

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

**Coupleur directionnel ou ROS-mètre  
(direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz  
Utilisable également en UHF et SHF**

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

1. Description

Le circuit décrit ci-après utilise un circuit imprimé prévu pour réaliser soit un coupleur directionnel ou un ROS-mètre en 1,2GHz.

Dans la bande 1,2GHz l'affaiblissement de couplage est d'environ 30dB pour les deux voies.

Ce circuit est utilisable également de 400MHz à 3000MHz (3GHz).

L'affaiblissement de couplage ne sera plus de 30dB mais sera supérieur à cette valeur, par ex. de 39,2dB @ 435MHz et de 37,8db @2,35GHz (valeurs relevées sur un de mes prototypes)

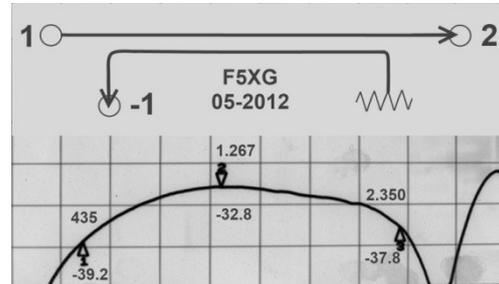


Figure 1 Relevé de mesure proto#2

Suivant les composants montés en surface et les sorties soit coaxiales ou par des condensateurs traversés on réalise l'une ou l'autre des fonctions mais pas les deux simultanément.

En fonction coupleur directionnel les sorties de mesure se font via deux embases SMA femelles.

Pour l'utilisation en ROS-mètre, les sorties de mesure se font via deux condensateurs traversés de 470pF ou 1nF.

Il est également possible, pour l'utilisation en coupleur directionnel, d'ajouter un atténuateur sur une ou les deux voies. (Décrit au paragraphe 2.3 Ajout d'atténuateur)

2. Analyse du circuit de mesure

2.1. Montage ROS-mètre

La Figure 2 ci-contre donne le schéma.

Si l'on applique la HF à l'entrée J1, FT1 sera la sortie détectée voie directe.

En conséquence J2 sera la sortie et FT2 sera la sortie détectée voie réfléchie.

J1 associée à la ligne imprimée L1, R1 et R1' (2 fois 100Ω en // donne 50Ω), D1 et C1 constituent le coupleur directionnel voie1.

J2 associée à la ligne imprimée L2, R2 et R2' (2 fois 100Ω en // donne 50Ω), D2 et C2 constituent le coupleur directionnel voie2.

La tension détectée de chaque voie est disponible respectivement sur FT1 et FT2.

Cette tension sera appliquée au circuit de visualisation qui pourra être un ou des galvanomètre(s) ou un afficheur LCD associé à un microcontrôleur, ou tout autre moyen d'affichage.

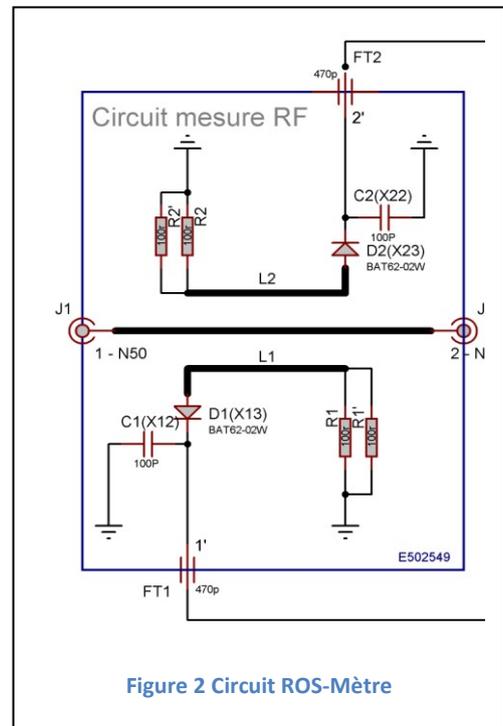


Figure 2 Circuit ROS-Mètre

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

Vous remarquerez le libellé C1(X12) sur la Figure 2.

(X12) donne la position de ce composant sur le circuit imprimé.

Les parenthèses (X\*\*) donnent la position sur le circuit imprimé E502549 des composants spécifiques à la fonction utilisée.

De même J1 a un libellé sur la Figure 2 : 1 -N50, on trouve sur le circuit imprimé E502549 également 1 en écriture.(d° pour la voie 2)

Voir la ci-contre Figure 3 Circuit E502549 ROS-Mètre

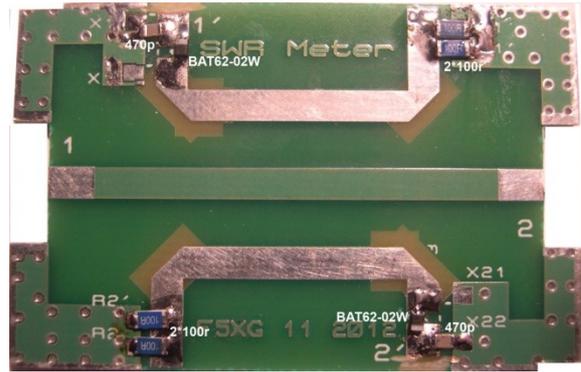


Figure 3 Circuit E502549 ROS-Mètre

### 2.2. Montage en coupleur directionnel

La Figure 4 ci-contre donne le schéma.

Si l'on applique la HF à l'entrée J1, J4 sera la sortie voie directe à ≈ -30dB.

En conséquence J2 sera la sortie et J3 sera la sortie voie réfléchie à ≈ -30dB.

J1 associée à la ligne imprimée L1, R1et R1' (2 fois 100Ω en // donne 50Ω) constituent le coupleur directionnel voie1.

J2 associée à la ligne imprimée L2, R2et R2' (2 fois 100Ω en // donne 50Ω) constituent le coupleur directionnel voie2.

La RF directionnelle de chaque voie est disponible respectivement sur les embases SMA femelles J3 et J4.

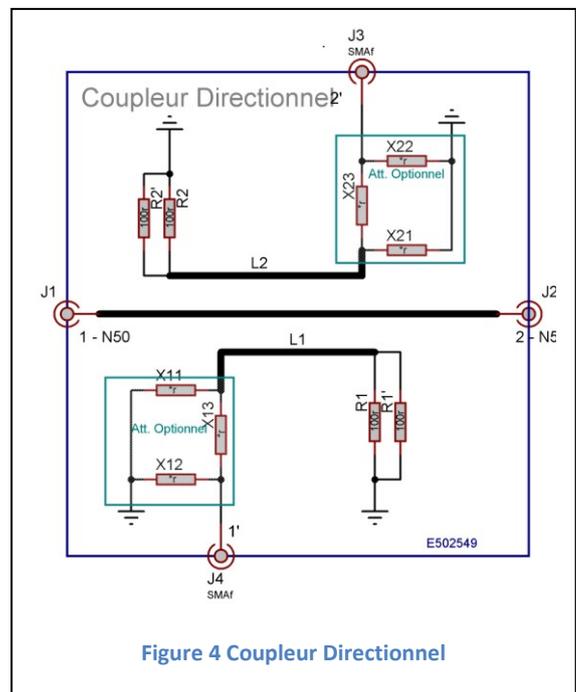


Figure 4 Coupleur Directionnel

### 2.3. Ajout d'atténuateur

Deux atténuateurs optionnels sont représentés sur la Figure 4, repérés X11 à X13 et X21 à X23.

Je vous conseille de ne pas installer un atténuateur supérieur à 30dB, car le rayonnement direct de la ligne principale entache dans ce cas l'efficacité d'atténuation.

Il est possible de ne monter qu'un seul atténuateur permettant ainsi de faire des relevés de mesure à deux niveaux de directionnalité.

Pour le calcul des atténuateurs 50Ω vous trouverez sur le site <http://f5xg.jimdo.com/> différents logiciels permettant de les calculer aisément. ATTENTION n'utiliser que des résistances CMS de préférence de taille 0805, et faire attention aux masses de retour (voir section 3.4 Câblage du circuit imprimé)

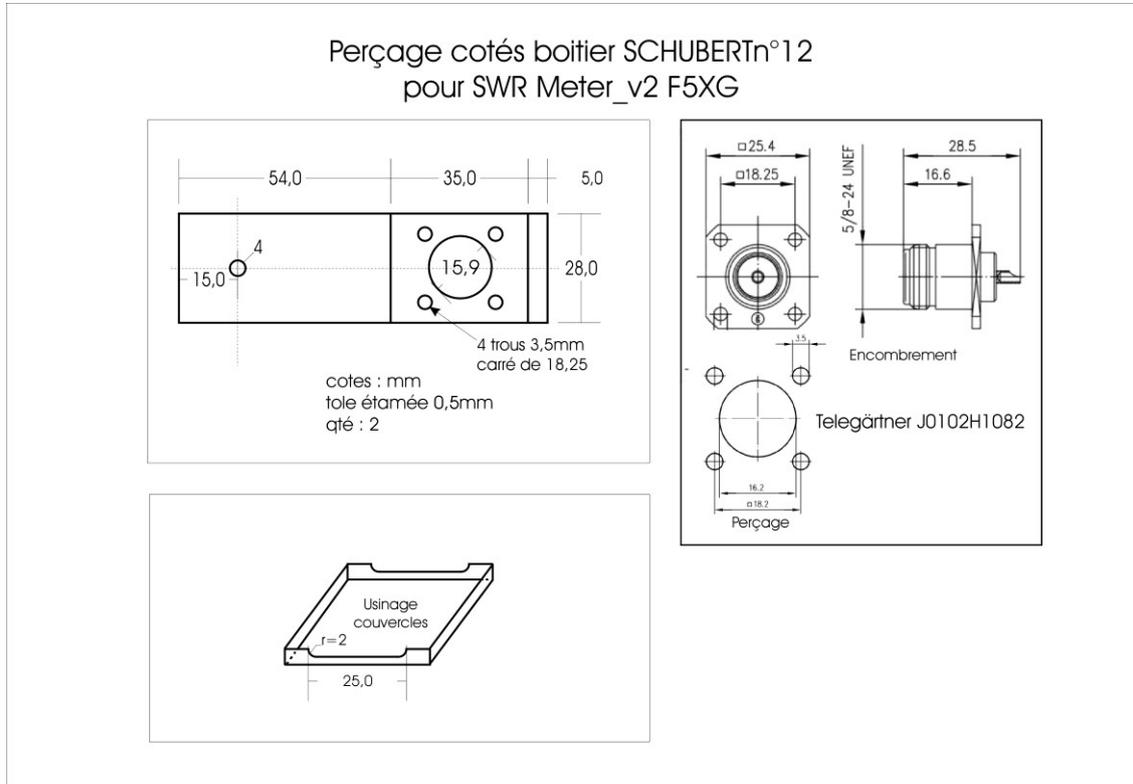
Si aucun atténuateur n'est monté, réaliser un pont avec un morceau de tresse à dessouder saturée de soudure ou mieux un feuillard de cuivre récupéré sur un morceau de câble coaxial Cu+Tresse 75Ω.

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

3. Câblage ROS-Mètre

3.1. Plan de tôlerie

Dans le kit les cotés sont déjà percés.



3.2. Assemblage du boîtier SCHUBERT n°12

- 1- Monter une embase N50Ω sur un coté du boîtier avec ses 4 vis + rondelles + écrous.
- 2- Sur le second coté l'embase N50Ω ne sera fixée que par deux vis + rondelles + écrous inférieurs, ceci permettra le passage du circuit imprimé préparé à l'étape câblage.
- 3- Insérer une rondelle de masse entre la partie étamée du corps du condensateur de traversée et le coté, souder cet ensemble sur chaque coté.
- 4- Assembler les deux parties et les maintenir provisoirement grâce à un couvercle installé coté vis manquantes.
- 5- NE PAS LES SOUDER à cette étape

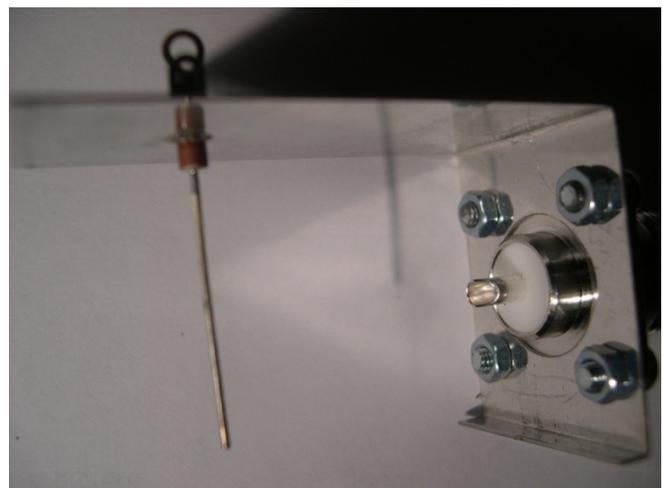


Figure 5 Mise en place des traversées et des embases

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

### 3.3. Préparation du circuit

Suivant l'embase 50Ω utilisée, détourner les zones définies ci-contre. Le kit comprend deux embases J0102H1082.

Limer les deux coins pour une bonne insertion dans le boîtier SCHUBERT n°12 préparé à l'étape précédente.

Gratter le vernis épargne coté masse X11/X12 et R1/R1' le plan de masse n'est pas fermé à ces points.

Enlever les parties de piste indiquées ci-contre (évite un cc. avec FT1 ou FT2)  
Vérifier que le circuit passe bien dans le boîtier assemblé provisoirement, au besoin limer symétriquement le circuit imprimé

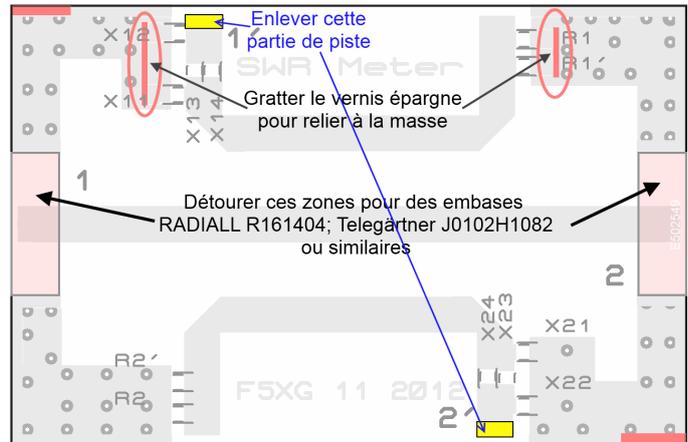


Figure 6 Préparation du circuit imprimé ROS-Mètre

### 3.4. Câblage du circuit imprimé

Ne démarrer cette opération que si vous avez suivi les étapes 3.2 et 3.3 ci-dessus.

Souder les résistances de 100Ω R1 et R1', ainsi que R2 et R2'.

Souder une queue de résistance coté masse de R1 et R1' pour confirmer la masse.

Contrôler à l'ohmmètre que 50Ω existent bien entre masse et chaque ligne de couplage.

Souder les deux diodes BAT62-02W en X14 et X24 (attention au sens !)

Terminer par C1 et C2 en X12 et X22

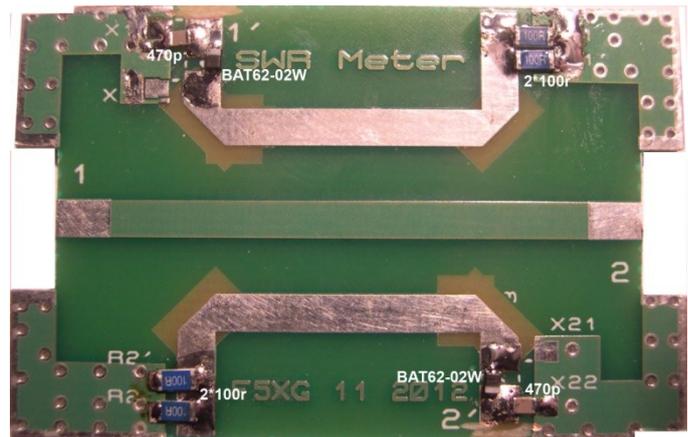


Figure 7 Câblage ROS-Mètre

### 3.5. Câblage dans le boîtier

Insérer le circuit imprimé câblé dans le boîtier préparé tel que décrit au § 3.2 4-

Le plaquer contre les broches des embases N servant de butées.

Mettre en place le couvercle coté opposé.

Retourner le boîtier, vérifier en déposant le 1<sup>er</sup> couvercle que le circuit est bien positionné (les broches doivent être en contact parfait avec la ligne principale 1 vers 2).

Si c'est le cas, remettre en place le 1<sup>er</sup> couvercle.

Souder sur environ 1cm au MILIEU des jointures EXTÉRIEURES des deux cotés, ce qui maintiendra le bon assemblage du boîtier.



Figure 8 Mise en boîtier

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

Déposer le couvercle coté des vis présentes sur chaque embase.

Re-vérifier que le circuit est bien en place.

Un fer de 100W ou un thermostaté à 450°C est utile pour les étapes suivantes.

Souder la broche centrale de chaque embase sur la ligne principale 1 vers 2.

Souder le plan de masse extérieur du circuit imprimé sur la périphérie de la tôle du boîtier.

Souder le corps des embases sur le circuit imprimé.

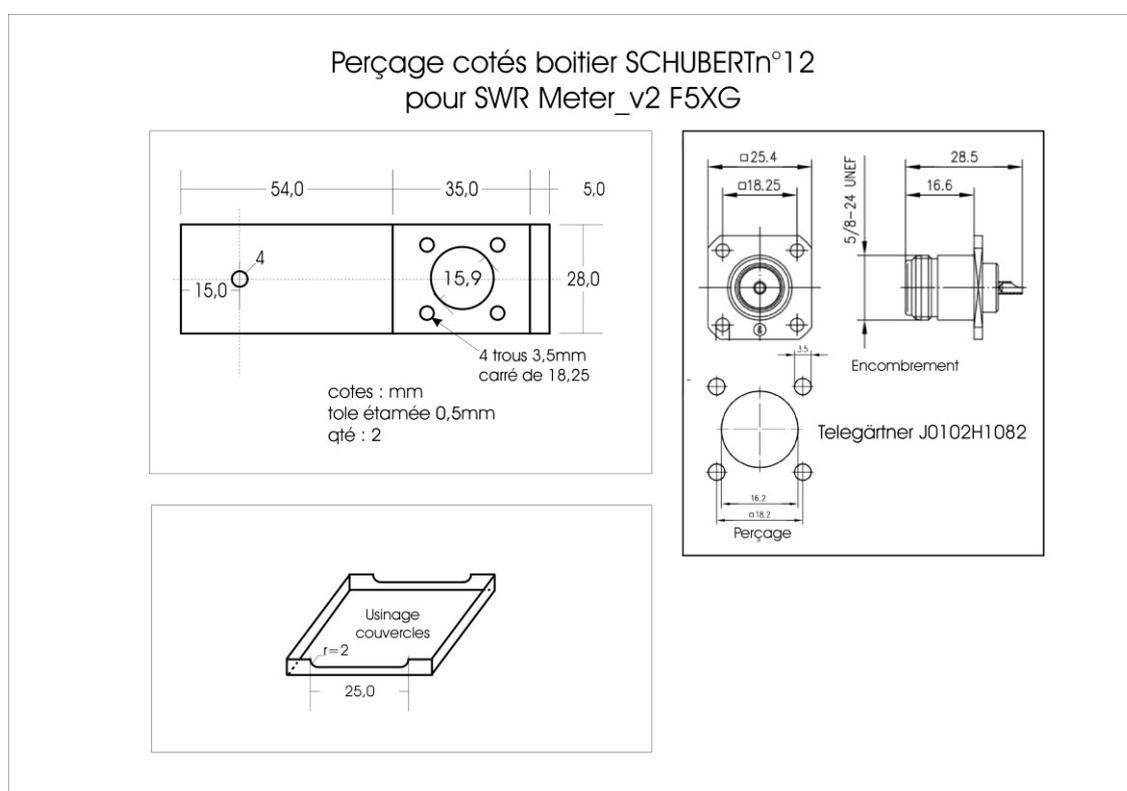
Confirmer par soudage les jointures INTÉRIEURES des deux cotés.

Souder le condensateur traversée au niveau C1-BAT62-02W et C2-BAT62-02W

#### 4. Câblage coupleur directionnel

##### 4.1. Plan de tôlerie

Dans le kit les cotés sont déjà percés.



Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

4.2. Assemblage du boîtier SCHUBERT n°12

- 1- Monter une embase N50Ω sur un côté du boîtier avec ses 4 vis + rondelles + écrous.
- 2- Sur le second côté l'embase N50Ω ne sera fixée que par deux vis + rondelles + écrous inférieurs, ceci permettra le passage du circuit imprimé préparé à l'étape câblage.
- 3- Insérer une embase SMA femelle en lieu et place du condensateur de traversée sur la Figure 9 Mise en place des SMA et des embases N, souder une SMA sur chaque côté.
- 4- A l'aide d'un cutter, enlever l'isolant téflon de chaque embase SMA à l'intérieur au ras de la tôle.
- 5- Assembler les deux parties et les maintenir provisoirement grâce à un couvercle installé côté vis manquantes.
- 6- NE PAS LES SOUDER à cette étape

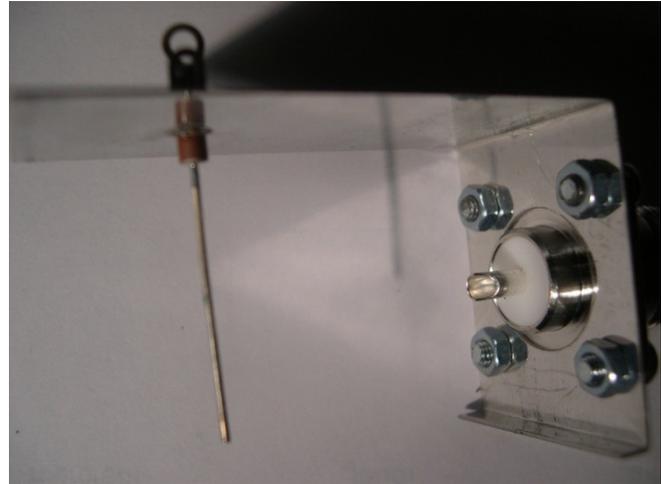


Figure 9 Mise en place des SMA et des embases N

4.3. Préparation du circuit

Suivant l'embase 50Ω utilisée, détourner les zones définies ci-contre. Le kit comprend deux embases J0102H1082.

Limer les deux coins pour une bonne insertion dans le boîtier SCHUBERT n°12 préparé à l'étape précédente.

Gratter le vernis épargne coté masse X11/X12 et R1/R1' le plan de masse n'est pas fermé à ces points.

Vérifier que le circuit passe bien dans le boîtier assemblé provisoirement, au besoin limer symétriquement le circuit imprimé

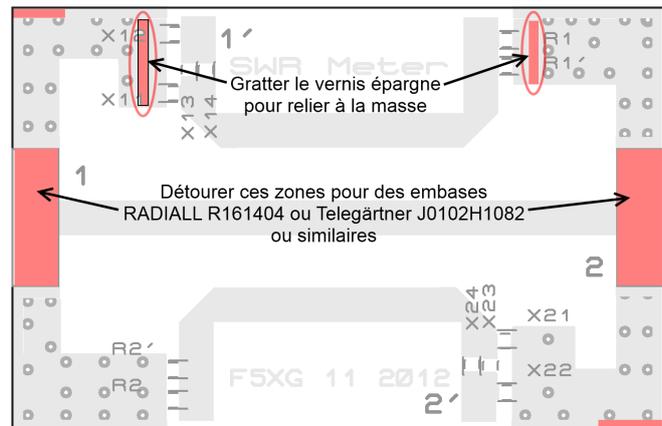


Figure 10 Préparation du circuit imprimé coupleur directionnel

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

#### 4.4. Câblage du circuit imprimé

Ne démarrer cette opération que si vous avez suivi les étapes 4.2 et 4.3 ci-dessus.

Souder les résistances de 100Ω R1 et R1', ainsi que R2 et R2'.

Souder une queue de résistance coté masse de R1 et R1' pour confirmer la masse.

Contrôler à l'ohmmètre que 50Ω existent bien entre masse et chaque ligne de couplage.

Mettre en place soit un pont avec un morceau de tresse à dessouder saturée de soudure ou mieux un feuillard de cuivre récupéré sur un morceau de câble coaxial Cu+Tresse 75Ω, entre la broche de l'embase SMA et la ligne de couplage.

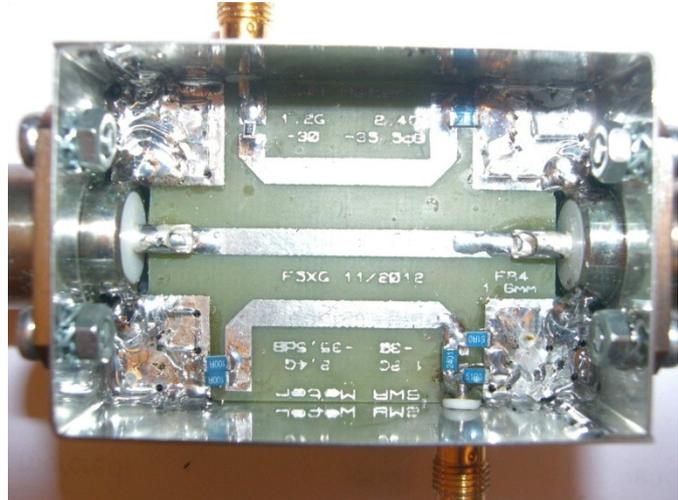


Figure 11 Circuit imprimé coupleur directionnel

#### 4.5. Câblage dans le boîtier

Insérer le circuit imprimé câblé dans le boîtier préparé tel que décrit au § 4.2 5-

Le plaquer contre les broches des embases N servant de butées.

Mettre en place le couvercle coté opposé.

Retourner le boîtier, vérifier en déposant le 1<sup>er</sup> couvercle que le circuit est bien positionné (les broches doivent être en contact parfait avec la ligne principale 1 vers 2).

Si c'est le cas, remettre en place le 1<sup>er</sup> couvercle.

Souder sur environ 1cm au MILIEU des jointures EXTÉRIEURES des deux cotés, ce qui maintiendra le bon assemblage du boîtier.

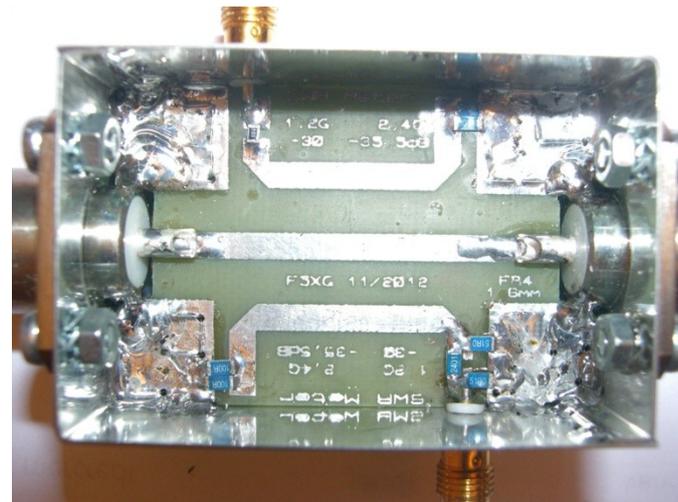


Figure 12 Mise en boîtier coupleur directionnel

Déposer le couvercle coté des vis présentes sur chaque embase.

Re-vérifier que le circuit est bien en place.

Un fer de 100W ou un thermostaté à 450°C est utile pour les étapes suivantes.

Souder la broche centrale de chaque embase sur la ligne principale 1 vers 2.

Souder le plan de masse extérieur du circuit imprimé sur la périphérie de la tôle du boîtier.

Souder le corps des embases au circuit imprimé (voir Figure 12 Mise en boîtier coupleur directionnel).

Confirmer par soudage les jointures INTÉRIEURES des deux cotés.

Souder la broche des embases SMA sur la ligne correspondante

Coupleur directionnel ou ROS-mètre (direct et réfléchi)  
 ≈-30dB@1267MHz (Utilisable également en UHF et SHF)

5. Calibration

5.1. ROS-Mètre

Il n'est pas impératif de réaliser une calibration précise, la compensation via les potentiomètres de pré réglage des voies directes et réfléchies sera suffisante sur la carte affichage.

Voir l'exemple ci-contre Figure 13 Exemple d'affichage.

Néanmoins pour les puristes, procéder comme suit. Il est nécessaire de disposer d'un générateur RF ou d'un émetteur à la fréquence de calibration.

La tension détectée doit avoir une amplitude supérieure à 300mV, qui est le seuil typique de détection de la diode BAT62-02W.

La puissance détectée devra être de :

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{0,3^2}{50} = \frac{0,090}{50} = 0,0018W = 2,55dBm$$

Ce qui donne bien 2,55dBm :

$$P_{dBm} = 10 * \text{Log}_{10}(P_{mW}) = 10 * \text{Log}_{10}(0,0018 * 1000) = 10 * 0,255 = 2,55dBm$$

Le coupleur directionnel est à ≈-30dB, donc la puissance d'entrée en dBm devra être supérieure à :

$$P_{entrée} = = 30 + 2,55 = 32,55dBm$$

Soit en mW :

$$P_{mW} = 10^{\left(\frac{P_{dBm}}{10}\right)} = 10^{\left(\frac{32,55}{10}\right)} = 10^{(3,255)} = 1798,87mW$$

Soit 1798mW →1,798W ≈1,8W

- Disposer d'une source de puissance ≥ 2W/50Ω
- Mettre une charge 50Ω adaptée à la puissance utilisée sur J2
- Injecter le signal RF sur J1
- Relever la tension sur FT1 à l'aide d'un millivoltmètre à haute impédance
- Inverser la source et la charge 50Ω (J2 reçoit la RF, J1 la charge 50Ω)
- Relever la tension sur FT2 à l'aide d'un millivoltmètre à haute impédance
- Théoriquement les tensions doivent être identiques à quelques dizaines de mV près.

Si cela n'est pas le cas la plus faible tension mesurée peut être compensée en ajoutant un fil sur sa ligne de couplage. (Voir Figure 14 Compensation du couplage)

Par comparaisons successives on atteint facilement des valeurs quasi identiques

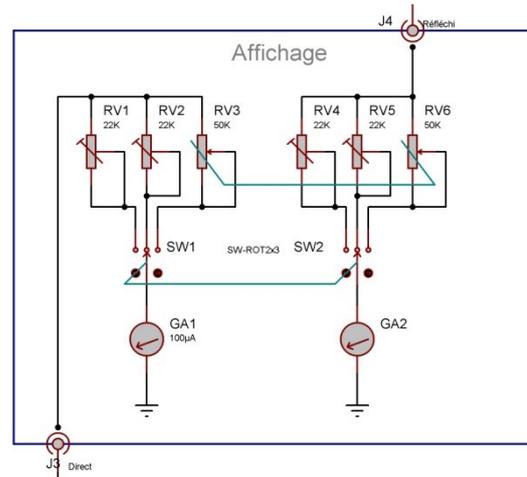


Figure 13 Exemple d'affichage

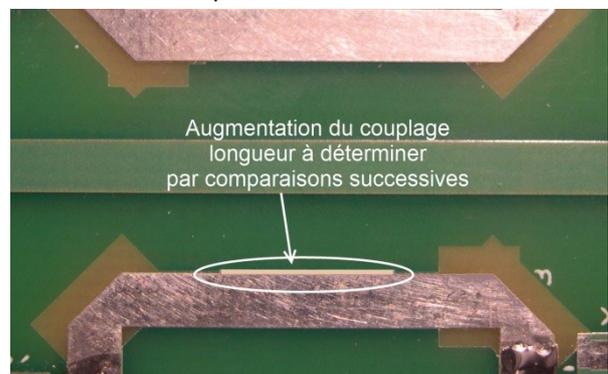


Figure 14 Compensation du couplage

## 5.2. Coupleur directionnel

Un analyseur scalaire ou vectoriel est nécessaire pour cette opération.

Voir schéma paragraphe 2.2

- Mettre une charge  $50\Omega$  adaptée sur J2
- Injecter le signal RF sur J1
- Relever l'affaiblissement sur J4
- Inverser la source et la charge  $50\Omega$  (J2 reçoit la RF, J1 la charge  $50\Omega$ )
- Relever l'affaiblissement sur J3
- Théoriquement les relevés doivent être identiques à quelques dixièmes de dB près. Si cela n'est pas le cas la plus faible valeur mesurée peut être compensée en ajoutant un fil sur sa ligne de couplage.

Par comparaisons successives on atteint facilement des valeurs quasi identiques

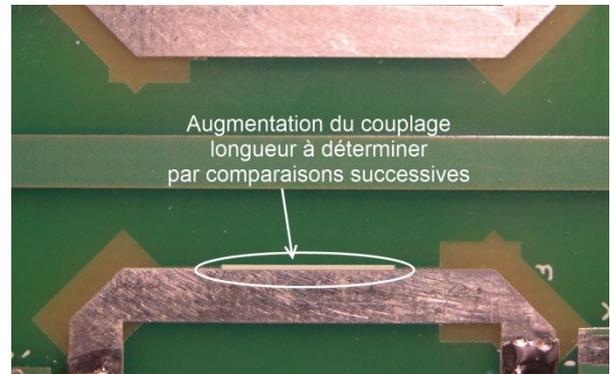


Figure 15 Compensation du couplage

---

<sup>i</sup> Il est possible d'optimiser à -30 dB, en calibrant les couplages voir § 5 Calibration.