

## A propos des coupleurs. (ON5HQ)

Boîte d'accord d'antenne? boîte de couplage? tuner? Cet organe, situé entre le câble de descente d'antenne et l'émetteur-récepteur, ne porte pas de nom bien défini.

Bannis par certains à cause des pertes qu'ils engendrent disent ils, utilisés par d'autres pour ramener le ROS en bas de ligne d'alimentation, d'une antenne parfois (et même trop souvent) mal taillée, et enfin, ceux où la « boîte d'accord » est indispensable parce que l'antenne utilisée est une antenne qui doit être « accordée ».

Son rôle, indispensable, est cependant bien précis: réaliser l'adaptation entre l'impédance de sortie de l'émetteur et celle présentée par le point d'alimentation de l'antenne, après transformation par le câble de descente. Tous nos transceivers modernes possédant une sortie coaxiale, donc dissymétrique; la boîte de couplage peut également devoir, dans certains cas, rendre symétrique par rapport à la terre la tension qui sera appliquée à la descente d'antenne, elle-même symétrique.

L'impédance de sortie de l'émetteur a une valeur standard de 50 ohms. Quant à l'antenne, deux cas se présentent:

Premier cas, on a affaire à une antenne « adaptée », c'est-à-dire présentant sur la ou les fréquences utilisées une impédance proche de 50 ohms. Ce serait le cas idéal, s'il n'y avait un hic: Toute antenne possède une certaine bande passante, et l'adaptation en question ne sera réalisée que sur une plage de fréquences assez réduite. Certaines antennes multibandes, donc munies d'un certain nombre de trappes, c'est-à-dire de circuits oscillants, possèdent une largeur de bande inférieure à 50 kHz sur la bande 80 m. C'est-à-dire qu'en dehors de ces limites, le ROS dépasse rapidement 3, correspondant, comme chacun sait, à une impédance de  $50 \times 3 = 150$  ohms. Pour peu que le câble de descente ait une longueur électrique d'un quart d'onde, et une impédance propre de 50 ohms, l'impédance vue à son extrémité inférieure sera égale à  $50^2 / 150 = 16,6$  ohms.

Le deuxième cas est celui de l'antenne Lévy, center-fed ou similaire. Le cas est beaucoup plus grave. En effet, aux fréquences pour lesquelles la longueur des brins correspond à un nombre impair de quarts de longueur d'onde, l'impédance est faible. Aux fréquences où la longueur des brins correspond à un nombre pair de quarts de longueur d'onde, l'impédance peut atteindre plusieurs milliers d'ohms. Aux fréquences intermédiaires, valeurs intermédiaires, mais terme réactif très important. Les variations de l'impédance en fonction de la fréquence sont représentées par une courbe bien connue en forme de colimaçon. Le ROS sur le feeder dans les cas extrêmes sera très élevé, et les tensions mises en jeu pourront être considérables.

Ceci est l'une des raisons pour lesquelles les boîtes de couplage intégrées dans les transceivers modernes ne peuvent compenser un ROS supérieur à 3. L'extrême miniaturisation courante dans les matériels modernes impose l'utilisation de condensateurs variables de très petites dimensions, donc présentant un écartement très faible entre lames, donc une tension de claquage réduite.

Qu'en est t'il des pertes dans les coupleurs, annoncées sur l'air par certains OMs, et généralement sans apporter la moindre justification ?

Le schéma d'une boîte de couplage ne comporte que des selfs et des condensateurs. Elle ne doit donc pas dissiper de puissance (la self et le condensateur ne consomment pas de puissance active, les seules pertes se trouvent au niveau de la résistance ohmique HF et du diélectrique). La vérification est facile: un fonctionnement de quelques minutes à bonne puissance doit la laisser parfaitement froide. Dans le cas contraire, il faut chercher le défaut: cela peut être un élément de mauvaise qualité, ou un défaut de conception.

Il est vrais que tout les coupleurs ne sont pas égaux en qualité, et qu'il en existe de peux recommandables (tout au moins si on désire les utiliser près de la puissance maximum prévue par le constructeur, et parfois déjà beaucoup moins que la puissance maximum).

Voyons cela de plus près :

**L'inductance** : enfermée dans un boîtier métallique souvent trop exigu, des pertes sont engendrées dans la masse des tôles métalliques, comme il a été constaté sur certains modèles de coupleurs, d'une marque pourtant bien connue, un échauffement d'une des parois de la boîte parce qu'elle baigne dans le champ HF généré par la bobine. Une partie de la puissance de sortie de l'émetteur sert à chauffer la tôle au lieu d'aller vers l'antenne. La fig. 1 montre le montage de la bobine dans la boîte, où on s'aperçoit que la plaque métallique du couvercle se trouve face à l'extrémité « chaude » de la bobine, et donc, placée dans le champ HF.

La plaque métallique se comporte comme une spire en court-circuit dans laquelle se développe des courants importants qui provoquent l'échauffement de la plaque métallique, qui représente bien une perte de puissance, et qui est décelable au touché.

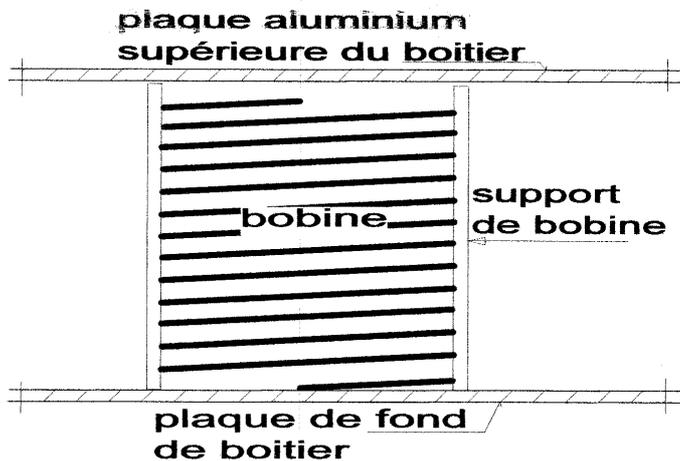


Fig. 1 – Le côté « chaud » de la bobine est face à la tôle du couvercle qui représente une spire en court circuit dans laquelle sont induites des courants allant parfois jusqu'à la faire chauffer.

Si la bobine du coupleur ne grille pas, c'est parce qu'elle présente d'importantes fuites dans son champ magnétique HF. Mais il est évident que les spires court-circuitées se comportent comme une masse métallique placée dans le champ magnétique HF de la bobine et est le siège d'un courant induit qui introduit des pertes bien inutiles.

Certains coupleurs possèdent une sortie symétrique grâce à un **balun**, élément souvent négligé et qui ne fonctionne généralement pas de façon optimum. Il faut savoir qu'un balun travaille au mieux lorsqu'il assure le transfert de puissance entre deux impédances bien définies pour lesquelles il a été étudié. C'est-à-dire qu'il doit être placé entre la boîte de couplage et l'émetteur et non pas entre l'antenne et le coupleur. La raison du choix de ce dernier schéma par de nombreux fabricants pour l'alimentation des lignes symétriques s'explique très simplement; il permet d'utiliser un circuit d'adaptation dissymétrique, c'est-à-dire convenant aux descentes d'antennes coaxiales et symétriques (lignes bifilaires), grâce au balun par le simple choix de la sortie, et est plus économique qu'un circuit symétrique qui comporte deux fois plus de composants.

Dans tous les modèles comportant un balun, celui-ci est placé en sortie, c'est-à-dire côté antenne, contrairement au principe évoqué ci-dessus. Ils travaillent donc dans de mauvaises conditions et réalisent mal l'équilibrage. Il en résulte des échauffements anormaux et des courants importants dans la connexion de terre, d'où risques de QRM TV.

Il sont parfois (et trop souvent) ridiculement petit et sont bien incapables de supporter la puissance maximum annoncée par le constructeur. On trouve parfois des baluns tellement petits que on se demande si ils ne font pas simplement figure de garniture (bien inutile !!).

De plus, par la trop petite taille, ils sont générateurs de problèmes (production d'harmonique), et se mettent trop facilement à chauffer.

Quand aux **condensateurs**, ils se transforment facilement en lampe à arc, car l'espace inter-lames est souvent trop faible.

Je pourrais encore parler des commutateurs miniatures qui ressemblent plus à un commutateur de réception de d'un condensateur destiné à laisser passer de la puissance HF !!.

**Mais alors me direz vous, un coupleur présente bien des pertes HF comme le prétendent certains OMs qui semblent bien avoir raison ?? Hé bien, au risque de bousculer cette idée assez répandue, la réponse est NON.**

Un coupleur bien élaboré, construit suivant les règles de l'art (plutôt que construit comme décrit ci-dessus), ne présente pratiquement comme pertes que celles normalement présentes dans les conducteurs (pertes ohmiques comme dans les fils des lignes d'alimentation et de l'antenne), dans les matériaux isolants (pertes

Alors qu'il est recommandé d'écartier les bobines des masses métalliques voisines, telles que : panneaux métalliques, carcasses de condensateurs variables, ... ; il faut bien avouer qu'une telle construction est simplement se moquer autant des utilisateurs que des lois de l'électricité !!!

Lorsque le coupleur possède une bobine commutée, et lorsque la partie non utilisée est court-circuitée (que l'on retrouve dans bon nombre de coupleurs), la partie de la bobine court-circuitée est le siège de courants induits qui occasionne des pertes dans les conducteurs (Fig. 2). Il ne vous viendrait en effet pas à l'idée de court-circuiter le secondaire d'un transformateur d'alimentation.. ! car vous le transformeriez immédiatement en chauffe-rite et très vite en générateur de fumée. Et c'est pourtant une opération du même genre que l'on pratique en commutant une bobine du coupleur par un court-circuit partiel.

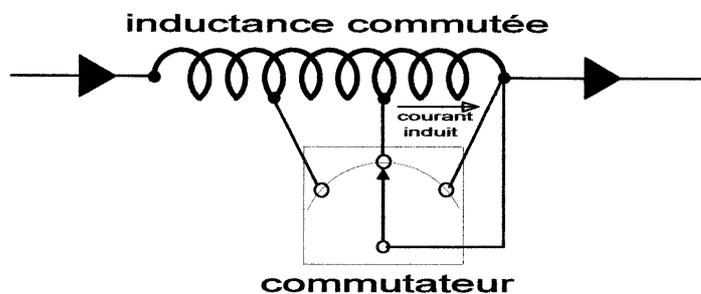


Fig. 2 – la mise en court circuit de la bobine génère un courant induit générateur de pertes.

diélectriques) et éventuellement dans les matériaux magnétiques lors de la présence d'un balun sur ferrite ou tore magnétique.

Les pertes ne sont pas plus élevées que celles présentes dans la ligne d'alimentation et l'antenne, et **on peut admettre que un coupleur bien construit ne présente donc pas de pertes significatives** ; hé oui !!.

Vous l'aurez compris, pour éviter les pertes, il faut écarter les bobines des masses métalliques de environ 2 à 2,5 fois leur diamètre (cela paraît désuet, mais la bobine enfichable est celle qui présente le moins de pertes et les meilleurs contacts mais .... pas commercialisable !!, et à l'heure actuelle on recherche le moins de manipulation possible !!! ce qui me donne aussi l'impression que, trop souvent, la « sacro sainte » esthétique et les manipulations minimales priment sur la performance ?? ). Si la bobine doit être commutée avec court circuit de la partie non utilisée (pour conserver une continuité électrique en cas de défaut du commutateur, mais pas obligatoire), une astuce permet de réduire le courant induit dans la bobine et donc les pertes, en intercalant une impédance inductive (donc sans consommation d'énergie) limitant le courant dans la liaison de court-circuit (fig. 3). Une bobine une dizaine de spires sur support de 1 à 2 cm de Ø convient parfaitement.

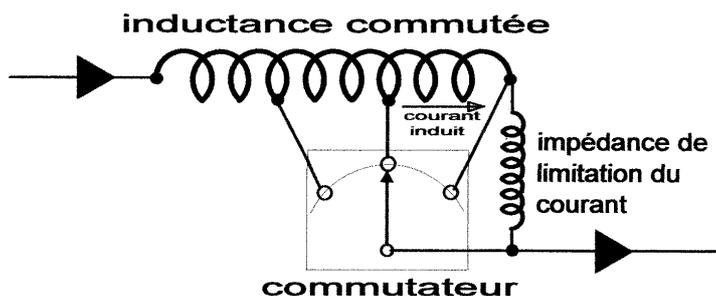


Fig. 3 – principe de la limitation du courant induit dans la partie court-circuitée de la bobine.

Les condensateurs doivent avoir un écartement inter-lames respectable pour accepter sans problèmes les puissances utilisées habituellement (100 à 300 W).

En cas d'utilisation d'une antenne avec ligne symétrique, préférez les coupleurs spécialement prévus pour ce genre de ligne, qui n'ont donc pas besoin de balun sur tore ferrite puisqu'ils assurent eux même la symétrisation.

Quelles conclusions tirer de cette brève étude? Tout d'abord, ces boîtes sont mal adaptées aux antennes symétriques. Si celles-ci sont

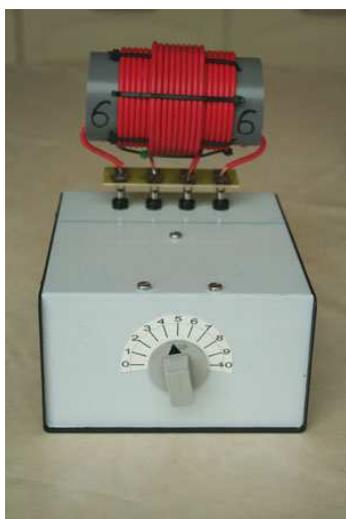
imposées, il faut remplacer le balun par un autre modèle plus performant et, pourquoi pas, de fabrication maison. Il y a en général assez de place dans les boîtiers pour effectuer cette substitution. Elles conviennent certainement bien pour compenser le ROS rencontré en bout de bande avec les antennes accordées.

Est-il possible de trouver des modèles répondant mieux aux besoins des antennes symétriques ?

Et, enfin, pourquoi ne pas réaliser ce circuit soi même? C'est l'un des rares domaines où les performances de l'appareil de réalisation personnelle sont équivalentes (voire supérieures) à celles des modèles commerciaux. Un seul problème: l'approvisionnement en condensateurs variables, surtout pour les fortes puissances. Mais les brocantes et les réserves de nos OMs anciens peuvent être des ressources inépuisables ...

ON5HQ

Mais ..... peut être affaire à suivre !!!!! (suite possible dans les prochains numéros)



Symétriseur et boîte d'accord de construction « maison ».