

LES RESISTANCES NON LINEAIRES.

I - LES THERMISTANCES OU RESISTANCES C.T.N.

1°) Généralités.

Les résistances CTN se distinguent des autres résistances par leur coefficient de température négatif élevé, jusqu'à -6,5% par °C à 25°C. Cela se traduit par une diminution rapide de la valeur de la résistance quand la température augmente, que cette dernière ait pour origine la variation de température ambiante ou l'énergie dissipée par effet Joule.

La relation entre la résistance et la température d'une CTN est donnée par la formule:

$$R = Ae^{B/T}$$

A et B sont des constantes caractéristiques de la CTN.

T est la température absolue (-273°C).

e est la base des logarithmes népériens (e = 2,718).

2°) Technologie.

- Les thermistances sont constituées par des oxydes métalliques qui ont été réduits en poudre puis agglomérés et portés à haute température (frittage), cette température est cependant inférieure à la température de fusion.

Ces oxydes métalliques sont à base de fer, nickel, manganèse, titane, magnésium cobalt, zinc.... Les résistivités sont comprises entre 1Ω/m et 100Ω/m, chaque oxyde oriente les propriétés dans un certain sens, par exemple l'oxyde de cuivre abaisse la résistivité.

En fonction des caractéristiques à obtenir les constructeurs adoptent les dosages susceptibles de donner satisfaction.

- Les différents types de thermistances sont présentés sous la forme de perles, de bâtonnets, de disques. Les perles miniatures sont souvent protégées par une ampoule de verre.

Les bâtonnets admettent une puissance maximale de plusieurs watts. Leur valeur ohmique à 25°C peut atteindre 150kΩ.

Les disques ont une dissipation maximale plus faible atteignant le watt, leur valeur ohmique à 25°C ne dépasse pas 5kΩ.

Les perles miniatures n'admettent que quelques milliwatts, par contre leur valeur ohmique à 25°C peut être élevée, jusqu'à 680kΩ.

- La protection finale est fonction de la température maximale admissible:

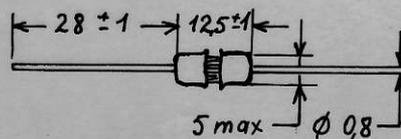
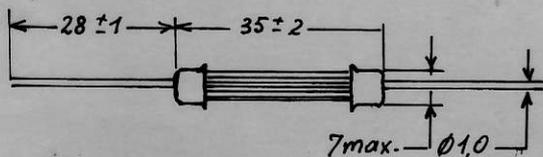
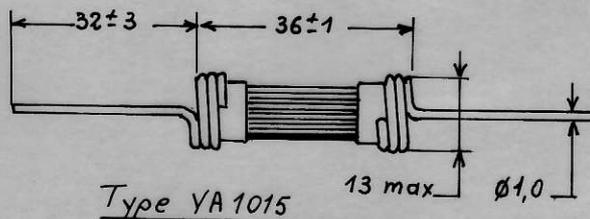
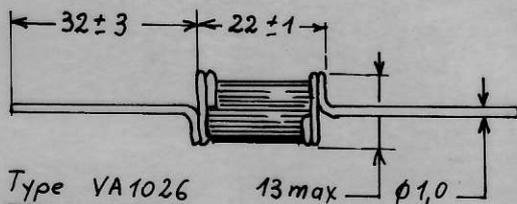
- vernis bakélite pour des températures de l'ordre de 100°C.

- vernis silicone pour des températures supérieures à 250°C.

- émail réfractaire pour des températures voisines de 1000°C (dans ce cas les connexions sont constituées par des lamelles de platine).

3°) Différents modèles.

- Type bâtonnet. Forme de cylindre à extrémités métallisées, les fils de connexions sont enroulés aux extrémités et soudés à l'argent ou sertis dans une capsule métallique.

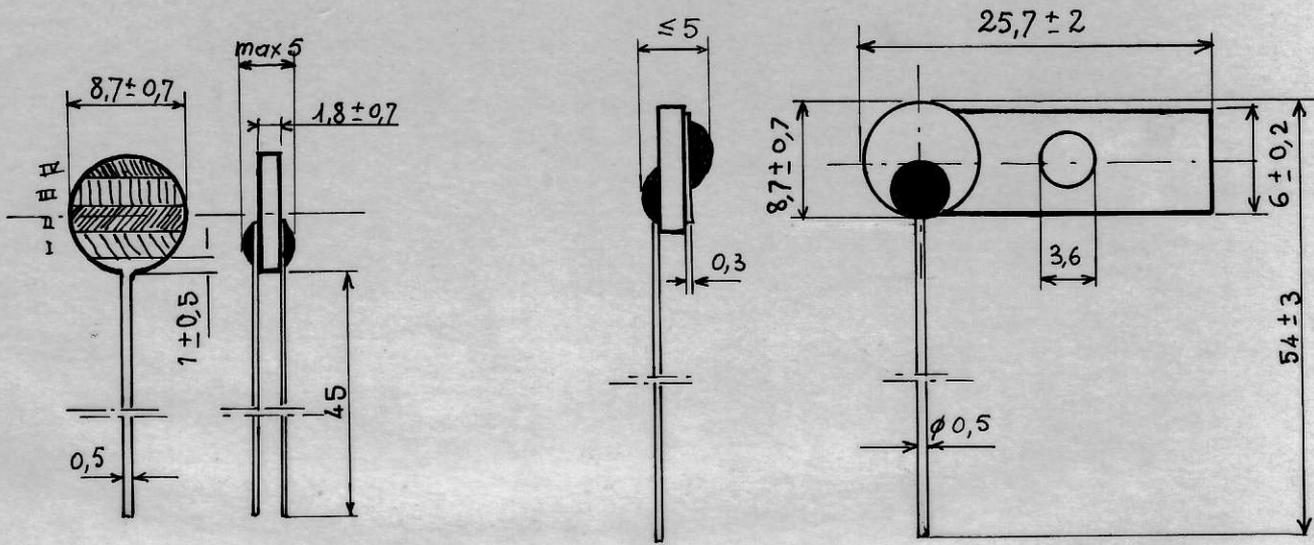


Type 100 026/1

Type B3 922

LES RESISTANCES NON LINEAIRES.

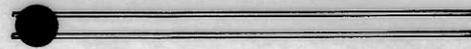
- Type disque: le corps de la résistance est un disque dont les deux faces sont argentées, enrobées et laquées.



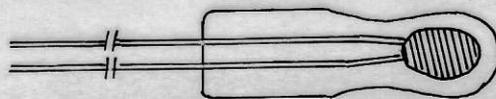
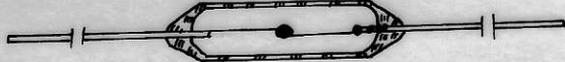
- Type miniature sous ampoule de verre: l'élément résistant se présente sous forme de perle. Dans cette perle sont enrobés deux fils en alliage de platine. Ces fils sont soudés aux connexions traversant l'ampoule de protection.



Perle nue à sorties axiales



perle nue à sorties radiales

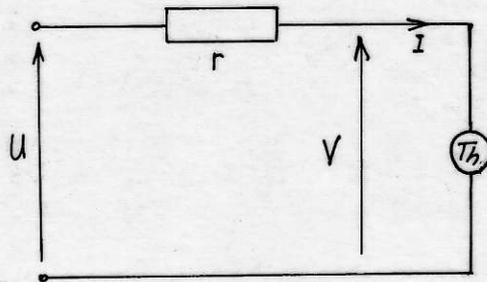


Microthermomètre (dissipation max. 120mW)

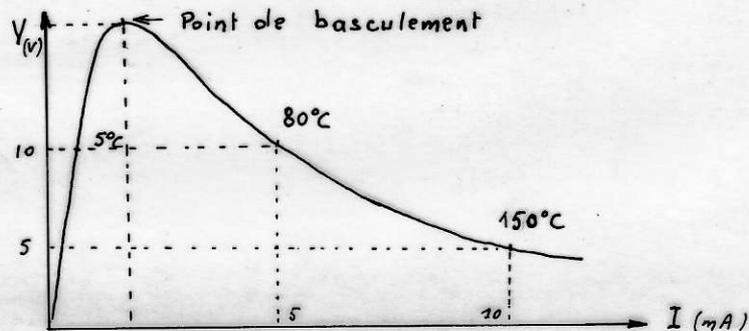
- Type miniature à chauffage indirect: dans ce type de CTN la température est réglée par un élément chauffant spiralé. La résistance CTN est l'élément de chauffage sont électriquement indépendant l'un de l'autre, ils peuvent faire partie chacun d'un circuit différent. Il y a donc possibilité de commande à distance.

4°) Caractéristique tension-courant.

. Le montage utilisé pour le relevé de cette caractéristique est indiqué ci-dessous:



L'allure de la caractéristique tension-courant est la suivante:



Pour les faibles valeurs de courant, les effets de la variation de la température sont pratiquement négligeables et on retrouve la loi d'Ohm; $V = RI$.

Au-dessus d'une certaine valeur de courant (point de basculement) la thermistance s'échauffe, la résistivité diminue très vite et la tension décroît quand la tension augmente. La thermistance "refuse" l'augmentation de tension.

Les deux parties de la courbe correspondent à des utilisations différentes. Après le point de basculement la thermistance présente un effet de résistance négative.

5°) Utilisation des thermistances.

a) Thermistance utilisée à faible courant. C'est la température ambiante qui provoque la variation de résistance.

- thermométrie.
- compensation d'ambiance (compensation des variations de résistance des éléments métalliques d'un galvanomètre par exemple)
- compensation de l'effet de température des transistors.

b) Thermistance chauffée par le courant qui la traverse.

- temporisation des relais électro-magnétiques.
- limitation d'amplitude des oscillateurs.
- protection contre les surintensités.
- mesure des puissances en hyperfréquence: la thermistance est disposée à l'entrée d'un guide et branchée dans l'un des bras d'un pont de Wheatstone.
- régulation de tension.

c) Le courant qui traverse la thermistance est élevé et constant, la température ambiante est constante.

La variation de la résistance de la thermistance est fonction de la facilité d'évacuation de la chaleur vers l'extérieur.

- jauge à vide, la résistance thermique dépend de la pression.
- débit-mètre, la résistance thermique dépend de la vitesse d'écoulement.
- jauge à niveau de liquide, la résistance thermique varie brusquement lorsque le liquide touche la thermistance.

II - LES RESISTANCES A COEFFICIENT DE TEMPERATURE POSITIF (CTP).

1°) Généralités. Ce sont des résistances en céramique ferro-électrique semiconductrice. Elles sont obtenues par frittage. Elles possèdent, dans une certaine plage de température, un coefficient de température positif.

2°) Technologie.

Au delà d'une température bien précise, correspondant au point de Curie, ce certains matériaux subissent une modification de leur structure cristalline. Le titanate de baryum ($BaTiO_3$) voit son cristal passer à $120^\circ C$ du système tétragonal au système cubique. La constante diélectrique décroît dans de fortes proportions.

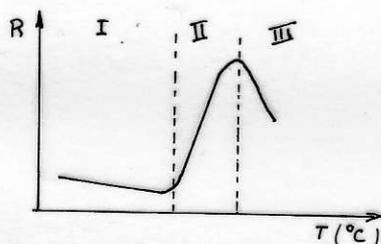
A l'aide d'additifs, il est possible de modifier le point de transition ainsi que la vitesse de variation de la résistivité. Celle-ci croît au-delà du point de Curie avec un coefficient de température élevé. Ce coefficient qui est de l'ordre de $+1\%/^\circ C$ pour les sensistors et silistors au silicium varie de $+7\%$ à $+60\%/^\circ C$ pour les résistances CTP au titanate de baryum.

3°) Différents types.

- Perles: valeur ohmique à $25^\circ C$ 30 à 40Ω ; dissipation $10 mW/^\circ C$.
tension maximale 40 à 50V.
- Perles miniatures: valeur ohmique à $25^\circ C$: 50 à 60Ω ; dissipation $6 mW/^\circ C$.
tension maximale 25V.
- Modèle haute tension: valeur ohmique à $25^\circ C$: 36 à 50Ω ; dissipation 1,8W
utilisable jusqu'à 180V.

4°) Caractéristique $R = f(T)$.

Dans la caractéristique de la résistance en fonction de la température on distingue trois zones.



- zone I: le coefficient de température est légèrement négatif.
- zone II: au-delà du point de Curie le coefficient de température est positif. Cette zone est très étroite. C'est la zone d'utilisation de ce type de résistance.
- zone III: dans cette zone la structure cristalline cubique est stable, le coefficient de température devient négatif, la résistance décroît et l'échauffement devenant cumulatif peut entraîner la destruction de la résistance.

5°) Utilisations.

- Mesure des niveaux de liquides.
- Protection thermique des moteurs.
- Interrupteur thermique pour alarme.

III - LES RESISTANCES VARIABLES AVEC LA TENSION - VARISTANCES OU VDR.

VDR = Voltage Dependant Resistors.

- 1°) Généralités. La valeur de ces résistances est fonction de la tension appliquée aux bornes.
- 2°) Technologie. Ces résistances sont formées par de la poudre de carbure de silicium (carburandum) et des traces d'oxydes métalliques. Ces poudres sont agglomérées par un liant céramique et cuites à température inférieure à la température de frittage des grains de silicium.
Une métallisation des extrémités ou des faces permet un bon contact avec les connexions. Une laque de protection donne à ces résistances une bonne tenue à l'humidité.

- 3°) Différents types. On trouve ces résistances sous forme de:
- disques et barrettes.
- bâtonnets.
Leur présentation rappelle les CTN.

4°) Caractéristique $U = f(I)$.

En courant continu, l'équation d'une VDR est de la forme:

$$V = CI^\beta \text{ ou } \log V = \log C + \beta \log I$$

V = tension aux bornes de la VDR en volts,

I = courant en ampères,

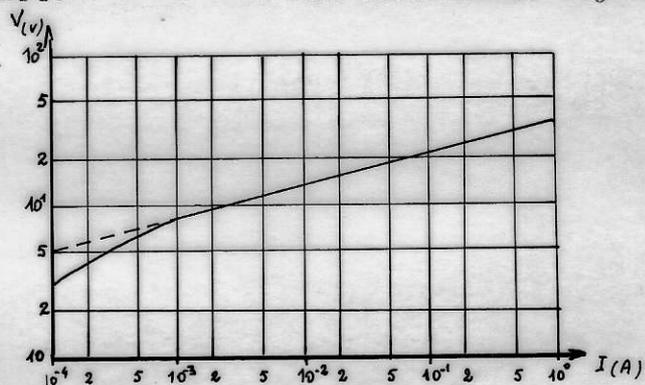
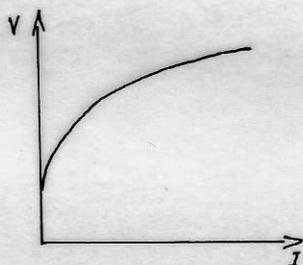
β = pente de la droite,

C = tension aux bornes de la VDR pour I = 1A.

Allures de la caractéristique,

- en coordonnées linéaires

- en coordonnées logarithmiques



5°) Utilisations.

- VDR basse tension (jusqu'à 150V) sont utilisées en téléphonie et en électronique pour absorber les surtensions aux bornes des circuits inductif et des relais.
- VDR haute tension (de 600 à 1300V) utilisation en télévision:
 - stabilisation des dimensions de l'image,
 - suppression du point lumineux lors de l'arrêt,
 - limitation des crêtes aux bornes du transformateur de sortie image,
 - protection des redresseurs à diode de faible puissance, etc.
- VDR de puissance basse et haute tension:
 - shuntage de redresseurs, postes de soudure à arc, thyratrons, induits de moteur, de relais.
 - démagnétisation des enroulements parcourus par un courant continu: électro-aimants, inducteurs d'alternateurs et de moteurs.
 - absorption de surtension en ligne, etc.

U

CTN - Série E
EDIS BC/P1K5

Caractéristique tension/courant

Puissance maxi: 4w

