

Un ROSmètre simple à lignes imprimées



Pour savoir si une antenne rayonne toute la puissance débitée par l'émetteur, on a besoin d'un instrument appelé ROSmètre. Cet appareil sert à mesurer le rapport entre la tension envoyée vers l'antenne et celle qui est renvoyée vers l'émetteur, en raison d'une désadaptation d'impédance. Les ROSmètres existent dans le commerce sous différentes formes et à différents prix. Nous vous proposons, dans cet article, un montage simple, facilement réalisable par le débutant et qui fait appel, pour la mesure, au multimètre qui se trouve déjà dans chaque atelier de passionné.



Les ROSmètres, également appelés TOSmètres ou SWRmeter en anglais, sont des instruments permettant de mesurer le Rapport d'Ondes Stationnaires (ou Taux d'Ondes Stationnaires). Ils sont indispensables aux professionnels, aux radioamateurs, aux cibistes, et à tous ceux qui installent des antennes d'émission.

Allez, directement dans le vif du sujet !

Les ROSmètres permettent de savoir s'il existe une désadaptation d'impédance entre l'antenne et la ligne de transmission qui est généralement un câble coaxial de 50 - 52 ohms.

Si, pour une raison quelconque, l'impédance de l'antenne est différente de celle du câble coaxial, une désadaptation d'impédance se produit.

Par conséquent, l'antenne ne parvenant pas à rayonner toute la puissance générée par l'émetteur, la partie non rayonnée est alors renvoyée vers la source sous forme d'ondes réfléchies.

En observant l'instrument de mesure monté dans les ROSmètres du commerce (voir figure 4), vous remarquerez que le début de l'échelle ne coïncide jamais avec le nombre 0, mais toujours avec le nombre 1 car, lorsque l'impédance de l'antenne se révèle parfaitement identique à l'impédance du câble coaxial, le rapport est égal à 1.

Dans le cas, par exemple, d'un câble coaxial de 52 ohms alimentant une antenne ayant également une impédance de 52 ohms, le rapport est égal à :

$$52 : 52 = 1$$

Si l'antenne présente une impédance de 80 ohms, le rapport sera de :

$$80 : 52 = 1,53$$

Tandis que si elle présente une impédance de 20 ohms, ce rapport sera de :

$$52 : 20 = 2,6$$

Note : la valeur d'impédance la plus grande est toujours divisée par la plus petite.

Une fois la valeur de ce rapport connue, on peut alors calculer le facteur de perte de l'antenne, c'est-à-dire quelle valeur de la puissance qu'elle reçoit est renvoyée à l'émetteur.

Pour calculer ce facteur de perte, on peut utiliser la formule suivante :

$$\text{Perte} = \frac{[(\text{rapport} - 1)]}{[(\text{rapport} + 1)]^2}$$

Note : le 2 présent à la fin de la formule indique que le résultat obtenu doit être élevé au carré.

Voici quelques exemples, afin de vous familiariser avec le calcul du facteur de perte :

Si l'on considère, pour commencer, le rapport $80 : 52 = 1,53$, on doit effectuer cette première opération :

$$(1,53 - 1) : (1,53 + 1) = 0,209$$

puis, on élève le résultat obtenu au carré :

$$0,209 \times 0,209 = 0,0436$$

En admettant que l'émetteur débite une puissance de 50 watts (avec le rapport d'ondes stationnaires égal à 1,53 de notre exemple), l'antenne renverra vers l'émetteur une puissance égale à :

$$50 \times 0,0436 = 2,18 \text{ watts}$$

Donc, ne seront donc plus rayonnés 50 watts, mais seulement :

$$50 - 2,18 = 47,82 \text{ watts}$$

Si l'on considère le rapport de $52 : 20 = 2,5$, on obtiendra, en faisant la première opération :

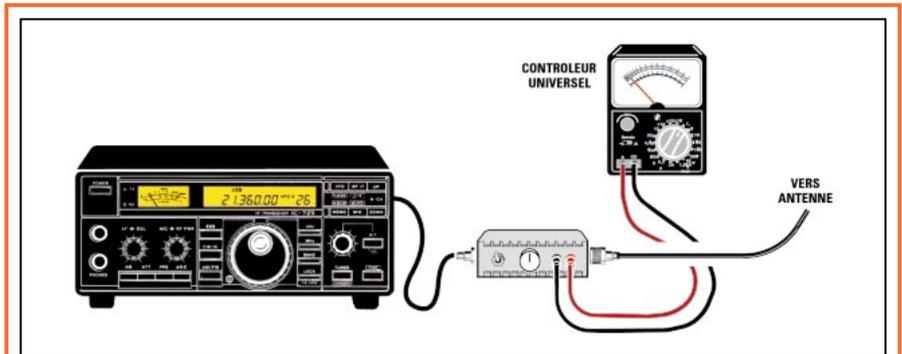


Figure 1 : Le ROSmètre qui vous est proposé, comme n'importe quel autre, doit toujours être branché entre la sortie de l'émetteur et le câble coaxial qui transporte le signal à l'antenne rayonnante. Pour lire la valeur des ondes directes et des ondes réfléchies, vous pouvez utiliser un multimètre réglé sur l'échelle 100 μ A.

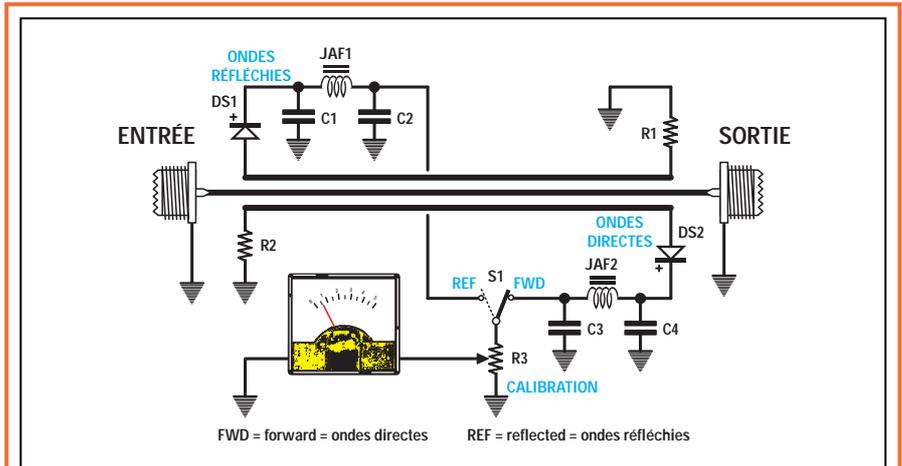


Figure 2 : Schéma électrique du ROSmètre à lignes imprimées. Les diodes Schottky 1N5711 peuvent aussi être remplacées par des équivalents BAR10 ou bien HP5082.

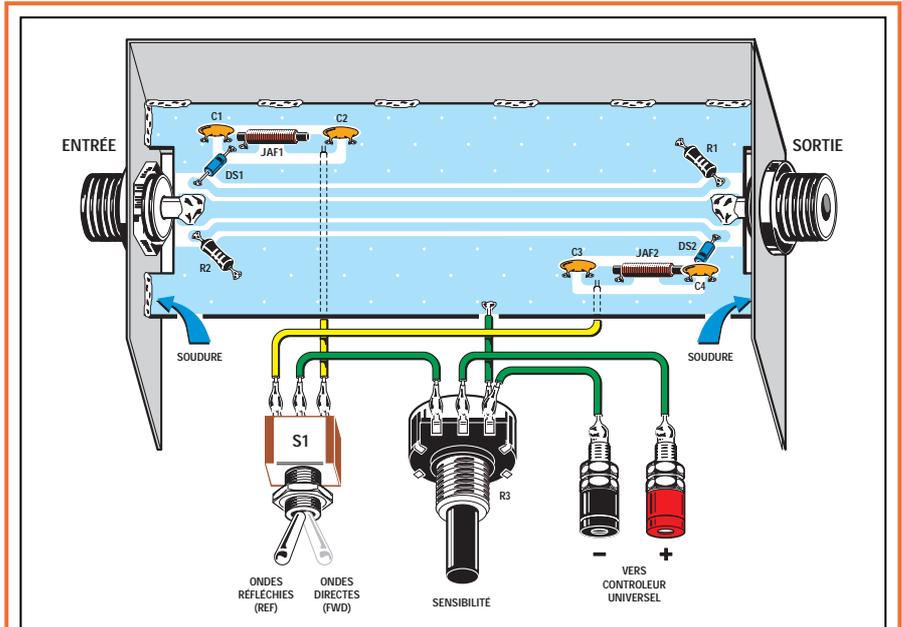
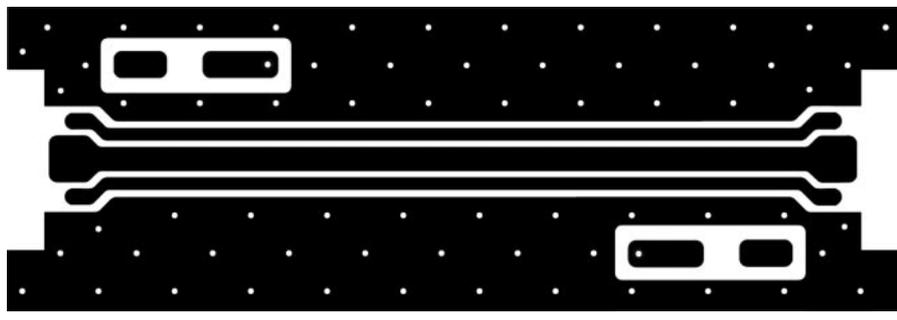


Figure 3a : Schéma d'implantation du ROSmètre. Une fois tous les composants montés sur le circuit imprimé, placez celui-ci à l'intérieur du boîtier métallique. Vous devez souder sur la piste centrale les sorties des fiches coaxiales d'entrée et de sortie. Comme vous pouvez le voir sur ce dessin et sur la photo de la figure 6, la masse du circuit doit être soudée en plusieurs endroits directement sur le boîtier métallique.



Liste des composants du ROSmètre LX.1394

- R1 : 100 Ω
- R2 : 100 Ω
- R3 : 47 kΩ pot. linéaire
- C1 : 10 nF céram.
- C2 : 10 nF céram.
- C3 : 10 nF céram.
- C4 : 10 nF céram.
- JAF1 : Self 10 μH
- JAF2 : Self 10 μH
- DS1 : Diode Schottky 1N5711
- DS2 : Diode Schottky 1N5711
- S1 : Inverseur

Figure 3b et 3c : Dessin du circuit imprimé double face LX.1394 à l'échelle 1. Si vous réalisez vous-même ce circuit, n'oubliez pas de souder des queues de résistances ou de condensateurs dans chaque trou et de chaque côté des plans de masse. N'oubliez pas non plus de souder les pattes des condensateurs C2 et C3 de chaque côté des pistes de façon à assurer la liaison électrique entre les fils venant de S1 et les pistes supérieures.

$$(2,5 - 1) : (2,5 + 1) = 0,428$$

et on obtiendra, en élevant ce résultat au carré :

$$0,428 \times 0,428 = 0,183$$

Donc, si l'émetteur débite une puissance de 50 watts, avec ce rapport d'ondes stationnaires de 2,5, l'antenne renverra vers l'émetteur :

$$50 \times 0,183 = 9,15 \text{ watts}$$

Seront alors rayonnés, non plus 50 watts, mais seulement :

$$50 - 9,15 = 40,85 \text{ watts}$$

Si le rapport d'ondes stationnaires reste d'une valeur allant de 1,4 à 1,5, nous pouvons parfaitement l'accepter, car l'antenne rayonne environ 96 % de la puissance qu'elle reçoit.

Si le rapport d'ondes stationnaires atteint une valeur de 2, l'antenne ne rayonne plus que 88,9 % de la puissance totale qu'elle reçoit, alors que si elle atteint une valeur de 4,0, l'antenne rayonne seulement 64 % de la puissance totale qu'elle reçoit. Donc, toujours avec un émetteur débitant 50 watts, l'antenne ne rayonnera plus que 32 watts :

$$(50 \times 64) : 100 = 32 \text{ watts}$$

On admet couramment qu'un taux maximum d'ondes stationnaire de 3 reste encore acceptable. Au delà, outre le fait que l'antenne ne rayonne plus qu'une partie de la puissance, l'étage final de l'émetteur risque fort de souffrir, surtout s'il est à transistors. Si rien ne peut être fait pour réduire le taux d'ondes stationnaires, la boîte de couplage s'impose alors. La boîte de couplage ne réduit ni les pertes de rayonnement ni le taux d'ondes stationnaires mais permet à l'émetteur de "voir" un ROS faible et, ainsi, de fonctionner dans de bonnes conditions. Mais ceci est un autre débat qui nous éloigne de notre sujet !

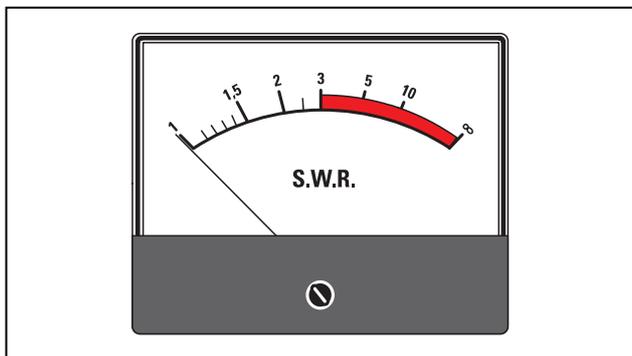


Figure 4 : Dans tous les ROSmètres que l'on trouve dans le commerce, l'échelle de l'instrument de mesure se présente comme sur cette figure, c'est-à-dire en commençant non pas par 0 mais toujours par 1.

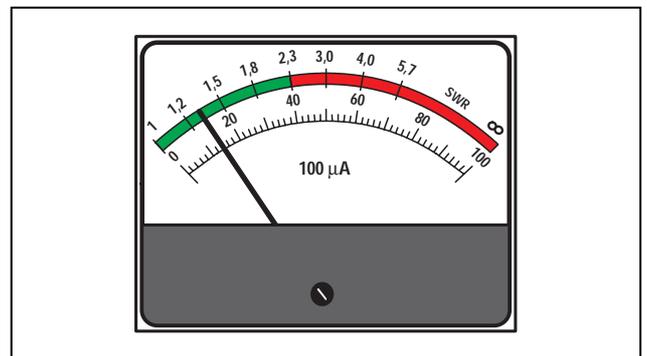


Figure 5 : Etant donné que dans ce ROSmètre nous utilisons un multimètre sur l'échelle 100 μA, nous indiquons, avec ce dessin, la valeur du ROS correspondante.

Un tableau bien pratique

Vous trouverez, dans la première colonne du tableau 1, le rapport des ondes stationnaires, dans la seconde colonne, le facteur de perte et dans la dernière le pourcentage de la puissance rayonné par l'antenne.

En connaissant le rapport d'ondes stationnaires, relevé par le ROSmètre, on peut connaître la valeur de l'impédance de l'antenne.

Par exemple. Si, en reliant une antenne à un câble coaxial de 52 ohms, le ROSmètre nous indique une valeur de 1,5, l'impédance de l'antenne peut être de :

$$52 \times 1,5 = 78 \text{ ohms}$$

ou bien alors de :

$$52 : 1,5 = 34 \text{ ohms}$$

Si le ROSmètre indique une valeur plus grande, c'est-à-dire 2,0, l'impédance de l'antenne peut être de :

$$52 \times 2,0 = 104 \text{ ohms}$$

ou bien de :

$$52 : 2,0 = 26 \text{ ohms}$$

En fait, on obtient la même valeur d'ondes stationnaires lorsque l'impédance de l'antenne est plus grande que celle du câble coaxial, que lorsqu'elle est plus petite.

Néanmoins, l'expérience aide à savoir dans quel sens lire la valeur obtenue. Une antenne de type dipôle (doublet, beam, etc.) a une impédance, au centre, située entre 50 et 75 ohms. Une antenne de type verticale a une impédance située entre 30 et 50 ohms. Bien entendu, une erreur d'estimation est toujours possible. Seul l'impédancemètre d'antenne pourra donner la valeur exacte (voir Electronique magazine numéro 3, page 38 et suivantes).

Un ROSmètre simple

Le ROSmètre le plus simple, pouvant être réalisé par un amateur, est le ROSmètre à lignes imprimées.

TABLEAU 1

| rapport ROS-SWR | coefficient de perte | puissance rayonnée |
|-----------------|----------------------|--------------------|
| 1,0 | 0,000 | 100 % |
| 1,1 | 0,002 | 99,8 % |
| 1,2 | 0,008 | 99,2 % |
| 1,3 | 0,017 | 98,3 % |
| 1,4 | 0,030 | 97,0 % |
| 1,5 | 0,040 | 96,0 % |
| 1,6 | 0,053 | 94,7 % |
| 1,7 | 0,067 | 93,3 % |
| 1,8 | 0,082 | 91,8 % |
| 1,9 | 0,096 | 90,4 % |
| 2,0 | 0,111 | 88,9 % |
| 2,1 | 0,126 | 87,4 % |
| 2,2 | 0,140 | 86,0 % |
| 2,3 | 0,155 | 84,5 % |
| 2,4 | 0,169 | 83,1 % |
| 2,5 | 0,184 | 81,6 % |
| 2,6 | 0,197 | 80,3 % |
| 2,7 | 0,211 | 78,9 % |
| 2,8 | 0,224 | 77,6 % |
| 2,9 | 0,237 | 76,3 % |
| 3,0 | 0,250 | 75,0 % |
| 3,1 | 0,260 | 74,0 % |
| 3,2 | 0,270 | 73,0 % |
| 3,3 | 0,286 | 71,4 % |
| 3,4 | 0,298 | 70,2 % |
| 3,5 | 0,309 | 69,1 % |
| 3,6 | 0,319 | 68,1 % |
| 3,7 | 0,330 | 67,0 % |
| 3,8 | 0,340 | 66,0 % |
| 3,9 | 0,350 | 65,0 % |
| 4,0 | 0,360 | 64,0 % |
| 4,1 | 0,370 | 63,0 % |
| 4,2 | 0,380 | 62,0 % |
| 4,3 | 0,390 | 61,0 % |
| 4,4 | 0,397 | 60,3 % |
| 4,5 | 0,405 | 59,5 % |
| 4,6 | 0,414 | 58,6 % |
| 4,7 | 0,422 | 57,8 % |
| 4,8 | 0,430 | 57,0 % |
| 4,9 | 0,437 | 56,3 % |
| 5,0 | 0,445 | 55,5 % |
| 5,1 | 0,452 | 54,8 % |
| 5,2 | 0,459 | 54,1 % |
| 5,3 | 0,466 | 53,4 % |
| 5,4 | 0,473 | 52,7 % |
| 5,5 | 0,479 | 52,1 % |
| 5,6 | 0,486 | 51,4 % |
| 5,7 | 0,492 | 50,8 % |
| 5,8 | 0,498 | 50,2 % |
| 5,9 | 0,504 | 49,6 % |

Pour d'évidentes raisons d'économie, nous n'avons pas prévu de galvanomètre (appareil de mesure) dans ce ROSmètre. Pour effectuer la mesure nous utiliserons n'importe quel multimètre commuté sur 100 μ A à fond d'échelle.

Comme vous pouvez le voir sur le schéma électrique de la figure 2, le signal HF, appliqué sur l'entrée, rejoint directement la sortie à travers une piste de cuivre du circuit imprimé double face.

Cette piste présente une impédance de 50 - 52 ohms, et s'adapte donc parfaitement à celles des câbles coaxiaux de même impédance.

Parallèlement à cette piste centrale, se trouvent deux autres pistes. La première, servant à prélever le signal de l'onde directe, c'est-à-dire celle que l'émetteur envoie vers l'antenne et la seconde, servant à prélever l'onde réfléchie, c'est-à-dire celle que l'antenne renvoie vers l'émetteur quand elle ne réussit pas à la rayonner.

On prélève l'onde directe de la piste reliant la diode DS2 à la douille banane de sortie, tandis que l'on prélève l'onde réfléchie de la piste reliant la diode DS1 à la douille banane d'entrée.

Etant donné que le circuit de mesure de l'onde directe est exactement identique au circuit de mesure de l'onde réfléchie, il est également possible de relier le signal de l'émetteur à la prise de sortie, et de prélever le signal à envoyer à l'antenne à la prise d'entrée. Ceci peut être intéressant en fonction de l'emplacement qui sera affecté au ROSmètre dans une station. Mais si on inverse entrée et sortie par rapport au schéma, il ne faudra pas omettre de croiser les fils de sortie de S1 !

Les tensions redressées par les deux diodes DS1 et DS2 sont prélevées par l'une des diodes grâce à l'inverseur S1, et sont appliquées sur le potentiomètre R3, servant à régler l'aiguille de l'instrument à fond d'échelle, quand l'inverseur S1 est positionné sur l'onde directe (FWD).

Ce ROSmètre est conçu pour travailler à des fréquences comprises entre 20 et 300 MHz. Il peut être utilisé sur des fréquences un peu plus basses ou un peu plus hautes mais la précision en souffrira. Néanmoins, si un "à peu près" est suffisant, il satisfera à tous les besoins de l'amateur.

Réalisation pratique

Réalisez le circuit imprimé ou montez sur le circuit imprimé LX.1394 fourni dans le kit, les quelques composants représentés sur la figure 3.

Nous vous conseillons de commencer par les deux diodes, DS1 et DS2, en dirigeant la partie de leur corps baguée de noir, vers les deux selfs de choc JAF1 et JAF2. Soudez ensuite, à l'autre extrémité de ces pistes, les

deux résistances de 100 ohms, R1 et R2.

Après avoir monté ces composants, poursuivez le montage en insérant les deux selfs JAF1 et JAF2 ainsi que les quatre condensateurs céramiques C1, C2, C3 et C4.

Prenez ensuite le boîtier métallique et fixez-y les douilles bananes d'entrée et de sortie, en serrant fermement les écrous côté intérieur.

Sur le côté de ce boîtier métallique, fixez les douilles de sortie pour le multimètre (voir figure 7), le potentiomètre R3 et l'inverseur S1.

Puis, insérez le circuit imprimé LX.1394 à l'intérieur du boîtier et soudez les sorties des prises "Entrée" et "Sortie" sur les extrémités de la piste centrale (voir figure 3).

Soudez ensuite, en différents endroits, la piste de masse entourant le périmètre imprimé au boîtier en métal (voir figure 3).

Si vous réalisez vous-même le circuit imprimé, reliez la masse supérieure à la masse inférieure en soudant de chaque côté du circuit imprimé double face, dans chaque trou, des queues de résistance ou de condensateur. N'oubliez pas que C2 et C3 doivent également être soudés de chaque côté du circuit afin d'assurer la liaison avec plots placés côté plan de masse et destinés à recevoir les fils venant de S1.

A l'aide de morceaux de fil gainé, reliez les plots, au-dessus desquels sont soudés les condensateurs C2 et C3, aux deux broches de l'inverseur S1. Reliez la masse du circuit imprimé au potentiomètre R3 et faites les quelques autres câblages en vous reportant à la figure 3.

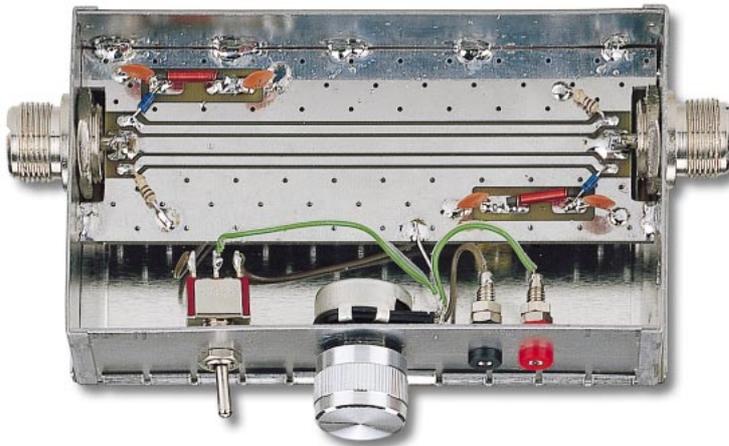


Figure 6 : Photo du ROSmètre à lignes imprimées, vu du côté composants. Le périmètre du circuit imprimé sera soudé directement sur le métal du boîtier, des deux côtés.

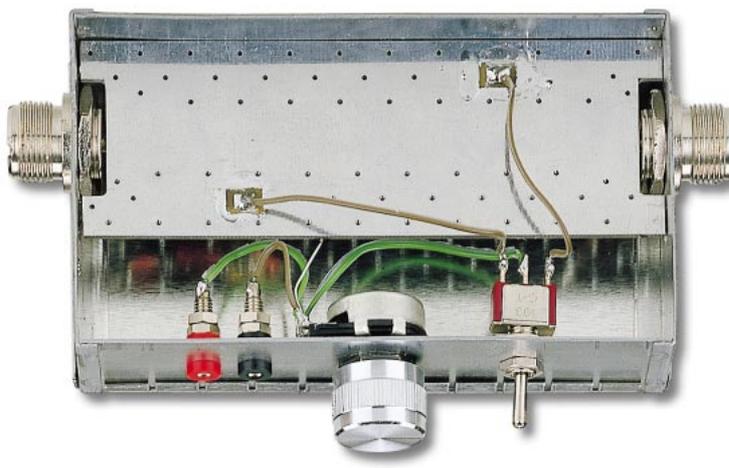


Figure 7 : Le même ROSmètre vu du côté opposé. Remarquez les deux fils reliant le circuit imprimé à l'inverseur S1. Le boîtier sera fermé avec les deux couvercles prévus dans le kit de montage.

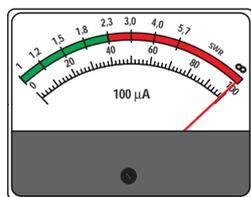


Figure 8 : Après avoir connecté le ROSmètre à la sortie de l'émetteur (voir figure 1), vous devez basculer l'inverseur S1 sur la position "ondes directes" (FWD), puis tourner le bouton du potentiomètre R3 jusqu'à ce que l'aiguille se positionne à fond d'échelle.

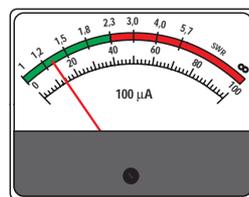


Figure 9 : Après avoir positionné l'aiguille à fond d'échelle (voir figure 8), basculez S1 sur la position "ondes réfléchies" (REF). Si l'antenne est parfaitement adaptée, vous verrez l'aiguille de l'instrument se positionner en début d'échelle.

Aucun composant ne nécessitant de réglage, vous pouvez dès lors fermer le boîtier avec ses deux couvercles.

Comment bien utiliser le ROSmètre ?

Après avoir connecté le ROSmètre à la sortie de l'émetteur et au câble coaxial (voir figure 1), suivez ces indications :

- 1 - Placez l'inverseur S1 sur la position "ONDE DIRECTE" (FWD)
- 2 - Connectez la sortie du ROSmètre à un multimètre sur le calibre 100 μA .
- 3 - Allumez l'émetteur, passez en émission à faible puissance puis tournez le bouton du potentiomètre R3 jusqu'à ce que l'aiguille bascule à fond d'échelle (voir figure 8).

Positionnez ensuite l'inverseur S1 sur "ONDE REFLECHIE" (REF), sans retoucher le bouton du potentiomètre R3 (voir figure 9).

Si l'impédance de l'antenne est la même que celle du câble coaxial, l'aiguille du multimètre viendra se placer en début d'échelle.

Dans le cas contraire, cela signifie que l'impédance de l'antenne n'a pas la même valeur que celle du câble coaxial et on peut donc conclure qu'il y a une désadaptation d'impédance ne permettant pas de rayonner toute la puissance débitée.

Grâce au tableau 1, vous pouvez évaluer la valeur du facteur de perte ainsi que le rendement de votre antenne.

Le ROSmètre étant relié à un multimètre commuté sur 100 μA , l'échelle commencera à 0 μA pour finir, à fond d'échelle, à 100 μA .

Pour savoir à quel rapport d'ondes stationnaires correspond un courant de 5, 10, 15 ou 20 μA , nous vous conseillons d'utiliser le tableau 2.

Quand utiliser le multimètre ?

Comme il existe une différence entre les graduations du contrôleur universel et celles des ROSmètres du commerce (qui sont en lecture directe), nous vous proposons d'utiliser cette formule :

$(\mu\text{A} \text{ onde directe} + \mu\text{A} \text{ onde réfléchie}) :$
 $(\mu\text{A} \text{ onde directe} - \mu\text{A} \text{ onde réfléchie})$
 = rapport d'ondes stationnaires

Voici un exemple pour vous permettre de vous familiariser avec cette formule.

Après avoir placé l'inverseur S1 sur la position "ondes directes", réglez l'aiguille du multimètre sur 100 μA .

Basculez ensuite S1 sur la position "ondes réfléchies".

Si, par exemple, l'aiguille revient sur 15 μA , effectuez cette simple opération (transposable pour n'importe quelle valeur) :

$$(1000 + 15) : (100 - 15) = 1,35$$

Avec ce rapport d'ondes stationnaires, la valeur d'impédance de l'antenne sera de :

$$52 \times 1,35 = 70,2 \text{ ohms}$$

mais également de :

$$52 : 1,35 = 38,5 \text{ ohms}$$

A présent, supposons qu'en tournant le potentiomètre R3 nous n'arrivions pas à régler l'aiguille à fond d'échelle car la puissance fournie par notre émetteur est insuffisante (et il est impossible de l'augmenter).

Si en position "ondes directes" l'aiguille du multimètre indique 80 μA et en position "ondes réfléchies", 10 μA , vous devez intégrer ces deux nouvelles valeurs dans la formule :

$$(80 + 10) : (80 - 10) = 1,28$$

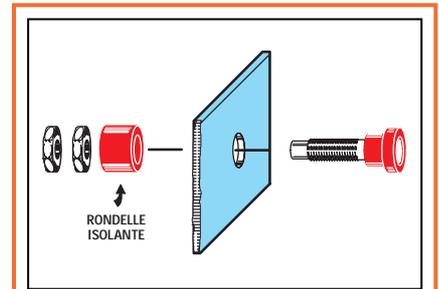


Figure 10 : Avant de fixer les douilles bananes de sortie pour le multimètre, vous devez retirer la rondelle isolante en plastique et l'insérer au dos de la face avant afin d'assurer l'isolation.

Avec ce rapport d'ondes stationnaires, la valeur d'impédance de l'antenne pourra être de :

$$52 \times 1,28 = 66,5 \text{ ohms}$$

mais aussi de :

$$52 : 1,28 = 40,6 \text{ ohms}$$

Maintenant que vous savez comment calculer le rapport d'ondes stationnaires, vous saurez que le multimètre peut également être réglé sur une valeur de fond d'échelle différente, par exemple de 200 ou 300 μA . Il suffit de placer les bonnes valeurs dans la formule pour obtenir le bon résultat.

Il est très important d'adapter parfaitement l'impédance de l'antenne à celle du câble coaxial, non seulement pour être en mesure de dissiper toute la puissance que l'émetteur est capable de fournir, mais également pour réduire les pertes infligées au signal à recevoir.

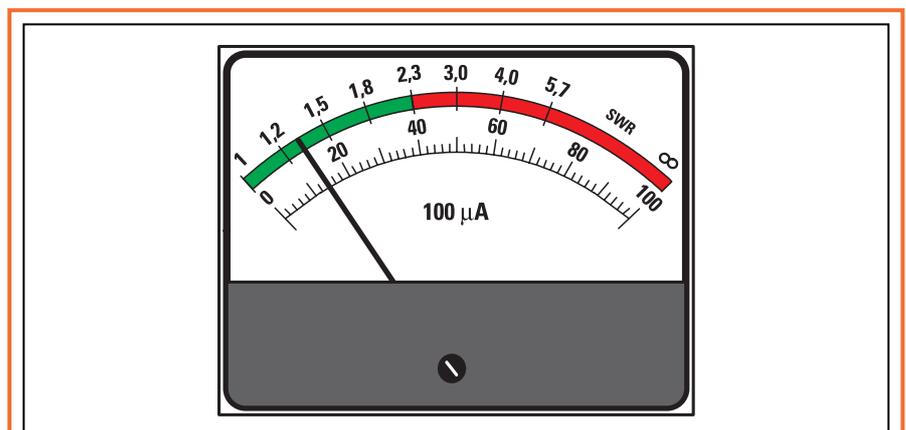


Figure 11 : Si le multimètre est réglé à l'échelle 100 μA , après avoir positionné l'inverseur S1 sur "ondes directes" et tourné le potentiomètre R3 de façon à faire basculer l'aiguille à fond d'échelle, commutez l'inverseur S1 sur "ondes réfléchies". Vous pourrez ainsi lire la valeur, en microampère, de l'onde réfléchie et connaître, à l'aide du tableau 2, le rapport des ondes stationnaires ainsi que le rendement de l'antenne.

TABLEAU 2

| échelle 100 μ A | rapport SWR | rendement antenne |
|------------------------|----------------|----------------------|
| 0,0 | 1,00 | 100 % |
| 2,5 | 1,05 | 99,9 % |
| 5,0 | 1,10 | 99,8 % |
| 7,0 | 1,15 | 99,5 % |
| 10,0 | 1,22 | 99,0 % |
| 12,0 | 1,27 | 98,6 % |
| 15,0 | 1,35 | 97,8 % |
| 18,0 | 1,44 | 96,7 % |
| 20,0 | 1,50 | 96,0 % |
| 22,0 | 1,56 | 95,1 % |
| 25,0 | 1,67 | 93,7 % |
| 28,0 | 1,78 | 92,1 % |
| 30,0 | 1,86 | 91,0 % |
| 32,0 | 1,94 | 89,8 % |
| 35,0 | 2,07 | 87,8 % |
| 38,0 | 2,23 | 85,5 % |
| 40,0 | 2,33 | 84,0 % |
| 42,0 | 2,45 | 82,3 % |
| 45,0 | 2,64 | 79,7 % |
| 50,0 | 3,00 | 75,0 % |
| 55,0 | 3,45 | 69,7 % |
| 60,0 | 4,00 | 64,0 % |
| 70,0 | 5,67 | 51,0 % |

En effet, si l'antenne capte un signal de 1,5 microvolt et que le rapport de désadaptation est égal à 4, le signal reçu par le récepteur aura une amplitude inférieure à 64 %, c'est-à-dire :

$$(1,5 \times 64) : 100 = 0,96 \text{ microvolt}$$

Cette valeur étant inférieure à 1 microvolt, elle ne sera pas détectée par un récepteur un peu "mou". Vous voyez, maintenant, tout l'intérêt d'une parfaite adaptation d'impédance entre antenne et coaxial. En émission, il est toujours possible de compenser les pertes induites par une désadaptation d'impédance en augmentant la puissance. Il n'en est pas de même en réception. L'adjonction d'un préamplificateur HF ne résout pas tout car il induit une augmentation du bruit. Une parfaite adaptation de l'antenne à la ligne de transmission est garante de bons résultats, tant en émission qu'en réception.

Le ROSmètre ne mesure les ondes stationnaires que s'il est connecté à la sortie d'un émetteur. Si vous ne disposez que d'un récepteur et que vous voulez néanmoins connaître l'état de votre adaptation d'impédance, vous devez utiliser un pont résistif tel que l'impédancemètre d'antenne LX.1393.

Où trouver les composants

Le dessin du circuit imprimé ainsi que la liste des composants étant fournis, vous pouvez vous approvisionner auprès des annonceurs de la revue ou de votre fournisseur habituel. Pour ceux qui préfèrent le "tout prêt" un kit (LX.1394) est également disponible. Voir publicités dans la revue.

◆ N. E.

KENWOOD

LA MESURE



OSCILLOSCOPES

Plus de 34 modèles portables, analogiques ou digitaux couvrant de 5 à 150 MHz, simples ou doubles traces.



ALIMENTATIONS

Quarante modèles digitaux ou analogiques couvrant tous les besoins en alimentation jusqu'à 250 V et 120 A.



AUDIO, VIDÉO, HF

Générateurs BF, analyseurs, millivoltmètres, distorsionmètre, etc... Toute une gamme de générateurs de laboratoire couvrant de 10 MHz à 2 GHz.



DIVERS

Fréquencemètres, Générateurs de fonctions ainsi qu'une gamme complète d'accessoires pour tous les appareils de mesures viendront compléter votre laboratoire.



GENERALE
ELECTRONIQUE
SERVICES

205, RUE DE L'INDUSTRIE
Zone Industrielle - B.P. 46
77542 SAVIGNY-LE-TEMPLE Cedex
Tél. : 01.64.41.78.88
Télécopie : 01.60.63.24.85

ET 6 MAGASINS GES À VOTRE SERVICE