

Terrassez le radar!

Cela ne coûte que 10 centimes avec ce filtre - 60 dB
Dr. Angel Vilaseca (HB9SLV), Chemin de Reposoir 20, 1255 Veyrier

Le problème pour recevoir le relais ATV HB9IBC, qui est situé à la Dôle et émet sur 2308 MHz est bien connu: A la Dôle, il y a aussi un radar, qui émet entre 1320 et 1350 MHz. Voyez sur la photo 1, le spectre des émissions du radar. Comme l'émission du radar ne se fait pas en CW mais en impulsions, la bande passante occupée est très large.

Mon installation de réception pour la bande 13 cm comporte une antenne parabolique en treillis de 120 cm de diamètre. Il est hors de questions, à 2308 MHz, d'acheminer le signal qu'elle recueille par un câble jusqu'à la station: les pertes seraient trop importantes à cette fréquence. Il faut adopter une technique semblable à celle utilisée pour la réception des satellites TV.

J'ai installé un convertisseur en tête de mât, juste derrière la parabole. Le signal sur 2308 MHz de HB9IBC est transposé sur 1340 MHz et énergiquement amplifié. Ensuite seulement, il est acheminé par 25 m de coaxial, jusqu'au shack, où il est envoyé à un récepteur TV satellite.

Malheureusement cette première fréquence intermédiaire en sortie du convertisseur, de 1340 MHz est aussi celle des émissions du radar. Le filtrage à l'entrée du convertisseur est insuffisant. Il laisse passer le signal du radar qui est assez puissant pour se frayer un chemin jusqu'à la sortie.

En d'autres termes, le radar entre directement dans la première FI du système et je me retrouve avec un signal vidéo parasité par des impulsions de 2 microsecondes.

Le problème est rendu particulièrement lancinant chez moi par le fait que vu la proximité du radar, le convertisseur ne se contente pas de recevoir des impulsions lorsque le radar est face à lui. Il reçoit aussi les échos renvoyés par le relief du terrain environnant. L'interférence est constante.

Elle devient plus forte de 30 dB lorsque le radar émet directement vers la station, toutes les 12 secondes. A ce moment, la puissance de ses signaux atteint chez moi -20 dBm sur une antenne 50 éléments DL6WU pour le 23 cm. C'est considérable.

Je ne sais pas si la situation est aussi grave chez les copains du groupe Suisse ATV. Il y a peut-être l'influence de l'antenne de réception. Beaucoup sont équipés d'antennes héliçoïdales ou de Yagi du commerce, et il est clair qu'une Yagi dimensionnée pour le 13 cm aura un gain à 1340 MHz inférieur à celui de ma parabole de 120 cm.

Une antenne parabolique ne voit sa bande passante limitée que par l'illuminateur. Mais son gain provient du réflecteur, qui est apériodique, c'est-à-dire utilisable à n'importe quelle fréquence. Alors que, dans le cas d'une antenne héliçoïdale ou d'une Yagi, c'est la structure toute entière de l'antenne qui est dimensionnée pour une fréquence donnée.

Comme les impulsions du radar sont très puissantes, elles ne se contentent pas d'être visibles sous forme de petits traits horizontaux sur l'image, elles perturbent aussi les circuits de synchronisation du téléviseur, qui ne sait plus à quel saint se vouer parmi tous ces tops.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour remédier à ce problème. En voici une qui a pour principal avantage d'être rapide, de ne coûter que 10 centimes maximum et ce, sans avoir besoin de pratiquer de la chirurgie sur le convertisseur. Il s'agit d'un filtre réjecteur, à intercaler entre l'antenne et le convertisseur, réalisé avec des tronçons de câble coaxial. Le principe est expliqué en détail par DJ9HO dans les UHF Unterlagen. Il s'agit de monter en parallèle sur la ligne coaxiale un tronçon quart d'onde de coax non court-circuité à l'extrémité (qu'on appelle aussi «stub»), comme indiqué sur la figure 1.

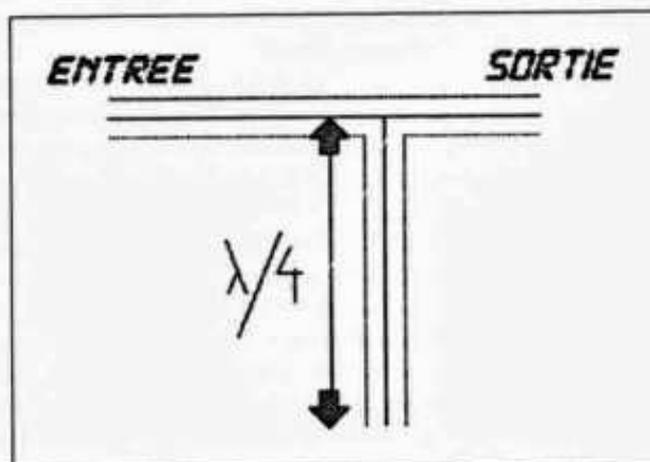


Figure 1: Filtre réjecteur avec un «stub».

Si on veut accroître la réjection, on peut en monter deux, séparés par un tronçon de même longueur (figure 2). On pourrait aussi construire un filtre avec trois, quatre stubs, ou plus selon le même principe.

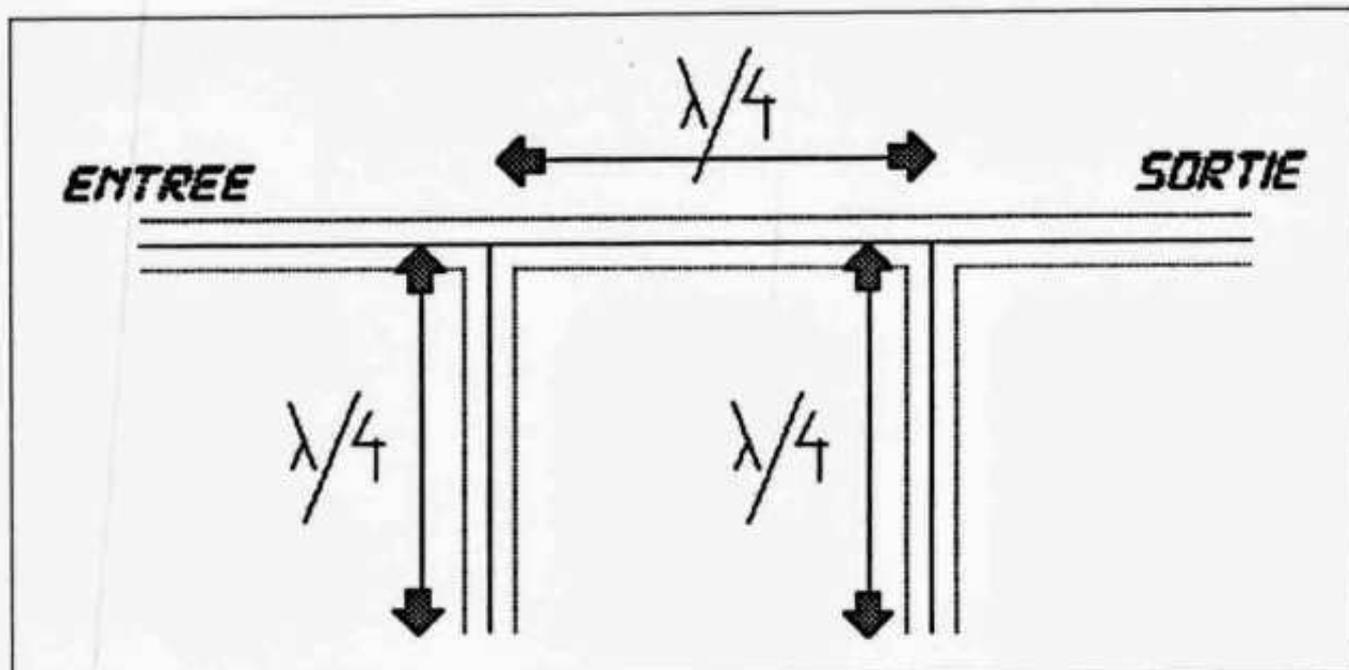


Figure 2: Filtre réjecteur avec deux « stub ».

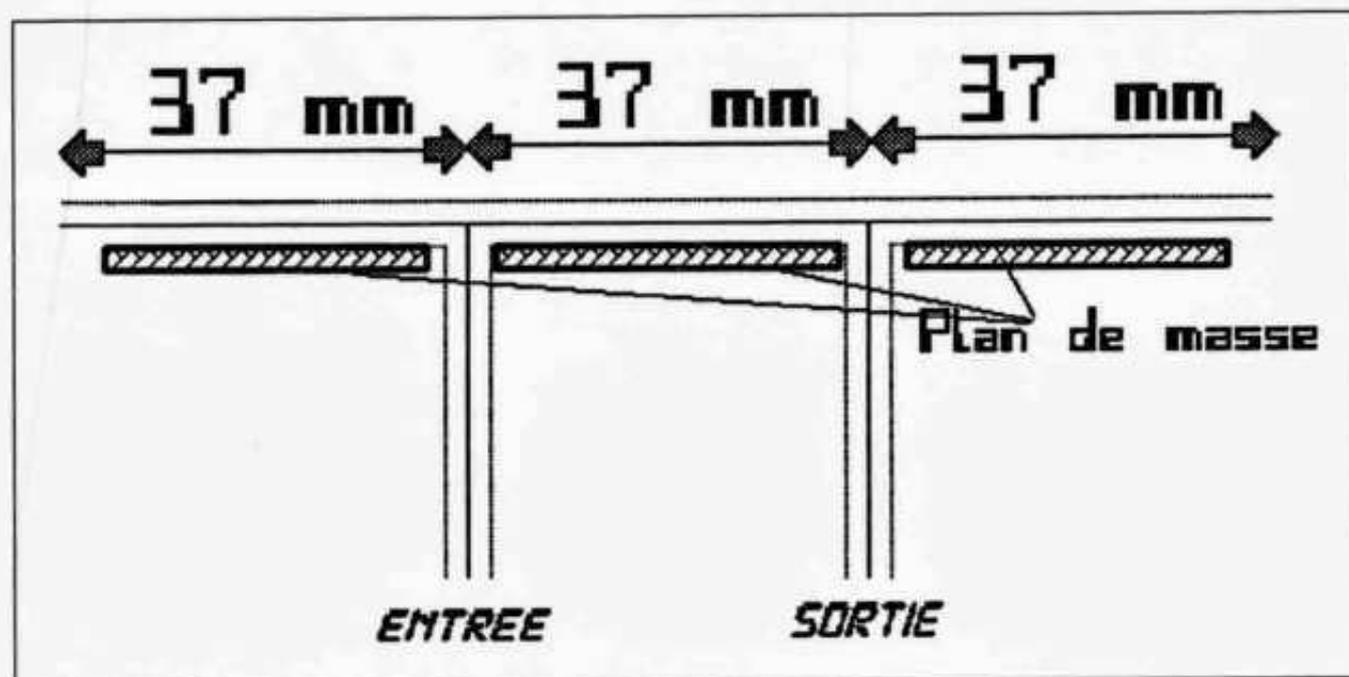


Figure 3: Réalisation du filtre avec une plaquette de cuivre comme plan de masse.

On dit que ce qu'un bon ingénieur peut faire pour 1 franc, un excellent peut le faire pour 50 centimes. Alors pour 10, vous pensez! C'est carrément de candidature au prix Nobel qu'il faudrait parler!

Réalisation

Les photos 2 et 3 parlent d'elles-mêmes. J'ai utilisé une plaquette de cuivre de 0,5 mm comme plan de masse (figure 3). Les dimensions du plan de masse ne sont pas critiques. Par contre, la longueur des tronçons de coax est, elle, TRES critique. Elle est de 37 mm. On la calcule selon la formule habituelle:

$$l = v \cdot \lambda/4$$

où - l est la longueur du stub

- v est le coefficient de vélocité: 0,66 si le diélectrique est du polyéthylène plein (pas de la mousse)

- λ (lambda) est la longueur d'onde: 22,47 cm à 1335 MHz

Le filtre est à réaliser avec du coax 50 ohms. On peut prendre du câble RG 58 ou RG 213 par exemple.

Je me suis amusé pour les deux stubs, à les faire plus longs que nécessaire, puis, en monitorant la courbe de réponse avec l'analyseur de spectre et

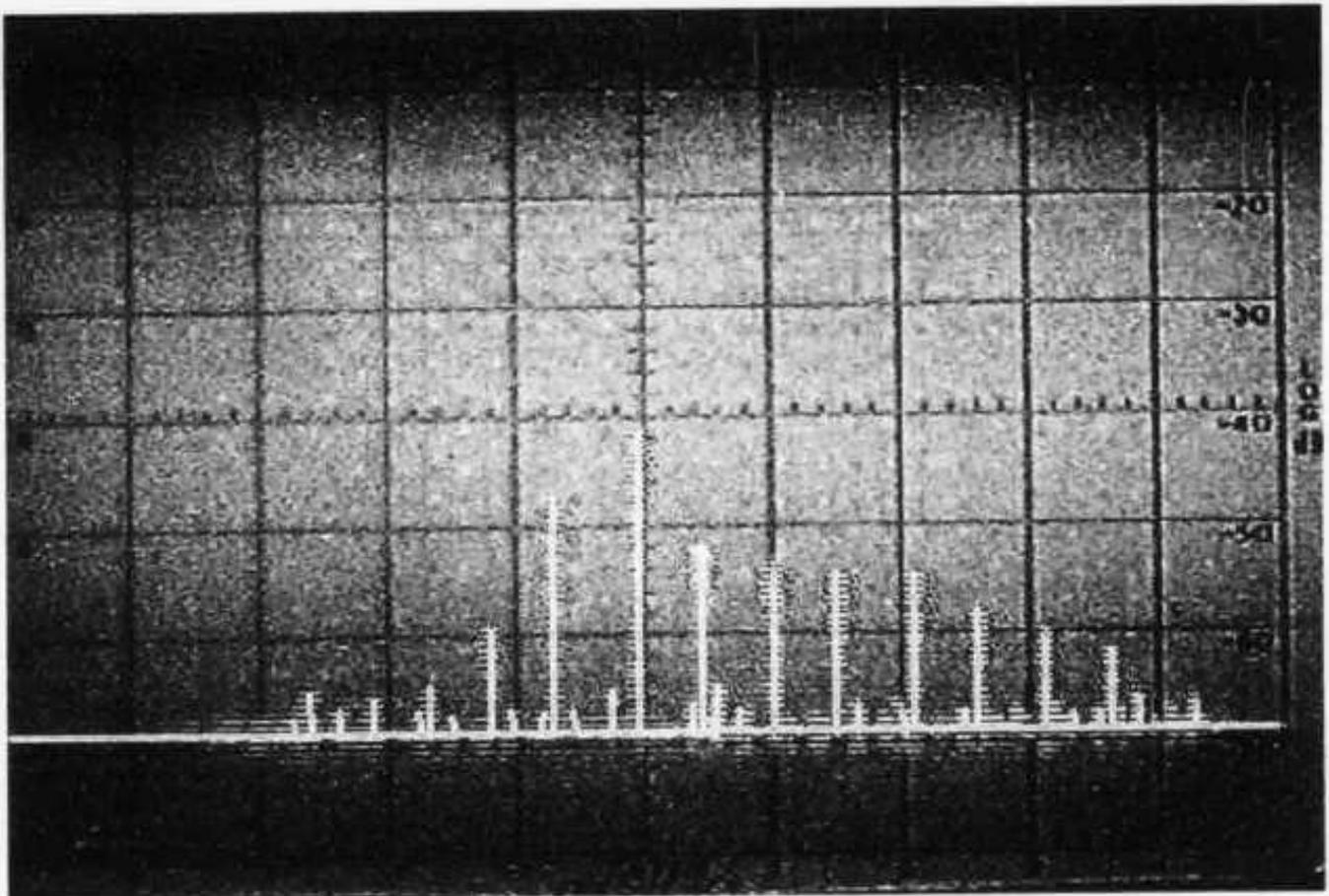


Photo 1: Le spectre des émissions du radar.

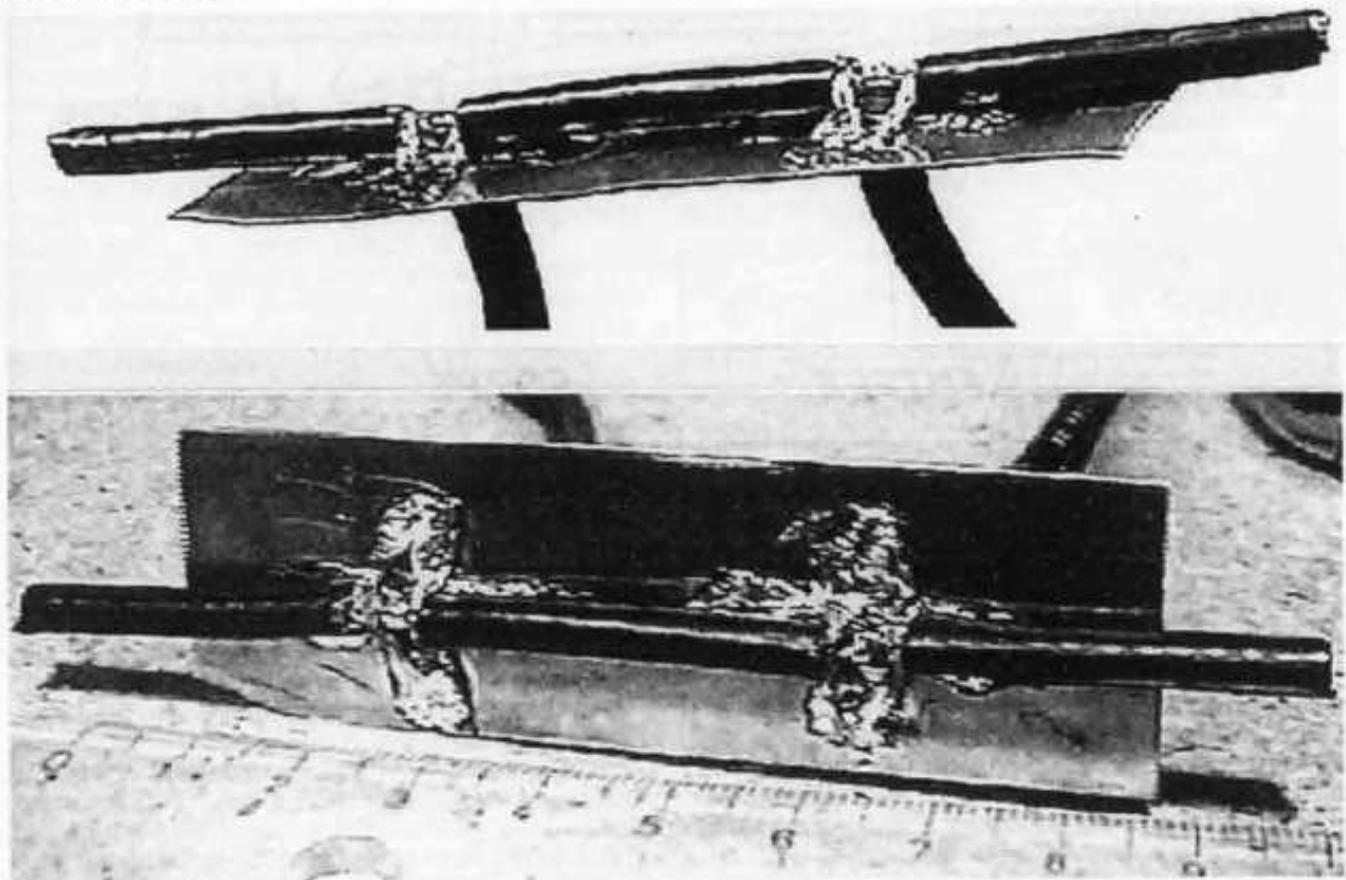


Photo 2: La réalisation du filtre.

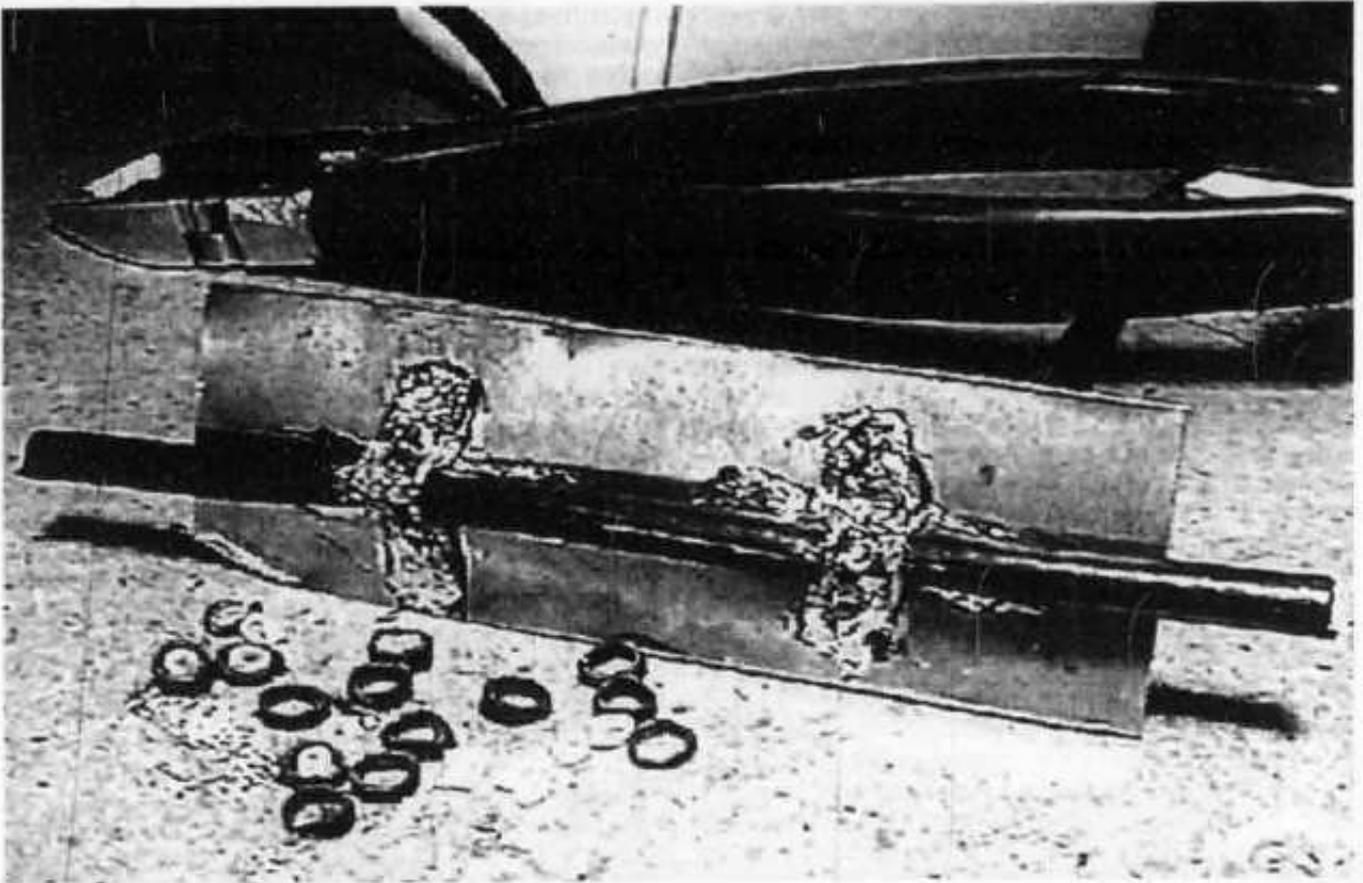


Photo 3: Le filtre avec son instrument de réglage très sophistiqué et de haute technologie.

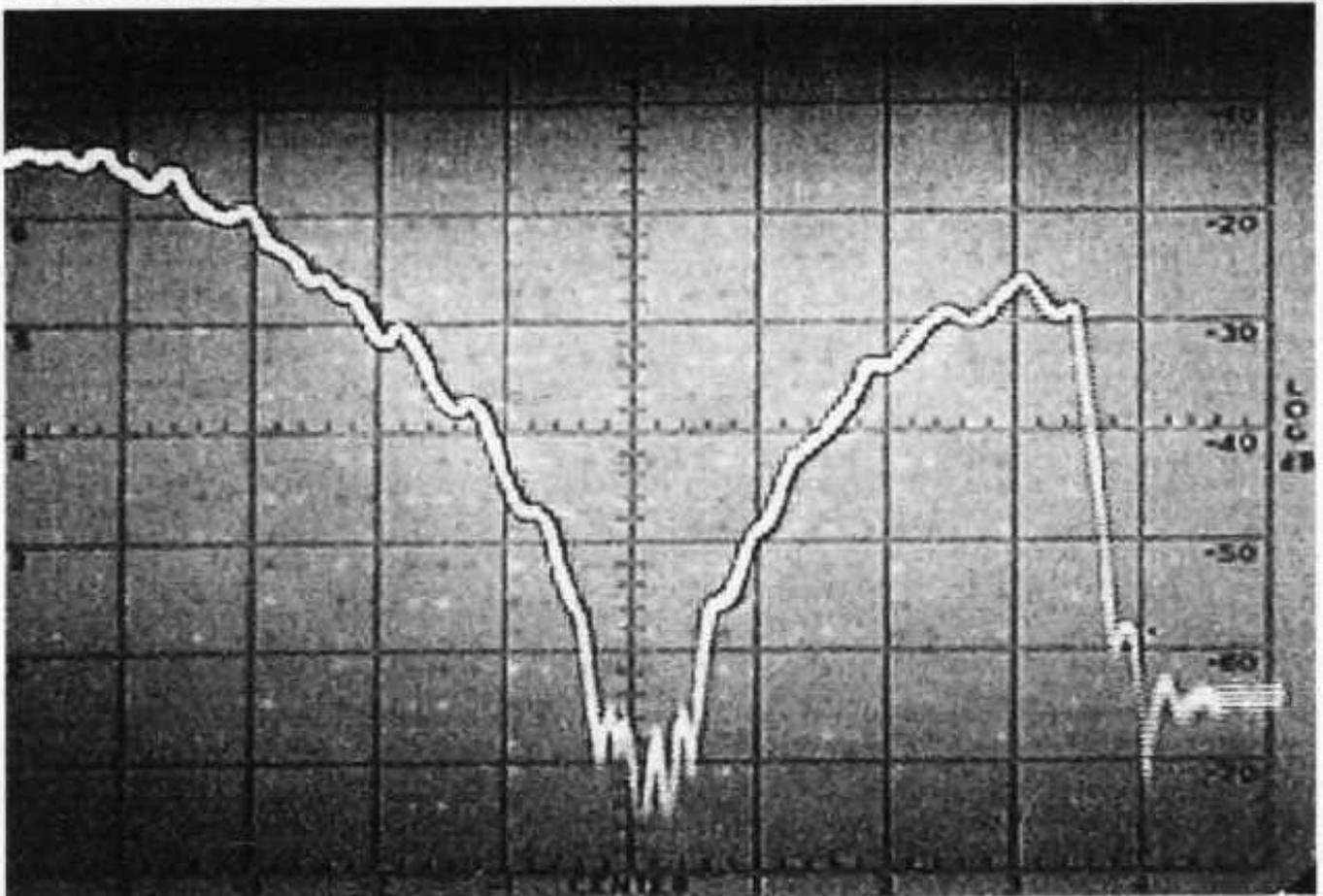


Photo 4: L'atténuation mesurée du filtre.

le tracking generator, à les raccourcir petit à petit afin d'arriver à rejeter exactement la fréquence voulue (photo 3). Notez à l'arrière-plan de la photo, l'instrument exotique très sophistiqué et de haute technologie qui a permis ce réglage très très délicat! Encore un argument en faveur de ceux qui prétendent que les microondes sont un domaine très ardu!

Si on raccourcit un stub à la fois, on voit que la courbe en V s'aplatit au niveau de la pointe. Si on raccourcit vraiment beaucoup un seul stub, le V devient un W. Si on désire atténuer une bande de fréquences plutôt qu'une seule fréquence, on peut procéder ainsi. Mais dans ce cas, l'atténuation maximale est moins importante que si les deux stubs additionnent leurs effets sur la même fréquence (c'est-à-dire s'il sont les deux de la même longueur). Et c'est bien à cette longueur - 37mm pour chacun des deux stubs - que je suis arrivé en fin de compte. La formule était juste!

A part cela, la seule difficulté de la réalisation est de câbler court, et de ne pas fondre le diélectrique du coax.

Tout d'abord, on prépare les morceaux de coax en laissant dépasser le diélectrique de 0,5 mm

de la tresse et l'âme de 1 mm diélectrique. Faire deux torons avec la tresse, un de chaque côté du câble. Ils seront par la suite soudés au plan de masse.

Il faut maintenant préétamer la tresse et l'âme des morceaux de coax avant de les souder. Pour cela, je les tiens par le cuivre avec une pince très fine entre l'extrémité libre et le plastique, afin d'éviter que la chaleur n'atteigne ce dernier et j'étame l'extrémité libre.

Il faut aussi préétamer le plan de masse, en utilisant un fer assez puissant. Le préétamage permet ensuite de souder les coax en place en chauffant un minimum: l'alliage étain-cuivre est déjà fait, il ne reste qu'à faire la soudure étain-étain, ce qui peut se faire à une température assez basse pour ne pas trop endommager l'isolant.

La voie royale serait ici bien sûr d'utiliser du coax avec un diélectrique Teflon: il ne fondrait pas au contact du fer à souder. Mais ce type de coax est très onéreux. De plus, attention au coefficient de vélocité: il n'est peut-être pas le même que celui du coax habituel.

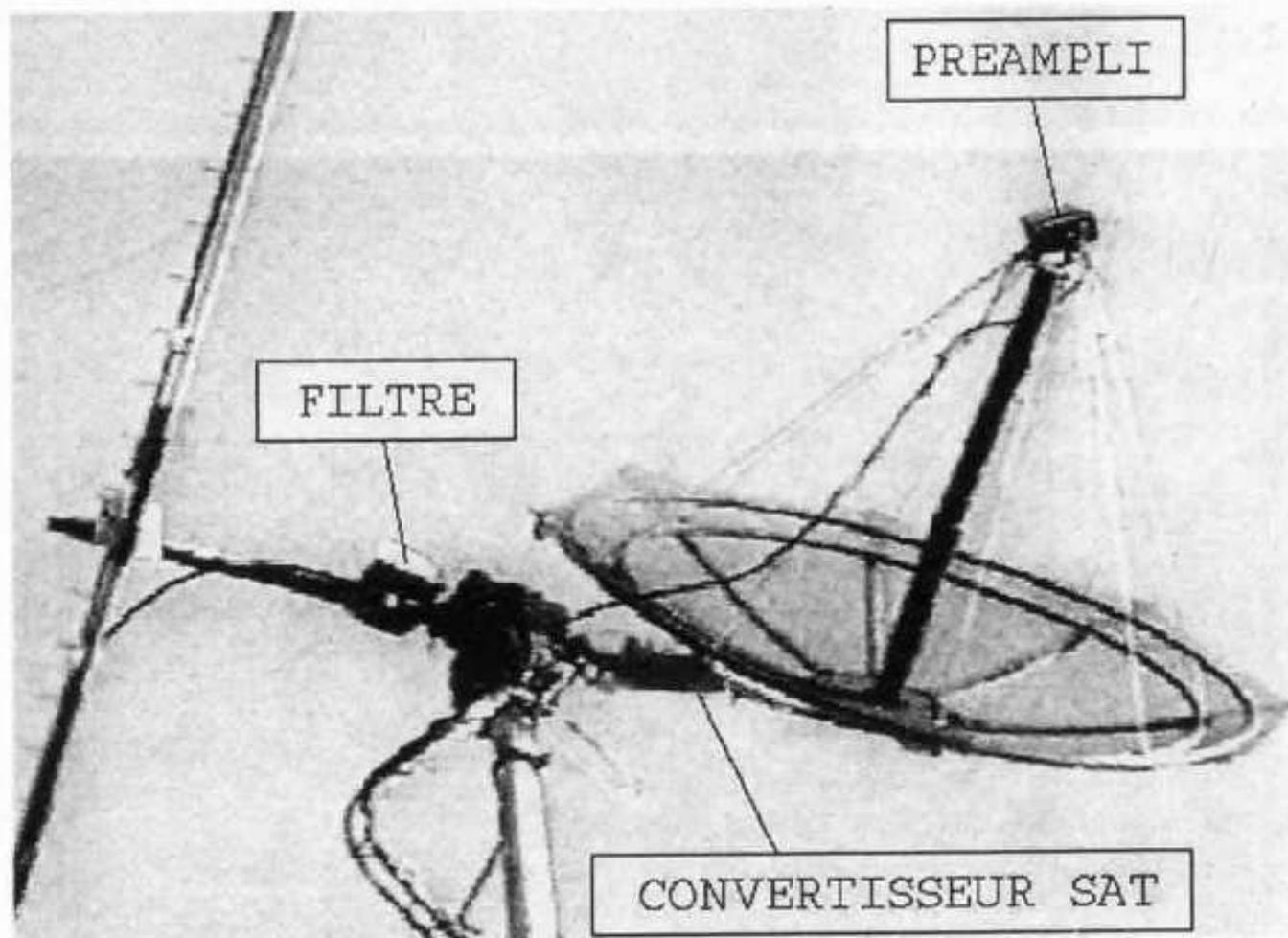


Photo 5: Vue des aériens chez HB9SLV:

A gauche: Yagi 50 éléments pour le 23 cm d'après DL6WU. Comme une Flexayagi mais home-made. A droite: parabole en treillis, également réalisée par l'auteur et fonctionnant sur 13 cm. Notez les différents accessoires mentionnés dans l'article.

Mesures

L'atténuation mesurée ici est de 60 dB (photo 4). Selon le UHF Unterlagen, on aura une telle réjection aux fréquences f (1335 MHz dans le cas qui nous intéresse), $3f$ (4005 MHz), $5f$ (6675 MHz), etc. donc tous les multiples impaires de f .

La fréquence de sortie du relais (2308 MHz) se trouve donc bien dans l'oeil du cyclone (qui est comme chacun le sait une zone de calme parfait au centre du cyclone, alors que tout autour sévit la tempête et la destruction). C'est la condition sine qua non, puisque le filtre est destiné à être intercalé entre l'antenne et l'entrée du convertisseur de réception.

Sur la photo 4, la courbe redescend à partir de 1500 MHz non pas du fait de l'action du filtre, mais parce que le tracking generator ne va pas plus haut que cette fréquence.

L'atténuation du filtre commence à se faire sentir à partir d'environ 400 MHz de chaque côté de 1335 MHz. Un avantage supplémentaire de cela est que je peux recevoir mes propres images en retour du relais sans être gêné par mon émission sur 1280 MHz car l'atténuation est encore de 40 dB à cette fréquence.

La perte d'insertion à 2308 n'a pu être mesurée ici, parce que je n'ai pas de générateur calibré montant à cette fréquence. Pour du RG58 simple, sans stubs, la perte est en principe de 1 dB par mètre à 2300 MHz. Mais la perte d'insertion est pour moi un problème secondaire parce que j'utilise un préampli directement au foyer de la parabole. Le filtre n'est monté qu'à la sortie du préampli.

Le préampli est un montage selon DJ9BV, avec un facteur de bruit de 0,5 dB et un gain de 15 dB à 2300 MHz.

Ce type de préamplificateur, que Rainer avait publié dans DUBUS voici quelques années, a l'intéressante particularité d'être inconditionnellement stable, c'est-à-dire qu'il n'oscille pas, même si l'entrée et/ou la sortie ne sont pas raccordées à des impédances de 50 ohms non réactives.



Photo 6: Avant: pas brillant!



Photo 7: Après: oh yesss!

On ne saurait hélas en dire autant de mon convertisseur du commerce! Comme plusieurs utilisateurs du même modèle ont pu s'en rendre compte, il autooscille quand on le connecte directement à l'antenne! Et si on veut le calmer, il faut une certaine atténuation entre l'antenne et le convertisseur. On croit rêver, non? Déjà qu'on l'utilise en dehors de sa bande de fréquences nominale (C'est un convertisseur destiné à l'origine, à la réception des chaînes de télévision sur les satellites Arabsat)... Il vaut mieux ne pas trop penser au facteur de bruit. Heureusement, il suffit de l'atténuation qu'apporte un câble d'environ 1m50, à brancher entre l'antenne et le convertisseur. Mais attention! Pas du câble faibles pertes, n'est-ce-pas? ... du RG 213, s'il-vous-plaît!

Voilà pourquoi j'ai réalisé le filtre avec du câble RG 58. Il est plus mince, donc bien plus facile à travailler que du RG 213. C'est-y-pas beau la technique? du mauvais câble qui améliore un mauvais convertisseur!

Un dernier conseil: utilisez du câble vraiment bien blindé entre le LNB et le récepteur. Evitez le câble utilisé pour les descentes d'antennes de TV. Prenez du vrai RG 59. Il est plus cher, mais le radar arrive tellement fort ici, qu'il passait même à travers le blindage de mes trente mètres de câble bon marché.

Jahrbuch für den Funkamateuer 1997

Héritier E. (HB9DX)

Fr. 23.-

USKA Warenverkauf:
Rita Gysi, Bühlstrasse 23, 5033 Buchs
Telefon und Fax: 062 / 823 27 00