MESURES AVEC LA NANOVNA

Partie 7 : Mesurer le Q d'une bobine

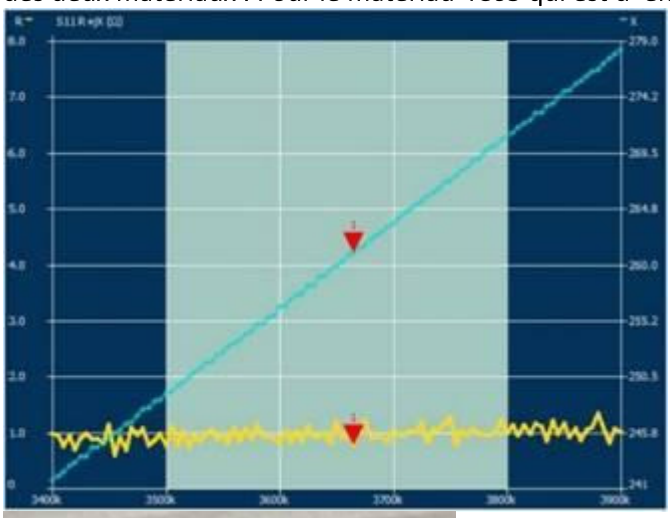
Arie Kleingeld PA3A

Introduction

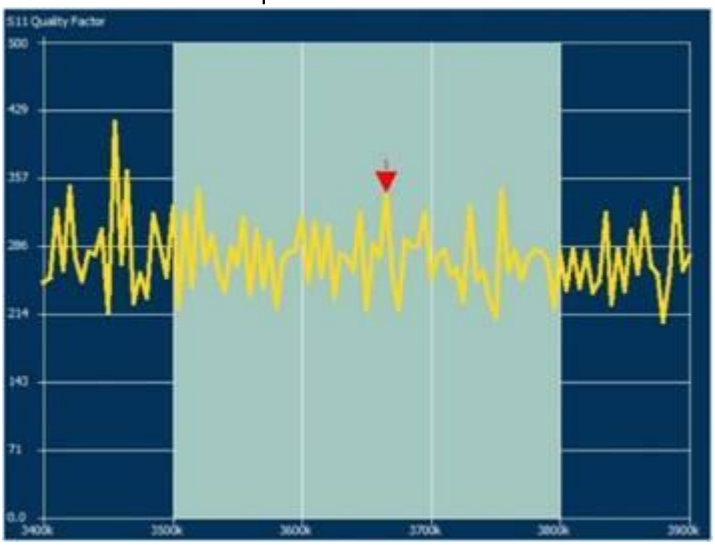
Récemment , un ami radioamateur m'a demandé comment il pouvait mesurer le facteur de qualité Q d'une bobine . Après en avoir discuté , j'ai bien sûr dit avec conviction : « Vous faites ça avec un nanoVNA en combinaison avec le programme PC nanoSAVER ». NanoSAVER contient cette fonction , à savoir 'S11 Quality Factor'. Accrochez la bobine sur le port S11 (CH0), mesurer et lire . _ Parce que je travaille sur un petit projet pour concevoir et construire un bon présélecteur pour mes récepteurs , il est bon de connaître le Q des bobines que vous utilisez. Nous pouvons mesurer cela rapidement . Mais... parfois vous sous- estimez une tâche ; et s'est avéré un peu plus difficile qued' abord proposé . Raison suffisante pour partager cela dans cette histoire.

La mesure S11 R+ jX et sa traduction en Q

Comme objet de test dans cet article , j'utilise un noyau violet 4C65 , env . diamètre 23 mm . Une belle taille exploitable avec relativement peu d' enroulements évalués à environ 11 uH . A titre de comparaison , à côté , un noyau T200-2 rouge qui équivaut également à environ 11 uH . La différence d' enroulement est claire et s'explique immédiatement par la perméabilité relative μ_i des deux matériaux . Pour le matériau 4C65 qui est d' env . 125 et pour le matériau 2, il est d' env . dix.



Avant de prendre une mesure , le nanoVNA est d' abord calibré pour la gamme de fréquences souhaitée où je prévois d'utiliser le cœur : 3,4–3,9 MHz. Ensuite, le noyau est mesuré . Le résultat est montré dans la figure à côté qui montre S11 R + jX . À partir de ce nanoSAVER calcule , entre autres , la valeur L.
Le graphique suivant (Facteur de qualité S11) montre le facteur de qualité Q calculé sur la base des mêmes données. Ceci est calculé en divisant X_L par R.

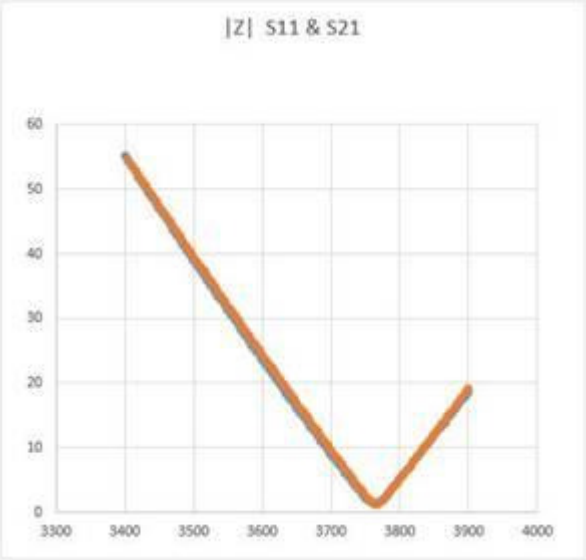


Ce n'est pas aussi simple que je l' avais espéré . Le Q passe parfois de 211 à 345 dans les 5 kHz et bien sûr ce n'est pas le cas. La raison en est que nous mesurons une valeur de XL qui est d' environ 260 ohms et une valeur de résistance R proche de 1 ohm. Le XL court bien dans une ligne serrée selon $X_L = 2\pi fL$. La valeur de R saute de haut en bas à 0,5 ohm et, par conséquent , vous ne pouvez pas vraiment lire le Q. Dans cette combinaison , le nanoVNA n'est apparemment pas capable de mesurer la composante de résistance sans bruit.
Bref, ce n'est pas la bonne méthode . En plus du bruit sur la mesure , une autre complication surgit, évidente de ce qui suit . Bien sûr, vous ne faites jamais une seule mesure si vous obtenez un résultat diversifié comme celui -ci . Vous reconnectez tout , serrez les connecteurs , puis mesurez à nouveau . Lales résultats (en particulier les valeurs R) variaient d' environ 1 ohm à environ 1,3 ohms avec la même quantité de bruit. Avec cette variation, nous avons obtenu différentes valeurs du facteur de qualité calculé Q. Le décalage de la valeur R moyenne provient des variations du nanoVNA lui- même . Si mon nanoVNA (type H3.2) vient d' être allumé et qu'il est calibré , vous pouvez parfaitement mesurer quelque chose . Une heure plus tard , avec le même étalonnage , vous obtenez des valeurs très différentes dans la mesure Q. Apparemment , le nano chauffe lorsqu'il est allumé , avec un effet secondaire indésirable . Maintenant, cela n'a pas tellement d'importance pour une simple mesure SWR , mais cela a de l' importance dans la mesure Q. Par conséquent , pour les prochaines mesures, nous allumerons le nanoVNA pendant une heure avant de calibrer et de mesurer . Nous nous éloignerons aussi de mesurer uniquement la bobine .

Mesure à l' aide d'un circuit LC

Pour obtenir un meilleur rapport entre X et R mesurés , nous allons mesurer avec un circuit série LC utilisant un condensateur de bonne qualité d' un peu plus de 50 pF. Cette valeur a été choisie car je souhaite mesurer le Q dans la bande 80m.
Avec une résonance en série , il y aura une petite résistance et pratiquement aucune réactance à mesurer . Les tests de mesure précédents ont montré qu'une résistance de 1 ohm pouvait encore être mesurée assez bien avec la méthode S11 R+ jX et avec la méthode shunt S21 . La mesure d'une résistance de 0,2 ohm a également été faisable (voir la partie 5 de cette série sur la mesure des faibles impédances). J'ai donc utilisé les deux méthodes côte à côte pour vérifier quelque peu les résultats obtenus .
Pour les nouvelles mesures , le nanoVNA a d' abord été allumé pendant une heure , puis calibré pour les deux méthodes : la mesure S11 R+ jX (circuit à CH0) et la mesure de shunt S21 (CH0 directement connecté à CH1 en parallèle). Pour plus de clarté , les deux méthodes de connexion sont affichées l'une à côté de l' autre dans les cases [page suivante].

Les résultats ont été étonnamment bons. Les deux mesures S11 et S21 ont été respectivement exportées dans des fichiers S1P et S2P puis calculées avec Excel en Z = R+ jX . (Pour les formules utilisées voir les deux encadrés ci- dessous).



Une fréquence de résonance de 3763 ±1 kHz a été trouvée pour les deux configurations (où X≈0) et la valeur de R correspondait également : 1,27 ± 0,005 ohms. Les deux graphes |Z| calculés se correspondent donc sur la figure ci-contre. Cela semble presque trop beau pour être vrai , mais apparemment , j'ai fait quelque chose de bien.
Avec la valeur XL de 267 ohms mesurée à la même fréquence , et trouvée R=1,27 ohms, vous vous retrouvez avec $Q = X_L/R$ à un Q de 210. Une super bobine toroïdale !

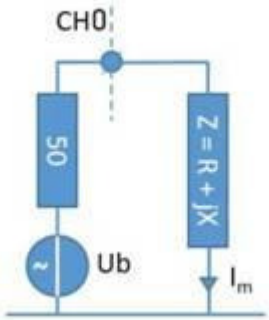
Encadré 1.

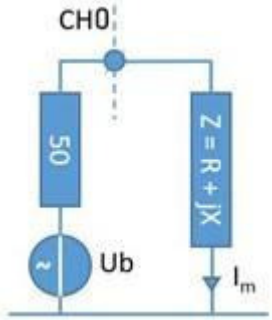
S11 = Sr + j Si . Les valeurs Dr et Di sont exportées par nanoSAVER au moyen d'un fichier **S1P** . R+ jX peut être calculé en utilisant les formules ci-dessous . Le principe de ceci est expliqué dans la partie 2 de cette série .

Box 1.

S11 = Sr + j Si .
Dr and Di values are exported by nanoSAVER by means of an **S1P** file. R+jX can be calculated using below formulas. The principle of this is explained in part 2 of this series.

$R = 50\frac{1-(Si^2+Sr^2)}{(1-Sr)^2+Si^2}$	$X = \frac{100Si}{(1-Sr)^2+Si^2}$





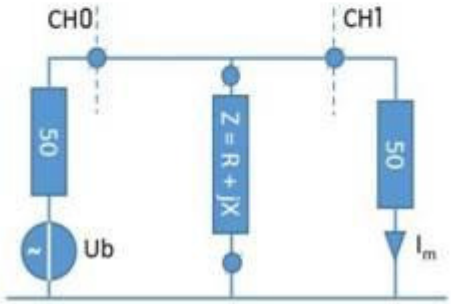
Encadré 2.

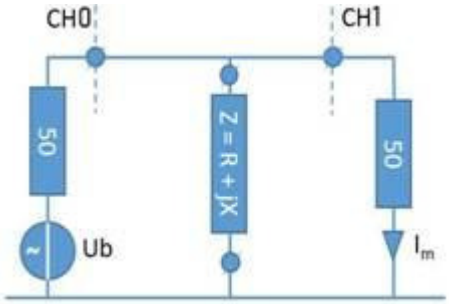
S21 = Dr + j Di . Les valeurs Dr et Di sont exportées de nanoSaver au moyen d'un fichier **S2P** . R+ jX peut être calculé à l' aide des formules ci- dessous .

Box 2.

S21 = Dr + j Di .
Dr and Di values are exported from nanoSaver by means of an **S2P** file.
R+jX can be calculated using the formulas below.

$R = -\frac{Di^2(Dr+25)}{(1-Dr)^2} + \frac{25Dr}{1-Dr}$	$X = \frac{Di(Dr+25)}{1-Dr}$





Conclusion

Il est tout à fait possible de mesurer le Q d'une bobine à l' aide du nanoVNA . La résistance série de la bobine semble être facilement mesurable avec la résonance série de la bobine dans un circuit série . C'est comme si cela sortait tout droit d'un manuel scolaire , et le nanoVNA le rend mesurable . Si la résistance mesurée est en dessous de 1 ohm, choisir la méthode S21 comme décrit dans l'encadré 2 car la mesure avec S11 devient alors trop imprécise .

73, Arie Kleingeld PA3A