

Coupleur - Diviseur 50 Ω à deux entrées 2,35GHz

1. Description

Ce coupleur est principalement destiné à associer deux antennes dans la bande 2,35 GHz.

Un coupleur est réversible c'est-à-dire qu'il peut également diviser par deux des sources en puissance égales de « théoriquement » 3dB.

En fait la somme ou la division des puissances est toujours inférieure à 3dB, du fait de l'adaptation qui n'est pas parfaite, des pertes de connexion, des pertes par effet de peau, etc.

Mais pour faciliter le langage restons à 3dB, soit un rapport de deux.

Cette description vous permettra de réaliser ensuite vous-même très facilement des couplages de toutes sortes et non limités à 2,35GHz.

2. Calculs

2.1. Rappel des formules

Pour coupler deux sources avec un système fréquentiel, on utilise la propriété du quart d'onde électrique qui permet de transformer l'impédance présente sur son entrée en une autre à sa sortie.

La formule du transformateur d'impédance quart d'onde est :

$$Z_{1/4\text{d'onde}} = \sqrt{Z_{\text{entrée}} * Z_{\text{sortie}}} \quad (1)$$

La longueur d'onde en mètres est donnée par la formule :

$$\lambda_m = \frac{300}{F_{(MHz)}} \quad (2)$$

La fréquence de fonctionnement étant de 2 350 MHz.

La dimension physique du quart d'onde est de :

$$\frac{\lambda_m}{4} = \frac{300}{4 * F_{(MHz)}} = \frac{75}{2350} \cong 0,032\text{m} \quad (3)$$

On doit tenir compte du coefficient de vélocité du milieu utilisé. Il est dû à la vitesse de propagation réduite dans un milieu autre que l'éther.

Le quart d'onde électrique est constitué dans notre cas d'un tube $\lambda/4$ électrique isolé dans l'air.

La constante diélectrique ϵ_r de l'air est de 1.

Il n'y a donc pas de réduction de la longueur physique déterminée dans l'équation (3) pour obtenir le quart d'onde électrique.

Les dimensions électriques du quart d'onde électrique seront donc :

$$\frac{\lambda_m}{4} = \frac{300}{4 * F_{(MHz)}} * \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{75}{2350} * \frac{1}{\sqrt{1}} \cong 0,032\text{m} = 32\text{mm} \quad (4)$$

L'impédance de nos antennes et des matériels que nous utilisons est en général de $Z_{\text{sortie}} = 50\Omega$. Nos antennes également, mais un peu de gymnastique d'esprit.

Si je mets deux résistances identiques de valeur R en parallèle la résultante est de R/2. Pour les impédances c'est la même chose. Si je mets deux impédances identiques de valeur Z en parallèle la résultante est de Z/2.

1^{er} choix : 50Ω en parallèle sur 50Ω = $Z_{\text{entrée}} 25\Omega$ → un seul 1/4 d'onde.

2^{ème} choix : élever les impédances d'antenne à 100Ω (un 1/4 d'onde par entrée), 100Ω en parallèle sur 100Ω = $Z_{\text{entrée}} 50\Omega$ → deux 1/4 d'onde.

Coupleur - Diviseur 50 Ω à deux entrées 2,35GHz

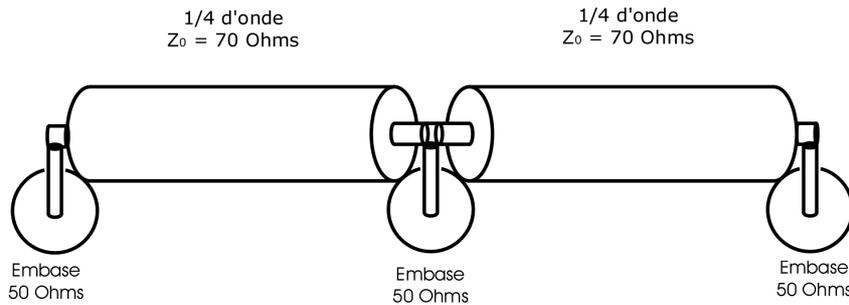
Il s'avère que c'est la seconde solution qui est la plus efficace pour sommer deux signaux.

Chaque entrée un quart d'onde de 50Ω vers 100Ω, qui seront en parallèle vers la sortie centrale du boîtier.

Chaque ¼ d'onde de longueur 32mm devra avoir comme impédance :

$$Z_{1/4 \text{ d'onde}} = \sqrt{Z_{\text{entrée}} * Z_{\text{sortie}}} = \sqrt{100 * 50} = \sqrt{5000} = 70,71\Omega$$

Principe du coupleur deux voies

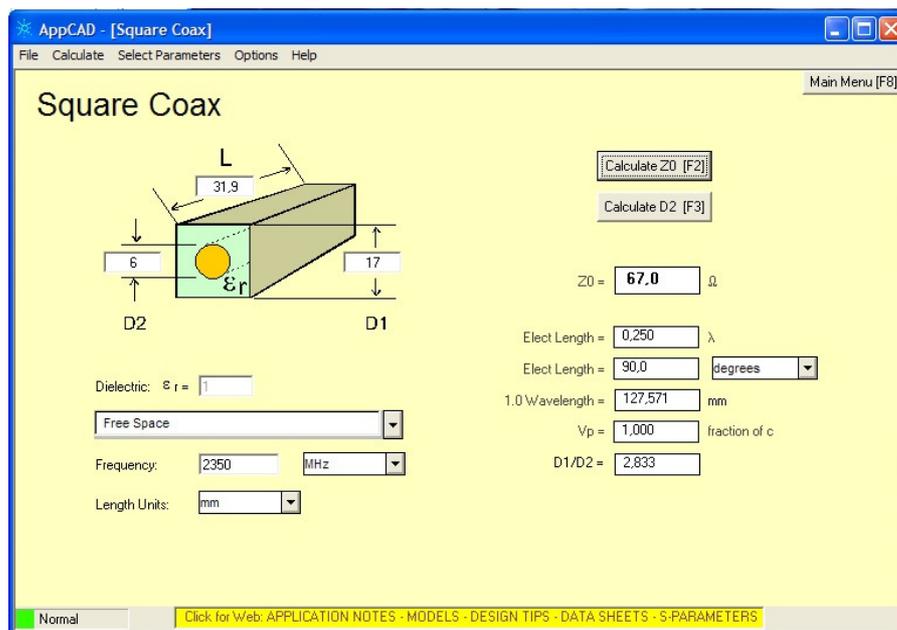
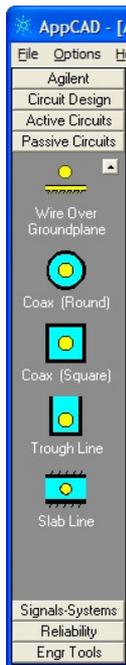


2.2. Simulation par logiciel

Nous utiliserons le logiciel gratuit de [Appcad / Hewlett-Packard](http://www.hp.woodshot.com/appcad/version302/setup.exe) outil très puissant qui permet « entre autres » de calculer des circuits à lignes passives. Adresse de téléchargement à la date de rédaction de ce document : <http://www.hp.woodshot.com/appcad/version302/setup.exe>

Lancer le logiciel.

Sélectionner « Passive Circuits »
Et cliquer sur l'icône « Coax (Square) » On obtient l'image ci-dessous (que j'ai complétée avec les données désirées).



Coupleur - Diviseur 50 Ω à deux entrées 2,35GHz

3. Réalisation

Matériel nécessaire :

- tube alu carré de 20 x 20 x 1,5, longueur 80mm
- trois embases N femelle à petite platine carrée, broche à souder longue (7mm min).
- tube aéromodélisme $\Phi 6$ mm, longueur 70mm
- vis M3x 6 (12 pièces), inox ou laiton

Percer :

- sur le tube carré au centre et à 31,9mm de part et d'autre les trous de fixation des trois embases N à 2,5mm.
- sur chaque coté gauche et droit au centre deux trous de 8mm, pour pouvoir souder la broche de l'embase du milieu.
- sur tube aéromodélisme de $\Phi 6$ mm au centre et à 31,9mm de part et d'autre les trous pour souder la broche des trois embases N (1,3mm typ. à vérifier).
- fileter à 3mm les quatre trous de chaque embase.
- ébavurer.
- si possible argenter le tube aéromodélisme de $\Phi 6$ mm.

Montage :

- fixer les embases
- présenter et centrer le tube à l'intérieur et souder chaque broche dans les trous aménagés au préalable
- vérifier ... et c'est terminé



Photo 1 : Coupleur terminé



Photo 2 : Le tube soudé à la broche N

Il n'y a aucun réglage à effectuer.

Le principe est adaptable à d'autres impédances, dimensions de tubes, fréquences, nombre d'entrées etc.... il faut simplement :

- respecter les impédances des $\frac{1}{4}$ d'onde
- déterminer le rapport des diamètres en fonction des tubes disponibles

Bonne réalisation

Pierre
F5XG

Coupleur - Diviseur 50 Ω
à deux entrées 2,35GHz