

Freunde zu erinnern, sie aber auch für immer bei uns zu haben, im Herzen und im Geist, auf dem uns vorbestimmten Weg, in den Träumen und magischen Augenblicken.

Lassen wir uns nicht von Abschieden traurig stimmen! Ein Abschied ist unvermeidlich, bevor man sich wieder finden kann. Und das sich Wiederfinden ist sicher für die, die Freunde waren. Also dann, Adieu lieber Freund, wir danken Dir



SILENT KEY

Ernst Knecht (HB9AUY)

Am Sonntag, 20. März 1994 wurde Ernesto von seinen Behinderungen erlöst. Nach einer Reihe von Schlaganfällen lernte er das Leben noch von einer anderen Seite kennen. Er musste anfänglich im Rollstuhl und anschliessend am Böckli bis wieder beinahe normalem Gehen alles erfahren. Seine linke Seite war hauptsächlich betroffen und für ihn als «left hand king» besonders hinderlich. Im QSO arbeitete er ausschliesslich mit seiner Junkertaste.

In der Sektion Schaffhausen genoss er ein hohes Ansehen, das er sich als Morselehrer, erfahrener Operator und mit grosser Geduld ausgerüstet, erwarb. Die Kombination von diesen Qualitäten und seine gesellige Kameradschaft formten Ernesto zu einer Quelle für Ratsuchende. Ich weiss nicht, wie viele «Mörseler» das nötige Rüstzeug bei ihm «einkauften». Ich persönlich zähle auch zu diesen Bevorzugten. Mit einer Ausdauer die ihresgleichen sucht, liess ich mich jeweils am Montagabend während einer Stunde bearbeiten. Die sich

noch einmal für alles, was Du für uns getan hast.
Associazione Radioamatori Ticinesi
Fabio Rossi, HB9MAD

Lieber Papi,
Die Begeisterung, die mir von Dir vermittelt wurde, war für mich mehr als ein Hobby, es war ein Grund um Dir noch näher zu sein.
Es wird für immer so bleiben.

Marco Zollinger, HB9CAT

einstellenden Erfolge brachten uns beiden grosse Befriedigung. Dann kam der Tag, wo er mir mit sichtlichem Stolz verkündete: «So iez chasch ad Prüefig». Dieser durchschlagende Erfolg wurde entsprechend gefeiert.

Durch die gleiche Schule ging Werner Schilling. Am 8. Dezember 1993 konnte er die Früchte seiner Ausdauer als «75-jähriger» ernten. Das eingetroffene Telegramm mit dem Text «Prüfung bestanden» bewegte Ernesto so sehr, dass die Freudentränen reichlich flossen.

Im zuendegehenden Jahr 1987 sprachen wir von einer grossen Reise nach USA. Die Ham-Convention in Dayton war das Ziel. Ich erinnere mich noch sehr gut, wie er sagte, er möchte eigentlich mit mir nach Dayton, mit anschliessender «Schlaufe» durch die Staaten. Nach einer kurzen Pause fügte er noch bei, dass ich drüben fahren müsse. Das war ein harter Brocken für mich mit meiner minimalen Fahrpraxis. Die notwendigen Vorkehrungen liessen trotzdem diese Reise zu einem grossen und unvergesslichen Erlebnis werden. Es war oft noch Gegenstand unserer Gespräche. Da leuchteten seine Augen und zeigten mir, dass er bis zu seinem Tode davon zehrte. So manch schöne Reise, Hock oder Ausflug fügten sich wie eine kostbare Perlenkette aneinander, bis seine Krankheit ihn immer mehr behinderte.

Hans Jakob Rubli, HB9CKE



TECHNIK

Redaktion:
Dr. Peter Erni (HB9BWN), Römerstrasse 34, 5400 Baden

Mesure d'une impédance en haute fréquence

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

1. Introduction

Comme nous l'avions annoncé lors de notre précédent article consacré aux mesures, nous revenons cette fois aux mesures d'impédance en HF, celles-ci étant de la première importance pour l'amateur. Pour comprendre le déroulement de ce travail, nous commencerons par un rappel des

connaissances théoriques nécessaires. Nous passerons alors à des cas bien concrets de mesures effectuées chez Philo HB9CM, et nous aurons alors la possibilité de juger l'écart existant parfois entre la théorie et la pratique. Nous avons utilisé un pont HF de Schering GR (Général Radio) type

1707. C'est un instrument de laboratoire, mais que l'amateur se rassure, il pourra aussi effectuer des mesures bien suffisantes à l'aide d'un petit instrument bien pratique disponible dans le commerce. Nous en donnerons une brève description.

Nous dirons d'emblée que les résultats recherchés ici ne sont pas ceux obtenus à l'aide d'un impédancemètre couplé à un grid dipmètre. En effet, cet instrument indique la valeur de la partie réelle d'un circuit en résonance, dans notre cas une antenne, et non les valeurs hors résonance des composantes réactives pour une fréquence déterminée.

Ces valeurs réactives sont précisément celles que l'on déterminera à l'aide de notre pont. Le lecteur doit bien faire la différence. Le symbole j est l'opérateur algébrique utilisé en calcul imaginaire $j = \sqrt{-1}$. Le lecteur voulant se familiariser avec ce calcul se référera à la bibliographie. En possession de ces valeurs, on pourra alors calculer les éléments de correction nécessaire dans le cas d'une antenne, par exemple de façon à faire fonctionner l'ensemble dans les meilleures conditions possibles. On peut bien sûr tout ignorer des considérations qui vont suivre et régler son coupleur d'antenne sans autres préoccupations. Mais le propre de l'émission d'amateur n'est-il pas d'augmenter ses connaissances? L'article qui va suivre est donc destiné avant tout à des amateurs qui veulent franchir un pas de plus dans la compréhension des antennes, et mieux comprendre pourquoi il faut ajouter tel élément de correction. Comme tout cet article sera consacré aux impédances, il est peut être bon de rappeler ce qu'est une impédance, alors que l'on utilise ce terme sans trop savoir de quoi on parle.

Nous reprenons certains éléments traités en allemand dans l'excellent article paru dans l'old man no 7, 8 sous le titre «Wahrheiten und Irrtümer zum Thema Energieübertragung vom Sender zur Antenne» de HB9MY et HB9NL. Nous essaierons d'éviter les répétitions et nous conseillons vivement aux amateurs connaissant l'allemand de se reporter à l'article ci-dessus. Comme on ne peut être exhaustif, certains aspects d'une même matière peuvent être mis en évidence dans un exposé et moins dans un autre.

1.2. Rappel théorique

1.2.1. Le diagramme de Fresnel

C'est la représentation que nous utiliserons dans un premier temps pour bien poser les bases.

1.2.2. La résistance

C'est l'opposition au passage du courant électrique que soit la fréquence. Cette opposition s'exprime en Ohms. Tension et courant sont en phase.

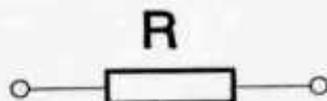


Figure 1: La résistance: symbole et diagramme de Fresnel (I : vecteur du courant, U : vecteur de la tension).

On sait que la définition ci-dessus est idéale et qu'en réalité il faudra considérer plusieurs choses, en particulier la fréquence d'utilisation, ainsi que le type de résistance, qui peut être au carbone, bobinée etc. Les résistances au carbone utilisées en laboratoire conviennent parfaitement jusqu'à des fréquences de plusieurs mégahertz, alors qu'avec celles de type bobinées il faudra se limiter à quelques kilohertz. Nous profitons de l'occasion pour rappeler que la résistance varie en fonction de la température, et qu'en particulier, les lampes à incandescence utilisées comme charge fictive présentent une résistance assez dépourvue de termes réactifs. Par contre la valeur de la résistance varie passablement en fonction de la température. On a en effet:

$$R_{12} = R_{11} (1 + \alpha T)$$

Avec R_{12} résistance à chaud

R_{11} résistance à froid

α coefficient de température propre au matériau utilisé

T différence de température en °C

Il ne faudra donc pas prendre en considération la valeur à froid mesurée à l'aide d'un multimètre, cette valeur étant nettement plus basse. La résistance s'exprime en Ohm's.

Il faut se souvenir aussi qu'un circuit oscillant à la résonance, ou une antenne accordée, se comporte comme une résistance ohmique pure.

1.2.3. La réactance inductive ou inductance

C'est l'opposition au passage du courant alternatif dans un organe présentant un coefficient de self-induction. Ce n'est pas forcément un bobinage, un coefficient de self-induction pouvant être produit par d'autres dispositifs, par exemple un transistor à réactance. Cette opposition dépend de la valeur du coefficient de self-induction et de la fréquence.

Tension et courant sont déphasés de 90 degrés, et c'est le courant qui est en retard.

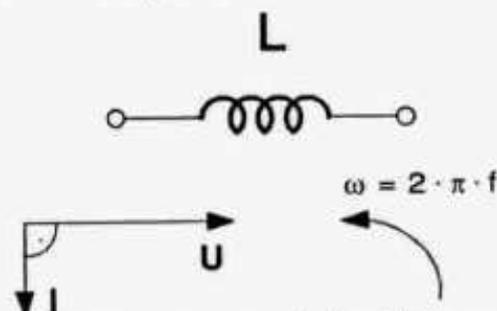


Figure 2: L'inductance: symbole et diagramme de Fresnel.

Cette opposition s'exprime elle aussi en Ohm's et vaut:

$$X_L = \omega \cdot L \text{ avec } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

ω est la vitesse angulaire, puisqu'on parcourt un angle de $2 \cdot \pi$, radians à chaque cycle, c'est des radians par seconde. Ici aussi, la définition ci-dessus est idéale, et il faudra toujours compter avec une certaine résistance additive et une capacité répartie.

1.2.4. La réactance capacitive ou capacitance

C'est l'opposition au passage d'un courant alternatif dans une capacité. Cette capacité peut être voulue et confectionnée sur mesure ou au contraire, être présente contre notre volonté. Cette opposition dépend de la fréquence et de la valeur de la capacité. Tension et courant sont de nouveau décalés de 90 degrés, mais cette fois le courant est en avance.

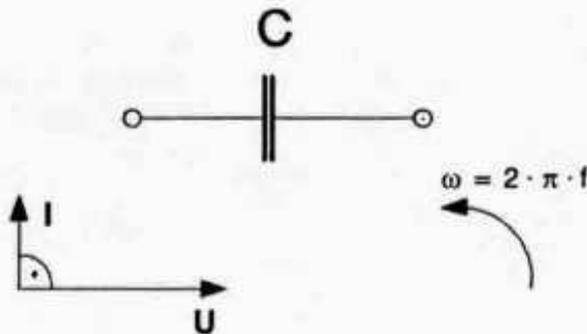


Figure 3: La capacitance: symbole et diagramme de Fresnel.

Cette opposition s'exprime aussi en Ohm's et vaut:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

avec toujours $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$

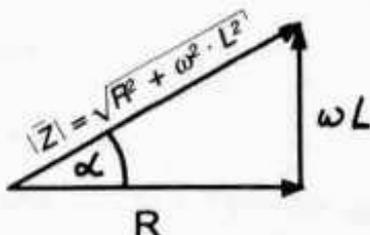
Il faudra ici aussi toujours considérer différentes pertes.

1.2.5. L'impédance

L'impédance sera, elle, constituée d'une combinaison des éléments ci-dessus, et c'est de la mesure de celle-ci que l'on se préoccupera ici.

On peut avoir une impédance à prédominance capacitive ou inductive, ainsi qu'il ressort des diagrammes ci-dessous:

Inductive:



Capacitive:

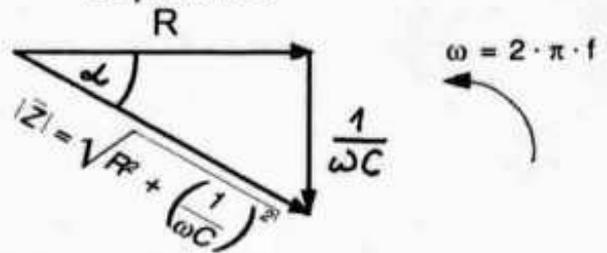
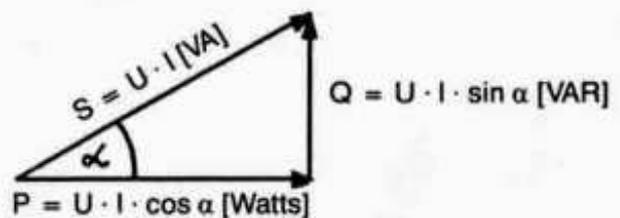


Figure 4: L'impédance:

Le mot impédance étant général, on pourra toujours l'utiliser même si nous n'avons qu'une résistance, qui est un cas particulier de l'impédance. Or nous savons aussi que la puissance dans une telle impédance pourra se décomposer en puissance apparente S exprimée en VA, en puissance active P exprimée en Watts, et en puissance réactive Q exprimée en VAR.

Inductive:



Capacitive:

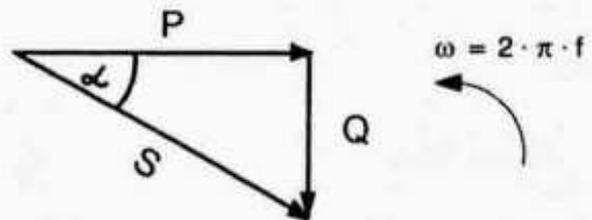


Figure 5: La puissance (P : puissance active en Watts, Q : puissance réactive en VAR, S : puissance apparente en VA).

Ainsi, la puissance active, celle donnant lieu à un rayonnement utilisable vaudra:

Puissance active: $P = U \cdot I \cdot \cos \alpha$ s'exprime en WATTS.

Puissance réactive: $Q = U \cdot I \cdot \sin \alpha$ s'exprime en VAR.

Puissance apparente: $S = U \cdot I$ s'exprime en VA. α étant l'angle de déphasage entre le courant et la tension. Une antenne, en dehors de sa fréquence de résonance, présentera donc toujours une impédance contenant des termes réactifs capacitifs

ou inductifs selon que la fréquence considérée est plus basse ou plus haute que celle de la résonance. On peut établir une antenne dite à large bande de façon à élargir la gamme pour laquelle elle se comportera comme une charge ohmique pure, mais cela sera au détriment de ses propriétés de rayonnement. Le facteur de qualité Q est diminué dans ce cas, exactement comme le serait un circuit oscillant parallèle amorti par une résistance branchée à ses bornes. Ainsi, il ne suffit pas de transformer l'impédance contenant des termes réactifs en résistance ohmique pure pour que tout soit pour le mieux. Il faut encore que cette résistance ohmique pure corresponde à la résistance interne de la source en l'occurrence l'émetteur, pour que le transfert d'énergie soit optimal. Cette résistance porte le nom de résistance de rayonnement ou active puisque c'est dans celle-ci que toute la puissance de l'émetteur est dissipée. Cette résistance active, ou de charge, ne représente en aucun cas une perte, mais convertit en rayonnement électromagnétique, l'essentiel de la puissance disponible à la sortie de l'émetteur. On l'appelle aussi résistance d'entrée ou d'attaque. Pourquoi toutes ces appellations? Parcequ'elle est vraiment particulière dans le sens qu'elle transforme une énergie électrique ordinaire quoique de haute fréquence non pas en énergie calorifique comme dans un corps de chauffe, mais en énergie électromagnétique de rayonnement.

Il y a donc passage d'une forme d'énergie à une autre d'une façon qui échappe complètement à nos sens et c'est tout le côté fascinant de l'émission radio. Mais alors où va toute cette énergie dissipée par les milliers d'émetteurs? Elle est perdue définitivement par la multitude de petits courants induits dans tous les conducteurs rencontrés.

Dans les explications qui vont suivre, nous abandonnerons le diagramme de Fresnel, bien pratique pourtant, pour utiliser une autre façon de représenter une impédance, non plus dans le plan complexe, mais à l'aide de l'abaque de Smith. Avec cette abaque bien pratique, imaginée par l'ingénieur américain Smith, nous pourrons résoudre la plupart des problèmes de ligne ou d'antenne posés par la pratique, sans faire des calculs fastidieux. Il faudra s'initier à l'utilisation de cette abaque. Cela demandera un certain temps, mais cet investissement sera largement compensé par le niveau de compréhension des phénomènes que l'on pourra en retirer.

2. L'abaque de Smith

2.1. Construction de l'abaque

Nous laisserons volontairement de côté la théorie proprement dite de l'abaque de Smith pour laquelle nous renvoyons le lecteur assidu à la bibliographie, et indiquerons seulement comment l'abaque a été construite et surtout comment on l'utilise pour résoudre des problèmes très variés rela-

tifs aux lignes et aux antennes. On peut fort heureusement utiliser l'abaque sans en connaître la théorie.

2.2. Généralités

Lorsqu'un générateur HF alimente une ligne infinie, toute la puissance transmise se dissipera en chaleur dans la ligne et aucune puissance ne sera réfléchie vers la source. Si l'on coupe la ligne à un endroit quelconque, on peut remplacer la partie qui ne contient pas le générateur par une impédance dont on ajustera la valeur pour que tout se passe comme si la ligne était infinie. Cette valeur correspond à l'impédance caractéristique et vaut:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

qui se comporte comme une résistance ohmique pure.

L et C dans ce cas sont les valeurs de coefficient de self induction et de capacité par unité de longueur de la ligne. Nous supposons une ligne sans pertes, c'est à dire que nous supposons nulles la résistance ohmique par mètre ainsi que les fuites. Pour toutes valeurs différentes de Z_c en bout de ligne, il y aura des réflexions et l'apparition d'ondes stationnaires le long de celle-ci.

On distingue 5 valeurs particulières de l'impédance Z_r du récepteur (charge). Le mot récepteur désigne ici non pas un récepteur d'ondes électromagnétiques, mais une charge dans laquelle de l'énergie électrique est dissipée. Par exemple, un four électrique est un récepteur. Ainsi, nous avons:

1) $Z_r = Z_c$ coefficient de réflexion $r = 0$

2) $Z_r = 0$ (court circuit) $r = -1$

3) $Z_r = -\frac{j}{\omega \cdot C}$ $r = -j$

4) $Z_r = j \cdot \omega \cdot L$ $r = +j$

5) $Z_r = \infty$ (ouvert) $r = +1$

Rappelons que le coefficient de réflexion r se calcule par:

$$r = \frac{Z_r - Z_c}{Z_r + Z_c}$$

Il ne faut pas confondre ce coefficient de réflexion r avec le taux d'onde stationnaire TOS ou bien le rapport d'onde stationnaire ROS. Ces valeurs sont d'ailleurs reliées entre elles de la façon suivante:

$r = 0$ correspond à un TOS de 0% qui correspond à un ROS de 1

$r = 0,5$ correspond à un TOS de 50% qui correspond à un ROS de 3

Nous avons en effet la relation suivante:

$$\text{ROS} = \frac{1 + r}{1 - r}$$

Continuation à suivre