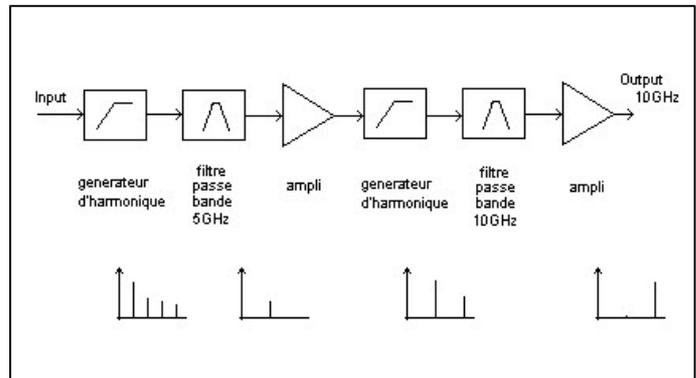


MULTIPLICATEUR 10GHz

I Presentation du module multiplicateur

Ce multiplicateur a été décrit dans Hyper49 et 58 et Radio REF 06/2001 par F6BVA.

Ci dessous le synoptique de ce module dont le but est de multiplier un signal compris entre 1GHz et 3GHz vers la bande X (environ 10GHz) afin d'être utilisé comme OL hyper ou pour faire une balise.



Synoptique du multiplicateur

Ci dessous le schéma montre qu'il est possible de réaliser ce module avec des composants presque courant :

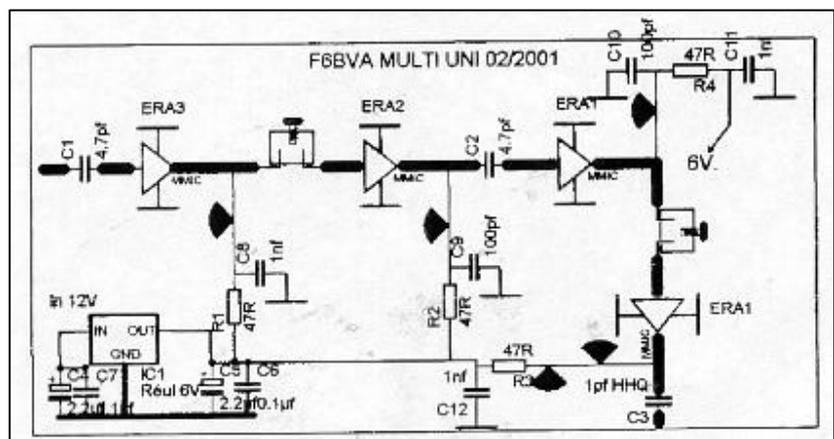


Schéma électrique du multiplicateur

En fait il y a, comme souvent, beaucoup de technique dans le dessin du circuit imprimé.

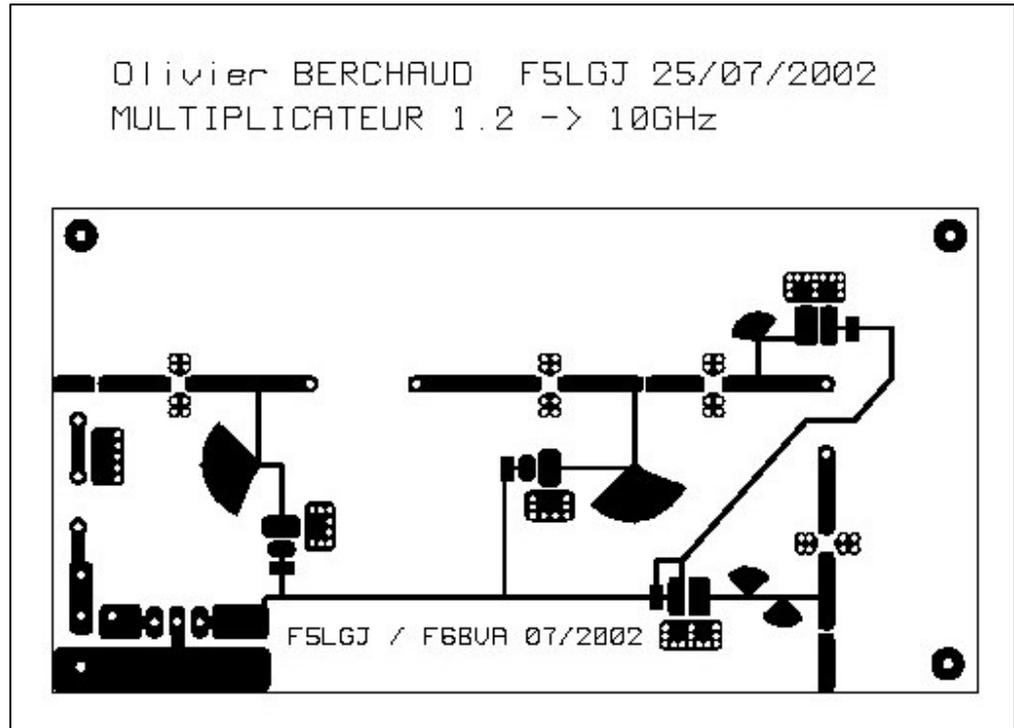
II Réalisation du module

1 – Dessin du circuit imprimé

J'ai repris le circuit imprimé d'origine en le redessinant sous Boardmaker

Attention : ce dessin n'est valable que pour de l'époxy double face de 0.8mm d'épaisseur dont le coefficient Epsilon $r = 4.5$ environ ! (ex d'approvisionnement : Radiospares)

Les dimensions que l'on doit obtenir sont : 55 x 105 mm.

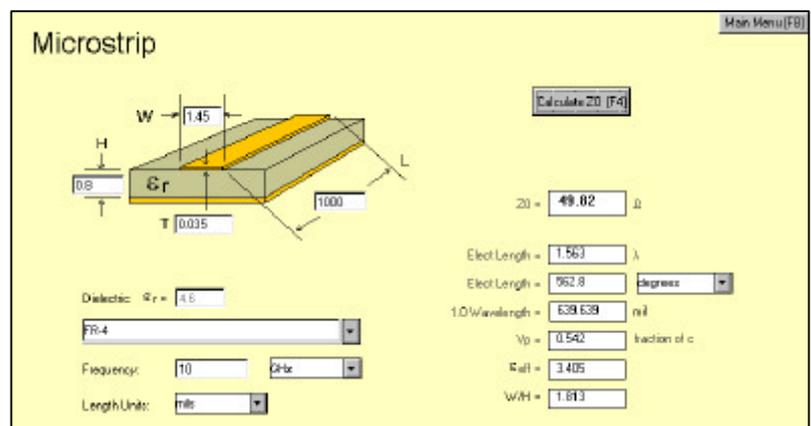


Typon du circuit imprimé

2 - Simulation avec Appcad (Agilent)

Il se trouve que la piste actuellement dessinée fait 1.6mm de large, ce qui donne une impédance caractéristique de 45 ohms.

Comme les incertitudes dans la réalisation du circuit imprimé sont importantes, mieux vaut prévoir large pour le premier essais. La bonne méthode aurait été de tester un échantillon puis d'effectuer une correction mais je manque de temps.

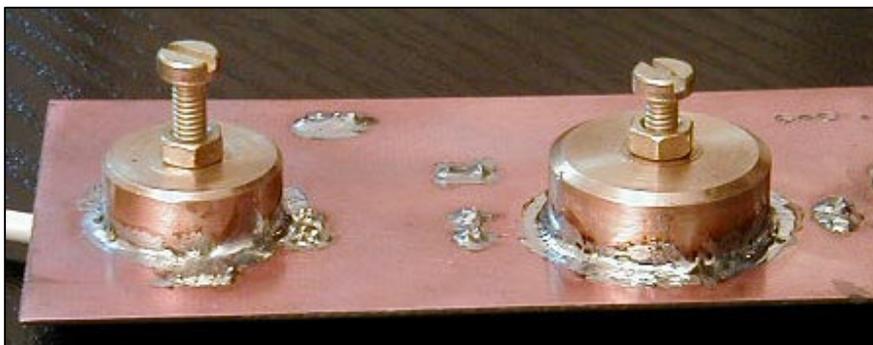


Simulation avec AppCAD (Agilent)

3 – Filtre en bouchons de plomberie !

C'est le plus de cette réalisation.

Ci dessous une photographie des filtres à cavité utilisés.



Vue sur les cavités de filtrage

L'avantage de ces cavités est d'être réglable, ce qui fait que ce module peut fonctionner de 8GHz à 12GHz. L'utilisation de filtres imprimés, outre la difficulté de réalisation par un amateur ou les incertitudes dues aux matériaux (FR4), ne permettent aucun réglages simples.

3 versions décrites :

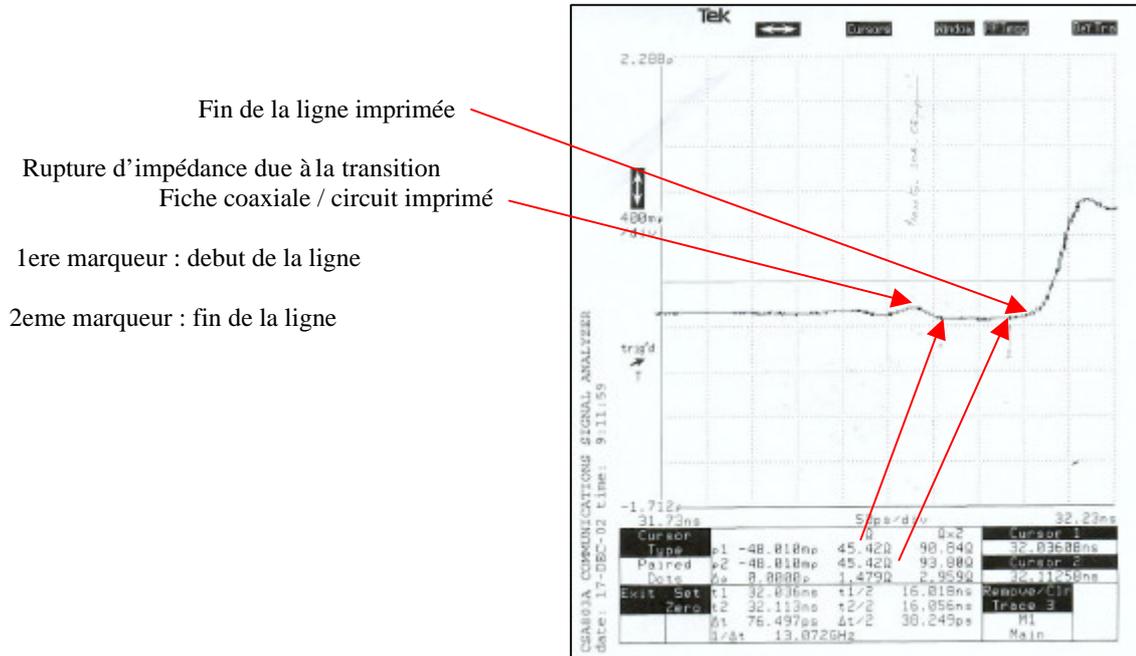
	diametre exterieur	interieur	hauteur exterieur	interieur	longueur probe	diametre vis de reglage
version hyper 49 filtre 5GHz	25mm		17mm		3mm	2.5mm
filtre 10GHz	20mm		10mm		2mm	2.5mm
version hyper 49 filtre 5GHz		22mm		7mm	3mm	
filtre 10GHz		18mm		5mm	2.2mm	
version RadioREF 06/2001 filtre 5GHz		22mm		7mm	3mm	3mm
filtre 10GHz		18mm		5mm	2.2mm	3mm

Dimension mécanique des filtres à cavité

J'ai réalisé la version Radio-REF 2001.

III Mesures sur le module

1 - 1ere mesure : vérification du circuit imprimé



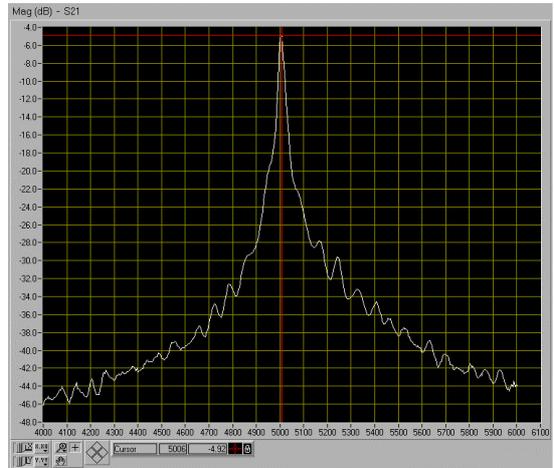
Mesure d'impédance au TDR

Il se trouve que la piste actuellement réalisée fait 1.6mm de large, ce qui donne une impédance caractéristique de 45 ohms. Si l'on prend en compte les incertitudes dues à la gravure, les variations du coefficient epsilon r du FR4, on peut expliquer les différences entre les résultats pratiques et la théorie.

Mais le résultat est déjà prometteur. Même avec cette impédance, le ROS ne dépassera pas théoriquement 1.12.

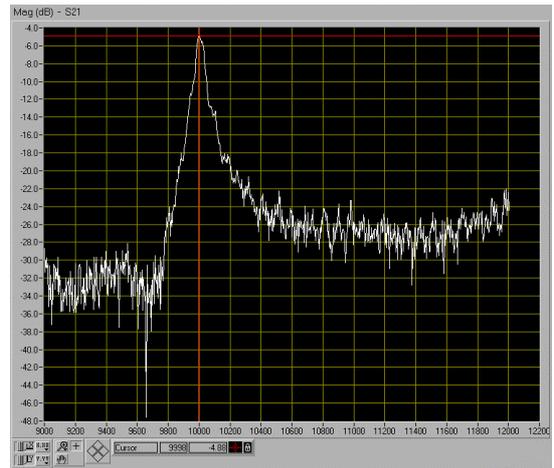
3 – Mesure du filtre 5GHz

A noter: avec les dimensions données, on peut régler ce filtre de 4.2GHz à 10GHz.



Mesure de la réponse du filtre 5GHz

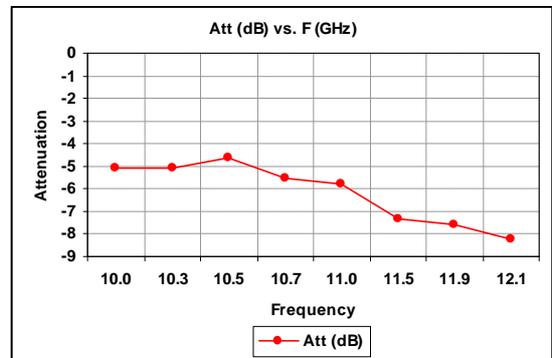
4 – Mesure du filtre 10GHz



Mesure de la réponse du filtre 10GHz

Evolution de la réponse du filtre 10GHz en fonction de la fréquence réglée.

F(GHz)	10.0	10.3	10.5	10.7	11.0	11.5	11.9	12.1
Att (dB)	-5.1	-5.1	-4.6	-5.5	-5.8	-7.3	-7.6	-8.2



Mesure de l'atténuation dans la bande passante

Measurement with Anritsu VNA37347A

5 – Mesure de la puissance de sortie en fonction du signal d'entrée

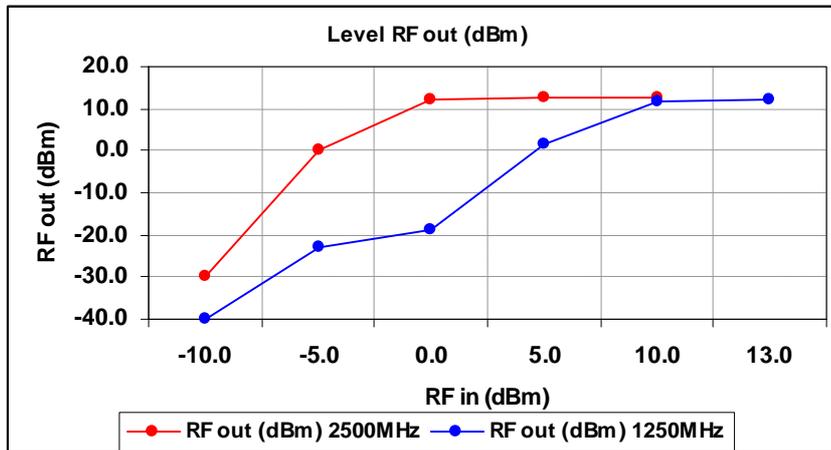
Mesure de la puissance de sortie en fonction du niveau d'entrée à 2500MHz :

RF in (dBm)	-10.0	-5.0	0.0	5.0	10.0	13.0
RF out (dBm) 2500MHz	-30.0	0.0	12.3	12.4	12.5	
I (mA) 1250MHz	213.0	213.7	215.9	220.5	229.0	

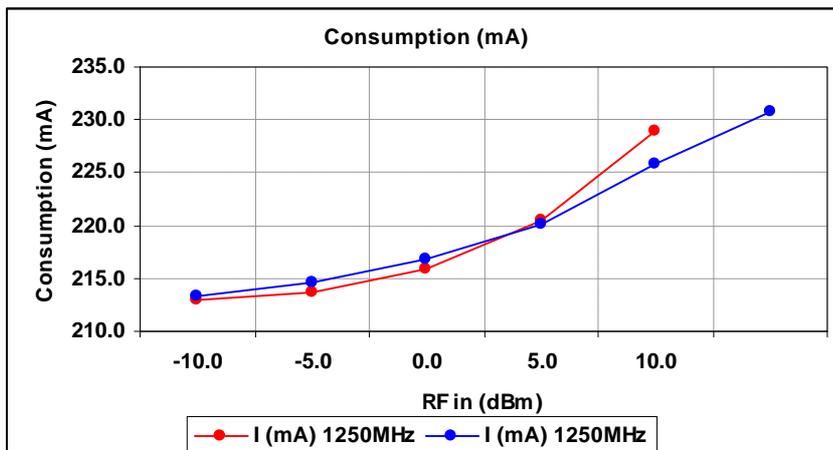
Mesure de la puissance de sortie en fonction du niveau d'entrée à 1250MHz :

RF in (dBm)	-10.0	-5.0	0.0	5.0	10.0	13.0
RF out (dBm) 1250MHz	-40.0	-22.7	-18.7	1.5	11.9	12.3
I (mA) 1250MHz	213.3	214.6	216.8	220.2	225.9	230.7

Comparaison des puissances de sortie en fonction du niveau RF et de la fréquence du signal



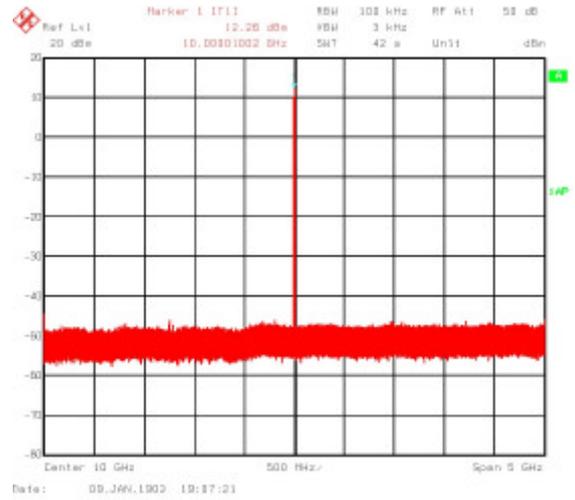
Comparaison des consommations en fonction du niveau RF et de la fréquence du signal



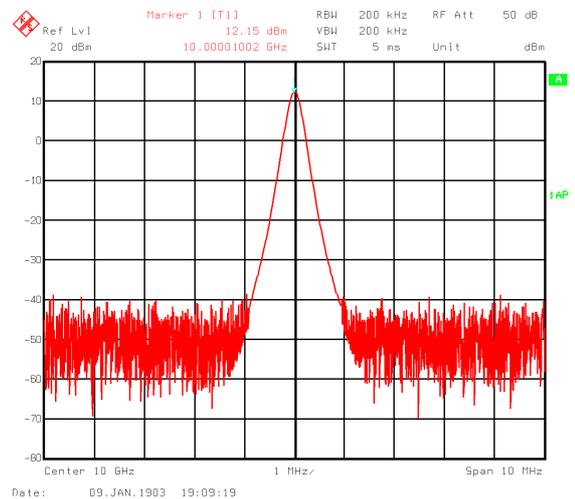
Oui ce module fonctionne de 1GHz à 3GHz. Il faut plus de niveau RF à l'entrée quand on part d'une fréquence plus basse. C'est logique, l'énergie dans les harmoniques diminuant quand leur rang augmente.

5 – Mesure du spectre en sortie du module

Mesure du spectre avec un span de 5GHz
Les produits indésirables sont bien rejetés.

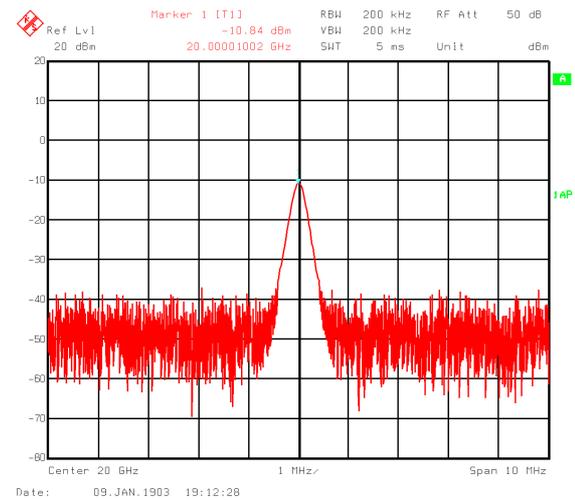


Niveau de sortie à 10GHz = +12dBm (16mW)



Niveau H2 = -10.8dBm @ 20GHz

On voit que l'harmonique 2 est loin d'être négligeable ce qui laisse entrevoir une possible utilisation sur des bandes plus hautes (utilisation d'un mixer harmonique par exemple).



Merci aux concepteurs de ces modules.

F5LGJ 10/01/2003 - measurement with FSEM30