

Les Méandres ou comment accorder une antenne

Le choix du raccourcissement d'une antenne filaire pour ajuster son accord en fréquence se portera sur un méandre à 3 branches, son efficacité de raccourcissement est importante. Il se situera de préférence vers les extrémités (ventre de tension) de l'antenne pour ne pas masquer le ventre de courant. Il faut plus voir le méandre à 3 branches (image 1) comme un chemin possible pour le courant stationnaire de l'antenne que comme une inductance car le système fonctionne même placé à l'extrémité de l'antenne.

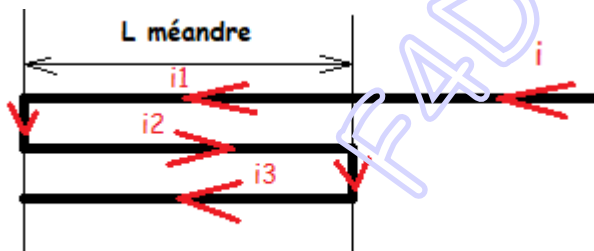


image 1

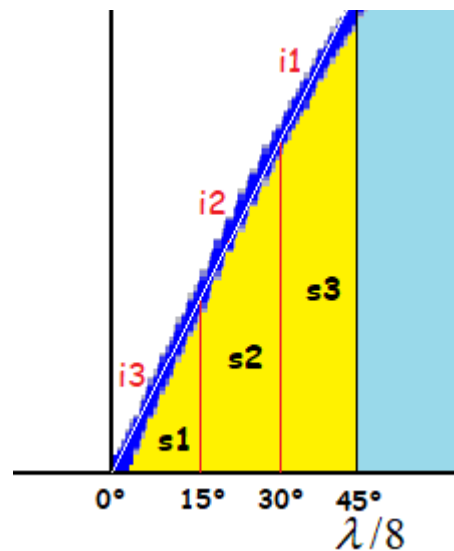


image 2

Exemple réalisé sur 45° : L'amplitude du courant i décroît presque linéairement au fur et à mesure que l'on approche de l'extrémité du dipôle (image 2), les 3 courants dans le méandre ne s'annulent pas complètement 2 à 2 puisque qu'ils ont tous des valeurs différentes donc $i_1 - i_2 + i_3 \neq 0$. Le rayonnement à longue distance sera donc plus faible mais non nul comme on le verra plus bas.

A une extrémité du dipôle, les courants verticaux du méandre sont de sens opposés à ceux de l'autre extrémité, ils ne créent aucun rayonnement loin de l'antenne. Il est souhaitable de minimiser ces longueurs puisque qu'elles ne servent à rien dans le bilan radiatif du dipôle.

J'ai constaté lors de simulations et d'essais que l'écart entre les lignes des méandres à un effet très important sur la fréquence de résonance de l'antenne qui augmente fortement avec le rapprochement des fils par fort couplage, les courants se compensant plus facilement mais pas totalement comme vu précédemment. Dans ce cas extrême de raccourcissement il y a quasiment 2 fils qui disparaissent sur 3 se qui a pour effet de faire monter la fréquence de résonance de l'antenne, c'était l'effet recherché.

Calcul des surfaces S_1 , S_2 et S_3 (image 2) qui représentent les courants moyens donc l'énergie rayonnée :

$$s1 = \int_0^{15^\circ} \sin x \, dx = [-\cos 15^\circ] - [-\cos 0^\circ] = -0.966 + 1 = 0.034$$

$$s2 = \int_{15^\circ}^{30^\circ} \sin x \, dx = [-\cos 30^\circ] - [-\cos 15^\circ] = -0.866 + 0.966 = 0.1$$

$$s3 = \int_{30^\circ}^{45^\circ} \sin x \, dx = [-\cos 45^\circ] - [-\cos 30^\circ] = -0.707 + 0.866 = 0.159$$

$$S = s1 + s2 + s3 = 0.293 \text{ sans les méandres}$$

$$S_M = s1 - s2 + s3 = 0.093 \text{ avec les méandres}$$

On constate que le rayonnement équivalent du méandre n'est plus que de : $\frac{0.093}{0.293} \times 100 = 32\%$ soit environ 1/3 de ce qu'il serait si les 3 fils étaient

déployés. C'est aussi approximativement le pourcentage de la valeur du courant i_2 par rapport au courant total.

En réalité les 3 fils du méandre seront très courts devant la longueur d'onde car dans ce cas il n'a d'intérêt que pour l'ajustement de la fréquence de résonance de l'antenne et non pas pour un raccourcissement excessif comme on pourrait le faire avec une inductance même si cela fonctionne. Ce qui a été montré pour 45° le sera aussi pour des angles plus petits donc des longueurs de méandre plus petites puisse que la variation du courant est quasiment linéaire sur 45° .

La réalisation de ce méandre à 3 branches est simple, il suffit de faire appel à une technique de raccourcissement de drisses ou de cordages utilisés dans la marine. L'image 3 montre la réalisation d'un nœud dit de "jambe de chien" qui peut être avantageusement utilisé pour un léger raccourcissement et donc l'accord d'une antenne filaire. Les 2 boucles ou demi-clés qui verrouillent le nœud font partie des méandres au même titre que les 2 boucles qui les traversent. Elles ne participent pas au rayonnement puisse que les courants qui les traversent sont de sens opposés. La longueur électrique

de l'antenne a été réduite d'environ 2 fois la longueur des branches du méandre donc de la longueur du méandre. Les simulations en champ libre montre que la fréquence de résonance en présence d'un méandre est environ 7 % plus élevée que prévue. C'est aussi l'écart entre les surfaces S_2 et S_M . Il est possible que ce soit lié à la manière dont est réalisé le nœud, à la différence physique qui existe entre des méandres parfaitement rectangulaires et ce type de nœud et aussi parce que les courants ne s'annulent pas complètement. Ce nœud dit de "jambe de chien" est très compact. Pour le réaliser, c'est très simple : on détermine la longueur électrique de raccourcissement qui correspond à 2 longueurs de fil du futur méandre puis l'on en rajoute une troisième, on obtient la longueur totale déployée. On trouve beaucoup de vidéos sur Internet pour la réalisation de ce type de nœud. Il se verrouille tant que l'antenne est en tension. Par sécurité on peut rajouter 2 demi clés dont il faudra tenir compte.



(Wikipédia)

image 3

Ce nœud est facilement défait pour un réajustement de la fréquence d'accord et son gros avantage est que l'antenne n'est pas coupée. En effet, il suffit de tailler l'antenne à la longueur voulue sans se préoccuper du coefficient de raccourcissement, c'est le nœud de "jambe de chien" qui absorbera la longueur excédentaire. Si l'antenne est un dipôle alimenté par le centre il sera nécessaire d'utiliser 2 méandres à 3 branches pour conserver sa symétrie alors que pour une antenne alimentée par une extrémité un seul nœud suffira mais environ 2 fois plus long.

F4DXU septembre 2020