

Pertes dans les coupleurs d'antenne, et comparaison des différences de fonctionnement (I)

Par Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud 4, 1800 Vevey

Introduction. Nous allons aborder ici, un aspect souvent mal connu des coupleurs d'antennes, celui des pertes occasionnées par leur utilisation. N'importe quel organe de transfert d'énergie électrique occasionne des pertes, et les coupleurs d'antenne n'échappent pas à la règle. De plus, nous ferons d'utiles comparaisons du fonctionnement de ceux-ci afin que l'amateur puisse faire le meilleur choix possible, compte tenu des antennes qu'il veut ou le plus souvent qu'il peut utiliser.

Pour le calcul des pertes, nous avons fait des mesures sur une antenne verticale 18 AVT de la firme Hy-Gain branchée au coupleur MN 2000 de Drake, pour la seule bande 80 mètres. L'amateur pourra utiliser la même méthode de mesures pour n'importe quelle antenne alimentée par un câble coaxial, utilisant un coupleur asymétrique/asymétrique, et pour n'importe quelle bande.

Quels sont les notions vraiment utiles nécessaires pour la compréhension de cet exposé?

- Bien connaître la notion d'impédance, la façon de la mesurer, et connaître sa représentation sous forme d'expression imaginaire ou vectorielle.
- Connaître les rudiments du calcul vectoriel. Ce calcul est d'une utilisation tellement pratique, que l'on aurait tort de s'en priver. On arrive ainsi facilement grâce à lui à des résultats immédiats.

Que l'amateur n'ayant aucune idée de ce calcul ni des imaginaires, ne s'effraie pas, nous exposerons ici les rudiments justes nécessaires pour le but poursuivi. Cela en vaut la peine, car le calcul vectoriel se prête particulièrement bien à la résolution de problèmes comportant des impédances.

Rudiments de connaissances pour la représentation vectorielle ou imaginaire d'une impédance. Un vecteur est représenté sur un plan par une droite partant d'une origine, selon une direction déterminée. La longueur de la droite correspond à la valeur que l'on veut représenter, et s'appelle le module du vecteur, et la flèche en extrémité

de la droite terminant celle-ci, indique le sens du vecteur. Celui-ci forme un angle par rapport à une ligne horizontale passant par son origine. Cet angle est l'argument du vecteur.

Addition de deux vecteurs: On commence par les ramener à la même origine, on trace le parallélogramme en tenant compte des deux directions, et l'on obtient facilement la somme vectorielle en traçant le vecteur somme partant de l'origine et aboutissant à l'intersection des lignes parallèles.

Soustraction de deux vecteurs: Idem à l'addition, sauf que l'on inverse la direction du vecteur que l'on veut soustraire.

Représentation vectorielle d'une impédance: Une impédance Z sera représentée par la somme vectorielle d'une partie horizontale représentant la résistance ohmique pure R , et d'une partie verticale X , placée à l'extrémité du vecteur R représentant la réactance capacitive X_C , vers le bas ou inductive X_L vers le haut.

Représentation symbolique d'un vecteur : On souligne simplement la lettre désignant le vecteur. Deux traits verticaux encadrant la lettre signifient que l'on prend la valeur du vecteur, appelée module.

Représentation imaginaire d'une impédance : On peut représenter une impédance Z par une expression algébrique comme suit:

$$\underline{Z} = a + j B \quad \text{ou bien} \quad \underline{Z} = a - j B$$

Dans le premier cas, a représente la partie réelle ohmique pure, alors que B représente une réactance inductive dans le premier cas. Dans le second cas, a représente toujours la partie réelle ohmique pure, alors que B représente une réactance capacitive. Nous arrêtons ici ce petit exposé qui suffira pour la compréhension de la suite. L'amateur pourra toujours perfectionner ses connaissances en étudiant ces matières dans les ouvrages qui ne manquent pas sur ces sujets.

Mesure des pertes résultantes de l'utilisation d'un coupleur : Le radio amateur est fasciné par la lecture de son SWR, et croit que, si celui-ci est de 1, (TOS de 0%), tout se passe pour le mieux, et que le système branché à la sortie de son TX/RX fonctionne d'une façon optimale. Or, tel n'est pas toujours le cas et nous allons le démontrer à partir de mesures effectuées à l'aide de matériel courant. Nos mesures porteront sur le type de coupleur le plus courant soit le coupleur asymétrique/asymétrique.

Mesure de l'impédance présentée par l'antenne 18 AVT bande 80 mètres. Instruments utilisés :

- Pont d'impédance «R-X Noise Bridge» Palomar (*Photo 1*)
- Indicateur de niveau: récepteur digital courant WE-12 Intersound.

La mesure est très facile à faire (voir le mode d'emploi du pont) et nous indique la valeur et la nature de l'impédance de l'antenne alimentée par son câble coaxial.

Fréquence de mesure: 3744 kHz, Valeur de l'impédance $\underline{Z} = 22 \text{ Ohms} - j 53,4 \text{ Ohms}$

L'antenne présente donc une réactance capacitive ($-j 53,4 \text{ Ohms}$) comme toute antenne verticale trop courte pour la fréquence considérée.

Partant de cette valeur d'impédance mesurée, et en utilisant le coupleur MN 2000 de Drake, nous pouvons tracer le schéma synoptique général (*figure 1*) de tout coupleur asymétrique/asymétrique, ainsi que les diagrammes vectoriels correspondants (*figures 2, 3, 4*).



Photo 1: Pont d'impédance côté réglage.

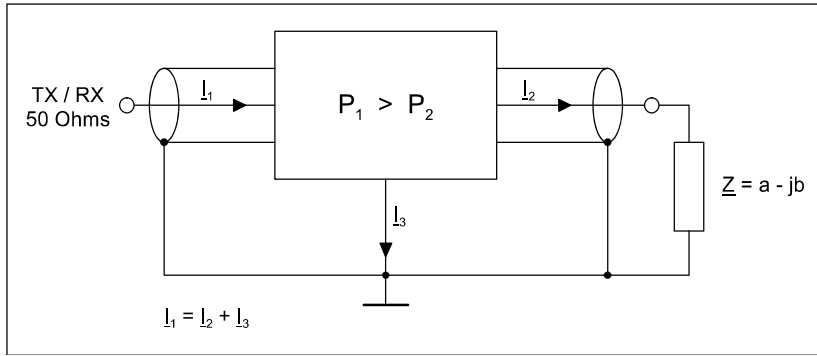


Figure 1: Coupleur asymétrique/asymétrique (Coaxial/Coaxial). Z : impédance d'antenne. P_1 : puissance d'entrée. P_2 : puissance de sortie.

Mesure de la tension à la sortie du coupleur MN 2000 : Instrument utilisé: Oscilloscope Tektronix 432 impédance d'entrée 1 MOhms 27 pF. Puissance d'entrée appliquée au coupleur: 10 Watts. Fréquence de mesure: 3744 kHz, Valeur mesurée: $V_{2e} = 35.35$ volts efficaces.

Nous possédons maintenant des valeurs très précieuses qui vont nous permettre, à l'aide de différents calculs, d'avoir une idée de la puissance réellement disponible pour le rayonnement. Ce n'est pas encore la puissance rayonnée, puisque que celle-ci s'obtiendra à partir de la puissance HF disponi-

le sur la partie réelle de l'impédance d'antenne, mais avec des pertes dues à l'antenne elle-même.

La puissance réellement rayonnée par une antenne n'est pas aisée à mesurer, mais c'est néanmoins possible à l'aide de moyens qui ne sont plus du domaine du radioamateur. La mesure se fait en plaçant l'antenne au centre d'une sphère, et en mesurant l'énergie captée sur toute la surface de la sphère. On arrive ainsi à déterminer par différents calculs quelle est la puissance HF à l'origine de celle captée sur la sphère. On l'imagine, cette mesure n'est faisable que par des laboratoires

spécialisés. Connaissant la puissance HF appliquée à l'antenne, ainsi que sa puissance HF rayonnée, il est très facile d'en déterminer le rendement à l'aide de la formule générale bien connue:

$$\text{Rendement (\%)} = 100 \times \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance introduite}}$$

Puissance utile = Puissance rayonnée en Watts. Puissance introduite = Puissance appliquée à l'antenne en Watts

Selon le professeur Fred Gardiol de l'EPFL, le rendement d'une antenne filaire est de l'ordre de 75 %. Plus le facteur de qualité Q de l'antenne est élevé, meilleur sera le rendement. Ces différentes mesures vont nous donner la possibilité de tracer les différents diagrammes vectoriels visibles sur les figures, et de faire différents calculs soit

Valeur du module de Z (impédance)

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{22^2 + 53.4^2} = 57.75 \Omega$$

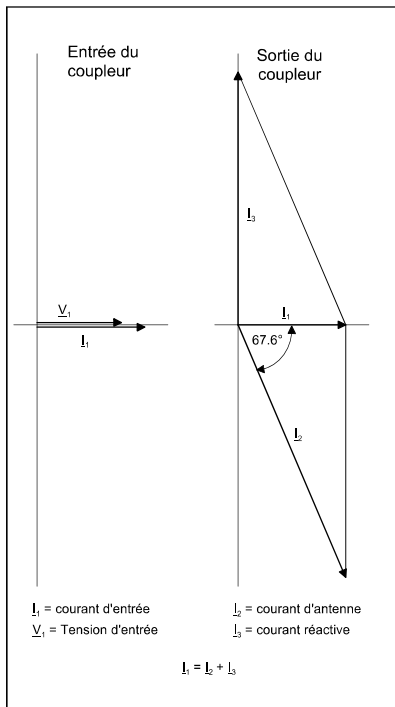


Figure 2: Coupleur asymétrique/asymétrique (Coaxial/Coaxial). Diagramme vectoriel des courants. On voit que, à l'entrée du coupleur tension et courant sont en phase comme sur une résistance.

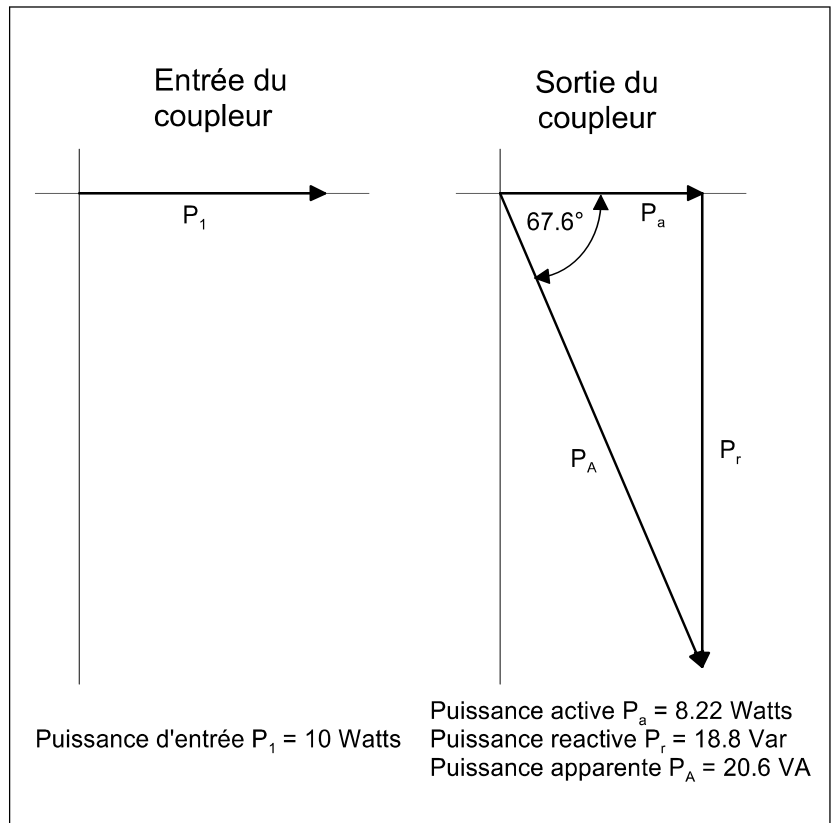


Figure 3: Coupleur asymétrique/asymétrique (Coaxial/Coaxial). Diagramme de puissances

Symboles utilisés

- Z : Impédance de l'antenne (Ohms)
- Z_1 : Impédance caractéristique du câble coaxial (Ohms)
- Z_2 : Impédance caractéristique de la ligne bifilaire (Ohm)
- I_1 : Courant d'entrée (Ampère)
- I_2 : Courant de sortie (Ampère)
- I_3 : Courant réactif (Ampère)
- P_1 : Puissance d'entrée (Watts)
- P_2 : Puissance de sortie (Watts)
- P_A : Puissance apparente (VA)
- P_a : Puissance active (Watts)
- P_r : Puissance réactive (VAR)
- V_1 : Tension d'entrée (Volt)
- V_{2e} : Tension de sortie mesurée (Volt efficace)
- V_r : Tension appliquée à la partie réelle de Z
- X_L : Réactance inductive (Ohm)
- X_C : Réactance capacitive (Ohm)

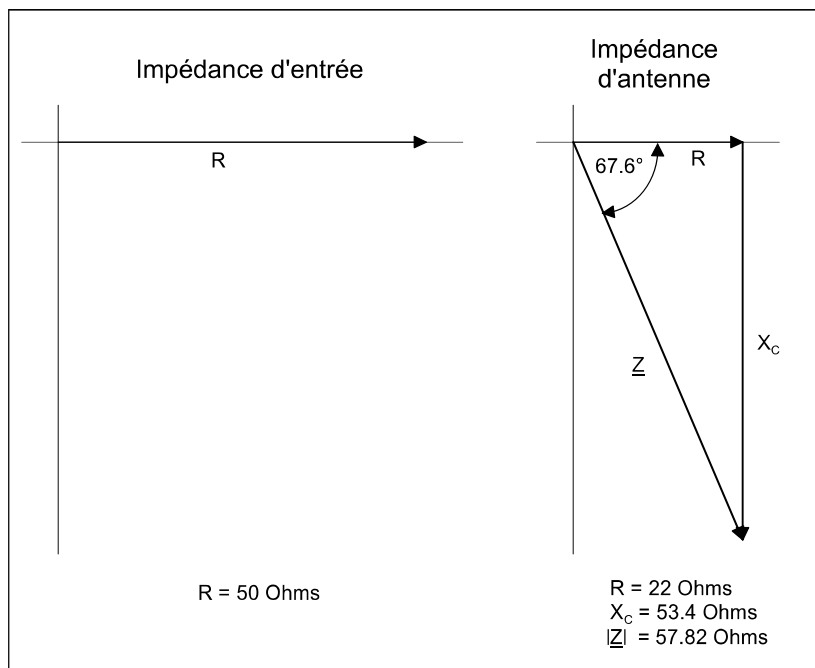


Figure 4: Coupleur asymétrique/asymétrique (Coaxial/Coaxial). Diagramme des impédances d'entrée et d'antenne

Valeur du cosinus de l'angle

$$\cos \alpha = \frac{R}{|Z|} = \frac{22}{57.75} = 0.381 \quad \alpha = 67.6 \text{ degrés}$$

Valeur de la tension appliquée à la partie réelle de Z

$$V_r = V_2 \cdot \cos \alpha = 35.35 \cdot 0.381 = 13.47 \text{ Volts}$$

Puissance sur la partie réelle de Z

$$P_a = \frac{V_r^2}{R} = \frac{13.47^2}{22} = 8.25 \text{ Watts}$$

Puissance réactive

$$P_r = P_a \cdot \tan \alpha = 20.01 \text{ Var}$$

Puissance apparente

$$P_A = \frac{P_a}{\cos \alpha} = 21.65 \text{ VA} \quad (\text{A suivre})$$

Antennenseminar auch 2010

Heinz Bolli, HB9KOF und Gerd Janzen, DF6SJ werden auch 2010 wieder Antennenseminare durchführen. Der Stoff wurde neu strukturiert und nochmals wesentlich erweitert. Als Besonderheit bieten sie die Möglichkeit, ein Praxisseminar Antennenanpassung zu besuchen. <http://hbag.ch/content/view/146/282>

Mehr Aussteller und Besucher denn je

Surplusparty 2009: Von Krise keine Rede

Die Surplusparty in Zofingen am 31. Oktober 2009 verzeichnete entgegen dem Trend bei solchen Veranstaltungen keinen Rückgang an Ausstellern und Besuchern.

Im Gegenteil: Zum ersten Mal in der Geschichte des Flohmarktes waren alle 550 Laufmeter Tische bereits im voraus reserviert, es kamen wiederum mehr Besucher und schliesslich wurde auch im Restaurant mehr konsumiert denn je an einer Surplus Party zuvor. Bereits kurz nach Eröffnung um 0830 Uhr war in der Halle im Gedränge zwischen den Tischen der Händler fast kein Fortkommen mehr. Der Funkerverein Zofingerrunde finanziert mit dem Erlös aus der Surplusparty seine Klubaktivitäten, darunter den Unterhalt eines Funkpinzgauers und neu eines von der Cablecom übernommenen Funkturms in Oftringen. Die nächstjährige Surplusparty findet am 30. Oktober 2010 statt. HB9MQM



Auch die Projektgruppe HB90 war an der Surplusparty präsent, informierte über das Projekt und nahm durch den Verkauf von diversem Material über 850 Franken für den Bau der neuen Station im Verkehrshaus ein.