

Antenne magnétique ou loupe compacte pour la bande 80 m

Par Werner Tobler, HB9AKN, Chemin de Palud 4, 1800 Vevey

Nous avons publié dans l'OLD MAN 12/1999 une réalisation personnelle d'antenne magnétique. Il s'est avéré à l'usage, qu'elle présentait pas mal d'inconvénients mécaniques, notamment pour la rendre opérationnelle sur un toit ou un balcon. En effet, elle était constituée pour la bande 80 m, de deux spires de 1,6 m de diamètre faites à l'aide de deux tuyaux de cuivre circulaires de 30 mm de diamètre emboîtés l'un dans l'autre. Le poids et l'encombrement rendaient l'installation définitive compliquée sur un toit ou un balcon, surtout pour celui qui n'a pas la chance d'être dans ses propres murs.

Afin d'échapper à ces contraintes, je présente ici une nouvelle réalisation beaucoup plus compacte qui correspondra mieux aux possibilités de chacun. J'utilise non plus un gros tuyau de cuivre, mais du tube d'aluminium très léger. Il s'agit de la récupération des restes de deux antennes TV VHF canal 2, vendues naguère par la firme Jaeger de Berne. Ces antennes de type Yagi sont constituées de tubes en aluminium éloxé. Ces tubes, d'un diamètre de 10 mm présente de grands avantages, tant au point de vue mécanique, que du comportement au vent. De plus, ce type de matériau présente aussi de bonnes caractéristiques électriques puisqu'il fonctionnait naguère à une fréquence de 48 MHz.

Théorie de fonctionnement

L'antenne magnétique est de conception ancienne, puisque les anciens récepteurs radio étaient munis de grands cadres orientables bobinés de plusieurs tours de fils multibrins pour la réception des ondes longues, moyennes, et courtes. Les récepteurs modernes portables actuels, comportent une antenne intérieure composée d'un bâton de ferrite supportant plusieurs bobinages correspondants aux différentes gammes d'ondes (à part le fouet télescopique). L'effet directif très marqué est exactement celui que l'on observe avec une antenne magnétique. La réception maximale s'obtient perpendiculairement à la direction du bâton de ferrite, soit la direction indiquée par le plan du bobinage fixé sur le bâton.

L'antenne magnétique fait appel à des principes différents de la physique vibratoire que ceux régissant les antennes filaires ou autres, et c'est la raison pour laquelle nous allons passer

qui l'a créée. C'est le phénomène de self induction. Le maximum de courant étant atteint, la tension induite de self induction voudra au contraire prolonger la cause qui l'a créée, et rechargera le condensa-

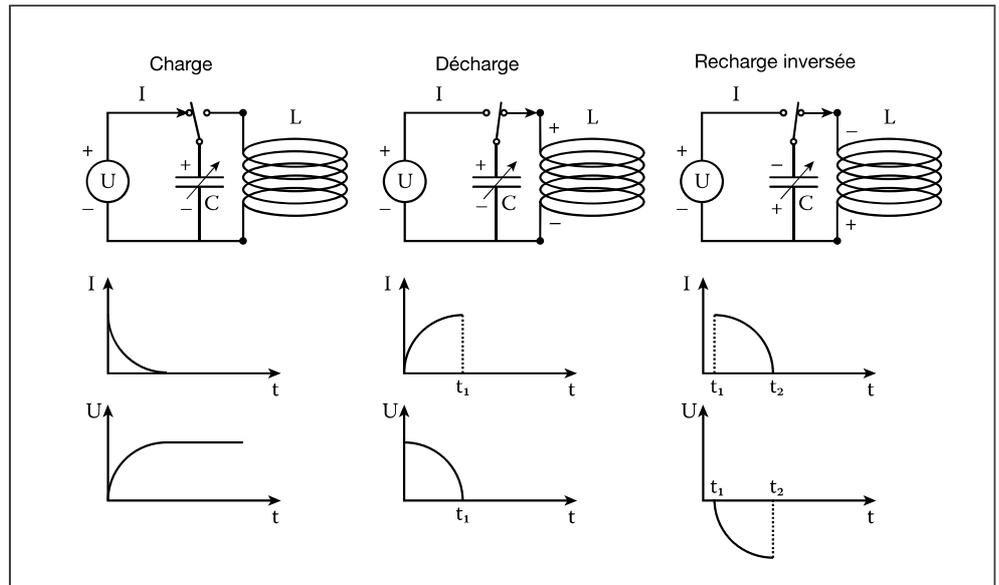


Figure 1 : Charge, décharge et recharge inversée d'un condensateur. t_1 : Le condensateur est déchargé sur 0 volts. t_2 : Le condensateur est rechargé en polarité inversée -U volts

ces principes en revue. Nous serons ainsi mieux à même de construire cette antenne.

Reportons nous à la figure 1 qui représente un circuit oscillant parallèle, composé d'un condensateur variable CV, et d'une bobine L. Cette figure représente aussi à gauche, la source d'énergie initiale de tension U qui sera branchée au condensateur, lorsque l'interrupteur sera fermé.

Si on branche ce condensateur de capacité C à la source de tension continue U, et le courant de charge I, la charge Q_c (en coulombs) accumulée en C sera:

$$Q_c = C \cdot U$$

Cette charge Q_c , qui correspond à un certain nombre d'électrons, donnera lieu entre les lames du condensateur à un champ électrique fixe E. Branchons maintenant ce condensateur à la bobine de coefficient de self induction L, partie central de la figure 1, le condensateur va se décharger à travers la self, et ce transfère d'électrons dans celle-ci, donnera lieu à un champ magnétique H. Ce champ H ira donc au début en augmentant, induisant dans la self une tension opposée à celle

en polarité opposée, voir la partie droite de la figure 1. On a donc, dans un premier temps, changé le champ électrique E en champ magnétique H dans la self, pour revenir au champ électrique E, en rechargeant le condensateur, mais en

Symboles utilisés

- Q_c : charge du condensateur en Coulombs
- C : capacité du condensateur en Farads
- U : tension continue appliquée en Volts
- f : fréquence de résonance en Hertz
- L : coefficient de self induction en Henrys
- E : champ électrique en Volts/mètre
- H : champ magnétique en Ampères/tours.
- R : résistance du fil de la bobine en Ohms
- Q : facteur de qualité de la bobine (sans unité)
- I : intensité du courant en Ampère
- I_1 : courant de charge initial du condensateur en Ampère

polarité opposée. Cette suite de charges et décharges se fera jusqu'à la disparition complète de l'énergie initiale transmise par la source de tension U et le courant de charge initiale I_i . Il en résultera ainsi un courant alternatif de charge et décharge oscillant circulant dans le circuit. La fréquence de cette oscillation sera celle de l'expression de Thompson soit:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Cette charge et décharge oscillante se fera aussi longtemps que la dissipation dans les fils ($I^2 \cdot R$) n'aura pas épuisé toute l'énergie fournie initialement par la source continue U , au condensateur.

Il y aura cependant une quantité infime d'énergie qui sortira du système tant par le champ électrique E du condensateur, que par le champ magnétique H de la bobine.

Avec un circuit oscillant parallèle classique constitué d'un condensateur de réception de faible distance entre lames, et d'une bobine de petites dimensions géométriques, ces sorties d'énergie respectives seront négligeables.

Tout autre sera la situation si, tout en conservant le même coefficient de self induction L au circuit parallèle, de façon à garder la même fréquence de résonance, on donne à cette self une grande dimension géométrique. A ce moment là, l'énergie contenue dans le circuit sortira par l'intermédiaire du champ magnétique H de la grande bobine ainsi constituée.

Le facteur de qualité Q de la bobine, sera d'autant plus grand que la résistance R du fil (ou du tube) qui la constitue sera petite, et que le coefficient de self induction L sera grand. En d'autres termes, en pratique, on aura intérêt à faire la ou les spires avec du tube (cuivre ou aluminium) ayant le moins de résistance R possible, tout en ayant un coefficient de self induction L le plus grand possible. Cela nous conduit, pour une fréquence donnée f , à avoir l'accord avec le minimum de capacité C et le maximum de self L .

D'autre part, il ne faut pas confondre la résistance R du tube utilisé, avec sa résistance ohmique pure que l'on peut mesurer avec n'importe quel instrument universel. La résistance R est notablement plus élevée, à cause de l'effet pelliculaire. L'effet pelliculaire, aussi appelé l'effet Kelvin ou encore skin effet, est l'opposition

supplémentaire due à la fréquence du courant parcourant le conducteur. Cette opposition est d'autant plus grande que la fréquence du courant est grande. En résumé, la résistance R est composée de la résistance ohmique du fil, mesurée avec un pont de mesure, avec, en plus, celle provenant de l'effet Kelvin.

Comparaison avec l'antenne EH

On a décrit l'antenne EH, ainsi que l'antenne Isotron dans certaines revues, avec des explications faisant appel au vecteur de Pointing ou d'autres théories. Avec l'antenne EH, on s'efforce de faire sortir l'énergie non pas par le champ magnétique H de la bobine L , mais par le champ électrique E du condensateur C . Ainsi, tout le raisonnement ci-dessus fait pour l'antenne magnétique reste tout à fait valable pour l'antenne EH, sauf que, cette fois, pour une fréquence de résonance donnée, c'est la capacité C qui devra être maximale pour un coefficient de self induction minimal. C'est pourquoi, toutes les descriptions données concernant ce type d'antenne, s'appliquent surtout pour les bandes de fréquences élevées.

ment de la même façon qu'une corde de violon sur laquelle une onde stationnaire mécanique est établie, produisant une vibration acoustique audible. Une antenne est donc un convertisseur d'énergie qui converti l'énergie électrique HF, en énergie électromagnétique. Cette conversion s'effectue avec un certain rendement, que l'on ne peut pas mesurer avec des moyens d'amateur.

Réalisation pratique

Nous sortons maintenant des considérations théoriques, pour nous attaquer aux problèmes pratiques qui seront nombreux. Mais, lorsqu'on connaît le but à atteindre, cela facilite grandement le travail. Le premier problème sera de trouver le tube de cuivre ou d'aluminium qui nous permettra de confectionner les deux trapèzes dont la *figure 2* donne les dimensions géométriques requises, et la *photo 1* l'allure générale. Nous avons récupéré les trombones centraux de deux antennes TV VHF canal 2 et les avons écartés afin d'obtenir les dimensions publiées. Ces antennes étaient d'une qualité remarquable, et conviennent parfaitement au but poursuivi, à savoir obtenir une rigidité suffisante tout en ayant un poids

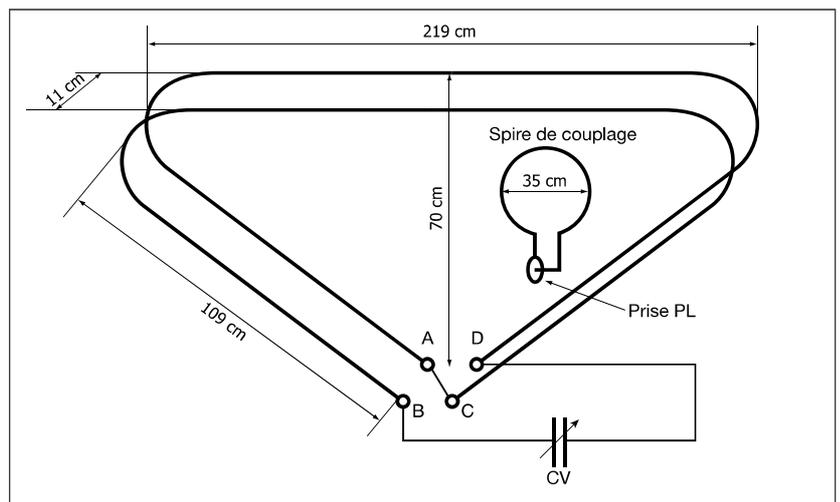


Figure 2: Antenne magnétique compacte 80 m. Trapèze avant: B à C, trapèze arrière: A à D. Connexions: A à C (point froid), B et D au CV. Accord: $f = 3650$ kHz pour $CV = 163$ pF. Coefficient de self inductance du double trapèze: $11,67 \mu H$

Il est fondamental de bien distinguer le fonctionnement respectif de ces deux antennes, du fonctionnement habituel d'antennes avec lequel un régime d'ondes stationnaires est établi, lequel produit le rayonnement électromagnétique. Exacte-

ment acceptable. De plus l'éloignement des tubes est tout à fait approprié pour une installation extérieure. Il ne faut cependant pas oublier que ce traitement de surface présente l'inconvénient d'être un isolant électrique. Il faudra surtout s'en souvenir

lorsque l'on passera au raccordement électrique de la plaque de réglage aux deux spires en trapèze. Ces raccordements sont indiqués sur la *figure 2*.

Six entretoises en tube PVC maintiennent la distance entre les deux trapèzes. On pourra encore renforcer la rigidité de l'ensemble du double trapèze en mettant deux barrettes de fixation en plexiglas ou PVC entre les points A et D, et les points B et C. Nous espérons que l'amateur pourra lui aussi trouver cet ancien matériel Jaeger ou autre similaire dans les surplus pour constituer les spires de son antenne.

Plaque de réglage. Sur une plaque en plexiglas solidaire du mat, nous avons fixé le condensateur d'accord, dont l'axe de réglage prolongé par une rondelle isolante articulée, parvient à un petit moteur d'entraînement de 1,5 volts. Une pile de 1,5 volts, placée dans un boîtier muni d'un inverseur, à portée de main de l'opérateur, alimentera à distance ce moteur dans un sens ou dans l'autre. La *photo 2* montre la boucle de couplage ainsi que la disposition des éléments sur la plaque de réglage.

La plaque de réglage sera solidaire du mat de fixation auquel elle est fixée. Cette plaque de réglage devra être placée dans un boîtier étanche pour une installation extérieure. Le mat sera avantageusement en PVC de 30 mm de diamètre au moins, on évitera ainsi les pertes occasionnées par un mat métallique, celui-ci se trouvant au cœur du rayonnement magnétique en plein milieu des deux spires. D'autre part, on est en droit de penser que le champ magnétique issu de notre double trapèze est plus concentré que celui qui serait issu d'une double spire circulaire pour une puissance donnée. Il peut en résulter une directivité plus prononcée, mais ceci est à confirmer.

Choix du condensateur. Celui-ci doit supporter une tension très élevée, dépendant de la puissance HF appliquée à l'antenne, et du facteur Q obtenu. Nous avons utilisé un modèle à air avec une distance entre lames de 1,5 mm, et de capacité maximale de 260 pF. C'est un condensateur d'émission à air de marque Johnson. Cela autorise l'application d'une puissance de quelques dizaines de watts. Pour une puissance supérieure, il faudra utiliser un condensateur sous vide d'air que l'on peut se procurer à Friedrichshafen. Ou alors utiliser un condensateur à air supportant des tensions élevées. Voici



Photo 1: Vue générale de l'antenne magnétique compacte 80 m

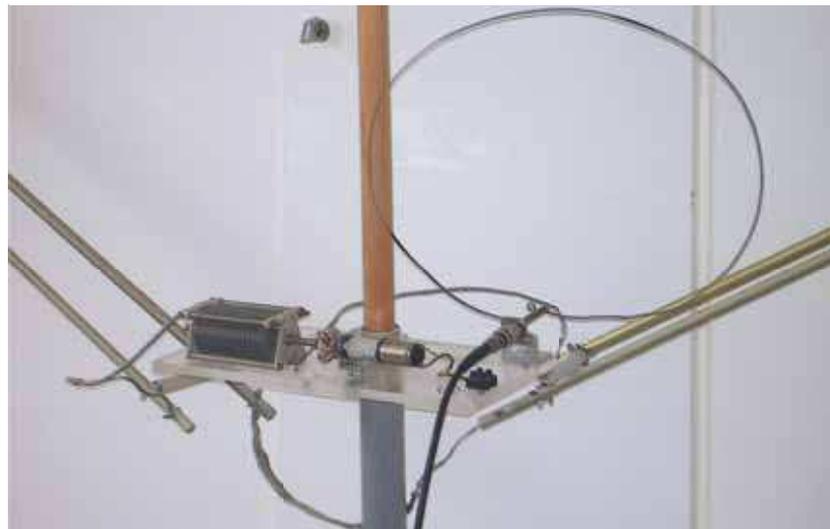


Photo 2: Détails de la boucle de couplage et du condensateur d'accord

les valeurs de distances entre lames nécessaires correspondant à la tension présente sur le condensateur:

Tension de pointe en kV	1	2	3	4	5	6
Distances entre lames en mm	0,5	1,3	1,8	2,6	3,6	4,0

Emplacement de la boucle de couplage. La boucle se trouve fixée et soudée sur une prise PL elle-même fixée sur la plaque de réglage. Le couplage électromagnétique sera le plus serré possible à l'intérieur des deux grandes spires du double trapèze et sa partie

inférieure se trouve très près de la partie froide des grandes spires. Le diamètre de la boucle de couplage correspond à une impédance d'alimentation de 50 Ohms, et la spire est constituée d'un fil de cuivre étamé d'un diamètre de 1,5 mm.

Fixations mécaniques du double trapèze. Les deux spires du double trapèze sont fixées au milieu de leurs parties supérieures horizontales à un support lui-même fixé au mat. En fait, nous avons utilisé le support d'origine d'un trombone pour soutenir les deux. Les deux éléments de l'antenne (spires) sont maintenus à égale distance (11 cm) par des entretoises en tube PVC. Dans

notre réalisation, chaque extrémité des entretoises est pourvue de fourches souples de fixation s'emboîtant parfaitement dans les tubes constituant les spires d'antenne. Il est donc très facile de les placer à l'endroit que l'on préfère. Nous avons utilisé six entretoises soit deux à chaque extrémité recourbée, et deux aux extrémités AB et CD.

On peut ainsi facilement réaliser le double trapèze.

Fixation mécanique du mat. C'est un point très important puisque de lui dépendra la solidité de l'ensemble, surtout si l'antenne est destinée à être installée sur le toit. Nous conseillons néanmoins de faire tous les essais avec l'antenne à portée de main. Dans le cas d'une installation provisoire en mobile ou sur un balcon, un support de parasol peut convenir. Dans le cas d'une installation envisagée sur le toit, il serait bon de pouvoir orienter l'antenne, puisqu'elle possède un effet directif, le maximum provenant de la direction pointée par l'antenne.

Réglages

Si les dimensions géométriques données en figure 2 sont respectées, on obtiendra très facilement l'accord sur 3,65 MHz avec le condensateur variable présentant une capacité de 165 pF. On mesurera très facilement cet accord à l'aide d'un grid dip couplé à une petite spire de couplage branchée en extrémité du câble coaxial de 50 Ohms. On pourra balayer facilement toute la bande 80 mètres. L'inconvénient de la commande simple du CV à l'aide du moteur électrique linéaire est son manque de précision, étant donné la très grande sélectivité du circuit oscillant. C'est ainsi qu'il faudra, en cours de trafic, donner quelquefois de petites impulsions sur l'inverseur afin d'améliorer la syntonisation. On verra alors le S mètre faire quelquefois de gros bonds!

Résultats obtenus

Nous avons fait les essais avec des conditions d'installation minimales, à savoir avec l'antenne dans la pièce de la station, non orientable, orientée 25 degrés nord est, avec un radiateur à proximité, et diverses masses absorbantes. Nous disposons d'une puissance HF de 35 Watts et avons alimenté l'antenne directement depuis

l'émetteur/récepteur à travers un TOS mètre, sans coupleur d'antenne. Notre transceiver a lui aussi une impédance d'antenne de 50 Ohms, et, dans ces conditions, nous avons mesuré un SWR (ROS) de 1,2. Nous aurions probablement pu obtenir encore une meilleure valeur si nous avions eu la possibilité de faire un accord plus fin. Nous avons participé aux différents QSO classiques (QSO des cheveux gris, Berner Runde, etc.) avec des rapports très favorables.

L'antenne magnétique est une source d'énergie électromagnétique très ponctuelle, et doit donc, dans la mesure du possible être dégagée des masses absorbantes. Lors d'une installation sur un balcon, il faudra en particulier s'assurer que la balustrade de celui-ci n'est pas en aluminium, ni en béton armé, ce qui créerait de grosses pertes dans le rayonnement. Le meilleur possible est naturellement une installation sur le toit, loin des masses absorbantes et encore, si possible orientable. En mobile, on appréciera encore plus, l'avantage énorme de l'antenne magnétique de pouvoir se passer d'un contrepoids HF ou prise de terre.

Conclusion

J'espère avoir intéressé le lecteur avec une réalisation à la portée de l'amateur qui loue un appartement et qui ne dispose pas de beaucoup d'espace pour son hobby. Si nous avons pu attirer son attention sur le mode de fonctionnement atypique de l'antenne magnétique, et des possibilités qu'elle offre à petit prix, nous aurons atteint notre but.

Zusammenfassung. Der Autor erläutert die theoretischen Grundlagen von magnetischen Antennen und beschreibt den Selbstbau einer kompakten Rahmenantenne für 80 m, die sowohl in Gebäuden wie im Freien verwendet werden kann. Für den Bau wird auf Aluminium-Elemente von zwei nicht mehr gebrauchten Yagis für den TV-Kanal 2 (48 MHz) zurückgegriffen. Dieses Material hat gegenüber Kupferrohren unter anderem den Vorteil des geringeren Gewichts.

Neue Produkte



Bausatz für 23-cm-Endstufe

Mit dem KIT MKU PA 1360 bringt Kuhne Electronic neu einen LD-MosFet-Leistungsverstärker-Bausatz für das 23 cm Amateurfunkband auf den Markt. Der Verstärker ist durch seine hohe Linearität für alle Betriebsarten des Amateurfunks verwendbar. Der von 1240 bis 1300 MHz abstimmbare Verstärker erzielt bei einer Eingangsleistung von 3 W typisch 60 W Ausgangsleistung. Der Preis für den Bausatz liegt bei 126 Euro. Detail-Informationen auf www.kuhne-electronic.de



Schaltnetzteile von Difona

Mit dem SPS-1250 hat Difona ein weiteres regelbares Schaltnetzteil im Sortiment. Das SPS-1250 leistet maximal 45 Ampere Dauerlast (50 A Spitze). Das Gerät kostet 119 Euro misst 19,5 x 8,5 x 28 cm (BxHxT) und wiegt lediglich 2,5 kg. Der «kleine Bruder» SPS-1230 für 79 Euro liefert dauerhaft 25 A (30 A Spitze) und ist 1,5 kg schwer. Durch die Netzteile erzeugte Störungen auf Kurzwellen, die immer wieder Anlass zu Kritik geben, sind auf ein Minimum reduziert. Sollten einmal einzelne Pfeifstellen auftreten, können diese durch die veränderbare Taktfrequenz reduziert oder verhindert werden. Weitere Informationen www.difona.de.