

Sonde de Moëbius (F4DXU)

<http://pagesperso-orange.fr/F4DXU/>

La sonde ou boucle de Moëbius est un capteur à induction au même titre qu'une boucle dite magnétique ou qu'une inductance a une spire. La longueur doit rester faible devant la longueur d'onde. Le mode de câblage de cette boucle ressemble étrangement au « ruban de Moëbius » d'où son nom.



L'image ci-contre montre la manière dont est constituée cette boucle à partir d'une récupération de rallonge coaxiale 50 ohms. Elle ne sera adaptée que si l'entrée de l'appareil de mesure auquel elle est connectée a une impédance caractéristique identique à la sienne. Si l'entrée est à haute impédance, une résistance de même valeur que son impédance caractéristique sera interconnectée en série avec le point de soudure sur la tresse du câble coaxial ou en parallèle par l'intermédiaire d'un T. Ceci pour éviter l'effet d'antenne sur la gaine du câble.

Pour la réaliser il suffit :

- d'ôter la gaine du câble au ras de la fiche.
- De dénuder l'autre extrémité en prenant soin de

couper l'écran en arrière de l'âme et de l'isolant.

- De souder l'extrémité de l'âme sur l'écran dégainé.
- Et enfin de protéger cette connexion avec un isolant du genre « Peau de chat liquide ».

Cette boucle a un diamètre d'environ 6 cm mais peut avoir un diamètre plus ou moins grand en fonction de la fréquence ou des besoins de couplage.

Cette sonde peut comporter plusieurs spires mais la longueur déployée doit rester très courte au regard de la longueur d'onde.

Comme le montre la photo ci-dessus, le courant entrant circule le long de l'âme, parcourt toute la boucle pour ressortir par l'écran. Cet écran a une triple fonction :

- Il recouvre entièrement la boucle et réalise la fonction d'écran électrostatique.
- Il assure le retour du courant.

- Il supprime la diaphonie ou couplage capacitif avec l'élément auquel la boucle est couplée.

Cette sonde de Moëbius est un instrument de mesure qui devrait faire parti des objets que l'on trouve habituellement dans un shack ou une caisse à outils, l'utilité en est multiple.

Utilisée conjointement à un pont de mesure d'impédance, cette boucle transforme l'ensemble en grid dip, appareil utile mais qui a presque totalement disparu des stations. C'est à la fois un fréquencemètre et un appareil qui permet de connaître la fréquence d'accord d'un circuit résonnant LC ou d'une antenne par absorption d'énergie à la résonance. Le pont d'impédance effectue aussi ce genre de mesure mais d'une manière différente, dans certains cas le couplage doit être lâche pour ne pas affecter la mesure.



Sur l'image de gauche la boucle est seule connectée à l'impédancemètre. On notera une résistance d'environ 50 ohm et un réactance de 180 ohm d'ou un ROS très élevé. Sur l'image de droite, un circuit résonant sur environ 65,550 MHz à été rajouté. Son couplage est très lâche même si le circuit est très près de la boucle. En effet, l'axe de la self est presque en quadrature (90°) avec l'axe de la sonde. Dans ce cas, la résistance est toujours d'environ 50 ohm mais la réactance est quasiment égale à 0, le SWR tombe à 1. Ce dip s'obtient en décalant très légèrement l'oscillateur de part et d'autre de la résonance. Le circuit résonant peut aussi être une trappe d'antenne multibande, un circuit de sortie d'amplificateur de puissance, etc.

La sonde de Moëbius peut être utilisée conjointement à un mesureur de champ. Par calcul il est possible de remonter à la valeur du champ mais dans beaucoup de cas une mesure relative est suffisante.

Le champ électrique E et magnétique H sont liés par l'impédance caractéristique du vide : $Z_0 = \frac{E}{H} = 377 \text{ ohms}$, voici les expressions de E et de H.

$E_{\text{eff}} = \frac{34 \cdot U_{\text{Crête}}}{S \cdot F}$ et $H_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{Crête}}}{7,9 \cdot S \cdot F}$ (1) avec S surface de la boucle en m^2 , F la fréquence en MHz, E en V/m et H en A/m.

Cette sonde est utilisée en CEM (compatibilité électromagnétique) car la tension mesurée donne directement l'image des champs perturbateurs.

Elle est aussi utilisée comme boucle de couplage à une boucle magnétique ou cadre magnétique. Dans ce cas et pour avoir une adaptation à 50 ohm, sa surface est d'environ $1/5^{\text{ième}}$ du cadre. Elle bénéficie d'une protection par son écran électrostatique, son effet directif permet d'ajuster le couplage par rotation.

Bonne bidouille F4DXU
Mise à jour : février 2011

Bibliographie :

1 - AEMC : <http://www.aemc.fr/>

F4DXU