

Exemple 4

Quelle intensité maximale peut-on faire passer dans une résistance de 1 MΩ / 1W sans risquer de l'endommager ?

Réponse

$$P = R * I^2 \Rightarrow I^2 = \frac{P}{R} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{1}{10^6}} = 1mA$$

1.3 Bruit

Le bruit d'un élément résistif est l'apparition à ses bornes de tensions parasites variables aléatoirement. Si la résistance est montée en début d'une chaîne d'amplification, ses tensions de bruit sont amplifiées au même titre que le signal utile. Cela se traduit par une perturbation du signal final :

bruit parasites dans le cas d'une chaîne d'amplification audiofréquences
neige sur l'image d'un téléviseur
déviations intempestives de l'aiguille d'un voltmètre à amplification électronique
Souffle, etc.

La gravité de la perturbation dépend du rapport des tensions efficaces du signal utile et du bruit. Ce rapport est appelé rapport signal-bruit. Abréviation : S/B
Le bruit d'une résistance a deux origines :

Le bruit thermique
Le bruit de courant

1.3.1 Bruit thermique

Les électrons contenus dans un élément résistif se déplacent librement à l'intérieur de celui-ci, au hasard, dans tous les sens et à toutes les vitesses. Ces déplacements sont équivalents à des courants qui, d'après la loi d'Ohm $U=R*I$, développent des tensions aux bornes de l'élément. Ces tensions ont des valeurs et des fréquences aléatoires. Le bruit thermique du courant ne dépend pas du courant que l'on fait passer dans la résistance. Il ne dépend pas de la technologie de construction de l'élément résistif. Le bruit thermique a pour expression

$$e = \sqrt{4K * T * R * B}$$

où :

e = tension efficace du bruit en Volts

K = constante de Boltzmann $K = 1,38.10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{C}$

T = température absolue de la résistance: $T=t+273^\circ$, t étant la température de la résistance évaluée en degrés Celsius comme habituellement

R = valeur de la résistance en Ohms

B = bande passante de l'amplificateur évaluée en Hertz

$$J = [N \cdot m] = [W \cdot s] = \text{Joules}$$

Exemple

Calculer la tension efficace de bruit thermique d'une résistance de 100KΩ à la température de 20°C suivie d'un amplificateur ayant une bande passante de 20kHz.

Réponse

$$e = \sqrt{4.138.10^{-23} * 293 * 100.10^3 * 20.10^3} = 5.68 \mu V$$

Les tensions de bruit thermique sont très faibles.

1.3.2 Bruit de courant

Le passage du courant dans une résistance s'accompagne de l'apparition d'un bruit supplémentaire nettement plus fort que le bruit thermique. Le bruit de courant dépend de l'intensité qui traverse l'élément résistif donc de la tension à ses bornes. On l'évalue en μV efficaces par volt à la résistance.

Exemple

Si la résistance précédente de $100\text{K}\Omega$ est soumise à une tension de 12V et qu'elle soit caractérisée par une tension de bruit de courant de $5\mu\text{V/V}$ la tension efficace de bruit à ses bornes sera : $5 \cdot 12 = 60\mu\text{V}$ nettement supérieure à la tension de bruit thermique. Le bruit de courant dépend de la technologie. Il est très élevé dans les résistances au carbone aggloméré ($5\mu\text{V/V}$) et très faible dans les résistances à couche métallique ($0.1\mu\text{V/V}$).

1.4 Technologies

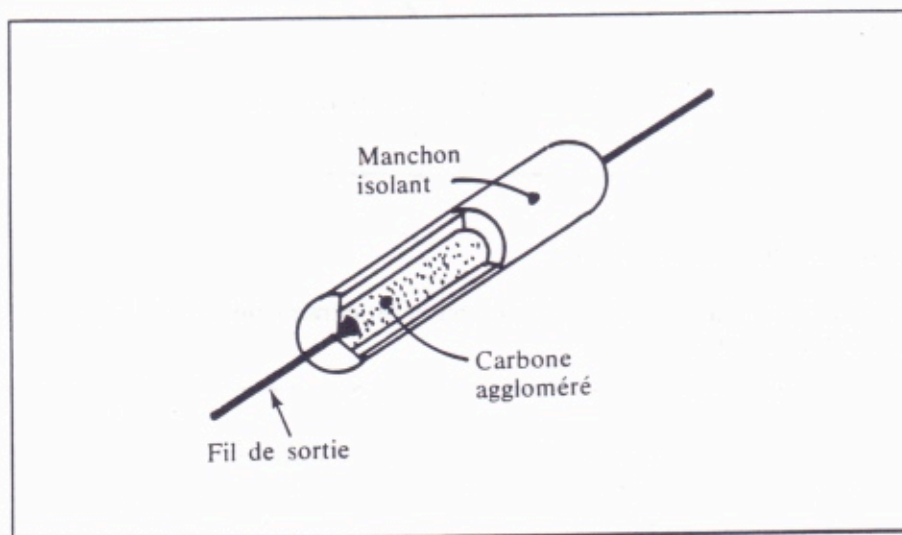
Les résistances décrites dans les paragraphes suivants sont les éléments résistifs les plus courants.

1.4.1 Résistances au carbone aggloméré

L'agglomération plus ou moins dense de poudre de carbone dans un manchon isolant détermine une résistance plus ou moins élevée.

Caractéristiques

Faible prix, Fort bruit, peu fiables . Construction presque abandonnée.

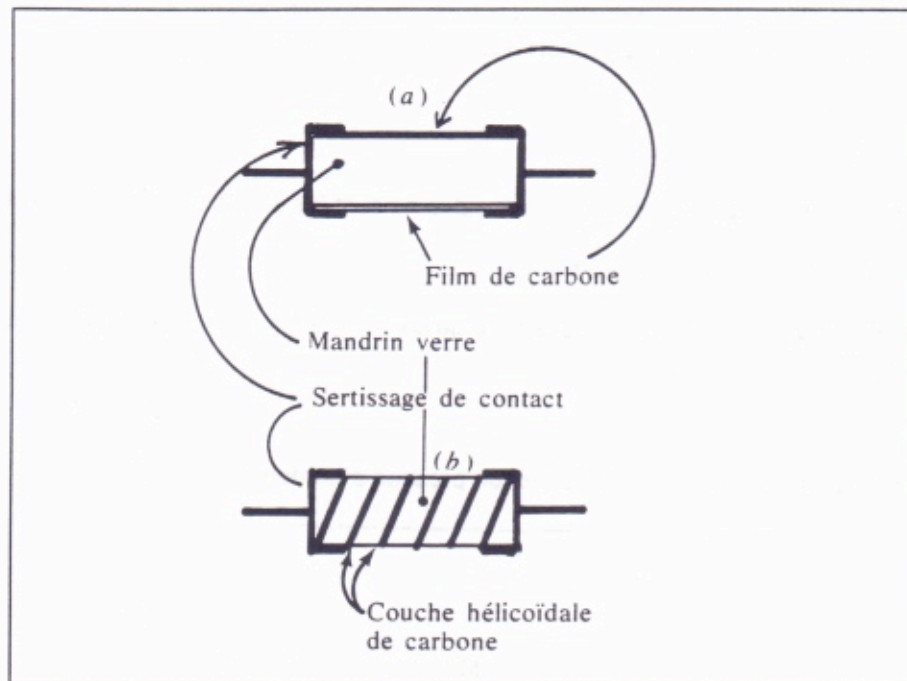


1.4.2 Résistances à couche de carbone

Une mince couche de carbone est déposée sur un mandrin en céramique suivant les deux techniques représentées ci-dessous.

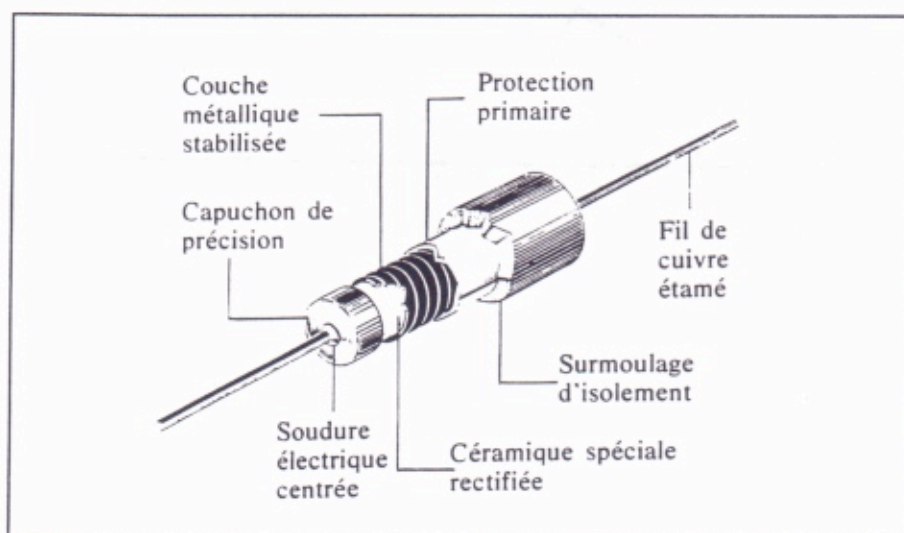
Caractéristiques

Prix faible, bruit plus faible que les éléments à carbone aggloméré. Stabilité et précision moyennes. Puissance entre 1/8 W et 2W selon dimensions.

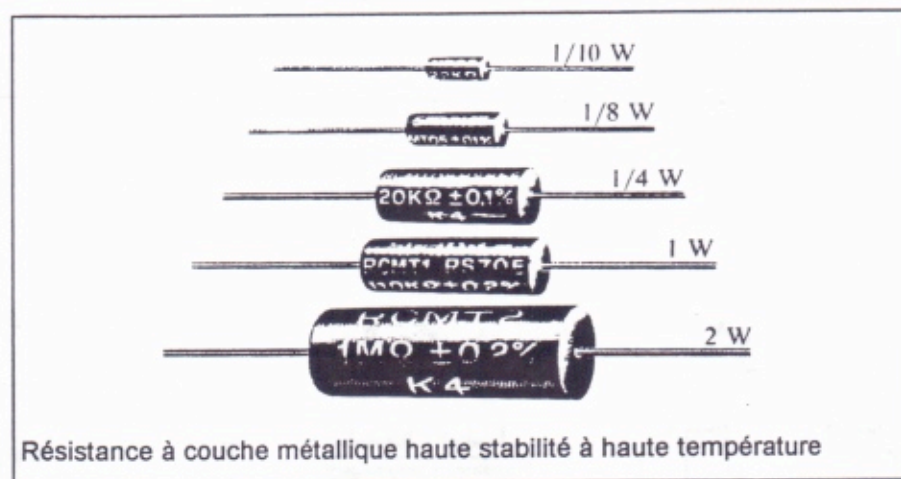
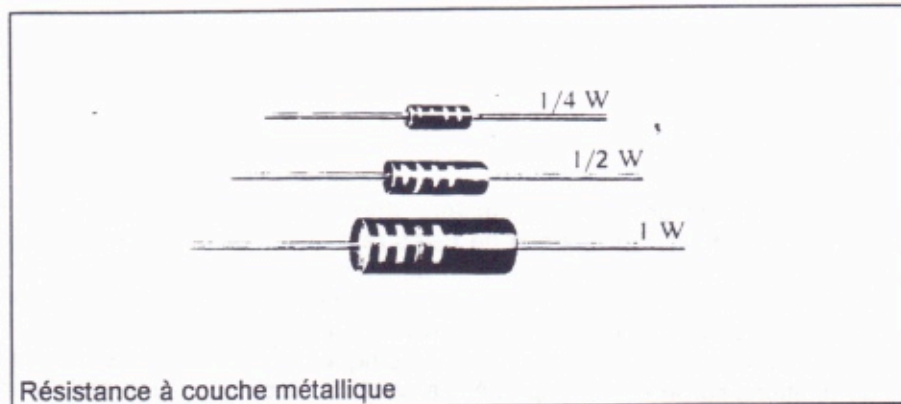


1.4.3 Résistances à couche métallique

Une pellicule métallique est déposée sur un mandrin en céramique isolant. Elles existent en modèle moulé marqué au code des couleurs.



Les résistances à usages spéciaux: de grande précision sont présentées telles qu'elles apparaissent sur la figure ci-dessous et marquées en clair.



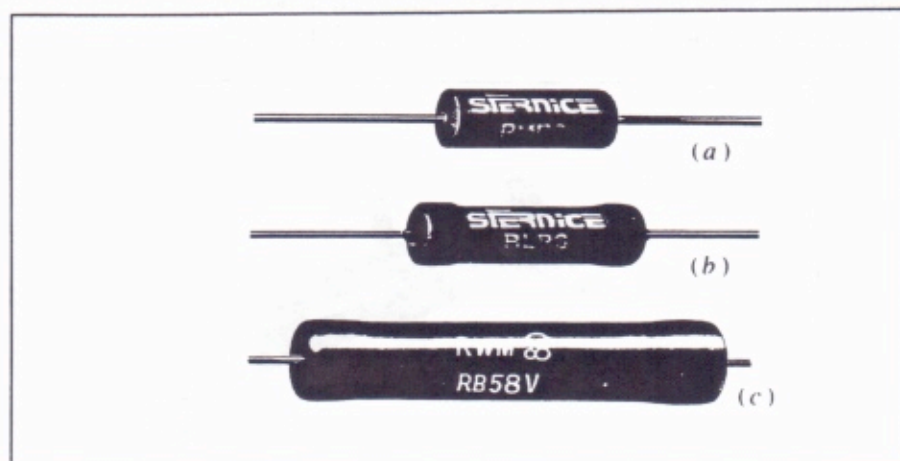
1.4.4 Résistances bobinées

Pour des puissances dissipées supérieures à 5 W, on fait appel à des résistances constituées par un fil métallique résistif enroulé sur un mandrin réfractaire.

Pour des puissances de 0.5 W à 3 W, on peut les trouver en présentation moulée. (a)

De 1 à 10 W le corps est laqué. (b)

De 4 à 25 W elles sont stratifiées. (c). Les dimensions d'une résistance de 25W : 10mm * 64mm



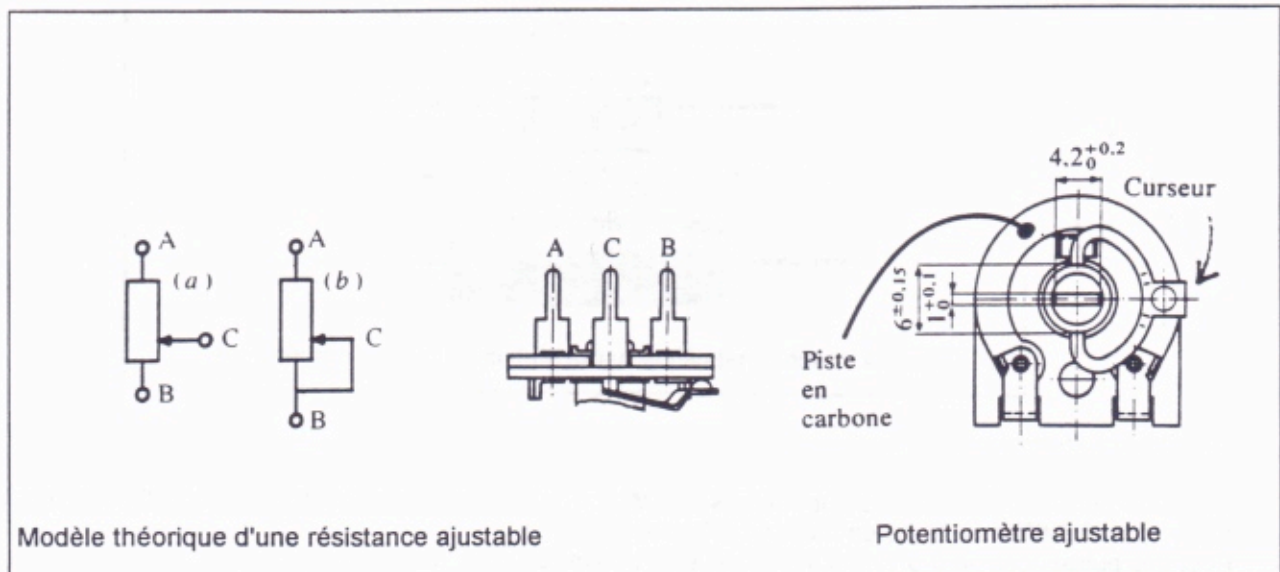
Technologie des composants électroniques

2 Les éléments résistifs variables

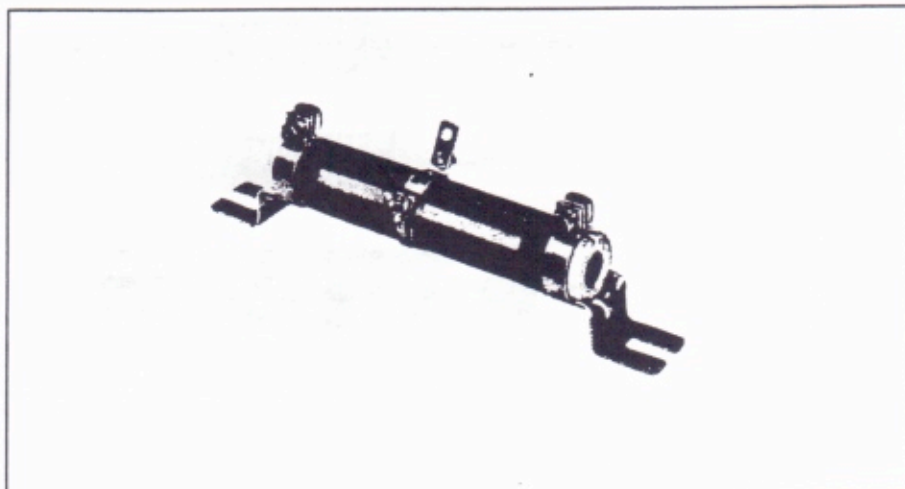
2.1 Résistances ajustables

Certaines résistances doivent pouvoir être ajustées après construction du montage dont elles font partie, lors de son réglage final. On fabrique de telles résistances en couchant une piste de carbone conducteur de forme circulaire sur un support en bakélite ou en céramique. Un curseur métallique peut entrer en contact avec un point quelconque de la piste conductrice lorsqu'on le fait tourner manuellement autour de son axe à l'aide d'un tournevis isolant.

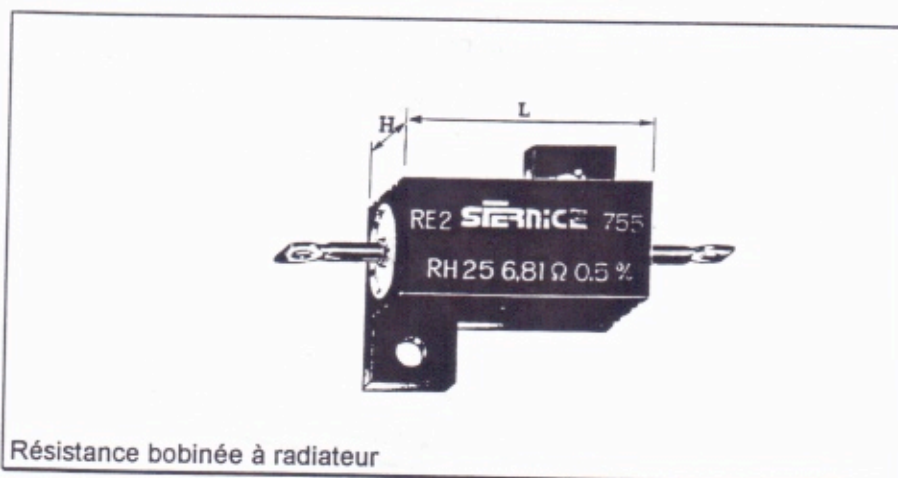
Les deux extrémités de la piste et le curseur sont électriquement reliés à trois bornes qui servent en même temps de fixations sur le circuit imprimé. Le schéma électrique d'une résistance ajustable est donné ci-dessous. On peut l'utiliser entre les bornes A et C ou entre les bornes B et C. On peut également court-circuiter la borne du curseur avec l'une des extrémités et utiliser les bornes A et B.



La dissipation maximale de ces éléments est comprise entre 0.1 et 0.25W selon les dimensions. La figure ci-dessous montre une résistance ajustable de puissance à fil bobiné. Le curseur est ici un collier que l'on serre sur le fil conducteur à une distance convenable des extrémités.

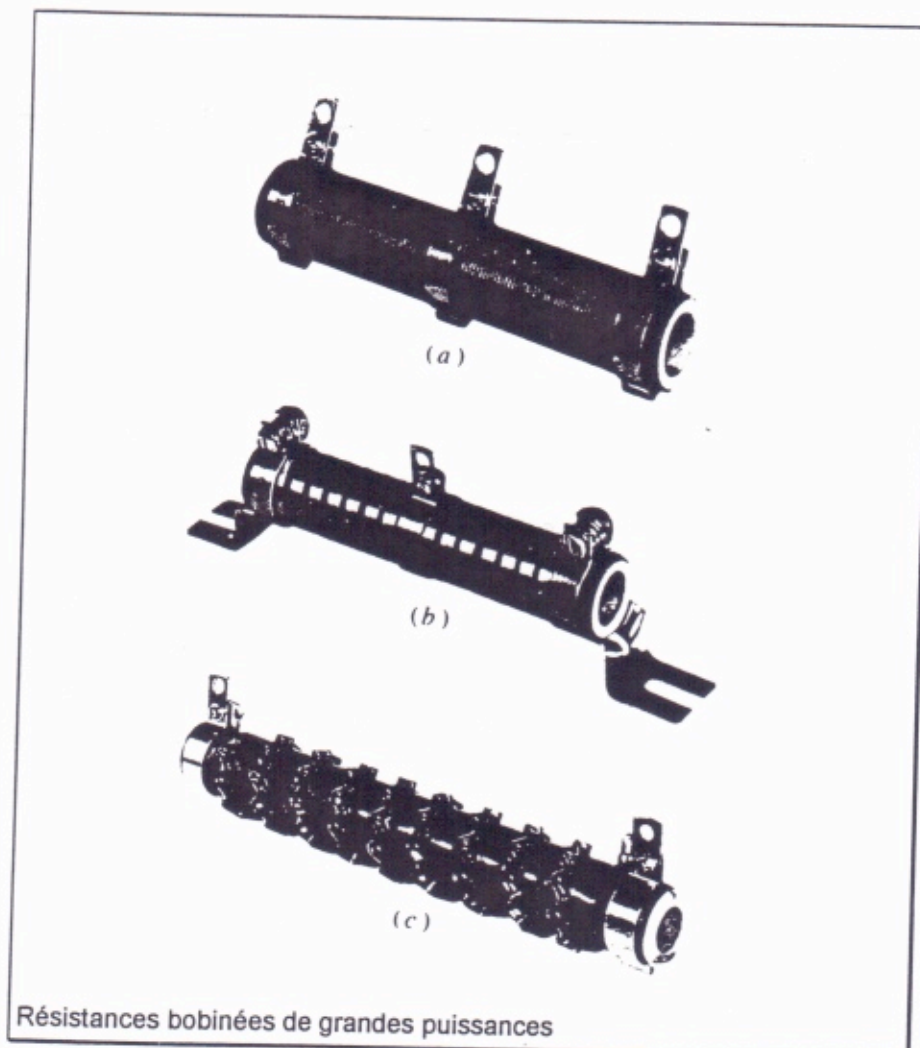


On peut rencontrer des résistances bobinées entourées d'un radiateur fixable sur un autre radiateur pour des puissances de 10 à 50 W.

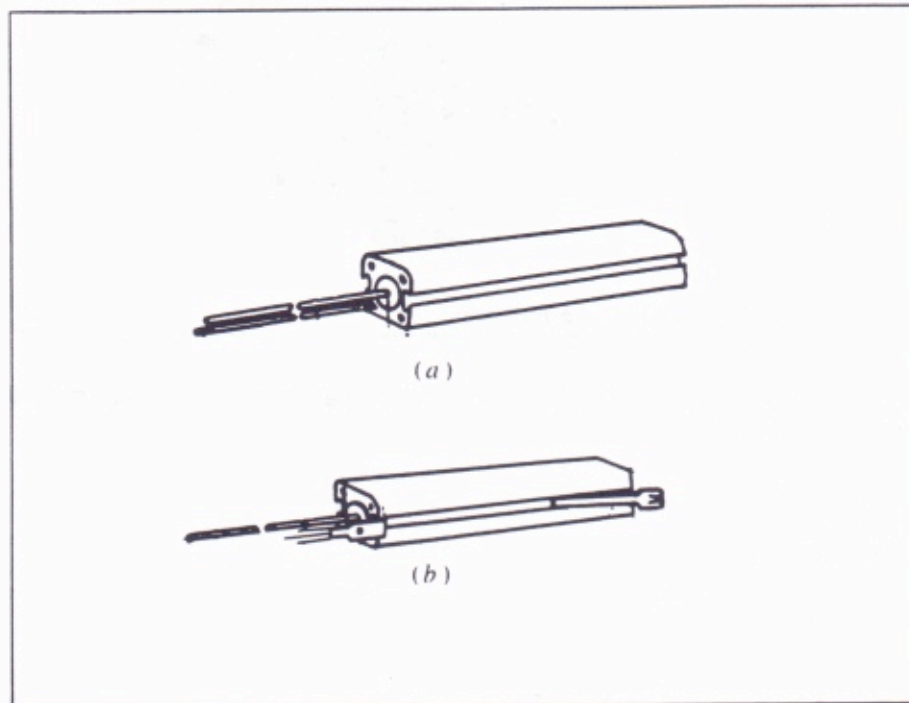


Pour des puissances allant de 16 à 1000 W, on enroule le conducteur sur un mandrin creux pour faciliter le refroidissement :

- à fil enroulé (a)
- à ruban enroulé (b)
- à ruban ondulé (c)



Pour des valeurs de puissances comprises entre 2 et 20W on fabrique également des résistances à fil bobiné sur un noyau en fibre de verre ininflammable. Le boîtier recouvrant l'ensemble est en céramique à section carrée. Elles peuvent contenir un fusible par coupure d'un joint de soudure spéciale sous tension d'un ressort. On appelle ce type de résistance "résistance éjectable". En effet lorsque le passage du courant est supérieur à la valeur de consigne, ce dernier fait fondre le point de soudure, dont le point de fusion est spécialement bas, et la résistance se coupe.



2.3 Loi de variation

On peut évidemment souhaiter que la résistance comprise entre le curseur et l'une des extrémités du potentiomètre soit une fonction linéaire du déplacement du curseur sur la piste. On a affaire alors à un potentiomètre dit à loi linéaire. Il reçoit alors la lettre A. Pour des usages spéciaux, tels que les potentiomètres des équipements électroacoustique où les propriétés de l'oreille humaine jouent un rôle important, on a développé des potentiomètres non-linéaires mais logarithmiques. On observera que la résistance croît à 10% seulement du maximum lorsque le potentiomètre est à mi-course. Ils sont marqués par la lettre B. Il existe en outre quantité de lois de variation différentes dont la loi logarithmique inverse. Elle correspond alors à la lettre C.

Ces lois sont obtenues en donnant aux pistes des largeurs ou des épaisseurs variables. Dans le cas des potentiomètres bobinés on peut rapprocher plus ou moins les spires.

On observera sur le graphique ci-dessous les différentes lois de variations pour les potentiomètres rotatifs.

