MESURES AVEC LA NANOVNA

Partie 1 : Mesure de l' impédance caractéristique d'une ligne de transmission

Arie Kleingeld PA3A

Préface

Le nanoVNA (VNA signifie Vector Network Analyzer) a conquis le monde amateur en peu de temps et n'aura plus besoin d' être présenté à de nombreux lecteurs . L' appareil est relativement bon marché et suffisamment précis pour le radioamateur. C'est une petite chose , d'où le préfixe "nano". Différentes versions d' un tel VNA ont maintenant été conçues et produites , avec des spécifications de mieux en mieux .

Le VNA que j'utilise est la version dite nanoVNA H3.2 . Le H signifie Hugen , le surnom du concepteur/ producteur . Le 3.2 correspond à la version circuit imprimé , ce qui dans mon cas signifie qu'il date approximativement de la période d' octobre 2019 et qu'il dispose d' un écran de 2,8 pouces . Pour un passionné de HF comme moi, le petit la version d' écran H3.2 est très bien. D'une part parce que je ne fais jamais rien en VHF, encore moins sur les hautes fréquences , et que mon nanoVNA est toujours connecté à un PC dans ma cabane . Pour mesurer les antennes sur place (principalement SWR), j'utilise toujours le «bon vieux » MFJ-259B que j'ai payé en florins néerlandais au lieu de L'euro est à l'époque, et il a rebondi autour de ma cabane à cette fin , mais donne toujours de bons résultats de mesure .
Cet article couvre : la détermination de l' impédance caractéristique d'un câble , c'est-à-dire la détermination des 50 ohms connus du câble RG-213 ou des 75 ohms du câble RG-59 , ou simplement l' impédance caractéristique d'un morceau de cordon d' alimentation si vous souhaitez l' utiliser comme ligne de transmission. Nous le faisons avec le nanoVNA , lié au programme nanoSAVER sous Windows 10. Cela facilite grandement le contrôle du nanoVNA et la lecture des valeurs mesurées . Les images graphiques de la mesure en sont également tirées . De plus, j'utiliserai également l' analyseur MFJ-259B pour une telle mesure . Cela aussi est en fait un VNA, bien que plus limité que le nanoVNA , mais il fonctionne aussi très bien .

Une brève explication de la théorie concernant cette mesure

Lors de la prise de cette mesure , il est bon de garder quelques éléments à l'esprit .

1. Impédance (nous mesurerons cela plus tard)

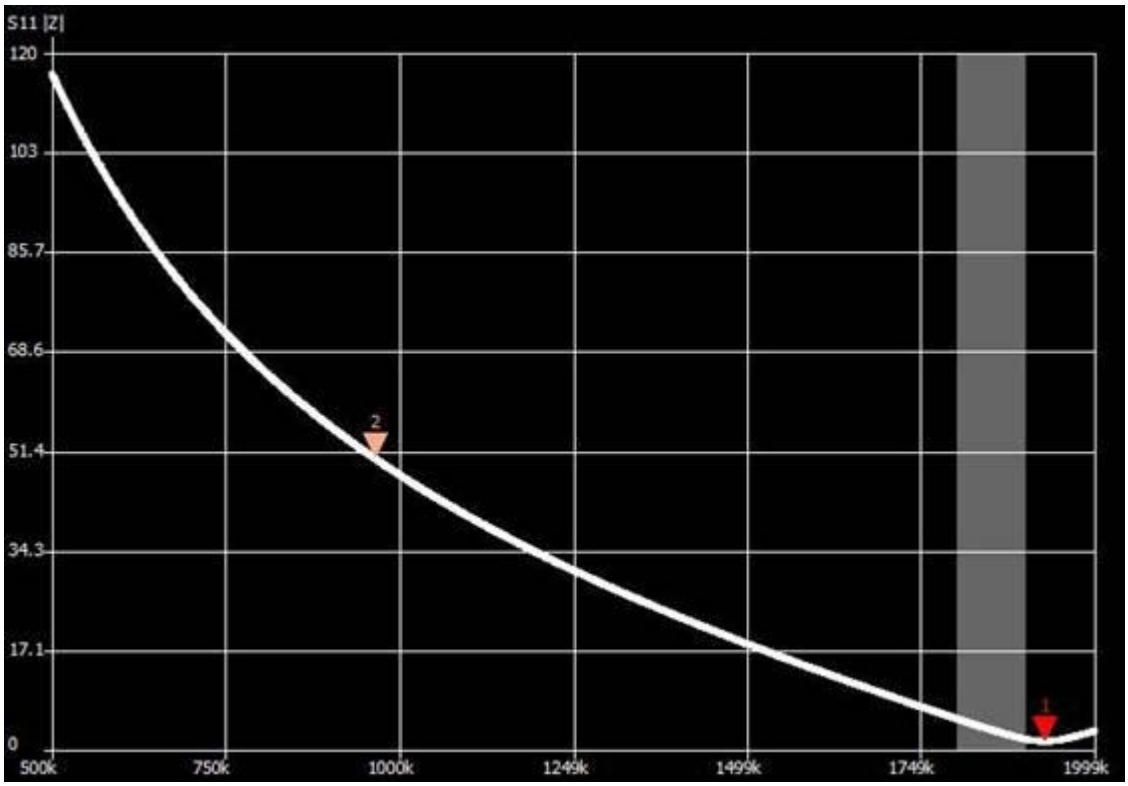
L'impédance est une combinaison de résistance et de réactance et est exprimée en ohms. Nous écrivons généralement cela sous la forme Z = R + jX . A titre d'illustration : Z = 25 + j35, signifie que l' on a affaire à une résistance de
25 ohms, en série avec une bobine d' une réactance de 35 ohms (ce 'j' indique le déphasage de 90 degrés . S'il y a - j35 , nous avons affaire à un condensateur .

2. Comportement des lignes de transmission ouvertes ou en court - circuit

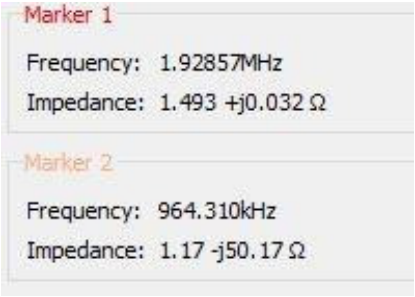
Un sujet qui apparaît souvent dans les examens de radioamateur … lignes de transmission ouvertes et court- circuitées . Avec certaines longueurs de câble, vous pouvez alors mesurer les impédances au début de presque 0 à presque l' infini et tout le reste . Les longueurs connues avec des propriétés connues sont, par exemple , ½ ou ¼ de longueur d'onde. Les nuances peuvent être trouvées dans toutes sortes de livres ou de matériel de cours .
Il existe également une longueur spéciale moins connue . C'est la longueur d' onde 1/8 . Ce qu'il montre est le suivant : court-circuitez- vous un coaxial , ou le gardez - vous ouvert à la fin, ou connectez - vous une résistance pure de n'importe quelle valeur, et mesurez le Z = R + jX au début du câble . Alors la valeur approximative de l' impédance caractéristique du câble coaxial est égale à | Z | = racine carrée ($R^2 + X^2$). Nous l' utiliserons dans les mesures ci- dessous .
Qui a dit que la théorie des lignes de transmission n'était pas amusante ?

La mesure avec le NanoVNA .

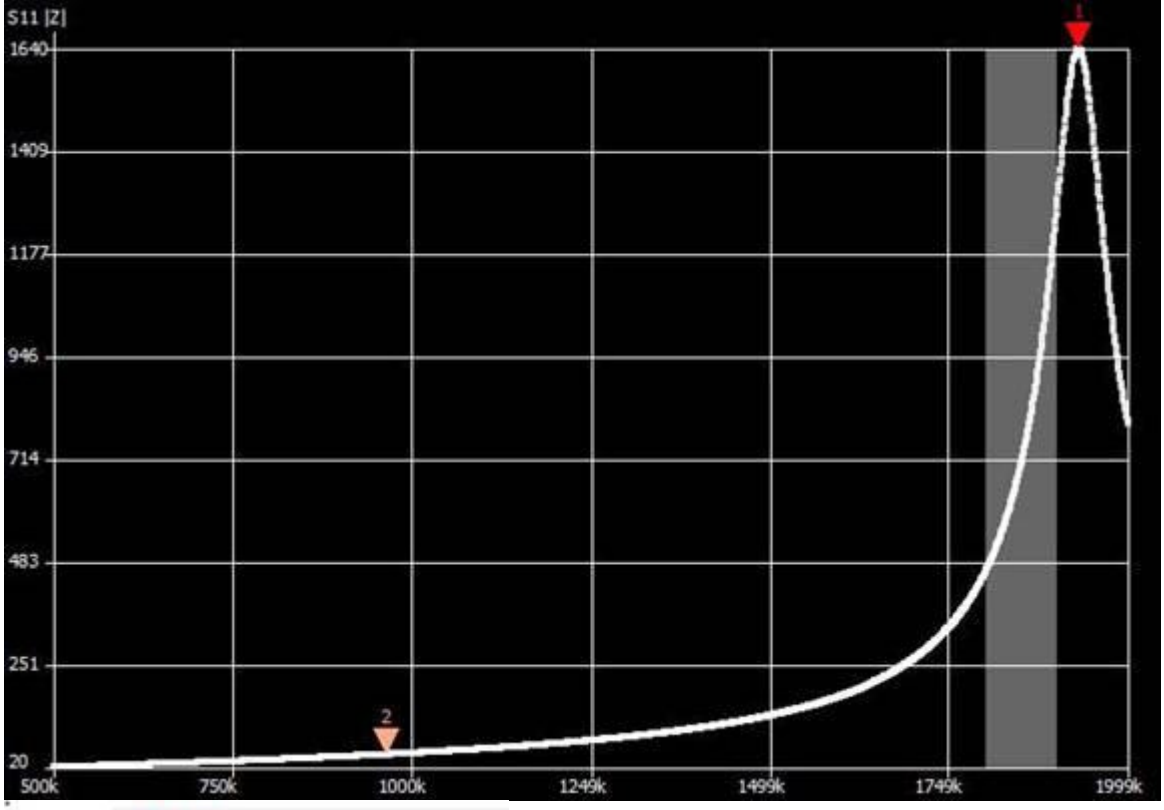
Le nanoVNA est connecté à environ 25 mètres de câble coaxial étiqueté « Belden MRG-213 Eca MIL-C-17 ». Ce doit être un très bon câble . Le RG213 a un facteur de vitesse d' environ 0,66 et est connu des radioamateurs sous le nom de câble de 50 ohms . Le coaxial est ouvert à l'extrémité (haute résistance ohmique) donc si nous sélectionnons une fréquence où il se comporte comme un quart d' onde , environ 25m, alors vous y verrez une faible valeur ohmique . Ceci est illustré dans l' image suivante de nanoSAVER .



Le marqueur rouge avec no. 1 est à la fréquence où l' impédance est faible / presque nulle et pratiquement ohmique (donc pas inductive ni capacitive) : 1928 kHz. A cette fréquence la longueur électrique du câble est donc de 1/4 de longueur d'onde . Nous n'avons donc pas besoin de connaître la longueur exacte du câble coaxial , ni le facteur de vitesse exact , il ne fait que ¼ de longueur d' onde pour cette fréquence . Si vous coupez la fréquence dans



moitié , alors pour cette fréquence la longueur électrique du câble serait de 1/8 de longueur d'onde . C'est là que se trouve le deuxième marqueur orange, 964 kHz. Nous voyons le | Z | dans le graphique et lire dans nanoSAVER pour le marqueur 2 proche de 50 ohms. | Z | = racine carrée ($R^2 + X^2$). Comme le R est très petit par rapport au X, vous pouvez presque dire que la valeur X est égale à l' impédance caractéristique du câble .
Vous obtenez une image similaire si vous court-circuitez le même morceau de câble coaxial à la fin.



Marker 1

Frequency: 1.92956MHz

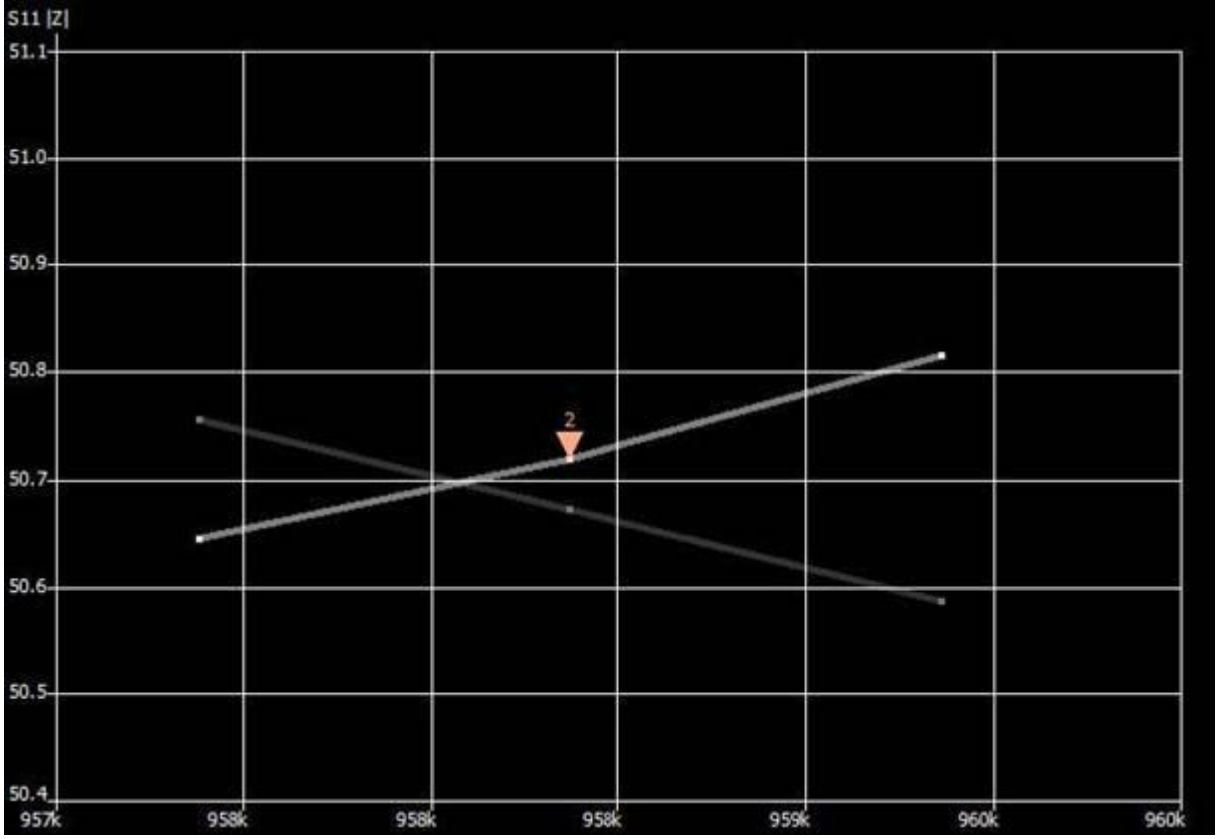
Impedance: 1632 +j0.332 Ω

Marker 2

Frequency: 964.310kHz

Impedance: 3.308 +j51.1 Ω

A l' exception d'un kHz, la valeur d' impédance haute est au même endroit que la valeur d'impédance basse (repère 1). À la fréquence pour 1/8 de longueur d' onde , nous lisons au marqueur 2 que l' impédance caractéristique du câble est d' environ 51 ohms. Pour un appareil vendu moins de 50 euros (ou 60 US$), il est pas un mauvais résultat si l' on considère que nous avons comparé deux situations complètement différentes : un câble en court - circuit et un câble ouvert.
Accessoirement , le Belden RG-213 est connu pour avoir une véritable impédance caractéristique de : 50,6 - j1,6 ohm, donc environ la valeur de la référence commune à 50 ohm.
Les experts prennent parfois les deux mesures (ligne ouverte et ligne fermée) et font une sorte de moyenne des deux valeurs mesurées . Ils superposent ensuite les deux graphiques et voient où les deux graphiques se croisent pour lire quelle est la valeur de | Z | est alors . Faisons ça aussi . _



On arrive maintenant à 50,7 ohms *[ci-dessus].* Même arrondi , avec des inexactitudes et de la négligence , c'est presque trop beau pour être vrai . J'aurais été content d' une valeur entre 48 et 52 ohms … pour mon usage amateur en tout cas .

Mesure avec le MFJ-259B (qui ne le connait pas)

Pour la mesure au MFJ, je trouve un morceau de RG-58/U d' origine inconnue . La longueur est d'environ 5 mètres , et il est court-circuité . Avec une demi - longueur d' onde entre nous devrions mesurer à nouveau quelque chose de faible impédance (la réactance est également nulle) et cela s'avère être le cas à 19 486 kHz. C'est à peu près ça. Nos environ 5 mètres de longueur réelle de câble => longueur électrique est de 5 divisé par 0,66 = 7,6 mètres . Une longueur d'onde entière vaut alors 2 x 7,6 = 15,2 mètres avec une fréquence supérieure à 19,7 MHz. Maintenant, la longueur du câble coaxial n'a pas vraiment été mesurée exactement , mais il semble à peu près comme il a été estimé avec précision .

Pour mesurer à 1/8 de longueur d' onde , la fréquence doit être 4x inférieure à celle pour ½ longueur d' onde , donc env . 4,875 kHz. La lecture sur le MFJ est maintenant : Z = 5 + j53. L' impédance caractéristique du câble est alors | Z | = racine carrée (25 + 2809) = 53,2 ohms. Selon les spécifications , un Belden RG-58/U aurait un impédance caractéristique de 53,9 - j2 ohms. En plein dans le mille . *Le MFJ-259B l'a encore fait !*
Dans le prochain article (Partie 2 de la série) je souhaite déterminer l' amortissement d' une self de courant de gaine (appelée aussi shoke de mode commun) sur un câble coaxial , et comme il est aussi dit sur divers forums que l' impédance d' une telle starter doit être d'au moins 5000 ohms, nous allons mesurer si cela se confirme avec notre petit instrument. Alors, à suivre …

Données coaxiales source : extraites de ac6la.com : TLDetails . TLDetails est un programme éducatif et utile qui fonctionne avec des formules précises pour montrer le comportement de différentes lignes de transmission . Vivement recommandé .

73,
Arie Kleingeld PA3A