



L'antenne magnétique

Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud 4, 1800 Vevey

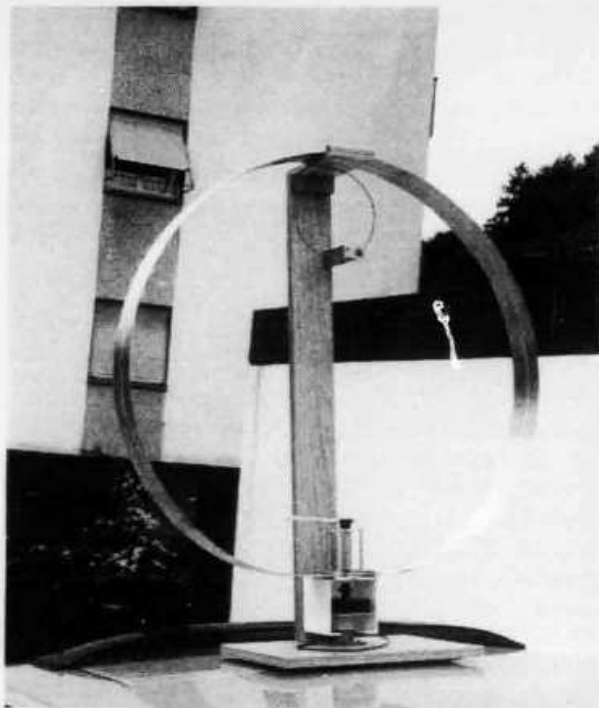
Préambule

Depuis longtemps déjà, en fait depuis le début de la radio, on a utilisé des cadres pour capter les ondes électromagnétiques. Les grandes longueurs d'onde utilisées tout au début rendaient presque impossible l'utilisation d'antennes classiques accordées en réception. La solution du cadre était alors d'un grand secours, surtout que les récepteurs de l'époque, à amplification directe, n'étaient pas d'une grande sensibilité. Chacun a pu admirer dans les musées ces magnifiques cadres constitués d'un grand nombre de spires et pliables à volonté après usage. Les performances des récepteurs augmentant, l'antenne devient le parent pauvre, le bout de fil qui traîne derrière un meuble. Ainsi, depuis longtemps, les propriétés particulières du cadre ont été observées, et, chez les amateurs, des antennes spécifiques, utilisant ces propriétés ont été élaborées. Citons l'antenne de DK5CZ AMA pour «abstimmbare magnetische Antenne» ce qui signifie antenne magnétique accordable qui connaît un grand succès. De même l'antenne carreau appelée «cubical quad», l'antenne squelette, l'antenne DDRR abondamment décrite dans l'excellent ouvrage en allemand de Karl Rothammel «Antennenbuch» que nous recommandons vivement même à nos lecteurs de langue française. Depuis l'arrivée des récepteurs modernes à changement de fréquence dits superhétérodynes, je n'ai vu sur le marché grand public, que deux réalisations commerciales d'antenne cadre. La première était constituée d'un cadre orientable rectangulaire disposé sur un boîtier contenant un préamplificateur HF commutable pour les trois gammes. Les résultats étaient bien supérieurs au bout de fil traînant derrière un meuble. Cet ensemble était destiné à un récepteur fixe. Avec l'arrivée des récepteurs portables à transistors, un seul récepteur, à ma connaissance, utilisait les remarquables propriétés du cadre. Il s'agissait d'un cadre rabattable lors de la réception des ondes moyennes ou longues et très efficace pour la réception des ondes courtes, dans tous les cas bien supérieur à la classique antenne télescopique. Ainsi donc, il se passe quelque chose de plus avec un cadre et ce fait incontestable n'a pas échappé à l'observation de la Gestapo puisque ses véhicules de recherche d'émetteurs clandestins en étaient munis. Quelle est donc la

différence entre une antenne classique et une antenne magnétique ? nous allons essayer d'apporter des explications. Pour l'antenne classique, des quantités de livres ont été écrits, plus ou moins bien faits d'ailleurs, alors qu'il existe assez peu de littérature pour l'antenne magnétique. Signalons que l'antenne ferrite incorporée dans la quasi totalité des récepteurs portatifs à transistors, pour ondes moyennes et longues, n'est qu'une variante de l'antenne magnétique. Pour l'antenne classique, nous serons très brefs et rappellerons brièvement ses principales propriétés.

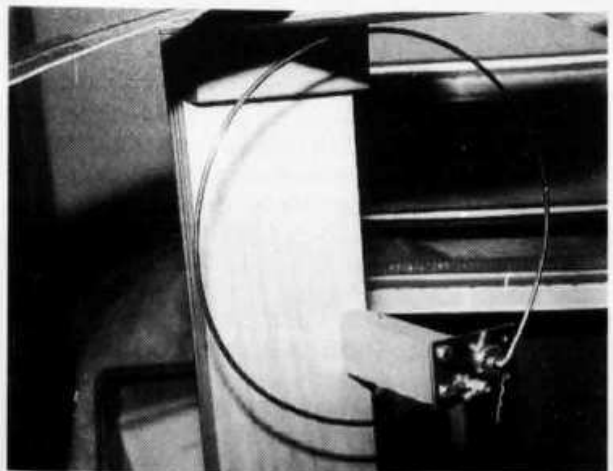
Rappel de quelques notions fondamentales

Les dimensions géométriques sont liées à la fréquence de résonance de l'antenne. On peut, pour une fréquence donnée, modifier ces dimensions à l'aide d'éléments de compensation, selfs ou condensateurs, afin de maintenir la résonance, mais cela sera toujours au détriment des performances de l'ensemble. De plus, sur l'antenne s'établira un régime d'ondes stationnaires qui produira le rayonnement. Le lecteur fera la comparaison avec une corde de violon qui n'émet naturellement aucun son si elle ne vibre pas. Or la vibration n'est rien d'autre qu'un régime d'ondes stationnaires. Rappelons qu'à la résonance, l'impédance n'a plus de termes réactif, et que son appellation change, on parle alors de résistance de rayonnement qui est purement ohmique. L'antenne classique est un circuit oscillant ouvert, c'est à dire que C, L ont subi les transformations décrites dans le dessin ci-dessous. Rappelons qu'un circuit oscillant classique parallèle est un circuit fermé, et que, s'il était parfait, aucune énergie n'en sortirait, et qu'il oscillerait perpétuellement, l'énergie électromagnétique de la self se transformant en énergie électrostatique du condensateur et l'inverse. Les deux formes d'énergie sont donc très concentrées. Si, on donne la possibilité par exemple à l'énergie électromagnétique d'être moins concentrée, en réalisant une spire de grand diamètre, tout en maintenant l'accord, le circuit de fermé qu'il était devient de plus en plus ouvert, et il rayonnera de l'énergie. Il y aura donc rayonnement d'énergie sans que la spire soit le siège d'ondes stationnaires. Sa faible longueur ne le permet pas, si l'on sait qu'un cadre de 1,4m de



côté peut être accordé sur 7 Mhz à l'aide d'une capacité adéquate. Quelle ne fût pas ma surprise en effet, de réaliser un QSO avec un amateur belge utilisant un tel cadre sur 40m. On comprend ainsi mieux la différence entre les deux types d'antenne. Ce qui est différent aussi, c'est la valeur du facteur de qualité aussi appelé facteur Q. On sait que ce dernier peut atteindre des valeurs de l'ordre de 1000 avec un cadre, ce qui fait que l'accord de celui-ci est très critique. Ce n'est donc absolument pas un système à large bande, mais c'est ce qui lui confère justement des performances extraordinaires sur sa fréquence d'accord. Ces performances, ajoutées au fait de pouvoir orienter le cadre, en font un ensemble tout indiqué pour les stations mobiles. Les antennes classiques, mise à part l'antenne levy ou center feed ou doppelzepp, présentent un facteur Q assez faible. Pour s'en convaincre, il suffit de rechercher la ou les fréquences de résonances à l'aide du grid dip. Les dips ne sont pas très visibles surtout pour une antenne W3 DZZ, qui est l'exemple même d'antenne large bande. Pour cette dernière, les fréquences de résonance sont difficiles à mesurer avec précision. Le grid-dip nous renseigne par la vigueur avec laquelle il nous montre la résonance, de la grandeur du facteur Q. Un accord mou est le signe d'un circuit très amorti à faible facteur Q. A l'inverse, si on recherche la fréquence de résonance d'un quartz, il faudra être très attentif, l'accord étant très pointu. Le facteur Q d'un quartz oscillant est de l'ordre de 100.000. En installation fixe, on pourra installer l'antenne magnétique sur le toit et en effectuer l'accord à l'aide d'une télécommande

simple dont nous donnons la description plus loin. Dans une rencontre d'amateurs, René Nünlist (HE9UNX) nous a présenté sa réalisation personnelle d'antenne magnétique. Celle-ci est prévue pour la réception des bandes 21,14,7 Mhz. Ce qui frappe au premier abord, c'est l'extrême bien-facture de son travail ajoutée aux performances hors du commun de cet aérien. La carrière de notre ami René n'est pas étrangère à la finition exceptionnelle de sa réalisation. Après un apprentissage de mécanicien de précision à Schönenwerd, il commence dans la célèbre firme BBC en 1950, et il s'occupe de la mise au point des émetteurs mobiles pour les taxis de la ville de Zürich. On utilisait alors à l'étage final la double tétrode 815 dans la bande 40-50 Mhz. René fût transféré ensuite à la division des gros émetteurs HF de radiodiffusion et il se souvient encore des VFO's purement analogiques dont les CV's étaient fraisés dans la masse de métal afin de leur donner la rigidité mécanique maximale. Les gros émetteurs étaient premièrement mis en service dans un hall de l'usine, complètement contrôlés sur charge fictive impressionnante. Dame, on ne dissipe pas facilement des puissances HF de 100 Kw voir plus. Nous donnons plus loin la description sommaire d'une telle antenne fictive. La grandeur des émetteurs de l'époque était impressionnante, si l'on sait qu'un émetteur de 10 Kw occupait un volume de 20m³ environ, ceci sans les alimentations! C'est ainsi que notre om s'en alla trois mois à Rome perfectionner les émetteurs de Radio Vatican. Ainsi, le message d'espérance «Laudatus Jésus Christus, Loué soit Jésus Christ» et le bel indicatif de Radio Vatican sera captable dans les chaumières les plus reculées de notre vaste terre. Deux émetteurs de 10 KW furent ajoutés en 1952. Ce fût ensuite Radio Belgrade en 1953 sur ondes moyennes avec un nouvel émetteur de 100 KW, puis à Lahti en Finlande une station grandes ondes de 300 KW. Voyons maintenant sa réalisation en détail.





Choix du matériau

Devant la difficulté de parvenir à plier du tube de cuivre d'un diamètre de 50mm, afin d'en faire une spire, notre ami a préféré utiliser une bande de cuivre de 85mm de large, 1,5mm d'épaisseur, d'une longueur de 2,52m environ. A noter que ces dimensions n'ont été tirées d'aucune publication. L'amateur pourra donc s'en inspirer, mais pas forcément les suivre à la lettre, l'essentiel étant de parvenir à l'accord sur la fréquence considérée. Chez le forgeron du coin, il plia le tout et en fit une spire d'un diamètre de 800mm environ, renforcée en son milieu par une nervure afin d'augmenter la rigidité du tout. Dans un circuit oscillant parallèle classique, plus la capacité d'accord est petite pour une fréquence donnée, plus le facteur de qualité Q est grand. Il doit certainement en être de même ici. L'accord n'en sera que plus pointu et critique mais les performances n'en seront que meilleures. Une petite capacité d'accord signifie une grande spire, l'expression de Thompson suivante est toujours valable:

$$F = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

avec: F en Herz
C en Farad
L en Henry

Habituellement on peut se contenter, pour confectionner la spire de tubes de cuivre d'un diamètre de 18 ou 20mm disponibles en torche chez les installateurs sanitaires. Ces tubes sont déjà pliés. Se souvenir que plus le diamètre du tube est grand, meilleur sera le facteur Q. A la limite, on pourrait utiliser du tube de cuivre de diamètre 50mm voir plus qui est utilisé pour l'écoulement de l'eau des toits. Pour le plier, il faudra naturellement prévoir des encoches. Le facteur Q devrait atteindre une très grande valeur avec un tel tube. Pour accorder la spire, il faudra utiliser un condensateur variable de qualité parfaite. Il faudra surtout qu'il puisse supporter l'énorme tension

HF présente à ses bornes. Celui retenu par René a une capacité maximale de 400pF, et peut supporter une tension de 1kV. Les essais ont été faits en réception seulement, Philo (HB9CM) devant les poursuivre en émission. Il est certain que plus la puissance appliquée sera grande, plus la tension apparaissant aux bornes du CV sera grande. Sans vouloir faire de la publicité, rappelons pour les débutants qu'on trouve tous les CV's possibles chez Anneke D 7600 Heilbronn.

Boucle de couplage

Elle est constituée simplement d'une deuxième spire d'un diamètre de 200mm (le quart du diamètre de la grande spire), le fil utilisé a un diamètre de 2,5mm émaillé ou non. Cette spire de couplage peut être disposée à n'importe quel endroit à l'intérieur de la grande spire et à 25mm de celle-ci.

Support

Il s'agit là d'un point très important, car il serait dommage d'abaisser le précieux facteur Q en utilisant un support mal étudié. René a utilisé un support de bois, mais d'autres solutions peuvent être trouvées.

Télécommande

Comme la qualité première de n'importe quelle antenne est d'être dégagée des masses absorbantes environnantes, celle-ci n'échappe pas à la règle. En station fixe il est souhaitable de pouvoir régler l'accord à distance si l'antenne est sur le toit par exemple. Le schéma très simple est donné ci-après, un simple moteur de broche muni de sa boîte d'engrenages est utilisé.

Remarque importante

Lors d'essais en émission, l'amateur devra prendre toutes les précautions nécessaires lors de l'accord de l'antenne avec le CV. Cet accord devra se faire à puissance réduite, car la très grande valeur du facteur Q (plus de 1000!) fait apparaître de très grandes tensions aux bornes du CV. Il est donc recommandé de ne pas toucher directement le CV, mais de l'actionner par l'intermédiaire d'une tige isolante, ou en télécommande.

Conclusions

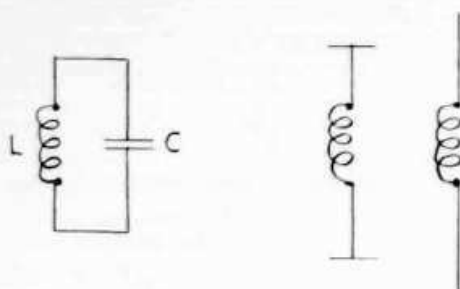
Il est évident qu'il s'agit d'une antenne extrêmement intéressante au point de vue amateur, car facilement réalisable même par des amateurs n'ayant pas l'habileté de René. Ceux qui auront eu la bonne idée de garder précieusement les gros CV's des émetteurs à tubes électroniques de jadis, seront récompensés de leur prévoyance, car ils pourront redonner du service à ces pièces toujours fabriquées à l'adresse donnée ci-dessus. Ils pourront appliquer de grosses puissances HF à l'antenne. Nous remercions vivement René pour sa réalisation parfaitement dans l'esprit om que nous aimons, le félicitons et lui souhaitons plein

succès pour la suite des essais. Pour les autres bandes, l'amateur trouvera grâce à son grid-dip le meilleur rapport self-capacité. Cette antenne nous paraît toute indiquée pour la bande 160 mètres, surtout pour les amateurs manquant de place. Une spire de 1,5 mètre de diamètre devrait nous faire trouver l'accord.

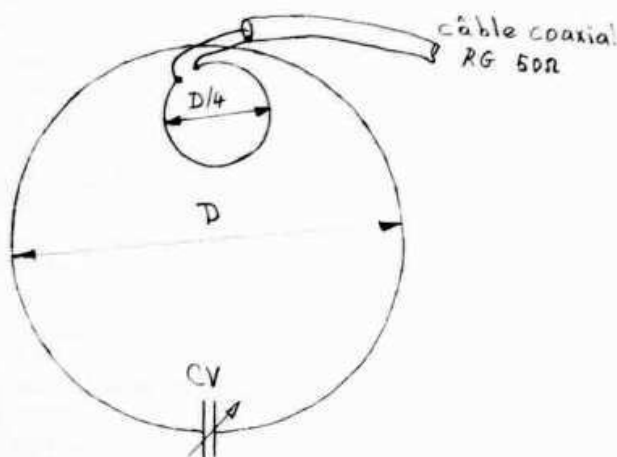
Annexe

Une autre possibilité, pour le trafic sur les bandes basses, consisterait à doubler les spires qui resteraient à un diamètre de l'ordre du mètre. On voit là l'immense champ d'expérimentation ouvert à l'amateur, car il s'agira toujours d'obtenir le meilleur rapport self capacité donnant le plus grand facteur Q pour une fréquence donnée.

Transformation d'un circuit oscillant fermé en un circuit oscillant ouvert.



Antenne Magnétique

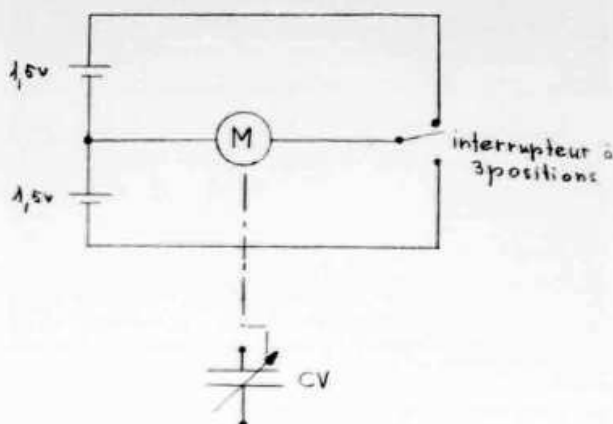


Pour connaître les valeurs de CV et D lisez le texte.

Télécommande

Nous l'avons dit, à moins de n'utiliser l'antenne en mobile avec l'accord à puissance réduite immédiatement à portée de main, l'installation définitive sur un toit requiert pour l'accord un dispositif de télécommande du CV. René a élaboré un système extrêmement simple, puisqu'il utilise un

moteur de broche muni de sa démultiplication qui entraîne le CV. dans un sens ou dans l'autre.



On peut compléter le dispositif en lui ajoutant la possibilité de connaître d'une façon analogique ou digitale, la position du CV au début du réglage. On aura ainsi des repères qui permettront d'éviter de partir dans la mauvaise direction.

Antenne fictive pour grosses puissances HF

Pour nous, amateurs, des puissances HF de 1000 Watts sont déjà importantes, et pour faire des réglages ou des mises au point, les antennes fictives classiques conviennent. Mais lorsqu'il s'agit de charger le PA de la voix de l'Amérique par exemple (1000 KW), j'étais curieux d'apprendre, directement de René de la façon dont est constituée l'antenne fictive pour de telles puissances. Nous donnons ci-dessous le croquis de principe d'une telle antenne. On distingue un bac contenant de l'eau dans lequel plonge deux électrodes. L'eau du bac s'écoulera dans un serpentin de verre et un échange de chaleur s'effectuera entre l'eau du serpentin et un deuxième bac dans lequel s'écoule aussi de l'eau. Les deux températures d'entrée et de sortie de ce dernier bac sont mesurées ainsi que le débit. Une formule mathématique permet de déterminer la puissance dissipée dans le premier bac.

