

miniVNA

le couteau suisse du radioamateur

par Denis AUQUEBON, F6CRP



PREMIÈRE PARTIE

LA MÉTROLOGIE ET LE RADIOAMATEUR

Le radioamateur, s'il possède en général un ou des émetteurs-récepteurs et un ou des dispositifs rayonnants, est fort moins bien doté en matériel de mesure. Cela s'explique aisément, les coûts des appareils sont élevés, l'utilisation peu fréquente induit une immobilisation financière peu rentable, enfin le savoir nécessaire à la bonne exploitation et à l'interprétation des résultats n'est pas le lot de chacun. Tous ces facteurs induisent une paupérisation en matière de mesure dans la station du radioamateur.

Dans les années soixante-dix, on trouvait dans le labo amateur un grid-dip et un contrôleur universel, cet équipement minimaliste permettait de réaliser une station opérationnelle. La technique a évolué, les émetteurs-récepteurs se sont sophistiqués tandis que parallèlement le labo s'appauvrissait. Curieux paradoxe qui peut s'expliquer

Dans cet article en deux parties, nous allons découvrir un appareil de mesure très utile, le miniVNA de miniRadioSolutions. Nous avons souhaité présenter un certain nombre d'applications propres à satisfaire les besoins d'un radioamateur. Aussi, après un peu de théorie, nous aborderons l'aspect pratique des choses en proposant quelques exemples de mesures qui sont à la portée de ce véritable couteau suisse...

assez aisément mais qui n'est pas le propos de ce texte.

Pourtant, grâce à l'évolution des technologies que nous évoquions précédemment, le phénomène pourrait s'inverser puisque de nos jours, pour des coûts plus que raisonnables, on peut acquérir des outils extrêmement puissants permettant de réaliser des mesures dont un professionnel aurait rêvé il y a encore trente ans.

Cette longue introduction pour vous présenter le miniVNA, VNA pour Vector Network Analyzer ou en français Analyseur de Réseaux Vectoriel. Je tiens à préciser, s'agissant d'un produit commercial, que je ne suis lié à aucune des parties produisant ou distribuant cet appareil, pas plus que je ne suis mandaté pour réaliser un reportage publicitaire. Cet article n'a d'autre objectif que d'énoncer les possibilités de cet instrument et de sensibiliser certains d'entre nous à ce domaine passionnant qu'est la mesure. Avant d'explorer les possibilités de notre analyseur vectoriel, il convient de revenir à quelques notions, non indispensables à son utilisation, mais qui éclaireront les résultats obtenus.

Cet article se décomposera comme suit :

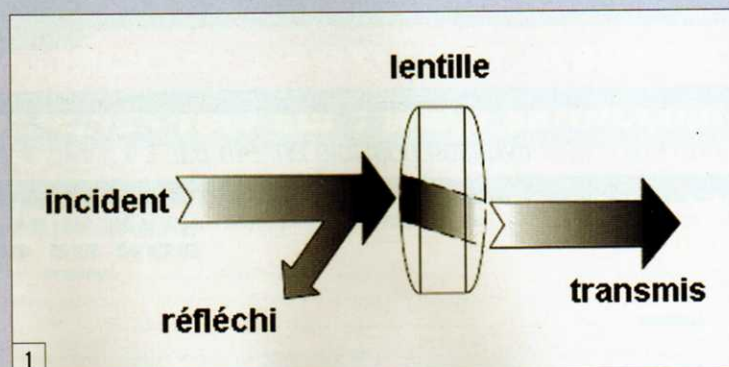
- retour sur la réflexion ;
- principe simplifié d'un analyseur de réseaux vectoriel ;
- présentation du miniVNA de miniRadioSolutions ;
- aperçu des mesures que l'on peut effectuer avec le miniVNA ;
- conclusion.

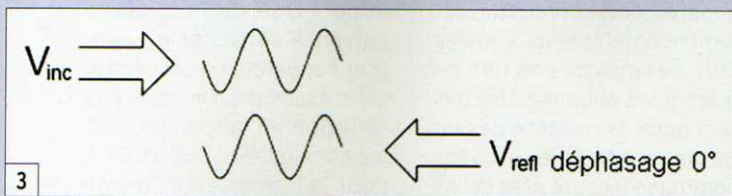
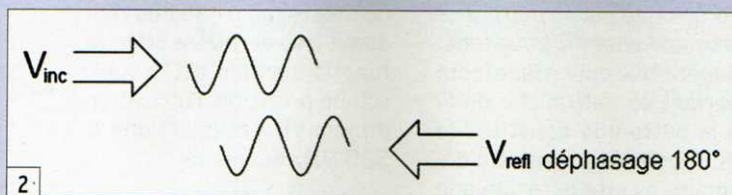
RETOUR SUR LA RÉFLEXION (figure 1)

Pour matérialiser ce phénomène, la figure 1 présente une analogie optique développée par Agilent. La lentille étant partiellement réfléchissante, une partie de la lumière incidente est réfléchiée tandis qu'une autre est transmise. En fonction de la capacité de la lentille à réfléchir la lumière, on pourrait aboutir à une réflexion totale et une transmission nulle.

Si à la place de la lumière on injecte de la HF (la lumière est aussi une onde électromagnétique) et non pas dans une lentille mais dans une ligne de transmission terminée par une charge non adaptée, on observera rigoureusement le même phénomène.

Étudions maintenant quatre cas, à savoir une ligne de transmission terminée par un court-circuit, la même ligne de transmission ouverte à une extrémité, le cas où la





$$\Gamma = \rho \angle \theta = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0}$$

4

ligne est bouclée sur une résistance pure et enfin le cas où la ligne est bouclée par une résistance en série avec une réactance.

LA LIGNE TERMINÉE PAR UN COURT-CIRCUIT (figure 2)

La tension réfléchi est déphasée de 180° par rapport à la tension incidente, le courant réfléchi est en phase par rapport au courant incident.

LA LIGNE OUVERTE (figure 3)

La tension réfléchi n'est pas déphasée par rapport à la tension incidente, c'est le courant qui est déphasé de 180° .

LA LIGNE TERMINÉE PAR UNE RÉSISTANCE PURE DE 10Ω

Nous nous trouvons dans une situation intermédiaire, la réflexion ne sera pas totale comme dans les deux exemples précédents, l'amplitude de l'onde réfléchi vaudra les $2/3$ de l'onde directe. Cette dernière valeur est déterminée par la célèbre relation de la figure 4.

Si la charge purement résistive est de valeur supérieure à l'impédance caractéristique de la ligne de transmission Z_0 , les déphasages sont ceux de la ligne ouverte. Réciproquement, si la valeur de la charge est inférieure à Z_0 , alors les déphasages sont ceux de la ligne court-circuitée.

LA LIGNE TERMINÉE PAR UNE RÉSISTANCE ET UNE RÉACTANCE

Nous avons noté des variations d'amplitude entre l'onde directe et réfléchi et des déphasages de 180° ou 0° dans les cas précédents. Dans ce cas de figure, nous observerons, outre des variations d'amplitude, des variations de phase comprises entre ces valeurs en fonction de la valeur de la résistance et de la réactance.

Tout ceci nous est utile pour comprendre que, connaissant les valeurs de l'amplitude et du déphasage entre onde directe et onde réfléchi, nous pourrions déterminer les valeurs de l'impédance de tout dipôle.

PRINCIPE SIMPLIFIÉ D'UN ANALYSEUR DE RÉSEAUX VECTORIEL

Mais avant d'aller plus loin, peut-être est-il nécessaire de

répondre à la question suivante : à quoi sert un analyseur de réseau et que fait-il ?

On distingue deux grandes familles d'analyseurs :
- les scalaires
- les vectoriels.

L'analyseur de réseaux scalaire ne fournit que la valeur en amplitude des signaux direct et réfléchi en fonction de la fréquence. L'analyseur de réseau vectoriel réalise les mêmes mesures mais en outre il détermine la phase.

S'il s'agit de mesurer le coefficient de transmission (ex. le gain d'un préampli ou l'atténuation d'un atténuateur le tout en fonction de la fréquence), le scalaire fournira la courbe amplitude en fonction de la fréquence, le vectoriel affichera également la phase des signaux.

S'il s'agit de mesurer le coefficient de réflexion, le scalaire

présence de ces signaux, on va les détecter, les quantifier, effectuer les calculs nécessaires à la détermination des grandeurs qui nous intéressent et enfin visualiser les résultats. La description du miniVNA permettra de comprendre comment le problème a été traité par les concepteurs de cet appareil.

PRÉSENTATION DU miniVNA DE miniRadioSolutions (figure 6)

On doit la conception initiale de cet appareil à IW3HEV ; aujourd'hui un travail collaboratif s'est engagé sur l'aspect logiciel, la dernière version, la 2.3 étant le fruit d'un groupe composé de IW3HEV, DK3SI et G3RXQ.

Un générateur HF (figure 7) basé sur le DDS AD9951 d'Analog Devices produit un signal entre 0,1 et 180 MHz. Les limites de la bande de fréquences ainsi que le pas sont

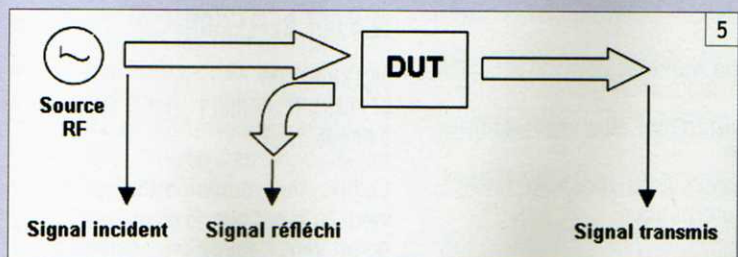


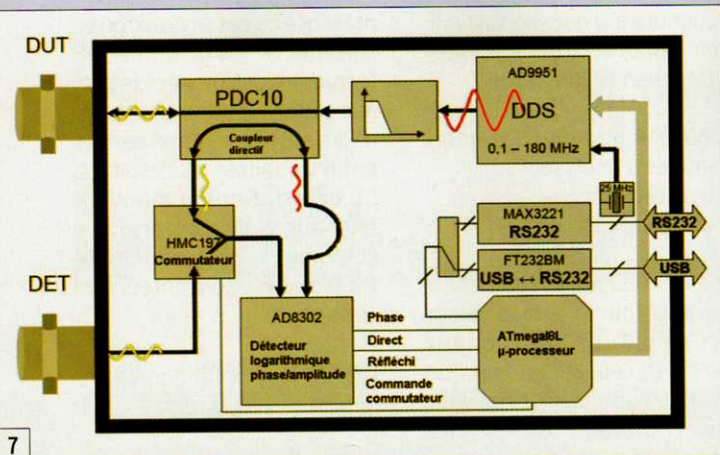
indiquera le module du coefficient de réflexion, le vectoriel indiquera le module et l'angle ce qui permettra de déterminer la valeur de l'impédance sous la forme $R \pm jX$.

La figure 5 présente le principe général. Une source HF (RF) qui servira de référence en amplitude et phase alimente un objet sous test, que les Anglo-Saxons appellent DUT (device under test). Par le biais d'un coupleur, on récupère le signal réfléchi. À la sortie du DUT on obtient le signal transmis. Une fois en

déterminés par l'utilisateur. La commande du DDS est effectuée par le microprocesseur. Ce signal est filtré et passe à travers le coupleur directif PDC10 de chez Minicircuits. Ce coupleur bidirectionnel large bande (1 à 400 MHz) offre une directivité de l'ordre de 35 dB, une valeur de couplage de 11 dB pour une perte d'insertion de 0,7 dB dans la gamme du miniVNA, ROS typique de 1,2.

À propos de la directivité, il convient de préciser qu'il s'agit d'une des grandeurs





fondamentales permettant de caractériser un coupleur directionnel, plus élevée sera la valeur de la directivité, meilleur sera le coupleur. La directivité est la quantification de la capacité qu'a un coupleur de séparer des signaux voyageant en sens inverse. Pour illustrer cette notion, la figure 8 présente schématiquement une méthode de mesure de la directivité sur un coupleur directionnel. On court-circuite la sortie du coupleur, la réflexion sera alors totale. La valeur obtenue sur le port couplé servira de référence 0 dB (pour s'affranchir de la valeur de couplage). On boucle ensuite le coupleur sur une résistance pure de 50 Ω, la réflexion sera nulle. Malgré tout, on mesurera une valeur sur le port couplé due à la mauvaise séparation des signaux. Le rapport logarithmique des deux valeurs fournira la directivité.

Revenons au miniVNA. Le signal issu du DDS traversant le coupleur est disponible à la sortie DUT. Les signaux direct et réfléchi sont alors routés vers le détecteur de phase/amplitude. Ce dernier utilise un circuit d'Analog Devices, l'AD8302. Ce circuit large bande (jusqu'à 2,7 GHz) produit une tension calibrée à 30 mV par dB pour le gain et 10 mV par degré pour la phase des signaux qui sont appliqués à ses entrées.

Les informations phase, réfléchi et direct qui sont sous forme analogique (tension proportionnelle à la valeur) sont ensuite converties par le convertisseur analogique/

digital du processeur en données binaires et transmises au programme qui va effectuer les calculs et l'affichage des données.

Si l'on veut effectuer des mesures de transmission, on recueillera le signal après passage dans le DUT sur la borne DET, un commutateur électronique (HMC197) aiguillera les signaux, sur commande du processeur, vers le détecteur logarithmique.

La communication avec l'ordinateur s'effectue par le port USB, l'alimentation du miniVNA est également assurée par le PC. Le miniVNA est livré avec un CD-ROM permettant l'installation des outils logiciels nécessaires et d'un câble USB.

APERÇU DES MESURES QUE L'ON PEUT EFFECTUER AVEC LE miniVNA

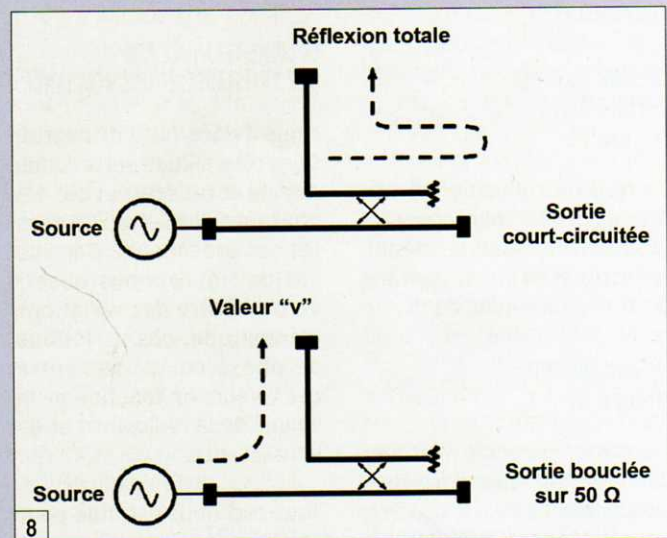
Le miniVNA se présente sous la forme d'un boîtier plastique bleu de dimensions 56 x 90 x 23 mm ; deux socles BNC (DUT et DET) le relient aux objets à tester, un câble USB établit la liaison avec le PC. En effet le miniVNA n'est pas autonome ; contrairement à beaucoup d'analyseurs que

l'on trouve sur le marché, il a besoin d'un PC pour fonctionner. Une option Bluetooth permet de s'affranchir du fil à la patte que constitue le PC (portable ou pas). On découvre à cette occasion une limitation dans l'emploi de cet appareil, ceci sera particulièrement notable si vous voulez faire des mesures en tête de mât sur vos antennes. Une fois ceci posé, la richesse des informations fournies est sans commune mesure avec celles restituées par des modèles plus "portables".

La mise en service demande au préalable l'installation du logiciel de gestion et d'exploitation ainsi que d'un driver spécifique que vous trouverez sur le CD-ROM d'installation. Il suffit de suivre les instruc-

ne précise bien entendu rien quant à ce dernier, a priori le fonctionnement est assuré. Ultime précision, l'utilisation du miniVNA requiert un PC 500 MHz ou mieux.

Le miniVNA est alimenté par le port USB du PC, l'étape suivante consistera à calibrer l'appareil. La procédure est très simple. On calibre la réflexion en laissant ouvert les connecteurs DUT et DET. Pour la transmission, même procédure en cliquant sur le menu [calibration - transmission] mais cette fois avec les connecteurs DUT et DET court-circuités, il convient d'utiliser un câble aussi court que possible Cette opération prend quelques secondes, l'appareil est alors prêt à fonctionner.



tions détaillées par la notice d'utilisation, le logiciel détectera automatiquement le port virtuel USB. Précisons que le miniVNA peut fonctionner avec Linux ou Windows et que concernant ce dernier système d'exploitation, il est compatible, à condition d'utiliser le bon driver USB, avec Win98, 2000, XP. La documentation, antérieure à l'arrivée de Vista,

Le constructeur fournit les spécifications principales données dans le tableau 1.

Nous allons maintenant examiner quelques cas concrets de mesures, cela nous permettra de souligner les particularités de l'interface utilisateur. Cette méthode de découverte pratique sera moins fastidieuse qu'une longue énumération de fonctionnalités.

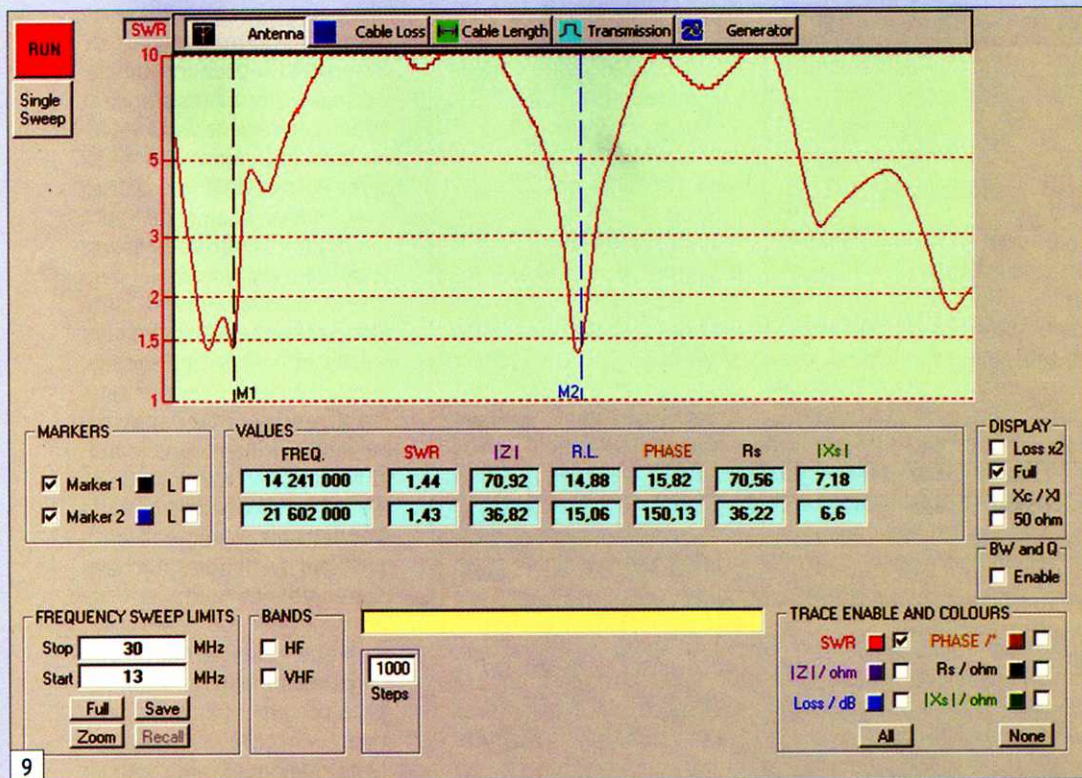
LE MODE RÉFLEXION

DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES D'UNE ANTENNE

La première manipulation qui vient à l'esprit quand on possède de un VNA c'est de connecter

Tableau 1 – miniVNA : spécifications principales

Couverture de 0,1 MHz à 180 MHz
Générateur DDS – sortie 0 dBm
2 ports permettant des mesures de transmission
Compatible USB 1.1 et USB 2
Support RS232 optionnel pr Pocket PC ou affichage déporté
Dynamique de mesure 50 – 55 dB
Mesure ROS, RL, Rs, Z +/- jX, phase, long. de câble, R/L/C
Détection du minimum de ROS automatique
Compatible Windows et Linux.



une antenne est de visualiser sa courbe de ROS. La **figure 9** présente la réponse d'une antenne directive 3 éléments décimétrique. En mode réflexion, on n'utilise que la sortie DUT, DET reste ouverte.

Cette **figure 9** montre également l'écran principal du programme fourni avec le miniVNA. On dispose de cinq onglets intitulés [Antenna], [Cable loss], [Cable length], [Transmission], [Generator].

Sous ces onglets les données sont tabulées, elles précisent les valeurs des marqueurs M1 et M2. C'est l'utilisateur qui détermine la position de ces marqueurs, un clic gauche positionne le marqueur M1, un clic droit pour le marqueur M2.

À la rubrique Display, on peut choisir d'afficher l'intégralité des informations disponibles ou une partie seulement pour plus de clarté. Loss x2 permet de doubler l'échelle de l'axe des ordonnées, Full comme son nom l'indique permet l'affichage complet (toujours pour les informations concernant M1 et M2), Xc et XI indiquent la valeur des réactances capacitives et inductives et enfin 50Ω trace sur le graphe une ligne horizontale indiquant la valeur

50Ω de référence. On peut choisir de ne pas afficher les marqueurs ou d'en sélectionner un seul, cette opération s'effectue en validant à la rubrique MARKERS les cases à cocher.

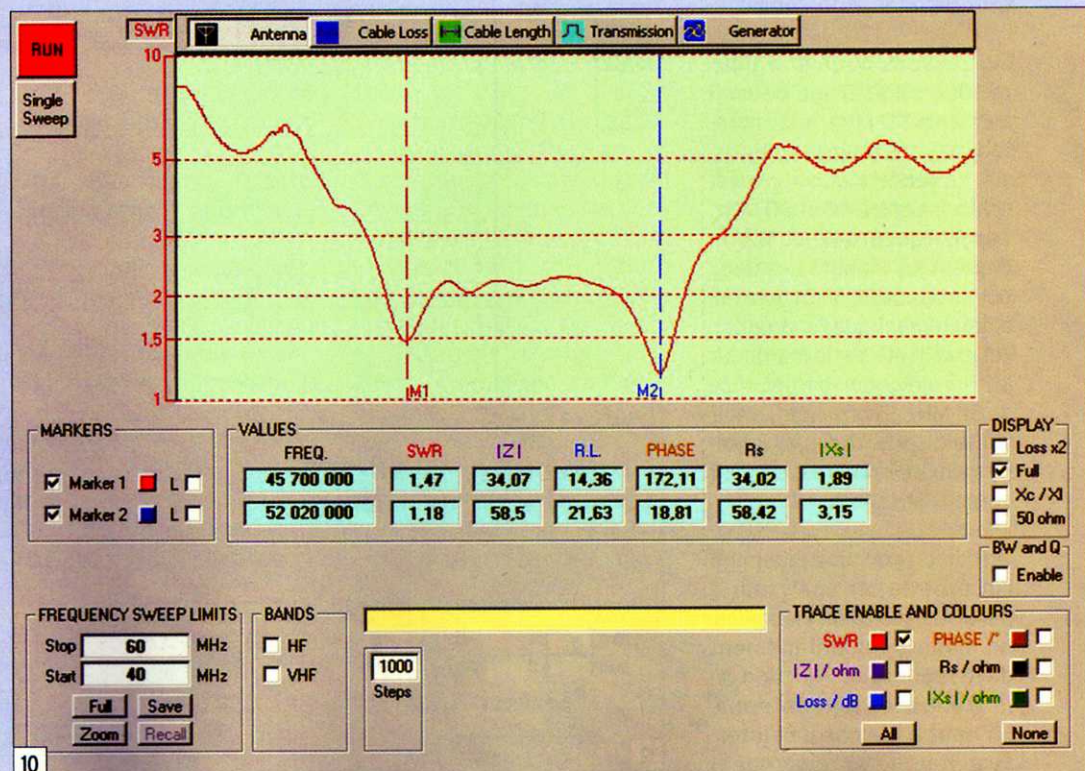
Le choix de la gamme de fréquence à analyser est déterminé par l'utilisateur. On a accès à ces choix par différentes options. On peut indiquer au

programme les limites basse et haute en remplissant les champs Start et Stop du menu Frequency Sweep Limits, on peut sélectionner l'intégralité de la gamme (0,1 - 180 MHz) en cliquant sur Full, on peut utiliser enfin des valeurs prédéterminées. En sélectionnant HF, on aura accès aux bandes décimétriques et VHF permettra l'exploration des bandes 6 m, 4 m, 2 m.

Step indique le nombre de pas qui seront effectués pour analyser la bande choisie. Naturellement, plus on souhaitera de finesse plus le nombre de pas devra être élevé, plus long sera le temps de balayage. La valeur par défaut est renseignée dans le menu [Configure]. Ce menu vous permet par ailleurs de déterminer l'impédance caractéristique, ainsi que des choix subalternes concernant les couleurs.

Enfin, vous pouvez choisir les traces qui apparaîtront à l'écran. L'affichage peut rapidement devenir confus si l'on choisit d'afficher beaucoup de données, il convient à ce niveau d'être très sélectif. Comme on peut le voir sur la **figure 9**, on peut afficher en fonction de la fréquence, le ROS, le module de l'impédance, le Return Loss en dB, la phase, l'impédance complexe sous forme de résistance série (Rs) et de réactance (Xs). Si en outre vous avez sélectionné dans le menu [Display] l'option Xc/XI, la valeur de Xc sera indiquée en pF ou XI en →H. Ce dernier choix nous sera très utile un peu plus tard.

Nous avons fait le tour de l'interface, d'autres choix apparaîtront contextuellement, nous les découvrirons à l'occasion d'expérimentations.



de votre antenne. Pour ce faire vous auriez eu besoin de connaître l'impédance complexe sous forme de résistance et réactance série de votre antenne à une fréquence donnée ($R + jX$). Partant de là, vous auriez placé sur un abaque de Smith ce point et vous seriez éventuellement ramené au centre. Eh bien le miniVNA a été conçu pour cela ! Les valeurs de R_s et X_s sont indiquées, il reste à déterminer le sens de X_s (inductif ou capacitif) en sélectionnant dans le module [Display] le choix X_c/X_l . Nous verrons, dans l'exemple concernant le réglage d'un coupleur d'antenne, l'affichage sur abaque de Smith.

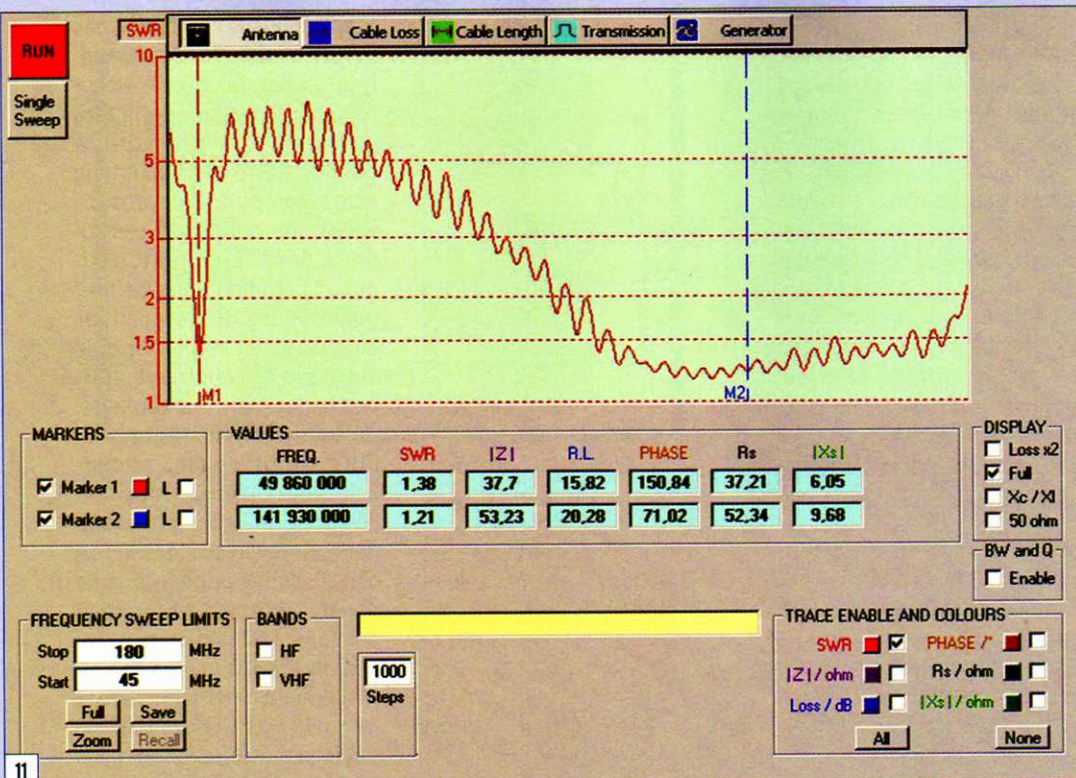
Puisque nous sommes sur cette antenne, une fois celle-ci correctement ajustée, nous pourrions facilement déterminer sa bande passante pour un ROS de 1,5 par exemple, en plaçant les marqueurs M1 et M2. En choisissant d'afficher R_s et X_s , vous pourrez observer que X_s s'annule et R_s atteint 50Ω pour une fréquence remarquable (qu'on espère dans une bande amateur), signe d'une parfaite adaptation. Pour mémoire, une parfaite adaptation n'est pas révélatrice d'un parfait rayonnement, il suffit de repenser à la résistance pure de 50Ω pour s'en convaincre.

Revenons à la figure 9, j'ai choisi de n'afficher que le label "Run". En cliquant dessus, vous déclenchez le balayage du miniVNA, vous pouvez aussi choisir l'option simple balayage qui limite la charge du processeur. Si vous effectuez les réglages sur votre antenne et que vous souhaitez en mesurer les effets en temps réel, il convient de se placer en balayage permanent. Il faut approximativement une

présence d'un bouton portant le label "Run". En cliquant dessus, vous déclenchez le balayage du miniVNA, vous pouvez aussi choisir l'option simple balayage qui limite la charge du processeur. Si vous effectuez les réglages sur votre antenne et que vous souhaitez en mesurer les effets en temps réel, il convient de se placer en balayage permanent. Il faut approximativement une

demi-seconde pour effectuer avec 1 000 points, un balayage de 1 à 180 MHz.

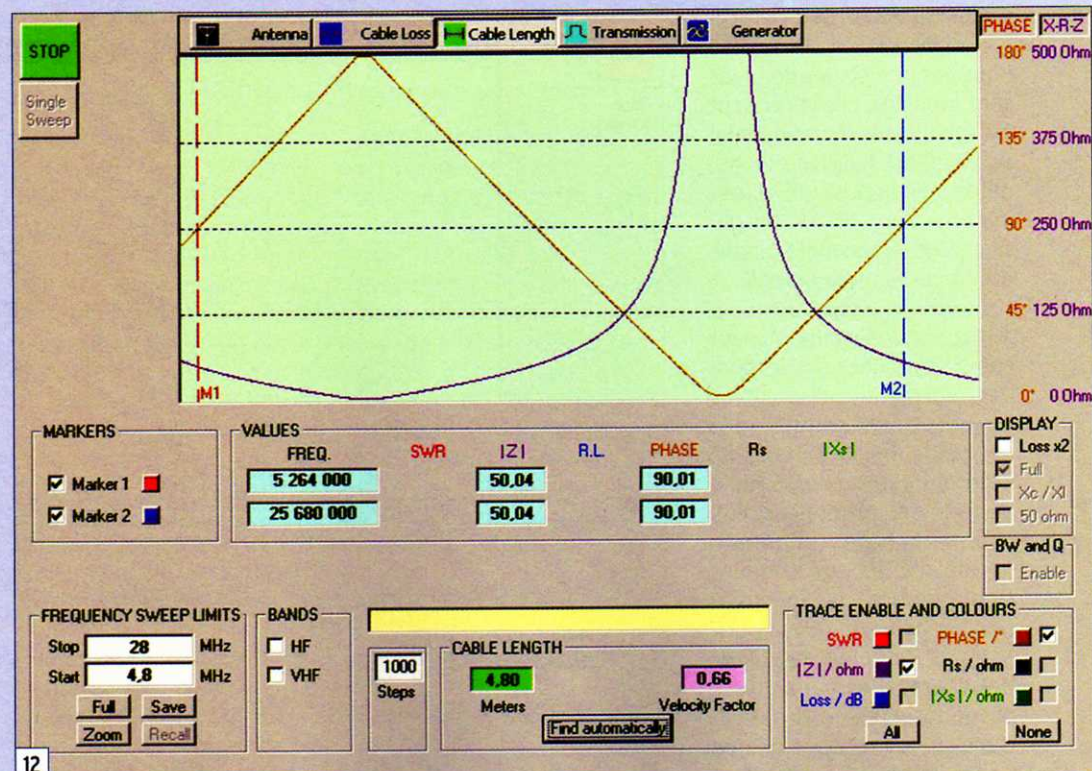
Jusqu'à présent nous étions en mode de fonctionnement scalaire. L'intérêt du vectoriel, comme indiqué plus haut, c'est de disposer des valeurs de phase et d'impédance. Imaginons que vous ayez eu envie de déterminer vous-même les valeurs du dispositif d'adaptation



11

Intéressons-nous à la figure 10. Il s'agit d'une beam 3 éléments 50 MHz, juste montée, avec les réglages dégrossis. La fenêtre d'analyse est comprise entre 40 et 60 MHz. Les marqueurs M1 et M2 indiquent les valeurs des deux points bas de ROS. On note immédiatement que l'adaptation est excellente sur le marqueur M2 qui indique une fréquence de 52 MHz. Il conviendra d'agir sur le dispositif d'adaptation de manière à ramener ce point vers 50 MHz.

On comprend immédiatement l'intérêt de cet analyseur à partir de ces deux exemples, on dispose instantanément de la réponse en fonction de la fréquence de l'antenne. En haut à gauche de l'interface, vous aurez remarqué la



12

Puisque nous sommes dans les antennes, jetons un œil sur la figure 11. On y découvre une antenne discone. Cette dernière était annoncée comme étant adaptée sur 50 MHz, on peut constater que c'est avéré.

Sur les figures qui précèdent, je n'ai volontairement affiché que le ROS de manière à offrir une vision claire. Bien évidemment, chacun expérimentera (c'est vivement recommandé) et adaptera l'affichage à ses besoins. Dernière précision concernant les antennes, on n'utilise que le connecteur DUT pour toutes ces mesures. Il convient de préciser, pour que les résultats soient cohérents, que l'appareil doit être connecté au plus près de l'antenne, toute longueur de câble (sauf si l'antenne se présentait comme une résistance pure de 50 Ω et qu'elle soit alimentée par une ligne de même impédance) induirait obligatoirement des erreurs puisque en présence d'une antenne non adaptée, l'impédance varierait continûment le long du câble. On peut s'affranchir de cela en connectant l'antenne aux caractéristiques inconnues au miniVNA par une longueur de câble d'une demi-longueur d'onde, cette dernière ayant la particularité de reporter rigoureusement l'impédance à son extrémité. Cela étant, c'est irréaliste dans la pratique. L'obligation du PC (sauf à utiliser l'option BlueTooth) avec le miniVNA est une des contraintes d'emploi de cet appareil.

Comme vous l'avez noté, l'utilisateur décide des paramètres qu'il veut voir afficher par le biais de cases à cocher dans la rubrique [Trace Enable and Colors]. S'agissant des informations restituées, vous pouvez opter pour le ROS (SWR), tout le monde voit de quoi il s'agit, pour l'impédance qui est calculée suivant la relation :

$$Z^2 = (R^2 + X^2).$$

- Loss utilisé en mode Transmission indique la différence

de niveau exprimée en dB entre l'entrée et la sortie. En mode Réflexion, il indique la valeur du Return Loss, RL. RL est une autre manière d'exprimer l'adaptation et vaut $10 \log (P_s/P_e)$. Plus la valeur de RL est élevée, meilleure est l'adaptation.

- La Phase : on distinguera deux cas. En mode Réflexion, on visualisera la phase du signal réfléchi par rapport au signal direct tandis qu'en mode Transmission on observera la phase relative entre les signaux entrants et sortants.
- Rs et Xs indiquent les valeurs de la résistance série et de la réactance série, valeurs très utiles si vous utilisez un abaque de Smith ($R \pm jX$)
- Si vous cochez l'option Xc/Xl, le signe de la réactance sera affiché, positif pour une inductance et négatif pour une capacité, ainsi que sa traduction en termes d'inductance en µH et capacité en pF.

DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR D'UN CÂBLE

Voilà une fonctionnalité du miniVNA qui, même si son utilisation est marginale, n'en demeure pas moins spectaculaire. Vous disposez d'une longueur de câble inconnue, vous connaissez le coefficient de vélocité (voir plus loin dans le texte), le miniVNA va déterminer sa longueur.

On suppose qu'une des extrémités est dotée d'un connecteur, placez-le sur le port DUT, sélectionnez l'onglet [Cable Length], puis cliquez sur Find Automatically. Attendez quelques secondes, juste le temps au miniVNA d'effectuer les calculs, le champ Cable Length passe en vert (figure 12) et vous affiche la longueur avec une précision redoutable.

Il est utile de préciser que pour que cette mesure affiche des résultats cohérents,

il convient qu'une des extrémités du câble soit libre et ouverte.

DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DE VÉLOCITÉ D'UN CÂBLE

Pour d'excellentes raisons, on peut ne pas connaître ou avoir un doute sur le coefficient de vélocité d'un câble. On peut, en déterminant la nature du diélectrique, se forger un avis mais si vous êtes d'une nature perfectionniste ou inquiète, vous allez certainement vouloir obtenir une certitude. La solution réside dans l'utilisation du couteau suisse du radioamateur...

Mesurez la longueur de votre câble, vous obtiendrez la longueur physique Lp, positionnez le VNA en mode [Cable Length], connectez le câble sur le port DUT, positionnez le coefficient de vélocité à 1 par le biais du Menu [Configure], cliquez, comme précédemment sur Find Automatically et attendez le résultat qui sera la longueur électrique Le. Le coefficient de vélocité sera obtenu par la relation $V_f = L_p/L_e$. Durant cette mesure, l'autre extrémité du câble doit être ouverte.

DÉTERMINATION DES PERTES D'UN CÂBLE

Cette manipulation est simplissime, connectez votre câble sur le port DUT, l'autre extrémité ouverte et lancez le programme. Positionnez un marqueur sur la fréquence d'intérêt, il suffit de lire dans le tableau la perte exprimée en dB. Il est bien entendu qu'il s'agit de la perte de la longueur de câble connectée au miniVNA, il conviendra d'effectuer un peu d'arithmétique pour déterminer la perte en dB aux 100 mètres.

Vous pouvez réaliser la même manipulation en reliant DUT et DET par votre longueur de

câble. Dans ce cas de figure, utilisez l'onglet [Transmission], des exemples de mesures sont étudiés au chapitre suivant.

DÉTERMINATION DE L'IMPÉDANCE D'UN CÂBLE

Face à un câble d'impédance inconnue, le miniVNA peut-il nous être utile ? Bien sûr que oui, cet instrument est quasi universel ! La méthode est décrite par FIFPS sur son excellent site (un site de référence en matière de métrologie) dont vous trouverez l'adresse en fin d'article. Donc en adaptant cette méthode au miniVNA, il convient de souder à l'extrémité du câble une résistance ajustable de 100 Ω (prenez une longueur de câble comprise en 1 et 2 m). Comme pour tout montage HF, éliminez les capacités et inductances parasites en soudant le plus court possible, comme pour un montage V/UHF. Positionnez le VNA en mode [Antenna], balayage entre 1 et 30 MHz, sélectionnez uniquement l'affichage du ROS et placez le marqueur M1 à 10 MHz approximativement. Faites varier la résistance de manière à ramener le ROS à la valeur la plus basse possible à la fréquence du marqueur. Vous allez nécessairement assister à une baisse puis une remontée de ROS, retrouvez le point mini. Il ne vous reste plus qu'à mesurer à l'ohmmètre la valeur de la résistance, elle vous indiquera l'impédance du câble. Bien évidemment, la résistance de 100 Ω a été choisie car elle couvre les valeurs les plus courantes (50 et 75 Ω). Ne faites que de simples balayages en cliquant sur [Single sweep], cela vous permettra de retoucher votre résistance tranquillement sans noter d'effet de main.

Nous verrons, dans la seconde partie de cet article, d'autres applications du miniVNA, exploitant le mode transmission et le générateur. ◇



COLLECTORS MEGAHERTZ de 1999 à 2006



274 285

Le CD-ROM 45€
Port inclus (France métro)

Prix spécial pour nos abonnés : réduction de 50% soit 22,50€ le CD-ROM