

Préamplificateur 23cm à faible bruit, avec un BFP640

Par Yves OESCH / HB9DTX, 2006

Introduction

J'avais depuis plusieurs années un préamplificateur de réception commercial en tête de mât pour la bande des 23 cm. Malheureusement, pour une raison inconnue (probablement charges statiques ou impact de foudre à proximité) le transistor GaAs FET d'origine a grillé. Bien entendu ce composant était obsolète et donc plus disponible. J'ai pu obtenir chez le fabricant un soi-disant « équivalent », le MGF1302. Une fois monté dans le préampli, impossible de l'empêcher d'osciller. Ne disposant pas des détails de l'implémentation (inductances « en l'air » et autres valeurs de capacités non connues) il était peine perdue de tenter de faire une simulation. J'ai donc décidé de commencer par le commencement et de redimensionner un LNA (Low Noise Amplificateur) complet.



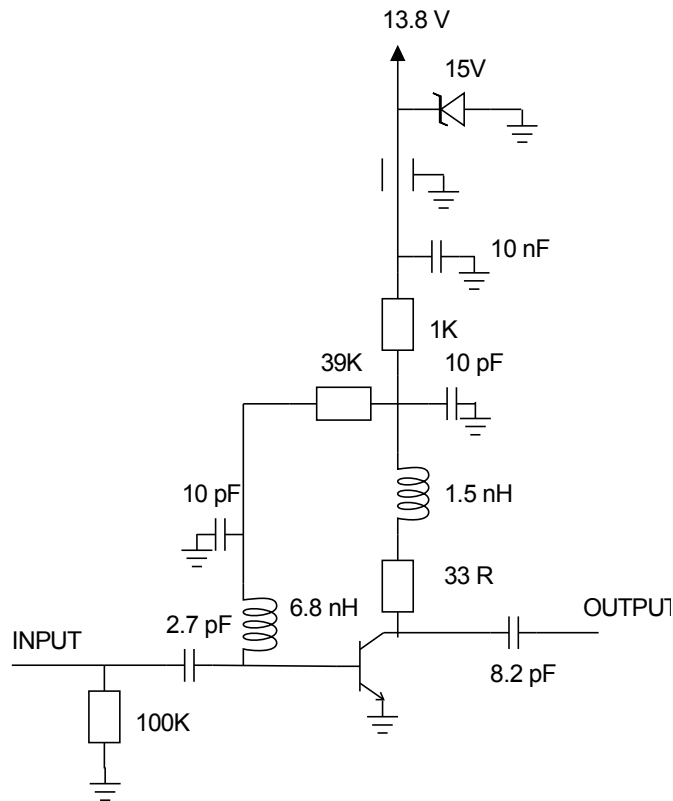
Choix du composant et compromis

Ayant obtenu des échantillons d'un transistor Silicium Germanium récent, le BFP640, j'ai utilisé le logiciel de simulation APLAC, dont la version démonstration limitée à quelques composants est libre de droits. Ce transistor est donné avec une figure de bruit minimum autour de 0.5 dB à 1GHz, et un gain maximum de 25 dB environ. Attention toutefois à ces chiffres. Les fabricants donnent toujours « le meilleur des deux mondes » ou plutôt « le meilleur de chaque monde ». En clair on peut faire un montage qui fait 25 dB de gain, mais alors on n'aura pas la meilleure figure de bruit, ou au contraire optimiser le préampli pour avoir un faible bruit, du coup le gain sera plus faible.

C'est cette deuxième approche que j'ai privilégié, car dans une chaîne de réception, le facteur de bruit total est dominé par le facteur de bruit de l'étage d'entrée (formule de Friss) et c'est à cet endroit qu'il faut minimiser le bruit. Le gain est accessoire et sert à diminuer l'importance relative des étages suivants dans la contribution au bruit total du récepteur. Si l'étage suivant (en l'occurrence l'entrée de mon IC-1275) n'est pas une catastrophe au niveau bruit, le gain du préampli n'a pas besoin d'être excessif. De plus les câbles que j'utilise (AIRCOM, longueur inférieure à 10m) ne génèrent pas trop de pertes.

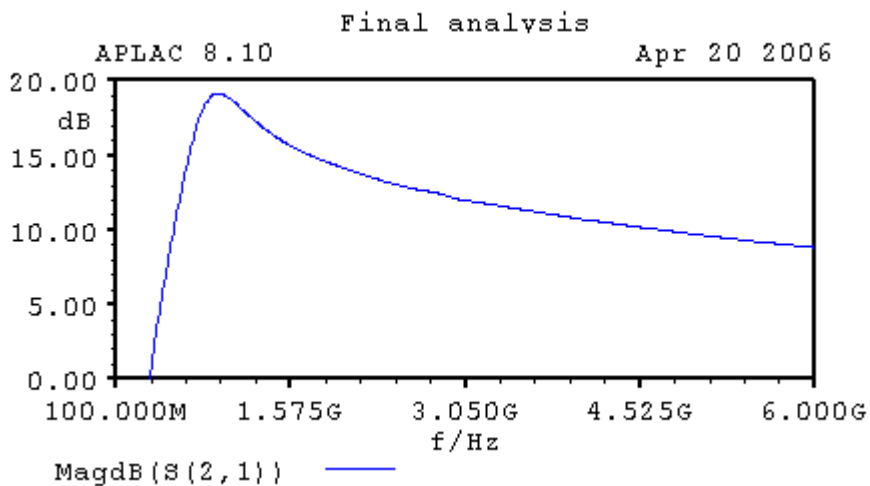
Schéma du montage

Le schéma de montage est très classique, les valeurs des composants ont été trouvées par simulation et affinées une fois le montage effectué, en mesurant à chaque essai la figure de bruit.

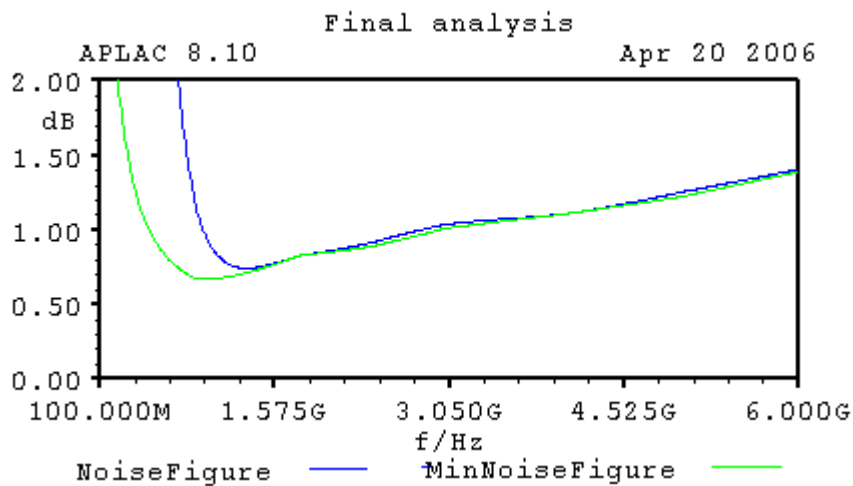


Résultats de simulation

Le gain obtenu par simulation est le suivant:



La **figure de bruit** est la suivante:



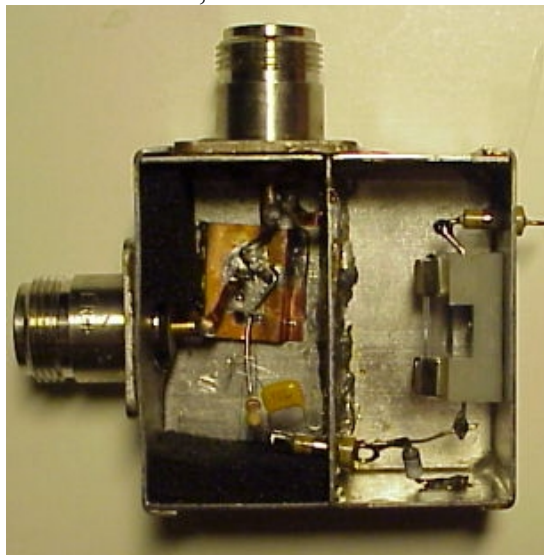
On voit que le circuit a été optimisé pour une figure de bruit minimum à 1.3 GHz environ.

Photo du montage

Le montage a été réalisé « en l'air », pour deux raisons principales :

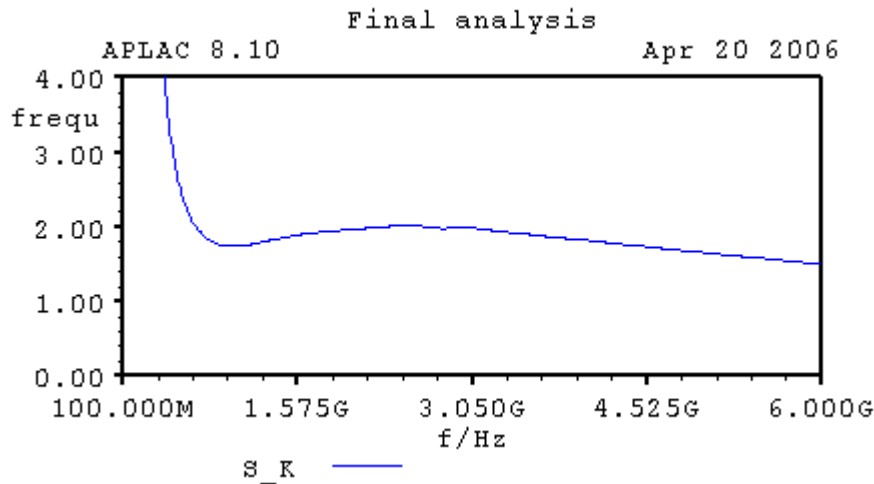
- Pas besoin de réaliser un circuit imprimé
- Diminution des pertes liées au substrat en epoxy FR4 (on peut utiliser du téflon qui est nettement meilleur en dessus de 1 GHz, mais il est nettement plus onéreux et plus difficile à trouver que le FR4 très classique)

La photo n'est pas de bonne qualité, mais on distingue l'intérieur du LNA. A noter que les composants n'ont pas été soudés directement au fond du boîtier, mais sur une fine tôle de cuivre surélevée, afin d'éviter de surchauffer les composants pour pouvoir les souder sur un pareil dissipateur thermique. Un autre avantage est d'approcher les composants des points chaud des connecteurs N, situés environ au milieu des parois du boîtier. Cette tôle de cuivre a ensuite été elle soudée au fond du boîtier, à l'aide d'un fer à souder puissant.



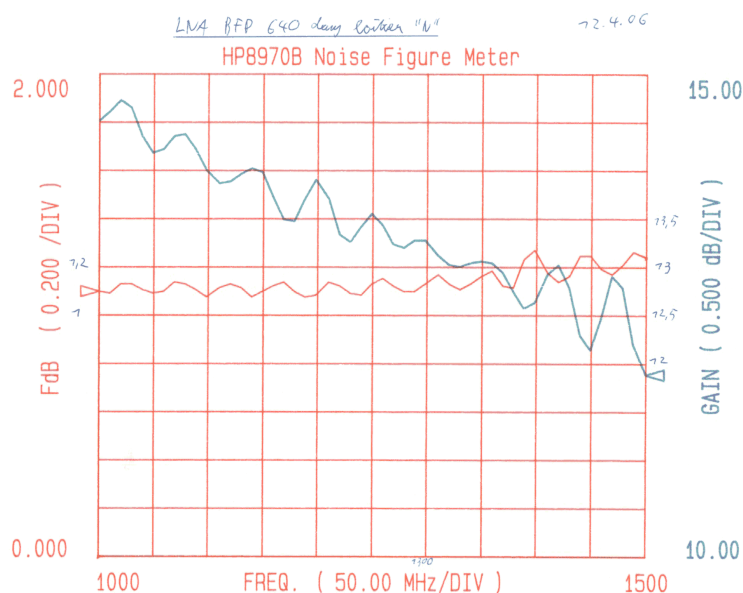
Stabilité

Selon les simulations, l'amplificateur est inconditionnellement stable. C'est à dire que quelle que soient les impédances présentées à l'entrée et à la sortie, il ne devrait jamais osciller. Un test à été effectué en utilisant un « tripple stub tuners » à chaque port, et en faisant varier les impédances aléatoirement à l'entrée et à la sortie, et aucune oscillation n'a été constatée.



La stabilité est analysée ici en simulant le facteur de stabilité de Rollet (facteur K) sur toute la gamme de fréquence où les paramètres S du transistor sont disponibles. Si ce facteur est supérieur à 1, l'amplificateur est inconditionnellement stable. C'est donc bien le cas ici.

Mesures de gain et de figure de bruit



Attention à la dilatation des échelles (0.2 dB/ division pour la figure de bruit ; 0.5db/div pour le Gain) et au fait que le gain est représenté entre 10 et 15 dB.

On voit donc que pour la bande des 23cm (1240-1300 MHz) on a les valeurs mesurées suivantes : **G= min 13.5dB ; F=1.1 dB.**

Ces valeurs ne sont pas excellentes, les bon préamplis descendant bien en dessous de 1dB pour la figure de bruit. Cependant pour l'application visée, et compte tenu du développement relativement rapide, j'en suis resté à cette configuration. Le contest de mai approchait, et j'avais envie d'être QRV en 23cm !