200 2000 4500 6500	70 175 350 700 1400	50 125 250 500 1000	30 75 150 300 400	20 40 100 150 200	55 140 250 550 1500	0,1 0,2 0,4 0,6 0,8
VZG 250 VZA 250 VZB 250 VZC 250 VZD 250	250	320	390	645 645 645 645 645	5 10 25 50 100	8 17 25 55 90	2,3 6 12 30 70	400 1200 2000 4500 6500	70 175 350 700 1400	50 125 250 500 1000	30 75 150 300 400	20 40 100 150 200	50 130 230 500 1300	0,1 0,2 0,4 0,6 0,8



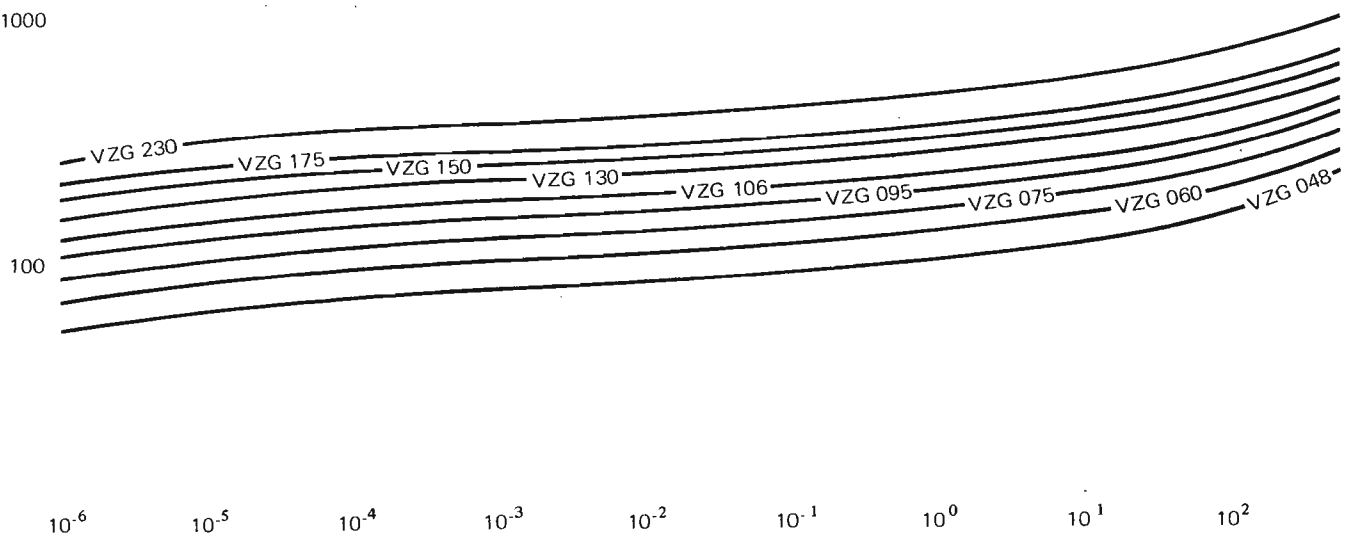
REFERENCE	Tens. de repos max. V <sub>eff</sub>	Tens. conti. max. de repos	Tens. nom. sous 1 mA continu ± 10 %	Tension d'éclairage max. 8 x 20 μs		ENERGIE (Joules) 10 x 1000 μs		COURANT DE CRETE ADMISSIBLE 8 x 20 μs					Capacité typique (pF)	Puissance moyenne (W)
				(V <sub>c</sub> )	I <sub>p</sub> (A)	1 choc	10 chocs	2 chocs	10 chocs	10 <sup>2</sup> chocs	10 <sup>3</sup> chocs	10 <sup>4</sup> chocs		
VZA 275	275	350	430	710	10	18	6	1200	175	125	75	40	120	0,2
VZB 275				710	25	27	12	2000	350	250	150	100	210	0,4
VZC 275				710	50	57	30	4500	700	500	300	150	450	0,6
VZD 275				710	100	100	75	6500	1400	1000	400	200	1200	0,8
VZA 300	300	385	470	775	10	20	6	1200	175	125	75	40	100	0,2
VZB 300				775	25	30	12	2000	350	250	150	100	180	0,4
VZC 300				775	50	60	30	4500	700	500	300	150	400	0,6
VZD 300				775	100	110	75	6500	1400	1000	400	200	1000	0,8
VZB 420	420	560	680	1120	25	40	13	2000	350	250	150	100	120	0,4
VZC 420				1120	50	90	38	4500	700	500	300	150	300	0,6
VZD 420				1120	100	160	110	6500	1400	1000	400	200	700	0,8
VZB 460	460	615	750	1240	25	45	15	2000	350	250	150	100	110	0,4
VZC 460				1240	50	100	45	4500	700	500	300	150	250	0,6
VZD 460				1240	100	175	120	6500	1400	1000	400	200	600	0,8
VZB 510	510	670	820	1350	25	50	18	2000	350	250	150	100	100	0,4
VZC 510				1350	50	110	54	4500	700	500	300	150	220	0,6
VZD 510				1350	100	190	140	6500	1400	1000	400	200	550	0,8

## CARACTERISTIQUES COURANT-TENSION

U (V)

1 VZG

1000



10<sup>-6</sup>

10<sup>-5</sup>

10<sup>-4</sup>

10<sup>-3</sup>

10<sup>-2</sup>

10<sup>-1</sup>

10<sup>0</sup>

10<sup>1</sup>

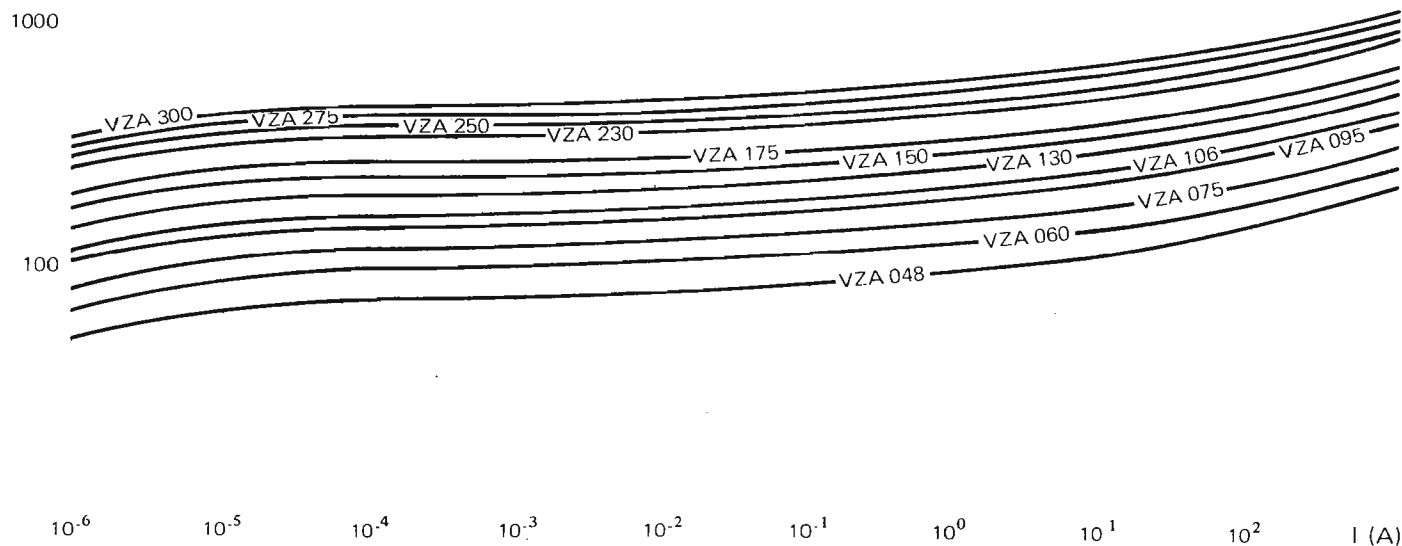
10<sup>2</sup>

I (A)

CARACTERISTIQUES COURANT-TENSION (SUITE)

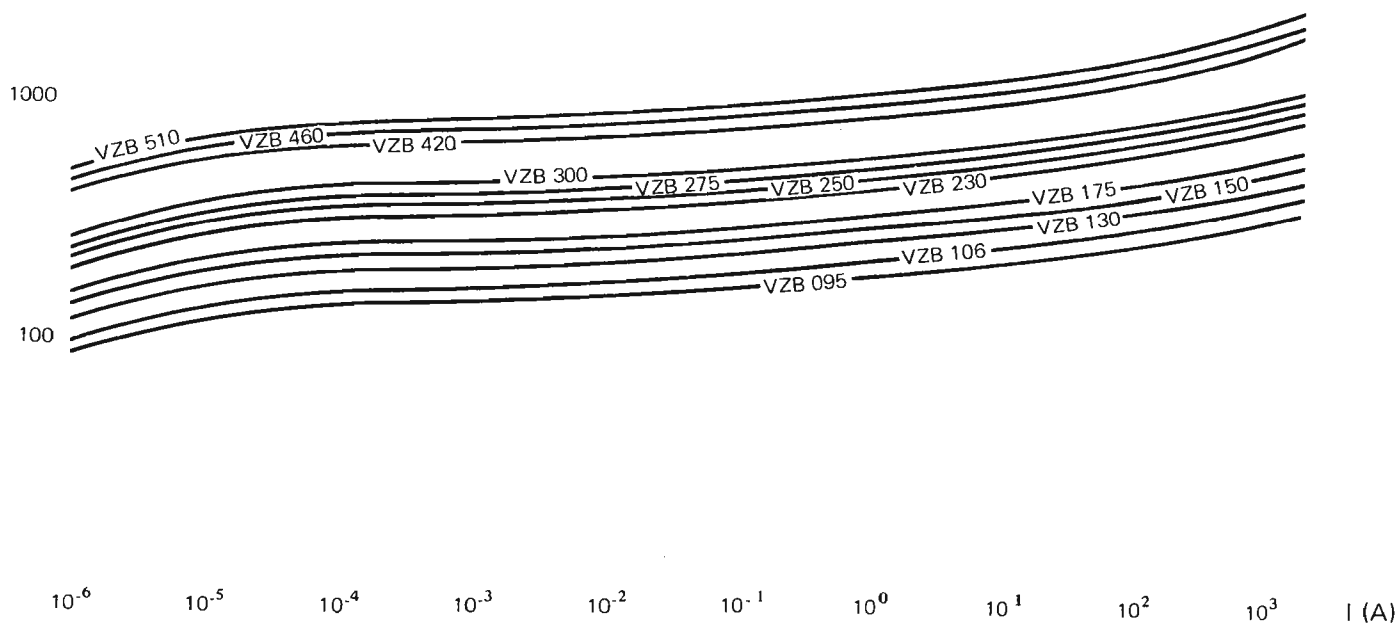
U (V)

2 VZA



U (V)

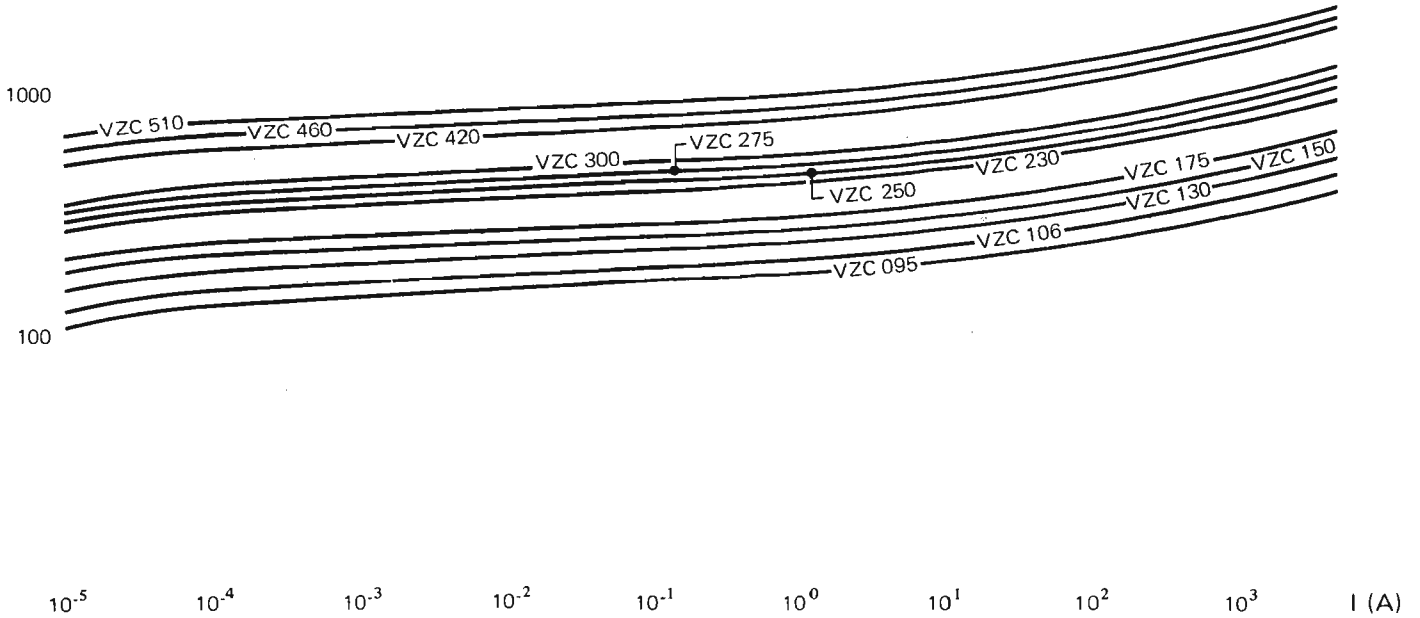
3 VZB





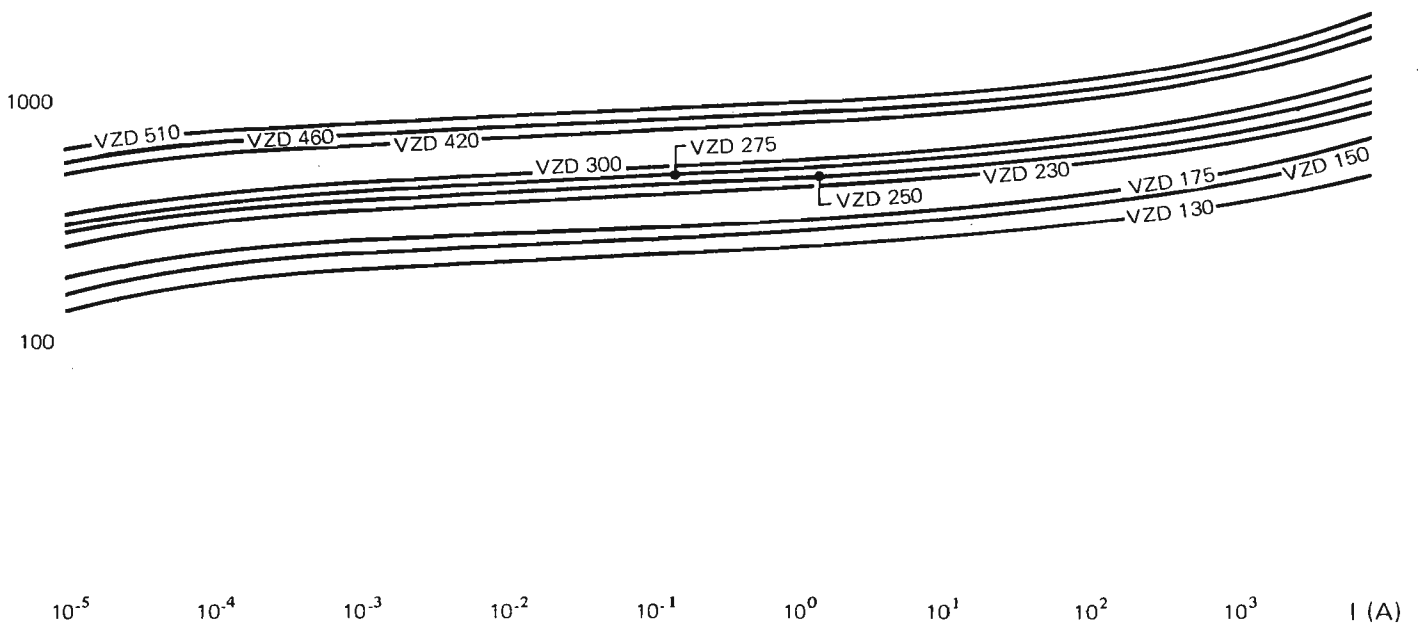
U (V)

4 VZC



U (V)

5 VZD



Modèle principalement destiné  
à la protection des contacts de  
relais et à la suppression de  
surtensions.  
(Télécommunications)

Conforme à la spécification  
UTE/NF C 93277 - Modèle VAP 4.

Tension nominale : 48 V

Dissipation nominale : 0,1 W

Nous consulter

## LISTE DES DISTRIBUTEURS AGRÉÉS PAR LCC EN FRANCE

### REGION PARISIENNE

#### ADIME

89, avenue Pierre Brosolette  
92120 MONTROUGE  
Tél. : (1) 655.89.89.  
Tlx. : 204 243 F

#### COPEL

Rue Fourny - 78530 BUC  
Tél. : (3) 956.10.18  
Tlx. : 696 379 FV

#### COREL ELECTRONIQUE

(pour les ferrites)  
67/69, rue de la Colonie  
75013 PARIS  
Tél. : (1) 580.45.00  
Tlx. : COREL 200 493

#### D.P.S., Distribution Périphériques Systèmes (pour les têtes et systèmes magnétiques)

41, rue Ybry  
92522 NEUILLY-SUR-SEINE  
Tél. : (1) 758.12.40  
Tlx. : ISO BUR 630 842

#### GEDIS

53, rue de Paris  
92100 BOULOGNE  
Tél. : (1) 604.81.70  
Tlx. : 270 191

GEDIS Tours  
NEUILLE-LE-LIERRE  
37380 MONNAIE  
Tél. : (47) 52.96.07

### THOMSON-CSF COMPOSANTS DISTRIBUTION (TCC.DIS)

30, avenue de la République  
B.P. 1 - 94800 VILLEJUIF  
Tél. : (1) 677.81.71  
Tlx. : 260 743 F

### REGION EST

#### SELFCO

31, rue du Fossé des Treize  
67000 STRASBOURG  
Tél. : (88) 22.08.88  
Tlx. : 890 706 F

### REGION OUEST

#### BELLION ELECTRONIQUE

Z.I. KERSCAO / BREST BP 16  
29219 LE RELECQ KERHUON  
Tél. : (98) 28.03.03  
Tlx. : 940 930 F

### REGION SUD-OUEST

#### SODIMEP

8, avenue Léon Viala  
31400 TOULOUSE  
Tél. : (61) 52.01.21  
Tlx. : 530 737

Rue Edouard-Faure  
Centre Commercial de Gros  
33083 BORDEAUX CEDEX  
Tél. : (56) 39.93.42  
Tlx. : 541 790

### REGION SUD-EST

#### SEDRE

8, place Paul-Mistral  
38000 GRENOBLE  
Tél. : (76) 87.68.74  
Tlx. : 320 259 SEDREDG

21, avenue de la Plaine-Fleurie  
38240 MEYLAN  
Tél. : (76) 90.71.18  
Tlx. : 980 936

11, rue du 11 Novembre 1918  
42100 SAINT-ETIENNE  
Tél. : (77) 32.80.57

10-12, rue Jean-Bourgey  
69100 VILLEURBANNE  
Tél. : (7) 868.30.96  
Tlx. : 370 461

#### S.R.D.

Chemin des Pennes au Pin  
PLAN de CAMPAGNE  
13170 LES PENNES MIRABEAU  
Tél. : (42) 02.91.08  
Tlx. : 440 076 F



LCC.CICE/COMPAGNIE EUROPÉENNE DE COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES  
101, BD MURAT / 75781 PARIS CEDEX 16  
TÉL. : 33 (1) 743.96.40 / CABLE : TCSF 204 780 F

DEPARTEMENT CONDENSATEURS LCC  
DIRECTION : Avenue du Colonel Prat  
SAINT-APOLLINAIRE, 21100 DIJON  
Tél. : (80) 71.81.22 - Télex TCSF 204780 F  
SERVICES COMMERCIAUX FRANCE :  
101, bd Murat, 75781 PARIS CEDEX 16  
Tél. : (1) 743.96.40 - Télex : TCSF 204780 F