

Une source pour offset : le cornet SQG

par F4BAY

Le mois dernier, nous avons envisagé la récupération de cornets TV-SAT pour l'illumination des paraboles offset. Dans cet article nous allons décrire la réalisation d'une source compacte et de très bonnes performances pour le 10 GHz.

1 Construire une source ?

1.1 Quelle source ?

Les paraboles offset de type "télévision par satellite" sont performantes, bon marché et utilisables de 5,7 à 24 GHz au moins. Elles constituent de ce fait le type d'antenne le plus utilisé par les OM's passionnés d'hyper. Reste le problème de l'illumination (le cornet). Le f/D de ce type de parabole est élevé (0,6-0,9) et interdit l'utilisation de sources "classiques". On peut résumer les diverses solutions proposées dans les articles traitant de ce problème :

1. Réutiliser un cornet de tête de réception satellite.
2. Confectionner un cornet rectangulaire de dimensions convenables.
3. Confectionner un cornet de type W2IMU.

La première solution a été examinée le mois dernier. Sur 10 GHz, c'est une solution simple et efficace mais le rendement n'est pas toujours excellent. En effet ces cornets sont dimensionnés pour la gamme 11-12 GHz et certains supportent mal un écart en fréquence [1]. Quand on en a trouvé un qui fonctionne bien sur 10 GHz, il n'est pas toujours évident d'en trouver d'autres identiques pour les copains, et il y a parfois des difficultés d'adaptation mécanique. Mais le plus gros problème c'est qu'ils ne sont pas utilisables sur d'autres bandes que le 10 GHz...

La deuxième solution est entièrement réalisable par l'OM et a été plusieurs fois décrite [2]. Le gain nécessaire étant faible, le cornet est donc assez court et réalisable en tôle. Les dimensions sont assez critiques sur le diagramme de rayonnement, et si vous êtes comme moi, assez peu doué en pliage, la tenue des côtes est assez difficile (surtout pour le 24 GHz). D'autre part, ce type de cornet est connu pour avoir des lobes secondaires assez marqués, surtout dans le plan E, et pour avoir des ouvertures et des centres de phase différents dans le plan E et dans le plan H. Encore une fois, ça marche mais avec quel rendement ?

1.2 Le cornet W2IMU

Un certain nombre d'OMs utilisent le cornet bi-mode de type W2IMU (encore appelé cornet de Potter [3]). Son principe astucieux consiste à additionner correctement en amplitude et en phase les modes TE_{11} et TM_{11} du guide circulaire. Cela lui confère de très bonnes caractéristiques (symétrie de révolution

du diagramme de rayonnement, pas de lobes secondaires) mais sa bande passante (gamme où l'on a effectivement ces bonnes caractéristiques) est de l'ordre de 5 %. Pour nous radioamateur, cela ne semble pas être un problème puisque même en TVA, la bande passante est de $27/10450 = 0,26$ %. Mais il ne faut pas oublier que cette faible bande passante en fréquence revient à une faible bande passante "sur les dimensions" du cornet. Autrement dit, les côtes du cornet doivent être tenues à mieux que 5 % sous peine de graves distorsions de son diagramme de rayonnement [1].

Cette tolérance est facilement atteinte avec un tour (surtout à 10 GHz). Elle l'est beaucoup moins avec du tube de plomberie pour lesquels on ne trouve que certaines côtes. La partie évasée est la plus délicate, les transitions de plomberie ayant rarement le bon angle. W2IMU a proposé une solution [4, 5]. Certains OMs ont annoncé de bons résultats avec ce type de cornet [6], d'autres ont eu des problèmes avec les côtes [7]. Pour le 24 GHz, c'est encore plus délicat sur les côtes. Il semble que le design G8ACE [8, 5] avec deux évasements successifs ne donne pas un diagramme de rayonnement optimal [7].

Je m'étais décidé à réaliser un cornet W2IMU pour mon offset. Mais il est nécessaire d'apdater ses dimensions au f/D de la parabole. La plupart des descriptions correspondent à un f/D de 0,6 (90° d'ouverture), cornet qui a été décrit dans l'article original de Turrin [9]). Ayant mesuré un f/D de 0,8 pour mon offset, j'ai recalculé les dimensions du cornet grâce à l'article de W1GHZ [7]. Le résultat est comparable à celui de Turrin : le cornet doit être très long pour obtenir la bonne phase des deux modes à la sortie. Celui-ci m'a paru lourd et encombrant (au moins 150 mm de long pour un diamètre de 55 mm), assez délicat à réaliser au tour. J'ai finalement renoncé à ce type de cornet.

Que faire alors ? J'ai continué de lire beaucoup d'articles pros et OMs sur ces cornets, cherchant la bête rare. Il existe bien sûr chez les pros, des variations sur le thème du cornet W2IMU (plusieurs évasements consécutifs [1]), des cornets corrugués avec évasement, des cornets à modes hybrides ... Tous ont d'excellentes performances, des bandes passantes élevées, mais leur réalisation est très délicate, impérativement au tour, avec de nombreuses gorges, évasements, rainures circulaires... Etant résigné à le faire usiner, je ne voulais tout de même pas que le prix de l'usinage atteigne des sommets.

2 Le cornet "SQG"

2.1 Origine

En consultant diverses revues pro, je suis tombé un jour sur un article très intéressant paru dans les Annales des Télécommunications [10]. L'auteur y présente un nouveau type de cornet très compact et à grande bande passante mis au point au CNET. Dans sa forme la plus simple celui-ci est composé d'un cornet circulaire possédant une seule gorge (ou rainure) proche de l'ouverture. Celle-ci permet d'exciter le mode supérieur TM_{11} . Ce cornet a pu être développé grâce à un logiciel de simulation électromagnétique. Il a été baptisé cornet SQG pour "Structure Qualified as Genial" (ça n'est pas moi, c'est l'auteur qui l'a écrit!). La bande passante est de 10 à 15 %, et la polarisation croisée est inférieure à 30 dB.

Plusieurs versions du cornet SQG ont été étudiées selon l'ouverture du lobe. Dans un autre article [11], les dimensions sont indiquées pour un cornet 3,7 - 4,2 GHz et une ouverture de 70 à 80° à -10 dB. Voilà qui convient tout à fait pour une parabole de $0,7 < f/D < 0,8$. J'ai donc recalculé toutes les côtes critiques pour pouvoir réaliser un prototype pour le 10 GHz.

2.2 Réalisation

Le prototype a été réalisé au tour dans un bloc de laiton. Le plan est donné figure 1. Les côtes sont données à 5 centième de mm (surtout autour de la rainure). C'est peut-être un peu excessif mais les erreurs ne devront pas dépasser 5 % pour un bon résultat. Le perçage de la bride de fixation peut bien sûr être adapté au guide circulaire (ou à la transition) que vous allez utiliser (ici 4 perçages diamètre 4.2 mm).

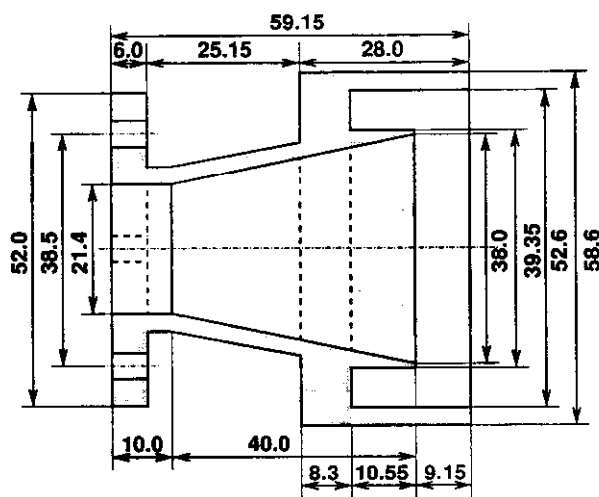


FIG. 1 - Plan du cornet SQG version 10 GHz.

Le résultat final est visible sur la figure 2. Le cornet est très compact (environ 60 x 60 mm) et relativement léger.

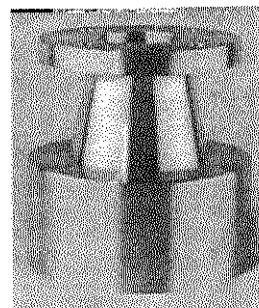


FIG. 2 - Photo du cornet SQG (profil).

La figure 3 montre la rainure située à l'avant du cornet. Le cornet est fixé sur une transition guide rectangulaire - guide circulaire.

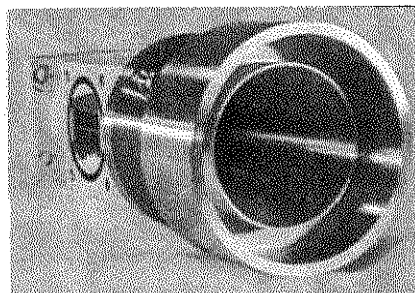


FIG. 3 - Photo de l'intérieur du cornet SQG.

2.3 Mesures

Le diagramme de rayonnement du cornet a été mesuré à 10368 MHz (figure 4).

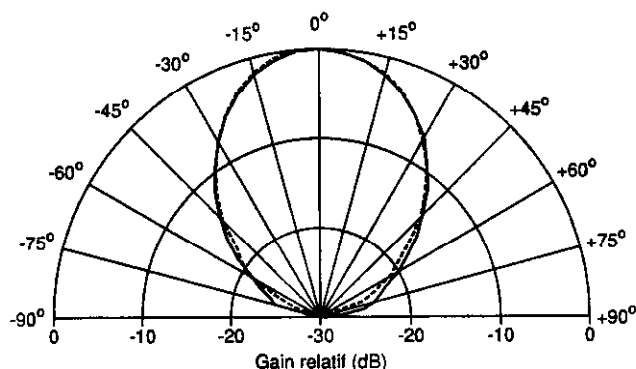


FIG. 4 - Diagramme de rayonnement mesuré du cornet SQG dans le plan H (trait plein) et le plan E (trait pointillé).

On constate que les diagrammes dans le plan E et dans le plan H sont très symétriques : l'ouverture à -10 dB est de 72° dans le plan H et de 71° dans le plan E. Il convient donc parfaitement pour une parabole de $f/D = 0,75$ à $0,80$. Le diagramme est très propre, il n'y a pas de lobes secondaires mesurables. La pratique confirme donc tout à fait les caractéristiques données par l'auteur [11].

3 Conclusion

Ce cornet a tenu ses promesses et possède plusieurs avantages : grande bande passante, diagramme très propre adapté aux offset, compacité, possibilité de polar circulaire. Il permet de tirer le maximum des paraboles offset. Son plus gros défaut est de ne pouvoir être réalisé sans tour. Cette structure peut bien sûr être adaptée à d'autres bandes de fréquences. Aux fréquences basses il peut être réalisé en tôle. Des versions en laiton 24 et 47 GHz sont à l'étude. La grande bande passante est un grand avantage dans ce cas, puisqu'elle permet de ne pas trop serrer les tolérances sur les côtes.

Bons QSOs !

73 F4BAY, Jean-François.

Références

- [1] F4BAY, "Quelles sources pour les offset ?", *HYPER* N° 57 (2001).
- [2] P. Wade, "More on parabolic dish antennas", *ARRL UHF/Microwave Projects Manual Vol. 2*, Chap. 1, p. 30-38, published by The American Radio Relay League (1997).
- [3] P. D. Potter, "A new horn antenna with suppressed sidelobes and equal beamwidths", *Microwave Journal* 6, p. 71-76 (1963).
- [4] W2IMU, "A simple dual-mode feed antenna for 10.368 GHz", *Microwave Update* 1991.
- [5] F1GHB, "Source W2IMU sur 24 GHz", *HYPER* N° 56 (2001).
- [6] G3PHO, "Dual mode horn for 10 GHz", *RSGB Microwave Newsletter* (Apr., Oct. 95).
- [7] W1GHZ, "Calculations for the W2IMU dual-mode feedhorn", *Microwave Newsletter* (Dec. 98, Jan. 99).
- [8] G8ACE, "A dual mode horn for 24 GHz", *RSGB Microwave Newsletter* (Apr. 98).
- [9] R. H. Turrin, "Dual modes small-aperture antennas", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, AP-15, p. 307-308 (1967).
- [10] J.-L. Desvilles, "Cornets rayonnants à haute pureté de polarisation et grande bande passante", *Annales des télécommunications* 44, p. 523-527 (1989).
- [11] R. Béhé et P. Brachat, "Coupleur de polarisation compact à guides demi-lune", *Annales des télécommunications* 44, p. 528-532 (1989).

Saluts,

Vous trouverez un tas de notes d'application d'Agilent Technologies, et en particulier sur les ATFxx et MSAxx sur :
<http://www.panwest.co.kr/agilent/rf%20app.htm>
73 de F6ETI, Philippe

HYPER débutants ? NOUVEAUTE discutée à CJ2001 :

Il a été décidé que, pour aider les **débutants** sur les hyperfréquences, il y aura dans le bulletin une rubrique « **question/réponse** » donc si vous avez une question relative aux hyper, communiquez-la moi (coordonnées de F5LWX en page UN), je la soumettrai à des Oms compétents en hyper, je ferai une synthèse des réponses et cette synthèse sera publiée dans HYPER.

Je veux bien tenir à jour un fichier s'appelant « A.Q.R. » (« archive des questions/réponses » !)

F5LWX, alain, vieux débutant

Bonjour à tous,

Je sais...les promesses n'engagent que ceux qui les écoutent mais.... à CJ certains d'entre vous m'ont promis des articles. (Je tais les noms- parce que j'en ai oubliés!!!-)

ALORS c'est le moment de vous y mettre:

JE N'AI PLUS D'ARTICLES A COMPTER DE FIN JUIN 2001.

Il n'y a que deux OMs qui alimentent principalement le bulletin de mai 2001 pour le moment: F4BAY et F5JGY. Leur série d'articles se termine en juin.

Si vous ne voulez pas qu'Eric vous refasse sa règle de trois, faites un effort SVP.

Plein d'OMs suent en ce moment sur leur platine 5,7 Ghz, alors envoyez-moi vos tours de main même sur un bout de papier, griffonné, mal écrit, peu importe: nous sommes une équipe qui attendons vos papiers pour les mettre en forme.(nous vous présenterons le produit fini avant publication).

Merci

73 qro du pianiste
alain.F5LWX