

Comment ça marche ?

L'ANTENNE ACTIVE

3 - Cadre à air

Par le radio-club F6KRK

L'expression "antenne active" est ambiguë. Elle pourrait faire croire qu'une électronique quelconque puisse améliorer les performances d'une antenne. Bien sûr, il n'en est rien, une antenne est un système passif et l'électronique ne peut qu'améliorer l'adaptation de l'antenne au récepteur. Dans les précédents "Comment ça marche ?" nous avons vu deux antennes actives des types "fouet court" et "petite boucle", avec des exemples pour la bande 137 kHz. Cette fois-ci nous déclinons le principe avec un cadre à diélectrique air.

Nous avons vu qu'avec une petite boucle, la tension générée (hauteur effective) était extrêmement faible, entraînant l'utilisation d'un circuit multiplicateur de tension de type "Q-mètre". Ce circuit nécessite des composants (bobine et condensateur) d'excellentes qualités et a comme conséquence une forte réduction de la bande passante. Le principe du cadre est de fusionner la bobine et la boucle. Ceci peut être fait de deux manières et nous allons voir la première.

Cadre à air.

Le principe est simple : en partant d'une boucle élémentaire on augmente le nombre de spires (isolées les unes des autres) en prenant soin de les circonscrire dans une petite section devant le diamètre de la boucle. On obtient ainsi un cadre à air à n spires.

Avantages du système :

- La résistance de rayonnement est multipliée par n .
- La hauteur effective est multipliée par n . En conséquence, la f.é.m. à la sortie de la boucle est aussi multipliée par n (égale au champ E multiplié par la hauteur effective).
- Mais la résistance de pertes est aussi multipliée par n et le rendement ne devrait pas changer.

Limites et inconvénients :

- Difficile de bobiner un grand nombre de spires.
- Dans une réalisation pratique, le diamètre du conducteur est plus petit que pour une simple boucle. En conséquence, la résistance de perte augmente, ce qui finalement diminue le rendement.

Réalisation pratique et résultats pour le 137 kHz ⁽¹⁾

Partons de notre boucle de $2\text{m} \times 2\text{m}$ ($S=4\text{ m}^2$) et bobinons vingt spires en fil de cuivre 4mm^2 (fil électrique isolé standard), sur une longueur de 2 cm (4 couches). Nous avons sur la figure 1 le schéma de principe de notre cadre actif.

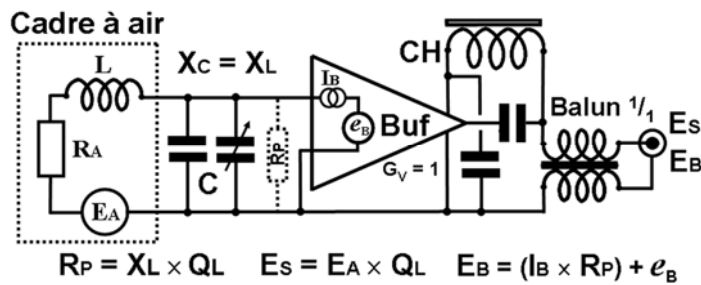


Figure 1.

Nous voyons qu'il est quasiment identique à celui de notre boucle simple.

Résultats pour $F = 137 \text{ kHz}$ ($\lambda = 2190 \text{ m}$) :

Bande passante du canal = 10 Hz (modes numériques lents).

F_a (Bruit de bande) = 75 dB, soit un champ E de $0,013 \mu\text{V/m}$ pour un canal de 10 Hz.

$H_{\text{EFF}} = 2\pi \times S / \lambda \times 20 = 0,26 \text{ m}$ (20 fois celle d'une simple boucle).

$E_A = 13 \text{ nV/m} \times 0,26 \text{ m} = 3,4 \text{ nV}$

Résistance de rayonnement $R_R = 0,5 \mu\Omega$ (négligeable)

Self du cadre $L \approx 1,9 \text{ mH}$.

$C = 675 \text{ pF}$ (moins la capacité répartie du cadre)

Résistance du cadre $R_A \approx 3,3 \Omega$ (pertes ohmiques)

Alors $R_P = 825 \text{ k}\Omega$ et $Q \approx 500$

$E_S = E_A \cdot Q = 3,4 \text{ nV} \times 500 = 1700 \text{ nV}$

I_B à l'entrée du FET : $0,2 \text{ pA/Hz}$

Alors $E_B = 0,0002 \text{ nA} \times 825000 \times \sqrt{10} = 521 \text{ nV}$ (on néglige la tension de bruit du buffer).

Le bruit thermique est ici à 10,3 dB sous le bruit de bande. C'est meilleur que pour la boucle seule, mais attention, le Q réel du cadre sera sûrement inférieur au Q calculé car on a négligé des facteurs difficiles à estimer⁽²⁾. Donc, en définitive on n'aura pas mieux, sans doute moins. Si avec une boucle seule on peut la dimensionner assez précisément par calcul, avec un cadre on ne sera sûr du résultat qu'après expérimentation, les calculs constituant seulement une base de départ.

Expérimentation

Attention, on ne peut pas juger des performances en mesurant le niveau de sortie du cadre sur une station radio. Ce qui compte, c'est le rapport S/B. Celui-ci peut diminuer si le niveau de bruit thermique augmente plus vite que le signal. Il n'est pas dit qu'en doublant le nombre de spires, on améliore le rapport S/B, compte tenu des imperfections du buffer.

Dans le prochain "Comment ça marche", nous verrons le cadre ferrite.

La Rubrique "Comment ça marche ?" est une activité collective du radio-club F6KRK (<http://www.f6krk.org>). Pour une correspondance technique concernant cette rubrique : "f5nb@ref-union.org".

Bibliographie.

[1] Revoir les "Comment ça marche ?" concernés dans les précédents Radio-REF. Ils sont également consultables et téléchargeables sur le site de F6KRK : "www.blog.f6krk.org", catégories "Bulletins et Gazettes" puis "Comment ça marche ?".

Notes.

- 1) Revoir les conditions de réception dans les exemples précédents sur le fouet et la boucle ^[1].
- 2) En particulier, l'impédance de la source est très élevée (ici $825 \text{ k}\Omega$) et l'impédance de charge (Z_e du buffer) est en parallèle. Si elle est trop faible, elle aura pour effet de diminuer le Q en charge et directement la sensibilité. Par ailleurs on n'a pas tenu compte de la capacité répartie qui est en parallèle avec L et non en série, ni de l'effet de proximité entre les spires, difficile à estimer.