

ANTENNE ACTIVE

COUVRANT DE 10 KHz A 50 MHz

Le principe de l'antenne active est utilisé depuis une trentaine d'années maintenant. Développée au départ pour des applications militaires, son usage s'est étendu aux applications professionnelles, notamment maritimes.

Contrairement aux idées généralement répandues, ce type d'antenne n'est pas un accessoire de secours ou de substitution mais une antenne performante qui élimine nombre des défauts de l'antenne classique.

Celle que nous décrivons ici est destinée à permettre la réception sans trou et à impédance rigoureusement constante d'une bande s'étendant de 10 KHz à plus de 50 MHz et ce, avec des performances impensables avec une antenne traditionnelle.

PRINCIPE

En réalité, cette antenne... n'est pas une antenne mais une probe HF, une sonde en quelque sorte. De ce fait, les principes classiques ne s'appliquent pas ici : les notions de «fréquence de résonance» et «d'impédance» n'ont plus cours. Mais voyons d'abord le circuit.

L'ensemble constitue un ampli à faible gain (pas plus que nécessaire), à très haute impédance d'entrée et à dynamique très élevée.

Le 2N5109 est monté en émetteur commun. Son gain est de 6 dB environ. Ce transistor a été développé pour des applications en télédistribution, donc pour amplifier des signaux complexes, à très

large bande et de niveau élevé. Il doit, de plus, présenter un facteur de bruit extrêmement faible et un niveau d'intermodulation réduit.

C'est pour toutes ces qualités qu'il a été choisi pour ce montage.

Mais l'impédance d'entrée est très faible. Seuls les transistors FET présentent les caractéristiques adéquates. La solution consiste donc à lui adjoindre un transistor de ce type. C'est le BF247c qui a été choisi. C'est un transistor pour applications VHF, donc également à faible bruit.

Cet étage est monté en drain commun. Ce type de configuration apporte un gain en tension inférieur à 1 (entre 0,8 et 0,9), mais un gain en courant quasi infini. En effet, on peut considérer que seules les variations de tension sur la porte provoque une variation de courant dans la source.

Cette variation est mise en évidence par la résistance de charge de source ET l'impédance de la jonction du transistor suivant.

Les deux transistors sont prévus pour soutenir des courants élevés, condition pour résister aux signaux forts. La version «c» du BF247 a un IDSS de 120 mA typique, tandis que le 2N5109 dissipe 800 mW.

Cette sonde constitue donc à la fois un ampli de puissance à large bande et à haute impédance d'entrée, parfaitement utilisable pour d'autres applications.

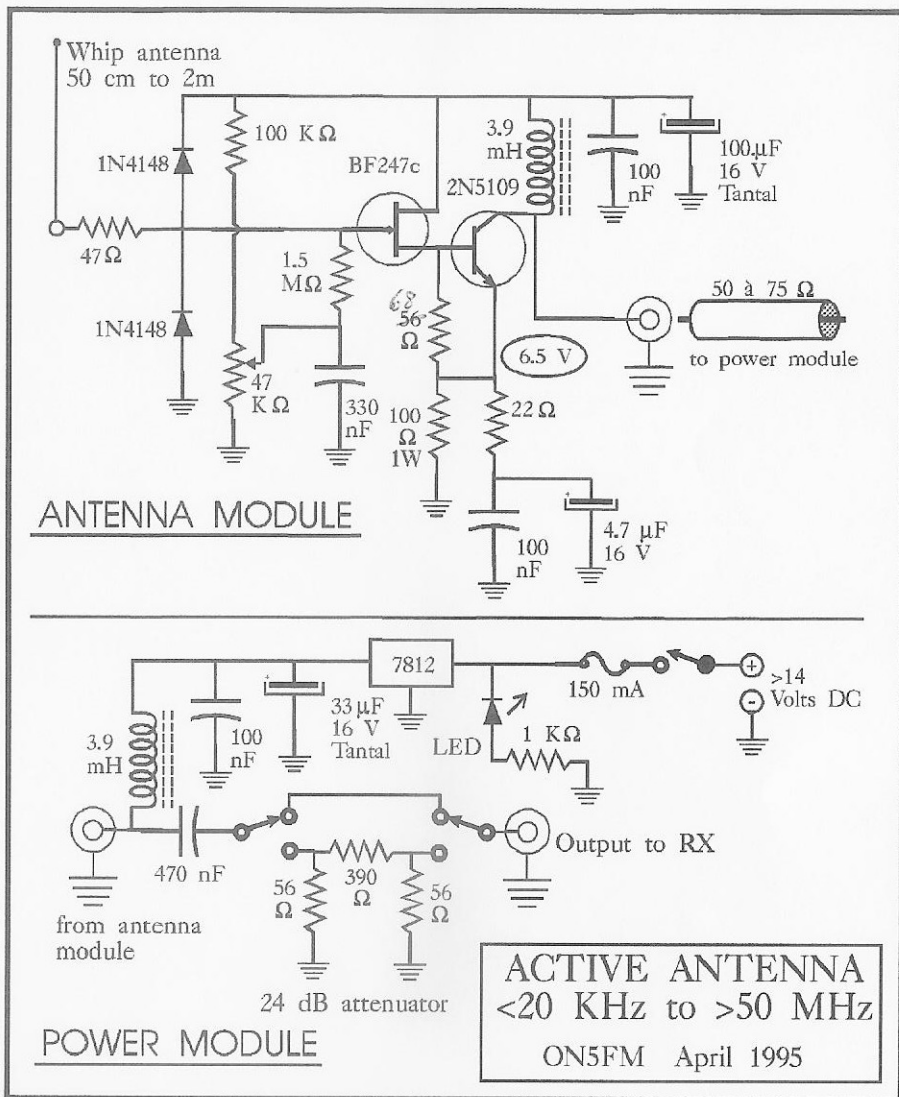


Figure 1 : Le schéma de l'antenne active et de son module d'alimentation

LES COMPOSANTS :

L'ANTENNA MODULE (fig1)

L'impédance d'entrée est définie par la résistance de 1,5 mégohm. Cette résistance forme, avec la capacité de l'antenne avec le sol (environ 10 pF), un filtre

passer haut qui est avantagusement mis à profit pour éliminer le 50 Hz du secteur, rayonné par cette formidable antenne qu'est le réseau électrique d'une habitation.

La résistance de 47 ohm sert à faire présenter, à l'ampli, une impédance toujours positive et ainsi éviter les auto-oscillations. Il s'agit là d'une notion très complexe sortant du cadre de cette description.

Les deux diodes au silicium servent à écrêter les signaux exagérés qui se présenteraient à l'entrée. Il ne faut pas oublier que cette antenne est prévue pour fonctionner à proximité d'émetteurs qui peuvent être puissants.

La résistance ajustable de 47 K en combinaison avec celle de 100 K sert à fixer le point de fonctionnement de l'ampli.

Le BF247c «débite» dans la base du transistor suivant. Celui-ci a beau être puissant, il ne lui faut que très peu de courant de commande. Or, le BF247c doit en débiter beaucoup pour être bien linéaire, nous l'avons vu plus haut. La seule solution est de lui adjoindre une résistance destinée à «écluser» cet excédent de courant. C'est le rôle de celle de ⁶⁸56 ohms. Pour un maximum d'efficacité, cette résistance doit être égale à l'impédance d'entrée du transistor suivant, ce qui est le cas ici.

Le courant du FET est d'environ 10 mA mais varie d'un composant à l'autre à cause de la dispersion des caractéristiques dues à leur fabrication.

La résistance de 100 ohms est la résistance d'émetteur du 2N5109. Y passe le

courant de ce transistor, soit 50 mA, mais aussi celui du BF247c.

Le découplage est assuré par les deux condensateurs de 100 nF et de 4,7 µF. La raison de ce second condensateur est que la fréquence la plus basse qui doit y passer est de 10 KHz ; donc de la BF ! Mais comme les condensateurs électrolytiques ne «montent» que jusque quelques centaines de KHz (pour ceux de qualité), il était nécessaire de lui en adjoindre un qui restait efficace jusque 50 MHz au moins.

^{ARRT} Le condensateur de découplage de la source du FET est de 330 nF. Il n'y a pas de chimique ici car l'impédance du circuit à cet endroit est très élevée par rapport à celle de ce condensateur à 10 KHz.

La self de choc présente l'impédance la plus adéquate pour la plage de fréquence à couvrir. Cette valeur ne peut être très élevée car avec elle croît la capacité répartie qui laisse «fuir» vers la masse cette HF si précieuse ! Et ce, sans compter les effets néfastes de la fréquence de résonance propre à ce composant.

Les deux autres condensateurs de 100 nF et 100 µF entre la ligne positive et la masse servent au découplage, c'est à dire à éliminer tout ce qui aurait pu arriver jusqu'à l'ampli via la tresse du coax.

Le 100 µF doit être au tantale car ce type de condensateur présente une impédance extrêmement faible. S'il vous est arrivé d'en monter un «à l'envers», vous avez pu en voir les effets désastreux (et dangereux) !

LE POWER MODULE (fig1)

Il comporte une self de choc également. Celle-ci sert à faire passer le courant d'alimentation par le câble coaxial afin d'éviter l'installation d'un fil supplémentaire. Ce système s'appelle «l'alimentaion fantôme» et est très utilisé dans tous les domaines.

Cela signifie qu'une tension continue est présente sur le coax et qu'en cas de court-circuit quelque part, vous ajouterez un élément à la longue liste des fusibles martyrs !

Le condensateur de 470 nF possède une valeur aussi inusitée à cause des fréquences très basses à laisser passer.

Ensuite, nous avons prévu un atténuateur en pi. Son emploi a été nécessité par le rendement élevé de cette antenne. Il peut être négligé si vous avez un récepteur à grande dynamique, possédant déjà un atténuateur ou étant précédé d'un présélecteur (circuit accordé complémentaire pré-filtrant le signal avant son entrée dans le récepteur et jouant le rôle d'une antenne accordée). Vous pouvez également adopter d'autres valeurs pour une atténuation différente. Vous les trouverez, notamment, dans tous les Handbooks de l'ARRL.

La présence d'un 7812, régulateur 12V, est prévue pour permettre l'emploi d'une alimentation bon marché du type «tout dans la prise» ou «bloc-secteur».

La tension de sortie de cet accessoire étant souvent fantaisiste, le 7812 vient bien à point pour éliminer les 2 ou 3 volts excédentaires !

Enfin, le fusible de 150 mA est là pour la raison que nous avons évoquée plus haut...

FONCTIONNEMENT DE L'ENSEMBLE

L'entrée étant à très haute impédance et celle d'une antenne très courte étant très faible (de l'ordre de 5 à 25 ohms), la fréquence de résonance n'est plus de mise.

En effet, hors de la fréquence d'accord de l'antenne, l'impédance complexe présentée par ce bout de fil est quand même bien faible devant les 1,5 M de l'ampli. Aussi, on peut considérer une le brin capte un «nombre constant de microvolts» quelle que soit la fréquence ; d'où la notion de «probe».

CETTE ANTENNE EST DONC UN VRAI ENTONNOIR A ONDES !

Elle se comporte plus ou moins comme une quart d'onde verticale (une GP) toujours accordée, si l'on peut dire, sur la bonne fréquence.

Essayez d'imaginer ce que ça peut donner avec les 1,5 ou 2 mégawatts de RTL ou Europe 1 en grandes ondes ; car cette antenne les capte aussi, tout le temps !

Vous avez compris la raison de l'atténuateur !

REALISATION

Un kit simplifié devrait être disponible chez LED à fleurus sous peu. Son prix en sera très modique et, en tout cas, bien inférieur aux réalisations commerciales.

L'ensemble est monté sur un circuit imprimé en époxy double face. Pour notre

part, il mesure 28 mm de large de façon à pouvoir être placé dans un tube en plastique gris de 32 mm utilisé en plomberie. Ces tuyaux sont

solides, bon marchés et faciles à trouver. Les accessoires sont nombreux et courants. Le passage des fils NON RACCORDÉS A LA MASSE sont dégagés à l'aide d'un foret de 3mm.

L'implantation des composants se fait suivant le dessin figure 2. Le dessin du circuit imprimé est donné figure 3.

Les fils soudés à la masse sont aussi soudés sur le cuivre du plan de masse, c'est à dire côté composants.

Les composants longeant les bords latéraux sont montés couchés de façon à ne pas gêner l'introduction du circuit dans le tube.

Il y a deux implantations prévues pour les condensateurs de 100 nF: pour les "drapeaux" assez anciens et pour les condensateurs actuels.

Il n'y a pas de surprise, le montage est stable. ATTENTION : la résistance de 100 ohms est du type «métal-film» et doit pouvoir dissiper un watt.

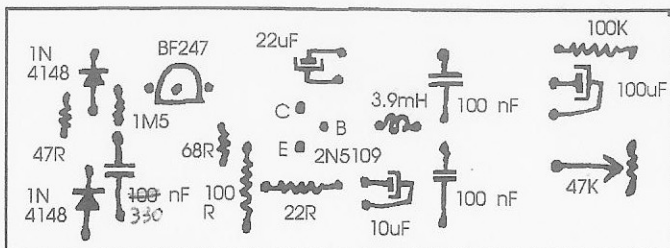


Figure 2 : l'implantation des composants

La figure 4 montre le branchement des fils. Le coax de liaison entre le circuit imprimé et la prise de sortie ne mesurera que la longueur nécessaire, soit six ou sept centimètres. Du coax souple pour micro est suffisant et convient parfaitement.

Le power module est réalisé dans un petit boîtier en aluminium du commerce d'environ 6/6/3 cm.

La plupart des composants devant être fixés sur le boîtier ; aucun circuit imprimé n'est prévu, ce qui simplifie la construction qui se fait comme au temps des lampes.

Un grand choix est offert pour l'antenne. Le montage a été calculé pour un élément de 1,5 à 2 mètres (voir les résultats ci-dessous). Une antenne mobile CB convient très bien. Une antenne en polyester pour voiture (ces

brins en plastic noir de 85 cm) est aussi très suffisante si on lui adjoint une self (pour avoir les 10pF mentionnés plus haut). Celle-ci est constituée comme suit : vous vous procu-

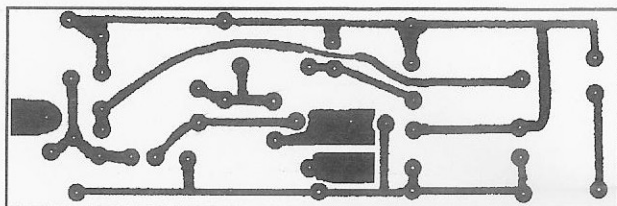


Figure 3 : le circuit imprimé

rez 1,20 m de fil VOB 1,5mm² (câblage du circuit éclairage 220 V).

Vous en bobinez 16 spires sur un tube (blanc) de 19 mm utilisé en électricité. En enlevant le tube, le fil se détendra et prendra le bon diamètre. Il ne faut pas dénuder ce fil.

Cette self fera résonner une antenne de 85cm sur 50 MHz environ. Et là, il y aura un gain de quelques décibels, ce qui

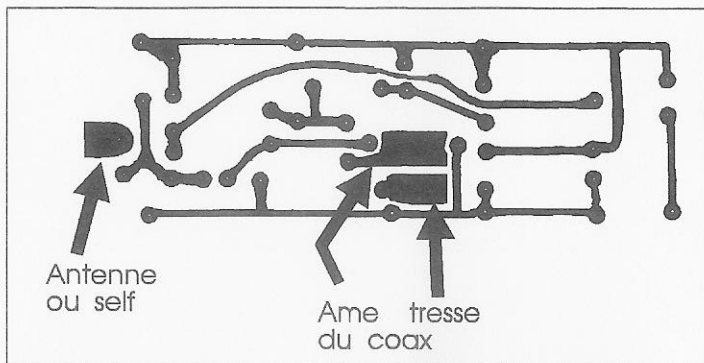


Figure 4 : le câblage du circuit imprimé

n'est pas à négliger sur cette bande. Ce gain est du au coefficient de surtension ou Q du circuit accordé qu'est toute antenne.

Il est bien évident qu'une antenne CB donnera le maximum de gain vers la bande des 10 mètres.

La self est également placée dans le tuyau en plastic. L'antenne en fibre de verre est vissée sur un bouchon avec un écrou de 6 mm. Ce bouchon se trouve au rayon des accessoires de plomberie. Il se visse dans une embase et est doté d'un joint d'étanchéité. L'embase nécessite un manchon pour sa fixation au tuyau.

Tous ces éléments sont collés entre eux à l'aide d'une colle pour PVC.

Le coût de ces accessoires est très modique (quelques dizaines de francs).

Un autre bouchon et son manchon sert à la fixation de la prise de sortie. Pour notre part, nous utilisons une vulgaire CINCH. Il ne faut pas crier à l'hérésie : Heathkit utilisait cette prise sur son

HW101 - qui délivrait 100 W en décimétrique -, sur ses émetteurs VHF et même sur son PA de 40 W sur 2 m ; et ce, sans problèmes.

Nous en avons même vu une qui servait à la sortie du P.A. d'un émetteur VHF

professionnel Motorola de 25 W !

Le coaxial employé est du modèle courant et bon marché de 75 ohms TV. Les pertes ne semblent pas significatives avec 20 m de câble.

Le manchon est collé au tube. Le bouchon est fixé latéralement, à l'aide de deux vis parker, au manchon.

Il n'est pas collé pour pouvoir laisser passer le circuit imprimé et permettre à l'ensemble de pivoter lorsqu'on visse le bouchon du haut après avoir soudé l'extrémité de la self (ou du fil souple de liaison avec le circuit imprimé, selon le cas).

Le tube et ses accessoires sont peints en blanc ou en «métal» pour deux raisons : protéger le plastic des effets néfastes des ultra-violets et éviter de transformer ce boîtier en four sous le soleil d'été. Il ne faut pas oublier que le 2N5109 aura à dissiper 250 à 300 mW. Pour cette raison, on prendra la sage précaution de le munir d'un petit radiateur.

Enfin, une longueur de tube de 32 servira de mat. La liaison entre les deux se fera par des colliers en plastic collés et vissés dos à dos par des vis et écrous de 6 mm, raccourcis à la bonne longueur. Le mat sera fixé au mur par des colliers en métal, toujours des accessoires de plomberie.

Cette antenne peut aussi être réalisée en portable. On place le circuit imprimé dans un boîtier en plastic et on visse sur celui-ci une antenne télescopique de radio FM (d'environ 75 cm) ou de TV portative. La self reste de rigueur.

Le power module est, dans ce cas, interne ; la self de choc n'étant plus nécessaire puisque l'alimentation se fera par un fil soudé au point de jonction de la self de choc de l'antenna module et des deux condensateurs de 100 nF et 100 µF.

L'alimentation par 8 piles de 1,5 volts est envisageable. Il faut, dans ce cas, supprimer le 7812 et même le fusible.

La suppression du 7812 s'impose également lors de l'emploi d'une alimentation stabilisée externe débitant 12 ou 13,8 volts.

REGLAGES

Ceux-ci sont extrêmement réduits. Placez le curseur de la résistance

ajustable de façon à ce qu'il soit à la masse.

Après vous être assuré que le câblage est correct, que les condensateurs électrochimiques ont été placés dans le bon sens ainsi que les diodes et qu'il n'y a aucun pont de soudure, vous pouvez mettre sous tension.

Vous mesurerez la tension entre l'émetteur du 2N5109 et la masse. Elle doit être inférieure à 6 volts.

Augmentez la tension sur la source du BF247c en tournant le curseur de la résistance ajustable jusqu'à ce que le voltmètre indique 6,5 V comme spécifié sur le schéma.

Et c'est tout !

Le courant dans ce transistor sera alors d'environ 50 mA.

RESULTATS

Les premiers essais ont eu lieu dans le shack. Celui-ci se trouve dans une cave. L'antenne a été essayée avec un Drake SSR1.

Elle était posée sur une table et un fil de 1m servait de brin. Résultat : les petites ondes étaient inutilisables : la RTF et la BRTN saturaient tout et se retrouvaient en de multiples endroits tout au long de la gamme !

Le brin a été réduit à 8 cm et malgré cela, les principales stations PO pouvaient le S-mètre à fond d'échelle !

L'antenne a ensuite été montée sur un mur, à 3 m d'altitude. En comparant avec notre G5RV située à +/- 8 mètres de haut, les résultats sont similaires : un peu inférieur pour certaines stations sur 80 m, au moins aussi bonne sur 40 m et

supérieure sur les autres bandes. Mais il faut tenir compte du fait que nous avons ici une verticale omnidirectionnelle.

Dans les bandes de radiodiffusion décamétriques, là où la G5RV ne s'accorde pas, les résultats sont tout bonnement époustoufflants. En dessous de 15m, l'atténuateur pourrait à la limite rester continuellement en service et est obligatoire en dessous de 80 m.

C'est là qu'on se rend compte que cette antenne est vraiment un «entonnoir à ondes», avec tout ce que cela comporte.

Il est, d'autre part, parfaitement possible de trafiquer en packet VHF, sans interférences, même sur 50 MHz : la tenue aux signaux forts est tout à fait adéquate.

USAGE PROFESSIONNEL

Cette type d'antenne est prisé par les professionnels pour de multiples raisons. Tout d'abord, du fait de sa petite taille, elle peut être placée très haut, au sommet d'un mat, et être ainsi située hors des champs de parasites divers : domestiques, informatiques etc.

Ensuite, elle évite les commutations lors du passage en émission. Elle permet d'utiliser n'importe quel récepteur

avec un minimum de manipulations : l'impédance est rigoureusement constante sur toute la gamme.

Enfin, elle permet le duplex ou d'écouter une bande pendant qu'un émetteur travaille sur autre fréquence grâce à la possibilité offerte de se placer loin des autres antennes.

CONCLUSION

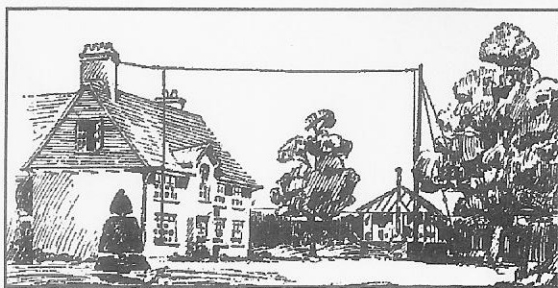
Nous avons limité la fréquence à 50 MHz, bien qu'elle puisse aller jusque 200 MHz sans problème. Il suffirait, pour cela, de remplacer les selfs de choc de 3,9 mH par des selfs de 470 μ H. Mais ce serait au détriment des PO et en dessous.

Cette antenne convient parfaitement aux transceivers modernes, general coverage en réception.

Mais ATTENTION : assurez-vous que vous ne risquez pas de passer en émission : ce sont des transistors que vous enverriez allonger la liste des martyrs de la distraction !

Economique, performante, peu encombrante, discrète, simple et à ultra-large bande : il n'y a pas de raisons pour que vous ne l'essayiez.

Ce montage convient assez bien, d'autre part, comme réalisation de club ou pour des ONL.



Une description accompagnée de photos et de détails complémentaires paraîtra après les vacances dans CQ-QSO.

ON5FM G. MARCHAL