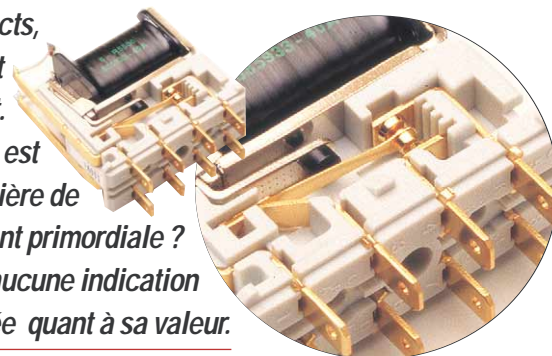


L'important pour un relais, c'est de garder le contact

En toute chose, on a parfois tendance à oublier certains éléments essentiels. Ainsi, pour les relais, les questions posées concernent généralement le nombre de contacts, le courant nominal, le pouvoir de coupure, etc., alors qu'il n'est quasiment jamais question de la résistance de contact.

Pourtant, dans le cas de fils ou de câbles, la résistance de ligne est bien l'une des premières préoccupations ; pourquoi donc en matière de relais cette même spécification n'est-elle pas jugée comme étant primordiale ?

A tel point que chez la majorité des constructeurs, aucune indication n'est donnée quant à sa valeur.



Il faut reconnaître que si, de prime abord, le sujet a l'air simple, il en est tout autrement dans les faits. En effet, la résistance de contact d'un relais est la somme de plusieurs composantes, qui découlent de phénomènes très différents les uns des autres.

Le cheminement à travers le contact

La première se nomme la résistance de propagation. Elle dépend principalement du matériau (résistivité), des caractéristiques géométriques des contacts (longueur, section) et surtout de leur parfaite superposition. Ainsi, plus le chemin parcouru par le courant est long, plus la résistance de propagation augmente. Cet écart, qui peut atteindre plusieurs dizaines de pourcent, dénote l'importance du soin avec

lequel doit être fabriqué un relais.

La conception également est décisive car, suivant la facilité de montage, et suivant les possibilités de réglage, cette résistance varie d'un relais à l'autre, voire d'un circuit de contact à l'autre. Or, plus encore qu'une faible résistance, c'est une résistance la plus constante possible qu'il faut obtenir.

La pression et la température

La deuxième composante s'appelle la résistance de constriction. Elle est fonction de la surface de contact. Outre les éléments propres à la forme des contacts, c'est la force de pression exercée sur ceux-ci qui va jouer un rôle prépondérant dans les variations de cette résistance. Sous l'effet de cette force, les couches superficielles, ou

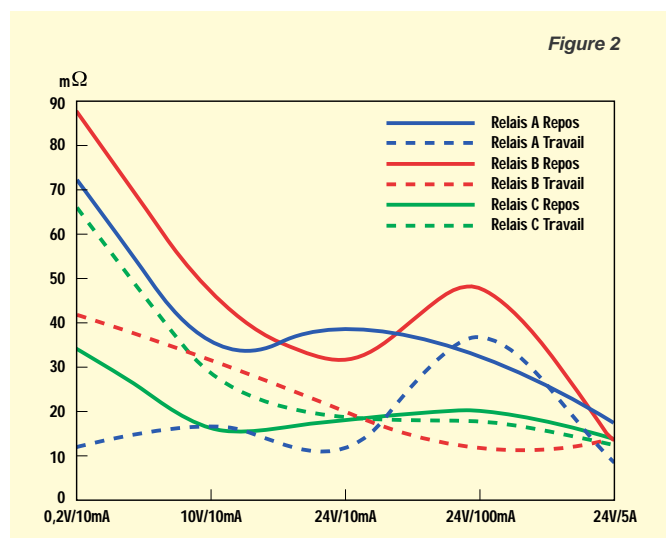


Figure 2 - Relevés de plusieurs résistances de contact sur 3 relais de même type. On remarque que lorsque la tension est faible, la résistance de contact est beaucoup plus élevée : pour de tels niveaux, on ne perçoit pas la résistance de film.

films de surface, ont tendance à très légèrement se déformer. De façon caricaturale, elles s'écrasent, augmentant alors la surface de contact. La figure 1 représente un exemple d'évolution de la résistance de contact en fonction de la force de contact.

Ce phénomène «d'écrasement» dépend aussi de la température des contacts et, par voie de conséquence, de la tension ou du courant qui les traverse (figure 2). Ainsi, plus la tension à leurs bornes augmente, plus la température croît, et plus la surface des contacts «mollit». La figure 3 explique en théorie la nature du phénomène.

Les valeurs des tensions d'adoucissement et de soudure sont propres aux matériaux utilisés. C'est pourquoi ceux-ci doivent être choisis en adéquation avec la nature des signaux à commuter (voir tableau).

Ainsi l'utilisation de l'or doit être réservée aux faibles charges, car si la tension de charge atteint plus d'une soixantaine de volts, on risque de faire fondre les contacts, occasionnant ainsi leur soudure. Attention, il ne faut pas confondre contacts dorés et flash d'or. Ce dernier terme désigne une simple pulvérisation, destinée à protéger de l'oxydation la vraie matière des contacts, lors de stockages pro-

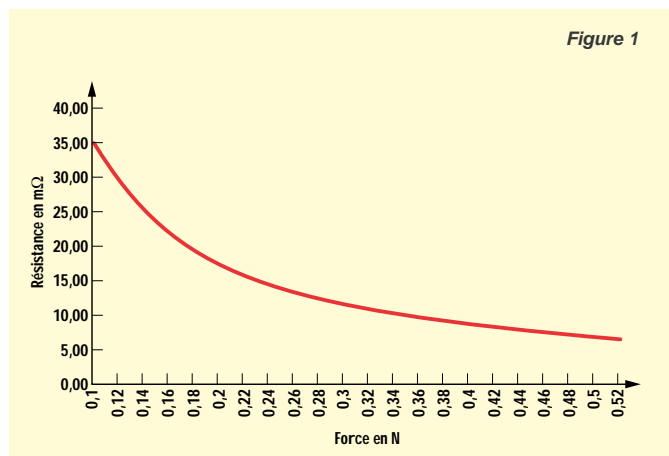


Figure 1 - Courbe théorique présentant l'évolution de la résistance (Rconstriction + Rfilm) d'un contact Ag en fonction de la force de contact, pour une résistivité superficielle $\sigma_0 = 4.10^{-12}$

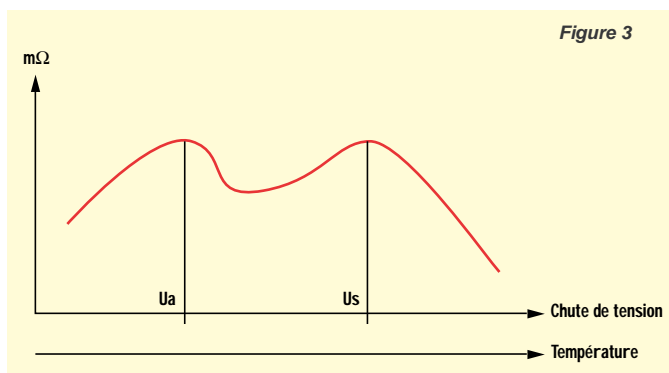


Figure 3 - Quand la tension entre les contacts atteint U_a , ou tension d'adoucissement, la surface des contacts devient « plastique » si bien que la zone de contact s'accroît, entraînant une diminution de la résistance. Puis la résistance recommence à augmenter, et ce jusqu'à ce qu'on ait atteint la tension U_s , ou tension de fusion ; les contacts se mettent alors à fondre et la résistance chute rapidement.

longés. Cette couche d'or très superficielle est détruite dès les premières commutations.

À l'inverse de l'or, les contacts en Argent Cadmium ne sont pas appropriés aux signaux bas niveau. En effet, en l'absence d'arc électrique susceptible de briser les couches superficielles, la résistance de contact se dégrade avec le temps.

Et la pollution

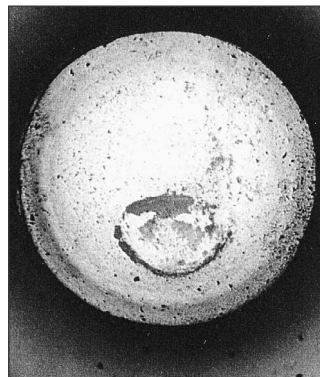
Cette dégradation progressive est essentiellement due aux dépôts étrangers qui viennent se fixer sur les contacts, occasionnant une résistance supplémentaire. Quand l'épaisseur de ces dépôts est très faible, on parle aussi de résistance pelliculaire ou résistance de film de pollution.

Comparées à cette nouvelle résistance, les résistances de propagation et de constriction peuvent, dans bien des cas, devenir négligeables.

Ces dépôts étrangers sont dus à des phénomènes intramoléculaires entre tous les éléments environnant des contacts. Ils se produisent au repos comme en commutation, avec ou sans charge. Leurs causes sont variées : dégazage¹ de matières plastiques, vibrations de très faible amplitude (fretting-corrosion), oxydation, voire pulvérisation des contacts en cas de charge trop élevée.

Le principal inconvénient de ces dépôts est de constituer une résistance instable : elle peut augmenter la résistance totale de contact (cas le plus

fréquent) ou à l'inverse la diminuer, si elle augmente la surface de contact.



L'usure des contacts est le fruit de nombreux phénomènes conjugués. Ici on observe (au centre) un dépôt issu du dégazage de matières organiques et, en périphérie, des microfissures dans la matière.

En résumé, la résistance de contact évolue en permanence au cours de la vie du relais. C'est pourquoi on pourrait croire que les constructeurs ne la vérifient pas, d'autant qu'elle est rarement donnée dans les caractéristiques. Heureusement il n'en est rien², mais, compte tenu des différences de résultats obtenues suivant les conditions de mesure, la sanction entre un relais jugé bon et un relais défectueux est laissée à la seule appréciation du fabricant.

Une amorce de standardisation

Quelques normes commencent peu à peu à poser des jalons afin de permettre une « caractérisation » de la

résistance de contact. C'est le cas de la norme LV15 de l'ENEL (organisme de production et de transport d'électricité en Italie, l'équivalent de notre EDF). Cette norme impose que la résistance de contacts, mesurée sous 24 V/5 A, soit inférieure à 40 mΩ pour un relais neuf. Mais cela ne s'arrête pas là. Étant donné que la résistance évolue en fonction de l'utilisation, le constructeur doit garantir qu'elle restera inférieure à 60 mΩ après les essais d'endurance mécanique, et inférieure à 150 mΩ après les essais d'endurance électrique. Bien sûr, on est loin d'avoir défini tous les cas de figure, mais cela permet déjà d'avoir une idée de l'évolution.

En conclusion

Il faut reconnaître que, malgré tous ces phénomènes, les relais apportent satisfaction. Mais ces quelques petits rappels mettent bien en évidence que la fabrication d'un relais n'est pas à la portée de tout le monde, que la conception, comme la production est une affaire de spécialiste, et que l'expérience est une condition primordiale de succès. ■

Service-lecteur n° 9

Prochain sujet : L'important pour un relais, c'est de connaître sa charge.

¹ Élimination des gaz par les matières issues de produits pétroliers, plastiques notamment.

² Chauvin Arnoux contrôle la résistance de contact de tous ses relais

Matériau	Réaction au milieu ambiant	Résistance de contact	Tenue à l'érosion	Résistance à l'arc	Remarques et propriétés typiques
Or Nickel AuNi	Très bonne tenue	Très faible et constante	Moyenne	Médiocre	Risque de soudure froide Atmosphère sulfureuse Supporte des fréquences de commutation élevées
Or Argent AuAg	Très bonne tenue	Très faible et constante	Moyenne	Médiocre	Bonne sécurité de contact
Argent fin Ag AgNi 0,15	Ternit en présence de soufre	Très faible mais sensible au milieu ambiant	Bonne	Bonne	Bonne conductivité thermique Utilisation quasi-universelle dès lors que la tension de charge ou que la fréquence de commutation ne sont pas trop faibles
Argent Nickel AgNi	Réagit en présence de soufre	Faible	Bonne	Bonne	Supporte les appels de courants importants Matériau prépondérant pour charge inductive
Argent dur ou Argent Cuivre AgCu	Réagit en présence de soufre S'oxyde en cas d'absence de commutation	Faible	Bonne	Très bonne	Fiabilité sur une longue durée de fonctionnement
Argent Oxyde de Cadmium AgCdO	Réagit en présence de soufre	Moyenne	Très bonne	Bonne	Bonne résistance au collage en cas de sur-intensité
Argent Oxyde d'Étain AgSnO	Réagit en présence de soufre	Moyenne	Très bonne	Très bonne	Longue durée de vie même en cas de forte charge Faible échauffement
Argent Palladium AgPd	Légère oxydation	Moyenne mais constante	Très bonne	Bonne	Supporte les atmosphères sulfureuses