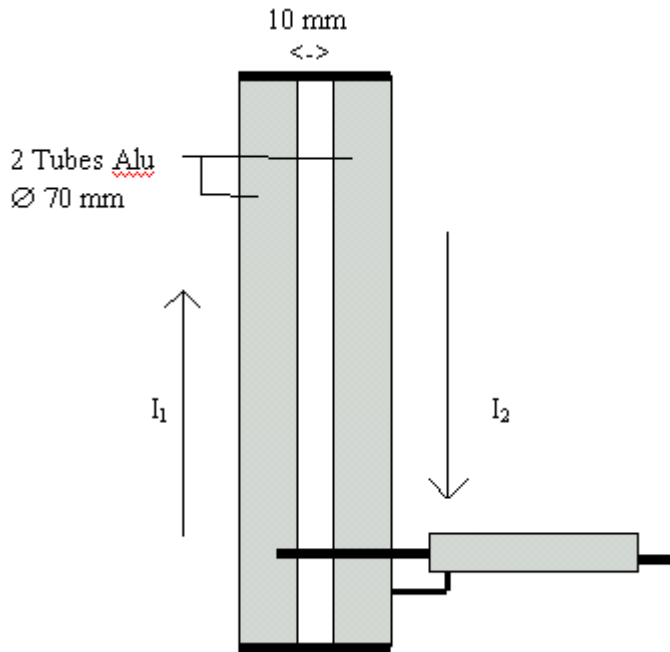


ANTENNES A FENTES.

par Serge MALLET (F6AEM)

J'ai été amené à discuter plusieurs fois du dipôle cylindrique à fente, décrit par notre ami F8OP, dans le Radio-REF d'Avril 99, pour le 50 MHz... ceci tant en phonie, qu'en PACKET.

D'autres, peut-être, se posent aussi des questions sur les antennes à fente. Voici l'antenne équivalente à celle décrite :



Non, ce n'est pas une plaisanterie, ni un poisson d'Avril, **les antennes à fente existent bien !**

Mais...! pas tout à fait comme l'antenne de APIRIL (il fallait lire 1APRIL, ou 1AVRIL... lorsqu'il trafique en /F)...!!!

En effet, tout le monde sait que 2 fils parcourus par des courants égaux, en opposition de phase, comme la sus-décrite antenne ne peuvent pas rayonner dans le plan bissecteur perpendiculaire aux fils, puisque le champ positif créé par le 1er fil est annulé par le champ négatif du 2ème.

Le rayonnement ne peut avoir lieu que dans le plan contenant les fils (c'est l'antenne W8JK bien connue), mais à condition que l'écart "d" en distance entre les deux fils soit suffisant, sinon, nous sommes dans le cas de la ligne symétrique bifilaire, qui en principe... ne rayonne pas...ou si peu, lorsque $d < \lambda / 100$. Il a été démontré que la puissance rayonnée par une ligne dont les fils sont parcourus par des courants en opposition de phase est celle d'un dipôle de dimension égale à la distance "d" entre les 2 fils, soit :

$$Pr = 160 \left(\frac{\pi \cdot 0,15}{21,127} \right)^2$$

$Pr =$ puissance rayonnée en watts,

$d =$ distance entre les fils (mètres)

$\lambda =$ Longueur d'onde en mètres

$I =$ courant en ampères.

Remarque que d/λ est l'expression de l'espacement des fils exprimée en longueur d'onde. Par exemple, une ligne de 600Ω avec fils espacés de 15 cm, parcourue par un courant de 1 A, soit 600 W de puissance appliquée, à 14,2 MHz rayonne :

$$\lambda = \frac{300}{14,2} = 21,127 \text{ m}$$

$$Pr = 160 \left(\frac{\pi \cdot d}{\lambda} \right)^2 I^2$$

$$= 160 (\pi \times 0,007)^2 = 160 \times 0,0022^2 = 160 \times 0,0005$$

$$Pr = 0,008 \text{ W} \text{ !!!!!}$$

Απίσ αυξ δεστρυχτευσ δεσ λιγνεσ βιφιλαιρεσ θυι πευλεντ αβσολυμεντ θυε | α ραυοννε παρτουτ !

Εν αππλιθυαντ λα φορμυλε ρ λθαντεννε ∇1ΑΠΡΙΑ∇, αμυσονσ-νουσ ρ ρεφαιρε λε χαλχυλ :

$\lambda = 6 \text{ m}$, $d = 70 \text{ mm}$ soit $0,07 \text{ m}$. (D très proche de $\lambda / 100$)

$$Pr = 160 (\pi \times 0,07/6)^2 = 160 (0,037)^2 = 160 \times 0,001 = 0,215 \text{ W}$$

.... ça rayonne quand même un petit peu...

Mais au fait quelle a été dans ce cas, la puissance appliquée, pour avoir 1 ampère dans les tubes ?

$$Pe = Z I^2.$$

L'impédance Z de cette ligne équivalente constituée de 2 tubes de diamètre $D = 70 \text{ mm}$, espacés de $d = 10 \text{ mm}$ est :

$$Zc = 276 \log 2D/d$$

$$\text{soit } 276 \log (2 \times 70/10) = 276 \log 14 = 276 \times 1,146 = 316 \Omega$$

$$Pe = Zc \times I^2 = 316 \times 1^2 = 316 \text{ W}$$

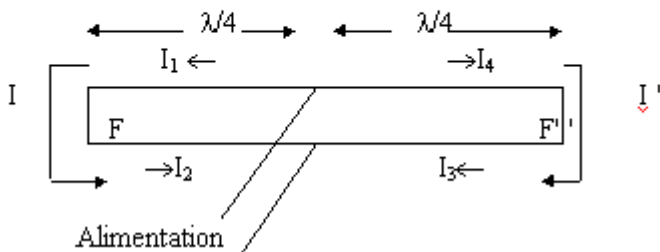
Rendement du système = $0,215/316 \times 100 = 0,068 \%$ ou $0,68 \text{ p/mille}$...

Il y a mieux comme antenne ! Et vu comme une ligne bifilaire, là non plus ça ne rayonne pas tant que ça !

Après ces digressions amusantes mais instructives, revenons maintenant aux "vraies" antennes à fentes :

Soit une antenne filaire, réalisée de la manière suivante :

(λ = Longueur d'onde)



Elle a peu de chance de rayonner, les fils étant parcourus par des courants I_1 , I_2 et I_3 , I_4 en opposition de phase, qui s'annulent mutuellement.

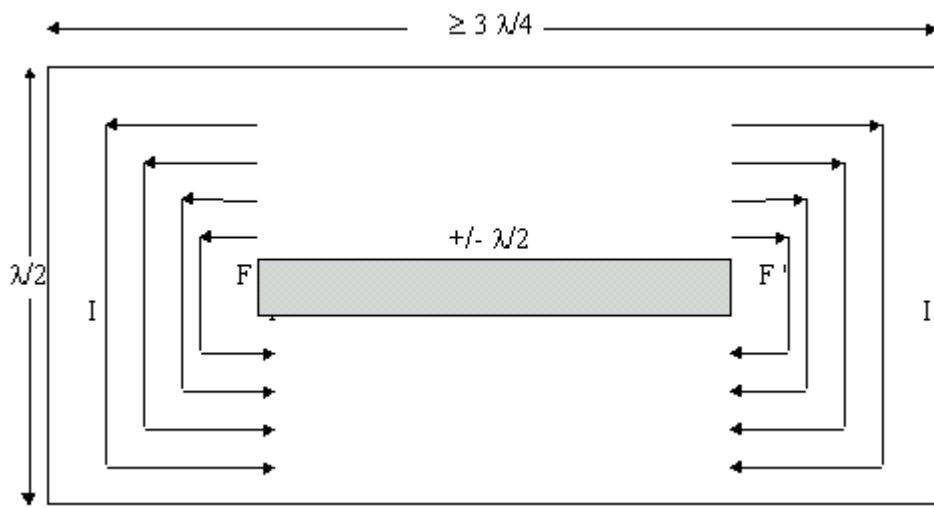
Seuls les courants I et I' , aux extrémités sont en phase, mais leur longueur F et F' est tellement courte devant λ , que le rayonnement est quasi nul.

(C'est le cas d'une antenne trombone $\lambda / 2$ travaillant en harmoniques pairs !)

Si par contre l'antenne est constituée selon son image complémentaire par une fente réalisée dans une plaque conductrice,

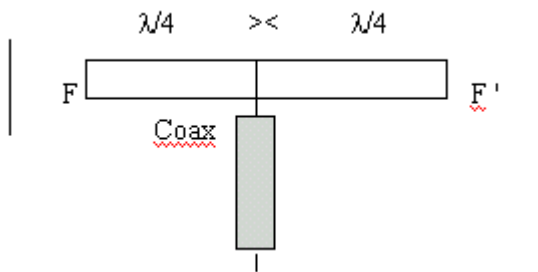
les courants ne sont plus confinés aux extrémités d de la fente $\lambda / 2$, mais peuvent se développer et s'étaler autour de ces extrémités, à travers la plaque, de dimensions très importantes.

En pratique, une plaque de $3 \times \lambda / 4$ par $\lambda / 2$ constitue un système rayonnant suffisamment efficace.

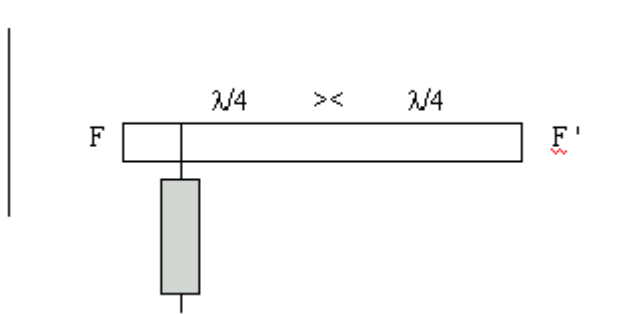


L'alimentation de la fente pourra se faire par un câble coaxial dont la gaine est soudée sur la plaque, au bord de la fente, et l'âme sur la lèvre opposée.

L'alimentation pourra se faire au centre de la fente mise en résonance

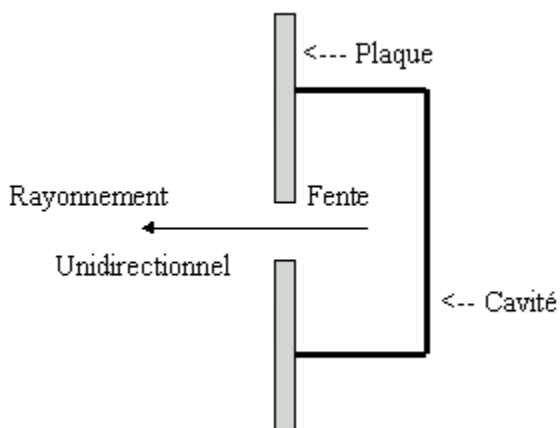


Mais aussi en un point quelconque le long de la fente, (comme pour n'importe quelle antenne en résonance)



Cela permet de trouver un point d'impédance correspondant à celle du coaxial. Le rayonnement est bidirectionnel, comme celui d'un dipôle.

Il peut être rendu omnidirectionnel en flanquant l'un des côtés de la plaque d'une boîte réflectrice, formant alors une cavité ouverte.



ATTENTION !

Fente Horizontale => Polarisation Verticale.

Fente Verticale => Polarisation Horizontale.

Soit L la longueur de la fente :

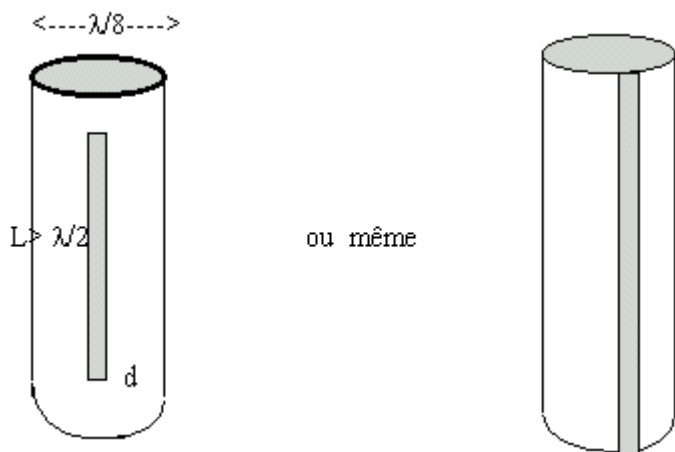
Pour $L = \lambda / 2$ et d infiniment petit, $Z = (363 - j211) \Omega$

Pour $L = \lambda / 2$ et $d = 0,01 \lambda$, $Z = (530 + j0) \Omega$

Fente onde entière :

Pour $L = 0,925 \lambda$ et $d = 0,066 \lambda$, $Z = (50 + j0) \Omega$

La plaque support peut aussi être roulée sur elle même pour former un cylindre, de diamètre $D < \lambda / 8$, dont la fente se situe le long d'une génératrice.



La polarisation est horizontale, lorsque le cylindre est vertical. Le diagramme horizontal est alors quasi circulaire.

Pour obtenir la résonance, L est plus grand que $\lambda / 2$.

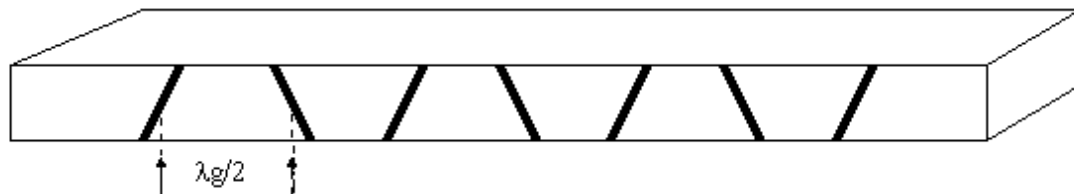
Typiquement, $D = 0,125 \lambda$, $L = 0,75 \lambda$, $d = 0,02 \lambda$

La fente peut aussi être constituée de 2 triangles opposés par la pointe, (C'est l'équivalent des dipôles bi-côniques, afin d'augmenter la bande passante).

Le cylindre peut aussi comporter plusieurs fentes les unes au-dessus des autres, en général distantes de $\lambda / 2$, formant une antenne colinéaire. On peut même réaliser des réflecteurs à fente sur l'autre côté du cylindre. Sur les locomotives (DL), on peut trouver des cylindres à fente, sous radôme en VHF et UHF.

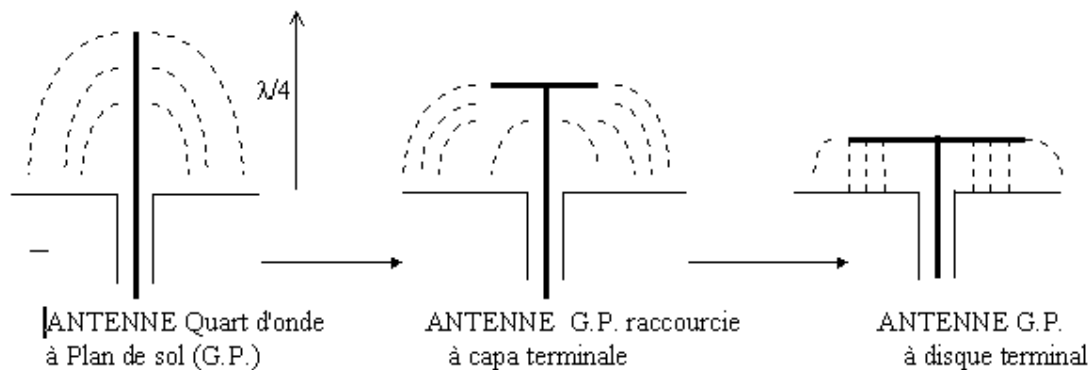
Les antennes à fente trouvent une application directe en aéronautique, où le bord des ailes d'avion forme des antennes à fente, ainsi que le bord avant de la dérive. La fente est recouverte d'un matériau composite polyester formant le bord d'attaque lui-même. Des cavités à fente peuvent également être utilisées sous les ailes, souvent pour les systèmes d'altimétrie.

Un guide d'onde peut être transformé en antenne colinéaire à fente, les fentes étant réalisées en travers du petit côté du guide, et alternées inclinées droite/ gauche pour un meilleur diagramme. Ces fentes peuvent être doubles.



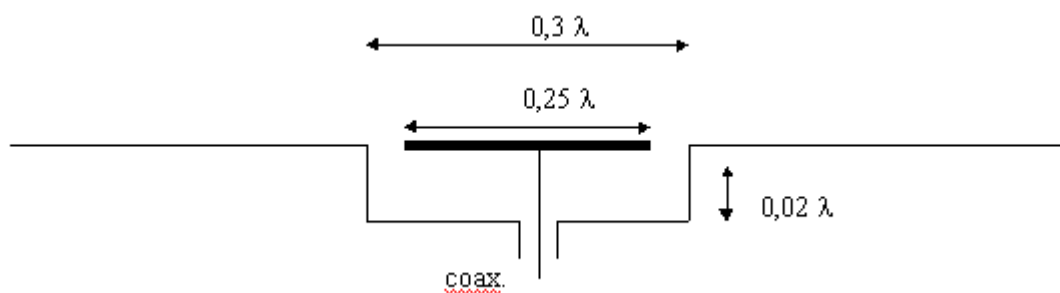
On trouve aussi ce système comme rayonnant d'antennes radar, incorporé dans un réflecteur en coin tronqué. Certains fabricants d'antennes T.V. remplacent le dipôle filaire, par une plaque à fente. Voyons maintenant un autre type d'antenne à fente de diffraction, peu connu: c'est l'antenne à disque rasant.

Considérons l'évolution d'une antenne Quart d'onde comme ci-dessous :



Il est démontré qu'une antenne peut être analysée comme une ligne de transmission. Elle fonctionne à l'équivalent d'un guide d'onde excité en mode TEM, entre le brin rayonnant et le plan de retour. Les lignes de force du champ électrique peuvent être imaginées comme l'écoulement des escarbilles enflammées, qui tombent des fontaines de feu d'artifice, que l'on peut admirer les soirs de 14 Juillet.

Notre antenne à disque, finalement, devient une antenne rasante, placée au-dessus d'une cuvette, le disque étant ramené au niveau du plan de sol.



Le flux s'écoule alors de façon très intense entre le bord du disque et le bord de la cuvette, qui constitue une fente rayonnante en forme d'anneau.

J'avais vu le descriptif d'un OM qui avait réalisé ce système, pour 144 et 432 MHz, sous le toit d'un camping-car, avec un peu de clinquant de cuivre autocollant et de papier alu.

Après cette antenne "ras-la-cuvette", je pense que vous devez en avoir "ras-le-bol" de ma prose.

Notez toutefois que cette dernière antenne peut être considérée comme l'ancêtre des actuelles antennes "patch".

Au fait, j'espère que personne ne s'est précipité pour aller acheter les tubes d'alu et le vernis HF... nécessaires pour réaliser l'antenne 1AVRIL !

73 de Serge, de F6AEM.