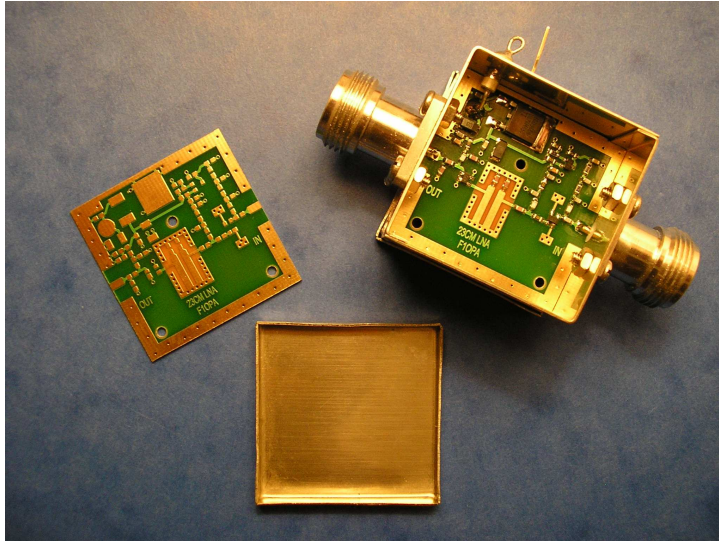


# Amplificateur faible bruit pour la bande 23cm

Grigis Vincent, F1OPA



*Voici la description d'un amplificateur faible bruit destiné à la bande 23cm. Cet amplificateur se caractérise par un faible facteur de bruit (NF), un niveau de compression (P1dB) et d'intermodulation (IP3) élevés. La majorité des composants discrets sont en boîtier 0603, ce qui permet de réduire la taille de l'ensemble. Le design étant peu sensible à la dispersion des composants, aucun réglage n'est nécessaire.*

## 1 TOPOLOGIE DE L'AMPLIFICATEUR

Le LNA est composé de deux étages amplificateurs (ATF54143 et MGA52543) et d'un filtre passe bande imprimé (figure 1). Ce filtre permet la rejection de perturbateurs en dehors de la bande de fréquence utile.

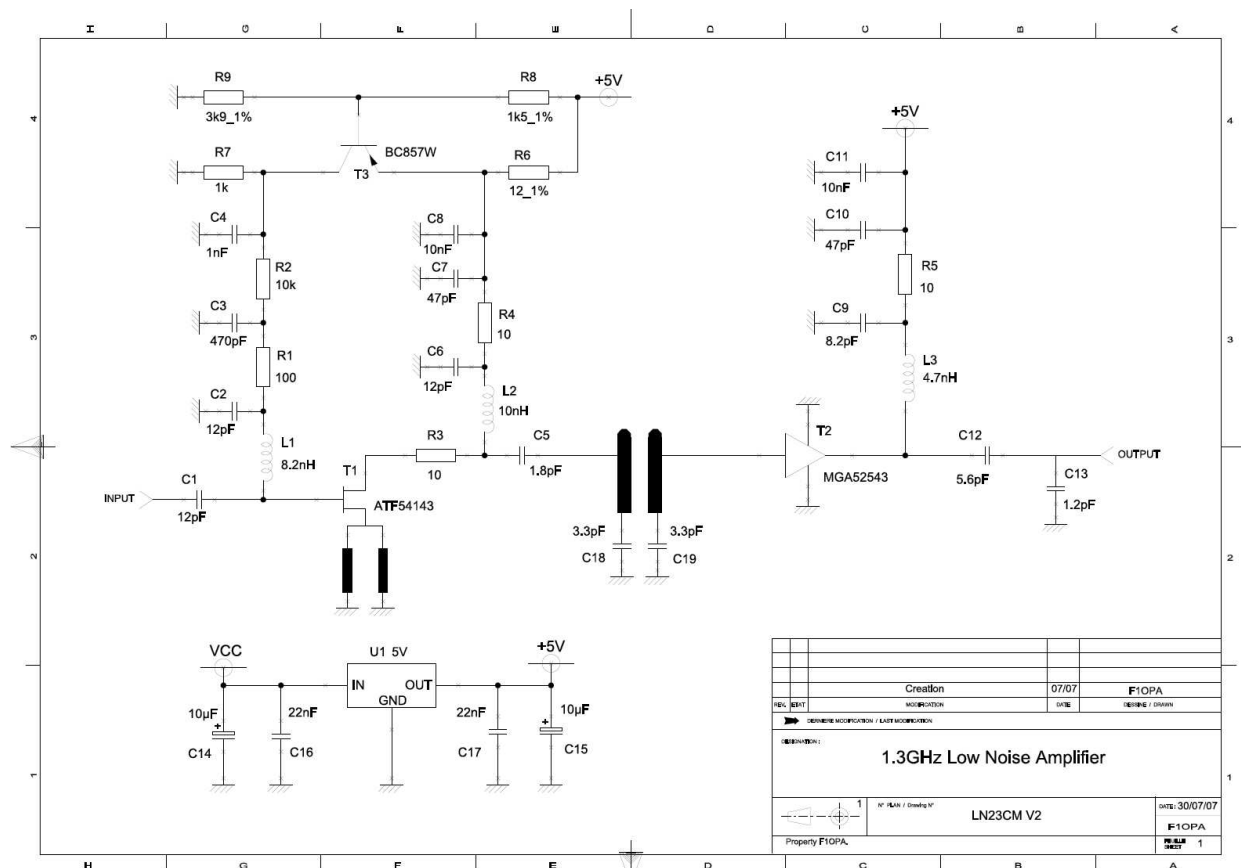


Figure 1 : Schématique du LNA

### 1.1 1<sup>er</sup> étage : ATF-54143

Le premier étage est construit autour d'un transistor ATF54143 (Avago). Ce transistor PHEMT est caractérisé par son faible facteur de bruit, son point de compression ainsi que son IP3 élevés. Il est dédié aux applications situées dans une gamme de fréquence allant jusqu'à 6GHz. A l'opposé des transistors PHEMT classiques, celui-ci requiert une tension de Gate positive, ce qui facilite la mise en œuvre de la polarisation.

Dans cet amplificateur la polarisation de ce transistor est dite active. Elle permet de garder le point de polarisation constant même en présence d'une variation de la température de fonctionnement.

Avec le réseau choisi, j'obtiens :

$$I_{ds}=63\text{mA et }V_{ds}=2.97\text{V.}$$

L'ensemble des éléments discrets, constituant ce premier étage, assure à la fois l'optimisation du facteur de bruit, l'adaptation entrée/sortie et la stabilité (cet étage est inconditionnellement stable).

Les lignes imprimées, dans les sources du transistor permettent de modifier l'impédance d'entrée. Il est possible de rapprocher  $S_{11}^*$  au niveau de GMN (figure 2). De ce fait, lorsque le transistor est adapté au minimum de bruit, il devient également adapté en impédance. Il faut rester prudent avec cette inductance car à partir d'une certaine valeur des instabilités apparaissent en haut de bande.

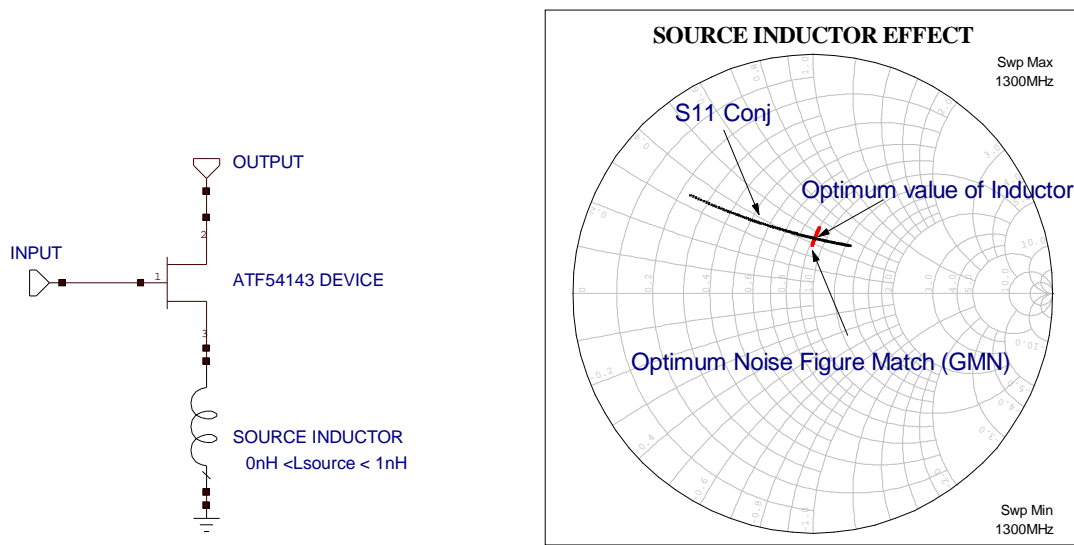


Figure 2 : Influence de la valeur de l'inductance placée dans la source du transistor

### 1.2 2<sup>eme</sup> étage : MGA-52543

Ce deuxième étage utilise un amplificateur intégré de chez Avago : MGA-52543. Cet amplificateur possède un point de compression et d'inter modulation élevés. La polarisation de cet élément est très simple et permet de réduire le nombre de composant.

En mesure, le point de polarisation est :

$$I_{ds}=56\text{mA et }V_{ds}=4.45\text{V.}$$

L'entrée de cet amplificateur est découplée DC, il ne nécessite donc pas de condensateur extérieur. Dans mon cas, l'entrée est directement reliée au filtre microstrip.

### 1.3 Filtre Passe Bande (Figure 3)

Le filtre passe bande est réalisé avec deux lignes microstrip couplées et accordées par deux condensateurs. La dimension, hors tous, de ce filtre est de 7.6mm par 12.1mm. Le design de ce filtre ne nécessite pas l'utilisation de condensateurs variables pour ajuster la fréquence d'accord. La bande passante est suffisamment large pour accepter les dérives des composants. La mesure du filtre donne :

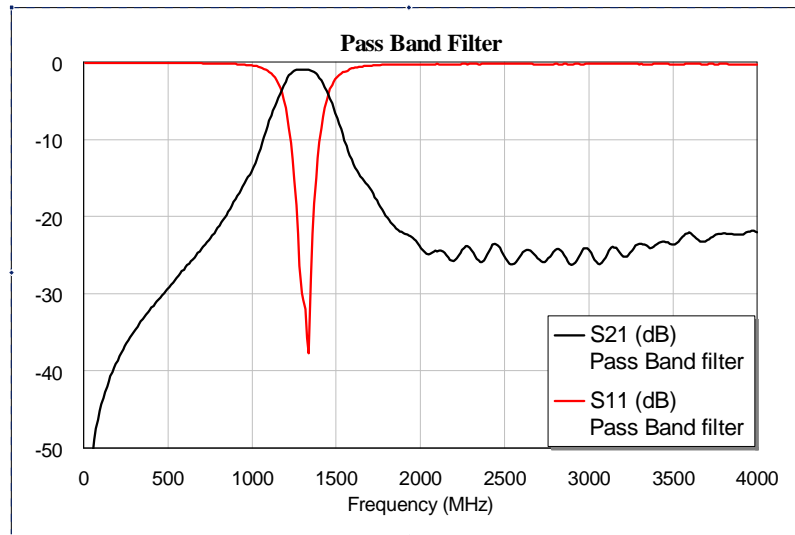


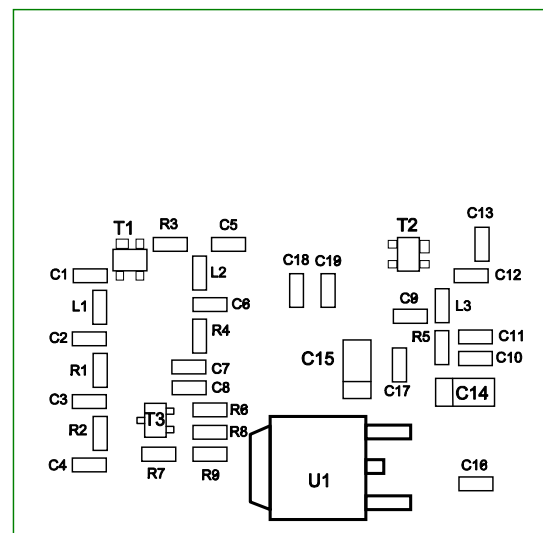
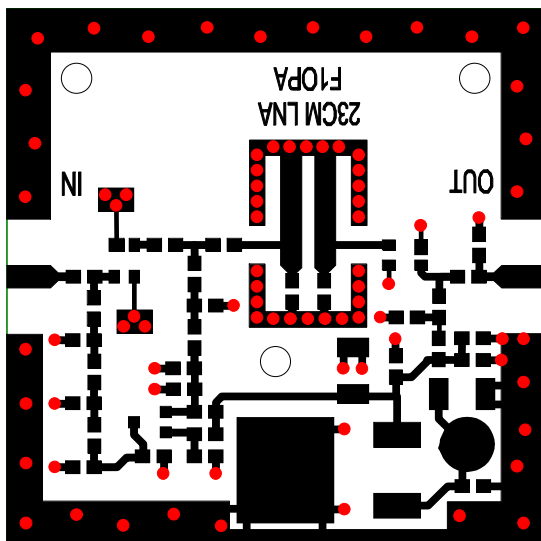
Figure 3 : Performance du filtre Passe Bande

### 1.4 Routage et implantation des composants

Le substrat choisi est du FR4 d'épaisseur 0.8mm. Le PCB est réalisé avec un process industriel. Les mises à la masse des composants sont réalisées avec des trous métallisés. Du vernis épargne permet de faciliter le soudage des composants en évitant la diffusion de l'étain sur les pistes. Une finition nickel/or permet d'éviter l'oxydation des pistes.

En choisissant d'utiliser des composants en boîtier 0603, il a été possible d'intégrer cet amplificateur dans un boîtier schubert de 37mm\*37mm.

Le routage et l'implantation des composants sont les suivants :

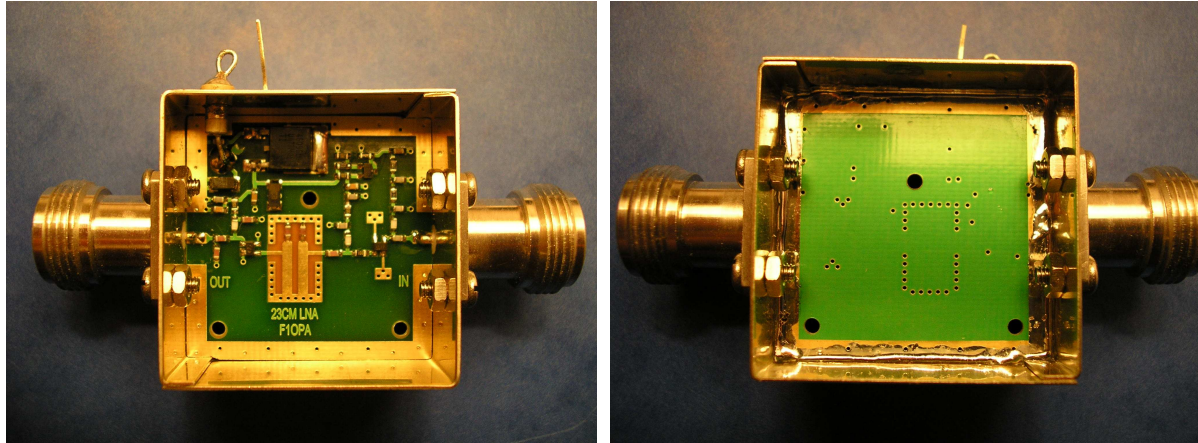


Tous les composants (à l'exception des deux amplificateurs) sont facilement trouvable et ne sont pas spécifiques RF. La nomenclature, avec quelques références fabricants, est disponible à la fin de ce document.

## 2 ASSEMBLAGE

L'assemblage des composants ne présente pas de difficulté particulière. Il faut néanmoins avoir l'habitude de souder des cartes électroniques en technologie 0603.

Une fois tous les composants positionnés sur la carte, il faut souder à son tour le PCB dans le boîtier schubert, par la face de dessous du circuit.



## 3 MESURES RF

Afin d'avoir une idée de la répétitivité des performances, j'ai assemblé 4 amplificateurs. Les résultats sont les suivants :

Symbole	Paramètre	Fréquence	Unité	Min.	Typ.	Max
Vcc	Tension d'entrée	N/A	V	7		15
Icc	Courant	N/A	mA		125	
Gain	Gain	1200-1400MHz	dB	30		
NF (*)	Facteur de bruit	1200-1400MHz 1296MHz	dB dB		0.6	0.7
S11	Adaptation IN	1296MHz	dB			-17
S22	Adaptation OUT	1296MHz	dB			-20
OIP3	Niveau de sortie d'inter modulation d'ordre 3 $\Delta F = 10$ KHz $\Delta F = 100$ KHz $\Delta F = 1$ MHz	1296MHz	dBm	34		
P1dB	Point de compression à 1 dB en sortie	1296MHz	dBm		18	
Isol	Isolation sortie/entrée	10-4000MHz	dB			-45

\* : Condition de mesure 346A + Analyseur de spectre Rhode&Schwarz FSP option FSK-K30 .. Précision +/-0.1dB

Les mesures détaillées se trouvent à la fin de ce document.

## 4 CONCLUSIONS

Je n'ai pas recherché, pour cet amplificateur, à obtenir des performances adaptées au trafic EME.

J'ai plutôt privilégié un design adapté aux signaux forts (contest, ...), tout en conservant un facteur de bruit suffisamment faible ainsi qu'une mise en œuvre simple et reproductible.

Je peux fournir des PCB seuls ou des PCB assemblés. Vous pouvez me contacter à l'adresse mail suivante pour d'éventuels renseignements : [vincent.f1opa@gmail.com](mailto:vincent.f1opa@gmail.com)

## 5 DOCUMENTS ANNEXES

## 5.1 Nomenclature

Désignation	Ref Fabricant	Description	Valeur
C1, C2, C6	GRM1885C1H120JA01D	Capacitor SMD 0603 12pF 5%	12pF
C3	GRM1885C1H471JA01D	Capacitor SMD 0603 470pF 5%	470pF
C4	GRM1885C1H102JA01D	Capacitor SMD 0603 1nF 10%	1nF
C5	GRM1885C1H1R8CZ01D	Capacitor SMD 0603 1.8pF $\pm 0.25$ pF	1.8pF
C7, C10	GRM1885C1H470JA01D	Capacitor SMD 0603 47pF 5%	47pF
C8, C11	GRM188R71H103KA01D	Capacitor SMD 0603 10nF 10%	10nF
C9	GRM1885C1H8R2DZ01D	Capacitor SMD 0603 8.2pF $\pm 0.5$ pF	8.2pF
C12	GRM1885C1H5R6DZ01D	Capacitor SMD 0603 5.6pF $\pm 0.5$ pF	5.6pF
C13	GRM1885C1H1R2CZ01D	Capacitor SMD 0603 1.2pF $\pm 0.25$ pF	1.2pF
C14, C15		Capacitor SMD 1206 10 $\mu$ F 16V TANTALUM	10 $\mu$ F
C16, C17	GRM188R71H223KA01D	Capacitor SMD 0603 22nF 10%	22nF
C18, C19	GRM1885C1H3R3CZ01D	Capacitor SMD 0603 3.3pF $\pm 0.25$ pF	3.3pF
L1	MLG1608B8N2DT	Inductor SMD 0603 TDK MLG1608 8.2nH $\pm 0.5$ nH	8.2nH
L2	MLG1608B10NJT	Inductor SMD 0603 TDK MLG1608 10nH 5%	10nH
L3	MLG1608B4N7ST	Inductor SMD 0603 TDK MLG1608 4.7nH $\pm 0.3$ nH	4.7nH
R1		Resistor SMD 0603 100R	100R
R2		Resistor SMD 0603 10k 1%	10k
R3, R4, R5		Resistor SMD 0603 10R	10R
R6		Resistor SMD 0603 12R_1%	12_1%
R7		Resistor SMD 0603 1k	1k
R8		Resistor SMD 0603 1k5 1%	1k5_1%
R9		Resistor SMD 0603 3k9 1%	3k9_1%
T1	ATF-54143	ATF54143 - PHEMT SOT343	ATF54143
T2	MGA-52543	MGA52543 - RF AMPLIFIER SOT343	MGA52543
T3	BC857W	PNP SILICON TRANSISTOR SOT323	BC857W
U1	L78M05ABDT (ST)	5V Regulator - 500mA DPAK	5V

## 5.2 Mesures

Les mesures suivantes donnent une idée des performances larges bandes de cet LNA. Les 4 prototypes assemblés ont tous des résultats très proches.

