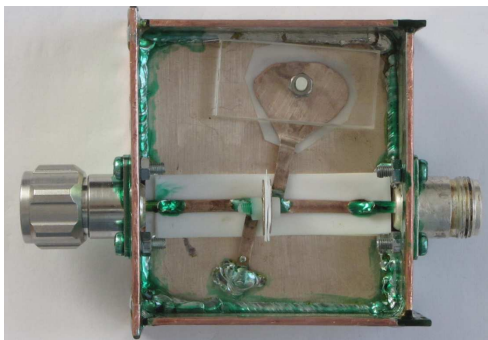


Filtre passe-haut pour la bande 1296MHz

HB9BLF 1/10/2014

Description du problème: en contest UHF,
l'émetteur sur 432MHz perturbe la réception de la
bande 1296MHz



Filtre passe-haut pour la bande 1296MHz

- Les harmoniques du PA 432MHz sont filtrées par un filtre passe-bas construit par Yves HB9DTX. Elles ne peuvent pas saturer le récepteur sur 1296MHz.
- Le préampli de réception 1296MHz n'a que très peu de sélectivité au niveau de son 1^{er} transistor d'entrée. Il est fort probable que le signal 432MHz pris par les antennes 1296MHz, trop proches des antennes 432MHz, soit assez fort pour saturer le 1^{er} étage du préampli

Filtre passe-haut pour la bande 1296MHz

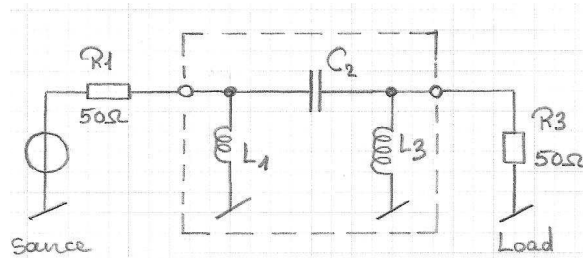
1. Calcul du filtre, à l'aide de tables préétablies
2. Optimisation de la structure
3. Eléments du filtre; éléments parasites
4. Construction
5. Réglages
6. Résultats de mesure

Filtre passe-haut pour la bande 1296MHz

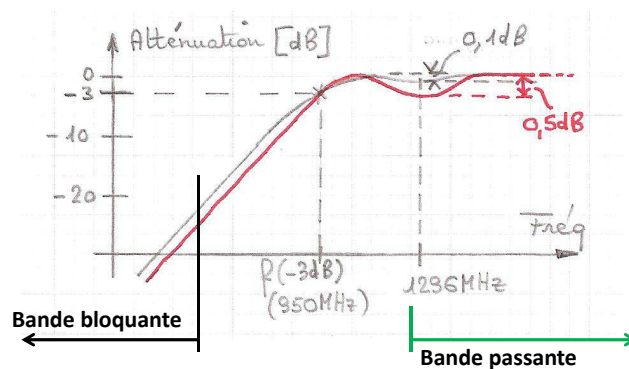
1. Calcul du filtre, à l'aide de tables préétablies

Structure de base:

- Courbe caractéristique: passe-haut
- Type: Tchebychev
- Ordre du filtre: $N=3 \rightarrow 3$ éléments
- Bande passante: $F = 1296\text{MHz}$ et plus haut
- Fréquence de coupure: $f(-3\text{dB})=950\text{MHz}$
- Ondulation= 0,5dB



1. Calcul du filtre, à l'aide de tables préétablies



Exemple:

- Courbe noire: ondulation plus faible en bande passante (0,1dB)
- Courbe rouge: ondulation plus forte, mais davantage d'atténuation en bande bloquante (choix)

1. Calcul du filtre, à l'aide de tables préétablies

3-db DOWN k AND q VALUES

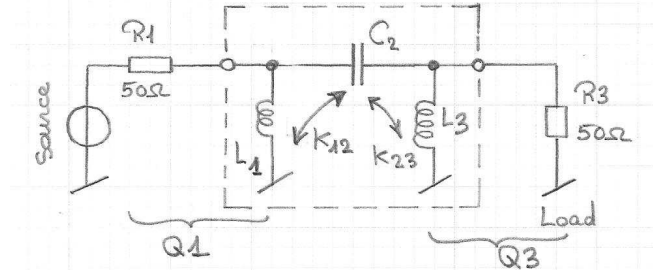
Chebyshev Response

RIPPLE = 0.5 db

n	q ₀	I. L.	q ₁	q _n	k ₁₂	k ₂₃	k ₃₄	k ₄₅
2	INF.	0.000	1.9497	1.9497	0.7225			
	19.497	0.915	1.9497	1.9497	0.7225			
	9.748	1.938	1.9497	1.9497	0.7225			
	6.499	3.098	1.9497	1.9497	0.7225			
	4.874	4.437	1.9497	1.9497	0.7225			
	3.899	6.021	1.9497	1.9497	0.7225			
	3.249	7.959	1.9497	1.9497	0.7225			
	2.785	10.458	1.9497	1.9497	0.7225			
3	INF.	0.000	1.6636	1.6636	0.6474	0.6474		
	37.273	0.920	1.6161	2.3388	0.6182	0.6718		
	18.636	1.958	1.5765	2.5982	0.5943	0.6884		
	12.424	3.140	1.5685	2.8158	0.5680	0.7051		
	9.318	4.508	1.5771	3.0140	0.5387	0.7224		
	7.455	6.128	1.5974	3.1949	0.5055	0.7407		
	6.212	8.109	1.6275	3.3584	0.4667	0.7606		
	5.325	10.658	1.6674	3.5011	0.4197	0.7825		
4	INF.	0.000	1.0258	1.8258	0.6482	0.5446	0.6482	
	62.337	0.923	1.4557	2.6571	0.6477	0.5338	0.6630	
	31.169	1.967	1.3966	3.1724	0.6387	0.5225	0.6804	
	20.779	3.159	1.3780	3.6570	0.6296	0.5098	0.6991	
	15.584	4.541	1.3789	4.1352	0.6093	0.4948	0.7192	
	12.467	6.177	1.3927	4.6098	0.5904	0.4763	0.7411	
	10.390	8.178	1.4169	5.0723	0.5690	0.4525	0.7656	
	8.905	10.748	1.4511	5.5035	0.5447	0.4202	0.7938	

Ces tables donnent les paramètres pré calculés pour des filtres passe-bande (LC couplés) et aussi des filtres passe-bas ou passe-haut

1. Calcul du filtre, à l'aide de tables préétablies

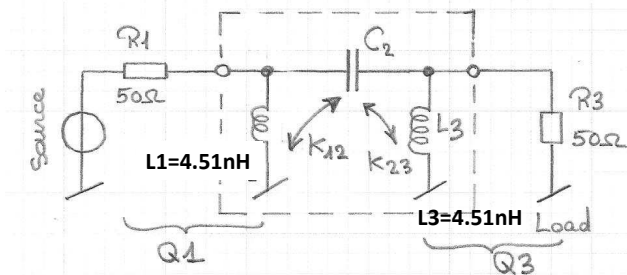


$$q_1 = q_3 = 1,86 \quad q_1 = \frac{R_1}{X_{L1}} \quad R_1 = 50\Omega$$

$$X_{L1} = 2\pi \cdot f(-3dB) \cdot L_1 \quad f(-3dB) = 950\text{MHz}$$

$$\Rightarrow L_1 = L_3 = \frac{R_1}{q_1 \cdot 2\pi \cdot f(-3dB)} = \underline{\underline{4,51\text{nH}}}$$

1. Calcul du filtre, à l'aide de tables préétablies

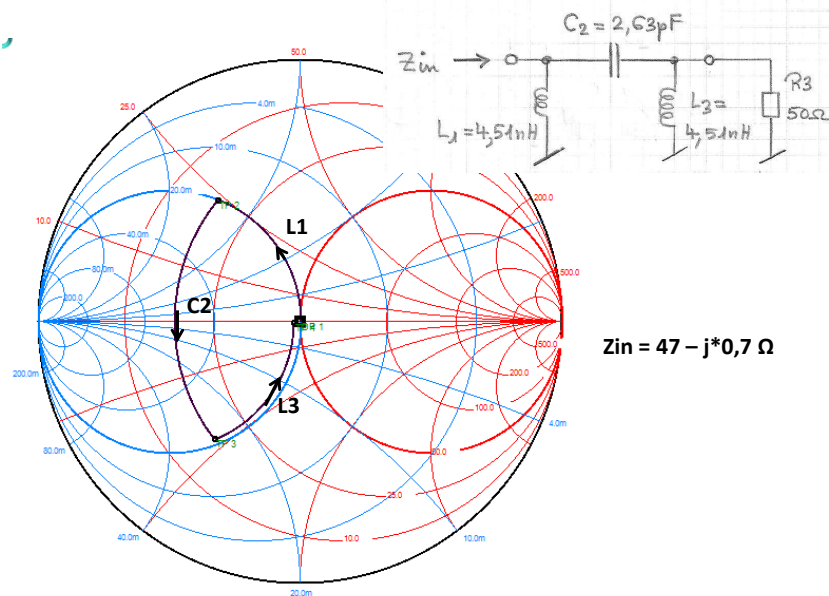


$$K_{12} = K_{23} = 0,65 \quad K_{12} = \frac{f(-3dB)}{f(L_1 C_2)} \quad f(-3dB) = 950\text{MHz}$$

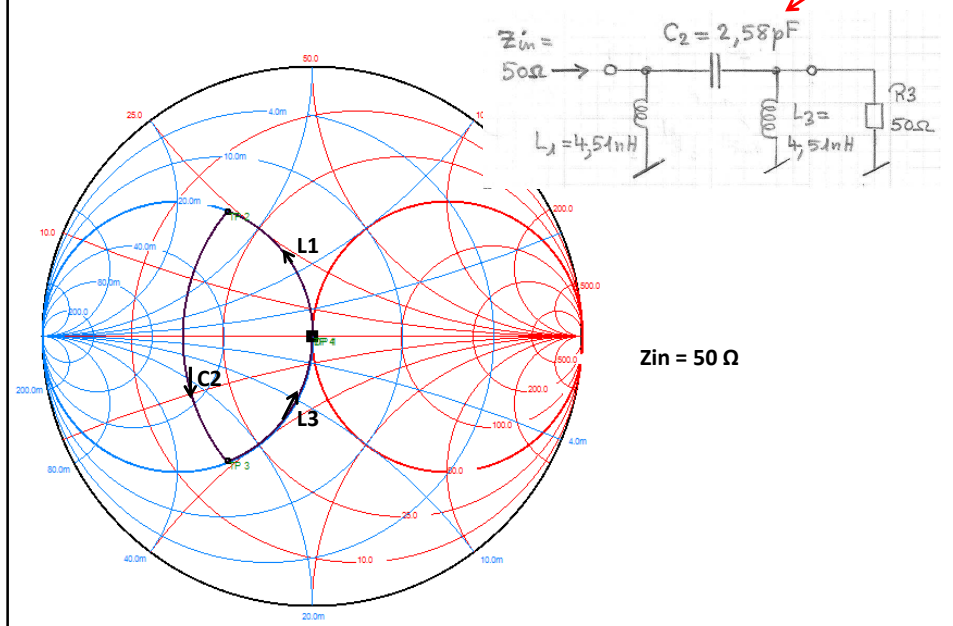
$$f(L_1 C_2) = \frac{f(-3dB)}{K_{12}} = \frac{950\text{MHz}}{0,65} = \underline{\underline{1462\text{MHz}}}$$

$$f(L_1 C_2) = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \cdot C_2}} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{(2\pi f(L_1 C_2))^2 \cdot L_1} = \underline{\underline{2,63\text{pF}}}$$

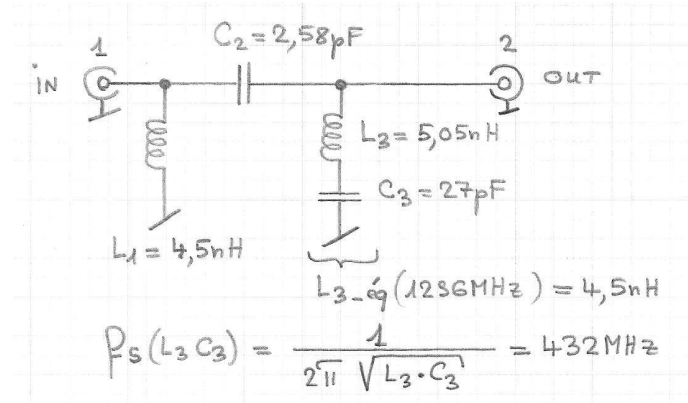
2. Optimisation de la structure



2. Optimisation de la structure



2. Optimisation de la structure



Augmenter l'atténuation du filtre à 432MHz:

Remplacer L3 par un circuit résonnant série

3. Eléments du filtre; éléments parasites L1

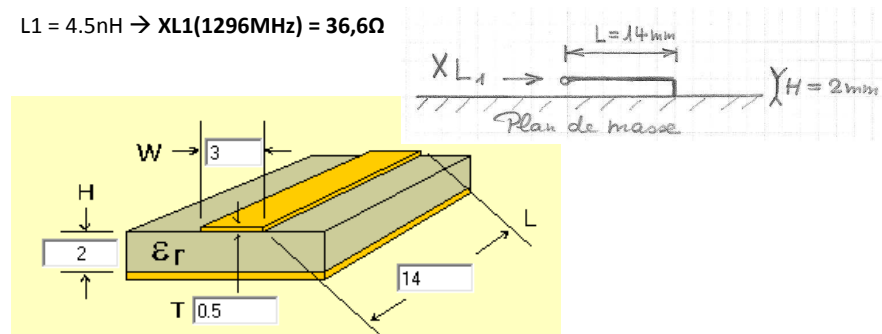
Inductances: L1 = 4.5nH est une valeur très faible

Inductance d'un fil rectiligne environ 1nH / mm $\rightarrow l = 4,5 \text{ mm}$? Très court (trop)
 Réglage fin: comment?

Autre solution:

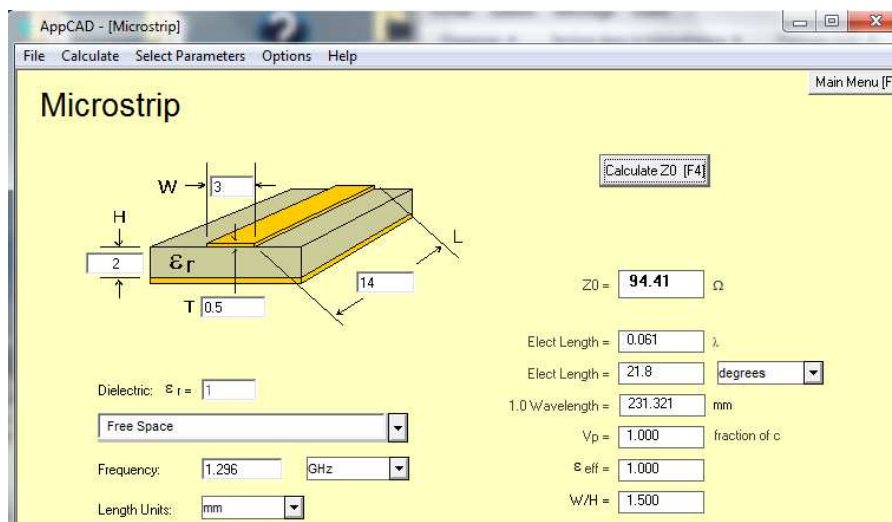
la **ligne de transmission microstrip** terminée par un court-circuit à la masse

L1 = 4.5nH $\rightarrow X_{L1}(1296 \text{ MHz}) = 36,6 \Omega$

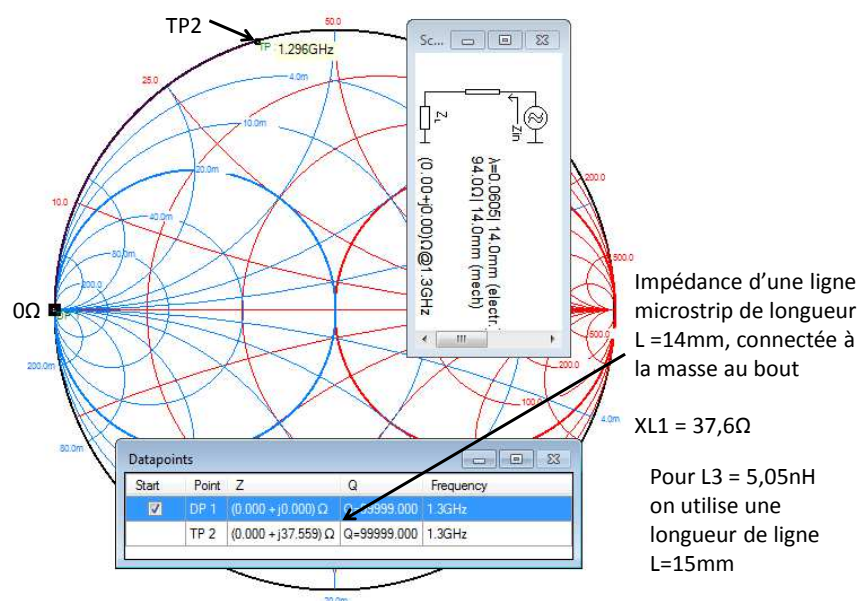


3. Eléments du filtre; éléments parasites L1

Utilisation du programme AppCAD de Agilent pour calculer l'impédance de la ligne choisie

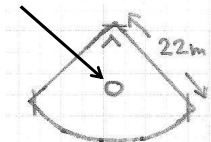


3. Eléments du filtre; éléments parasites L1 L3



3. Eléments du filtre; éléments parasites C3

Trou de diamètre 3mm



Layout de C3:

C3 est réalisé avec une plaque de cuivre isolée par une feuille de téflon contre le plan de masse.

Epaisseur du téflon: $d = 0.22\text{mm}$

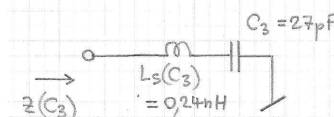
Paramètres:

- $\epsilon_0 = 8,84 \times 10^{-12} \text{ As/Vm}$
- $\epsilon_R = 2,1$ pour le téflon

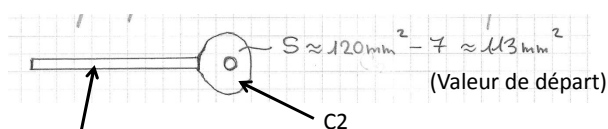
$$C = \frac{S}{d} * \epsilon_0 * \epsilon_R = 0.084\text{pF/mm}^2$$

Avec cette surface, on a 29pF en pratique. Couper un bout pour obtenir 27pF (Un capacimètre est très utile pour mesurer)...

Cette capacité a une inductance parasite très faible; voir le schéma équivalent de C3 ci-dessous



3. Eléments du filtre; éléments parasites C2



Connexion de C2

(Ligne «microstrip» 50Ω **qui ne fait pas partie de C2**)

Réalisation de C2

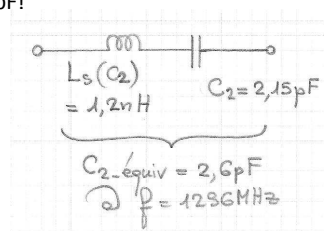
2 plaques Cu argentées, isolées par 4 feuilles de téflon de 0,22mm.

Réalisée selon le dessin ci-dessus, C2 avait une valeur de 2,4pF en basses fréquences, mais sa valeur à 1296MHz valait 2,97pF!

Raison = inductance parasite en série (layout)

Solution = diminuer la surface de C2

On coupe et à la fin on obtient la valeur voulue
À 1296MHz si $C2 = 2,15\text{pF}$

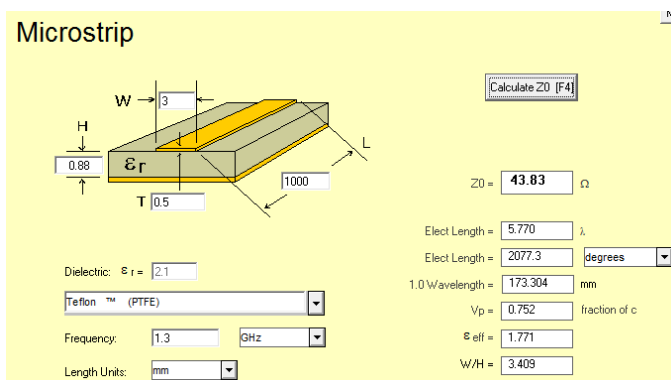


3. Éléments du filtre; éléments parasites

Lignes microstrip 50Ω

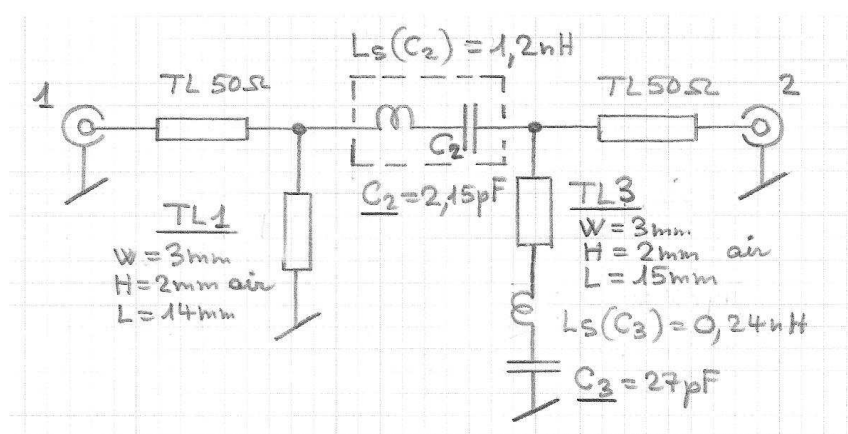
Elles sont réalisées avec une bande de cuivre de largeur 3mm (épaisseur 0,5mm) isolée par 4 feuilles de téflon superposées.

Le calcul donne $Z_0 = 44\Omega$, mais en pratique on mesure 50Ω car le téflon n'est pas totalement comprimé «à plat» par la bande de cuivre... (reste de l'air entre)

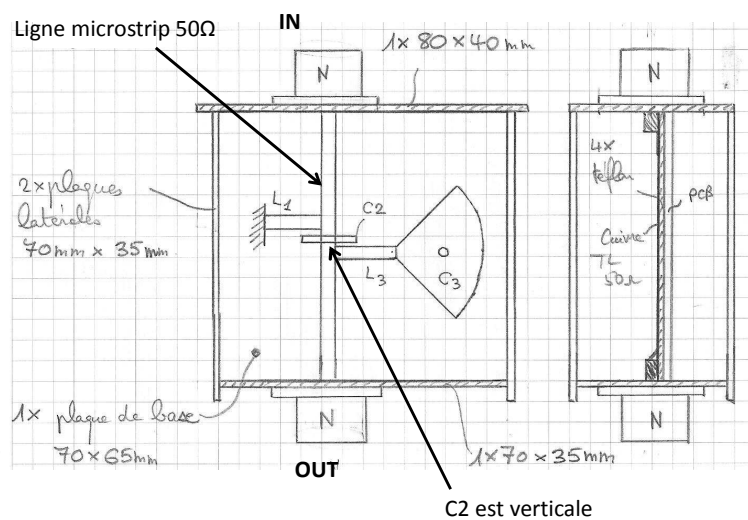


4. Construction

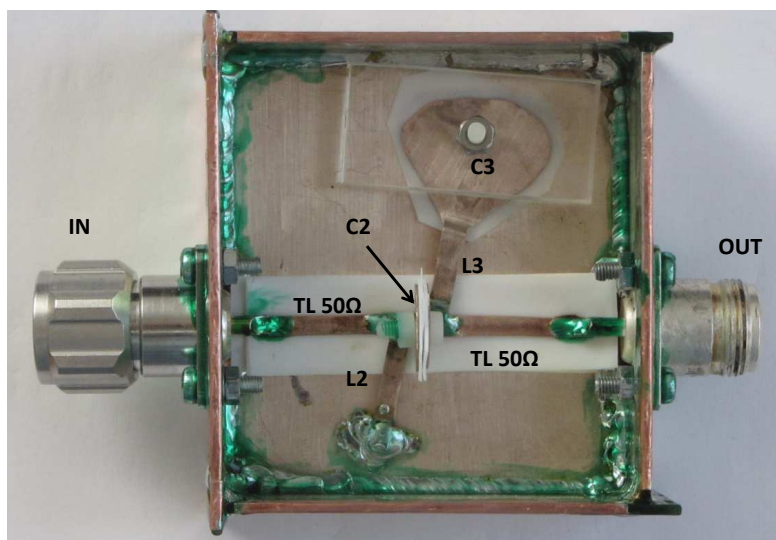
Schéma final



4. Construction

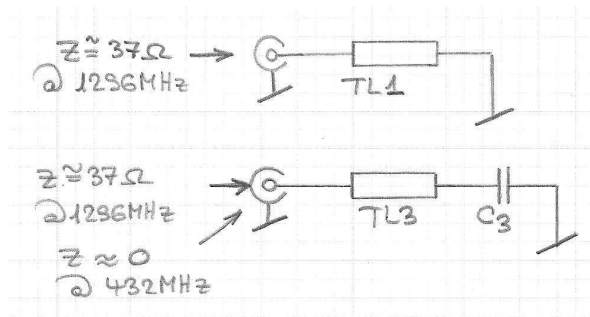


4. Construction



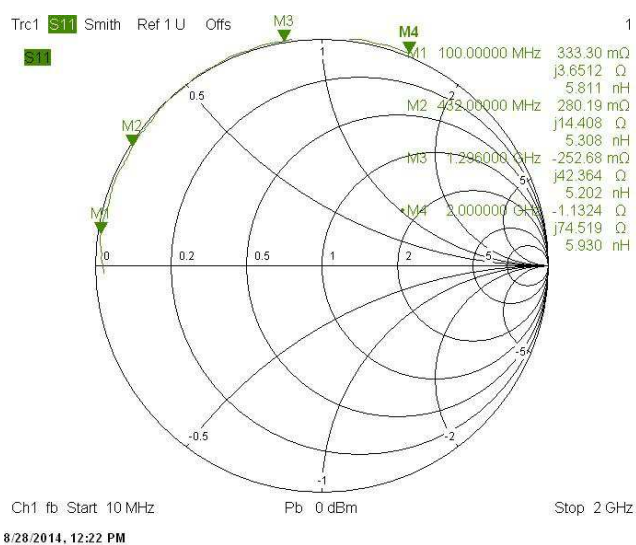
5. Réglages

On mesure l'impédance des éléments, montés sur un plan de masse et connectés à une fiche SMA avec un analyseur de réseau UHF



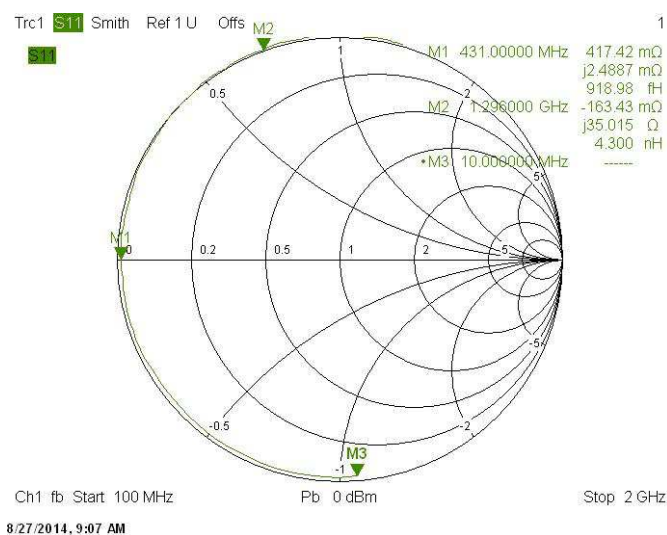
5. Réglages

Exemple: mesure de l'impédance de TL1 (L1)



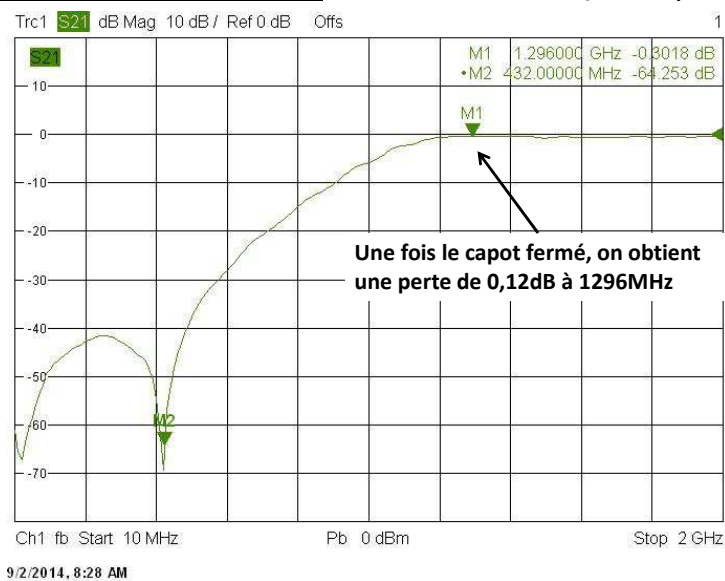
5. Réglages

Exemple: mesure de l'impédance de TL3 série C3



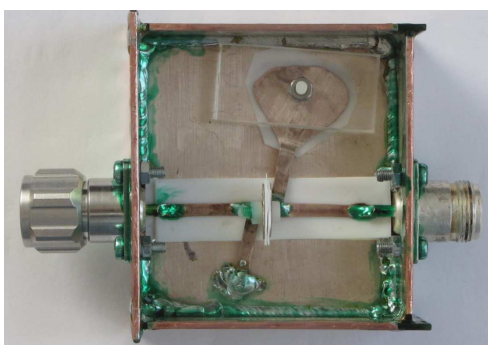
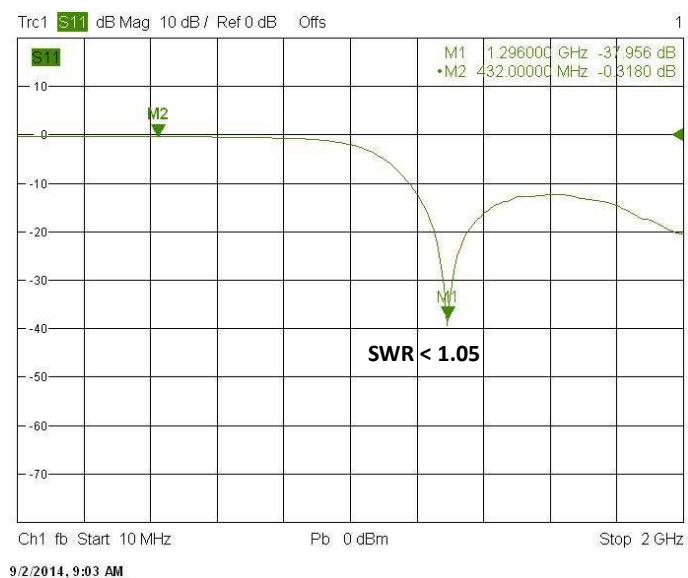
6. Résultats de mesures

Atténuation (Gain |S21|)



6. Résultats de mesures

SWR (Réflexion $|S_{11}|$)



Merci pour votre attention et 73,
François, HB9BLF

Smith chart Program:

<http://www.fritz.dellsperger.net/>

Downloads > Smith V3.10 Setup

Programme AppCAD de Agilent:

<http://www.hp.woodshot.com/>