

Het meten van de A_L waarde van een onbekende kern m.b.v. de resonantie methode.

Eerst even enkele formules verklaren:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad \Rightarrow \quad L = \frac{1}{(2 \cdot \pi)^2 \cdot f^2 \cdot C} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot C}$$

formule 1

L berekening bij resonantie test (uit formule 1):

$$L = \frac{25330}{f^2 \cdot C}$$

L in mH
C in nF
f in kHz

formule windingsberekening met A_L -waarde uit databoek:

$$N = 1000 \cdot \sqrt{L / A_L} \quad \text{formule 2}$$

$$L = A_L \cdot (N / 1000)^2 \quad \text{mH}$$

Voor A_L waarde formules:

L in mH, f in MHz, C in pF, A_L in mH/1000 windingen

formule 1 in formule 2 geeft

$$A_L = \frac{10^6}{N^2 \cdot f^2 \cdot C} \cdot \frac{1000}{4 \cdot \pi^2}$$

na vereenvoudiging:
bij resonantie

$$A_L = \frac{25,33 \cdot 10^6}{N^2 \cdot f^2 \cdot C}$$

en nogmaals: f in MHz, C in pF en A_L in mH per 1000 !!

De meting en het interpreteren van de gegevens

Wat je nodig hebt om de meting uit te voeren is een simpele hoogfrequent generator die liefst onder de 50 kHz begint en doorloopt tot zeker 20 MHz. Eventueel een HF generator die hoger dan 100 - 200 kHz begint combineren met een functie generator voor het laagste gebied van 10 kHz tot ± 1 MHz. Zet hem dan wel op sinus! Geijkte output is niet belangrijk, hang er wel een digitale teller aan. Om de procentuele afwijking in de A_L waarde na berekeningen op de meetgegevens niet te hoog te laten oplopen, is het handig om de meetgegevens toch vrij nauwkeurig te houden. Afronden kan later ook nog.

Om het signaal te meten is een eenvoudige HF-millivoltmeter onontbeerlijk. Het mooiste gaat het met de meest simpele oscilloscoop tot, wat minder mooi, een kristal diode detector gekoppeld aan een universeelmeter toe. Rond de kernen begin je met niet te veel en ook niet te weinig windingen, dit vanwege parasitaire effecten: 10 windingen dun montage-draad netjes rondom is een goed compromis gebleken.

Als GEIJKTE condensator gebruik je een styroflex of folie condensator van bijv. $1 \text{ nF} = 1000 \text{ pF}$: de bekende rolletjes alu-folie-C's. NOOIT keramisch, die zijn niet stabiel: door al het soldeer en plakwerk verlopen die konstant. Zoek voor zeldzame gevallen ook een nauwkeurige C van 180 à 470 pF en een C van 5 à 10 nF. Zeer exact nameten!, eventueel bij een vriendje op een meetbrug. Tel daar wel de C van je meetprobe bij!!! Een oscilloscoop $10 \text{ M}\Omega$ meetprobe 1:10 is bijv. $\pm 15 \text{ pF}$.

Voor afwijkende ringkernen met een hele lage A_L waarde leg je ook eens 25 windingen erop en meet opnieuw. En dan maar draaien aan de generator of je ergens een resonantie piekje tegenkomt. Eventueel de serie R naar de kring tijdelijk verkleinen van $10 \text{ K}\Omega$ naar $1 \text{ K}\Omega$. (Dit beïnvloedt de resonantie frequentie niet, maar de Q zeer negatief! Zie daarvoor het volgende hoofdstuk over de Q meting). Verhogen van $10 \text{ K}\Omega$ naar $47 \text{ K}\Omega$ of $100 \text{ K}\Omega$, bij voldoende output, is nog beter. Een matige zeer brede piek op lage frequentie betekent absorbtie ferriet. Voor sommige soorten absorbtie ferriet soms wel zo breed dat het niet als piek opvalt!! Bijv. minstens 100 kHz breed tussen 150 - 450 kHz. Soms een slechte Q onder de één, dus niet zo geschikt op de gemeten f. Een felle vrij smalle piek: hoge Q, prima voor de kortegolf antenne trafo.

Soldeer de meet-C en een paar verschillende serie R's (1, 10, 47, $100 \text{ K}\Omega$) op een stukje printplaat voorzien van oogjes om de meetprobe's aan te haken. Dan breekt niet alles konstant los. Wel een beetje capaciteits arm opbouwen. Eventueel de meet-C in dit schakelingetje nog eens opmeten, met de extra capaciteit van de 1/10 meetprobe aangesloten! Overtollig koper weghalen!

Als je altijd 10 windingen gebruikt en dezelfde C, kan de formule nog simpeler gemaakt worden. Even invoeren op de rekenmachine en leg de informatie vast op papier voor later. Op die manier heb ik al een mapje met meer dan 100 verschillende ferriet artikelen vastgelegd. (Voorbeeld infovel achterin). Ook clamps, potkernen, poederijzerkernen, varkensneusjes en trafo ferriet E-kernen. Je krijgt zo een mooi overzicht, zie enkele bijgevoegde voorbeelden. Je zult ook zien dat er meer dump absorbtie (MnZn) ferriet is dan (NiZn)-ferriet geschikt voor antenne trafo's. Maar voor ontstoringsdoeleinden is laagohmig MnZn-ferriet weer prima. Zie daarvoor weer de ontstorings tekst. Sommige ontstorings clamps, bijv. die van Kitagawa, zijn een uitzondering op deze regel omdat ze van NiZn ferriet zijn i.p.v. MnZn en door hun grootte toch een behoorlijk grote A_L waarde (500 - 1000) en goede Q (20 à 25) hebben. Getest met een 40 aderige flatcable clamp type EFC-40-N. Gebruik van deze clamp voor een MLB lijkt me best mogelijk.

Nu in versie 3 van deze lijst: ook de Q meten!

Voor een betere kwaliteitsbeoordeling van het ferriet op de testbank is het handig géén schatting van de Q te maken, maar de werkelijke waarde tegelijkertijd met de meting mee te nemen. Wat er extra gemeten moet worden is nauwelijks extra moeite: het zijn de twee punten naast de piek waar de amplitude is ingezakt tot $1/\sqrt{2}$ x max. = $1/2 \cdot \sqrt{2}$ x max. = $0,707$ x = $\pm 70\%$. Dit zijn de $B\sqrt{2}$ punten, of de punten met een afzwakking tot -3dB t.o.v. het maximum.

$$Q = \frac{f_{\text{resonantie}}}{f_{\text{hoog}} - f_{\text{laag}}} \quad \begin{array}{l} f_{\text{hoog}} \text{ en } f_{\text{laag}} \text{ gemeten bij} \\ \text{afzwakking tot } 70,7\% \text{ van } f_{\text{res}} \end{array}$$

f_{hoog} en f_{laag} noemen we de $B\sqrt{2}$ punten.

Als het maximum op de scoop wordt ingesteld op 7 hokjes top/top amplitude, dan liggen de $B\sqrt{2}$ punten op 5 hokjes top/top.

Foutje, bedankt.

Of je nu de Q van een LC-kring meet met een koppel (=kortsluit) lusje m.b.v. een dipper of met de hier gehanteerde serie weerstand methode: de LC-kring wordt gedempt. Met andere woorden: de echte Q_{LC} is altijd hoger. Als je de Q alleen maar meet om verschillende kernen te vergelijken, en je hanteert altijd dezelfde meetmethode, dan maakt het niet zoveel uit dat er een, soms ernstige, meetfout insluip. Als je echter de echte Q wilt weten, moet de "voedings R" minstens 10 maal de ekwivalente Z van de parallel kring zijn. Anders opgeschreven: de virtuele (maximum haalbare) Q, die door de dempweerstand wordt bepaald, moet minstens 10 maal groter zijn dan de echte Q van de LC-kring, anders maak je een NIET te verwaarlozen meetfout. Deze meetfout heeft helaas geen konstante waarde, maar hangt af van de meet-C en de frekwentie. De stabiele meet-C is bij onze meetmethode meestal hetzelfde. Om makkelijk te kunnen korrigeren moet je even een grafiekje maken op dubbel logaritmische papier waar de virtuele Q die bij de meet-R hoort voor verschillende frekwenties is uitgezet. (Voor alleen DIE meet-C!!).

Een snellere truuk als de verwachte Q aanzienlijk is, is gewoon een veel hogere serie R gebruiken en nog eens opnieuw meten. Een praktisch probleem hierbij is dat de verzwakking door de serie R soms veel te groot is, of de output van je generator gewoon veel te laag(!), zodat je het gewenste maximum van 7 hokjes in de gevoeligste stand van de scoop niet meer haalt. De maximum outputspanning is bij mijn generator kleiner dan 1 Vt. De 1/10 scoop probe BLIJVEN gebruiken om de beïnvloeding laag te houden!

Een alhier noodgedwongen ontstane hulptruuk is de HF-generator voorzien van een opvoersetje bestaande uit een high-DBm MAV of MAR versterkermodule gevoed uit een 12 of 15 V voedinkje. Deze module, zo groot als een luciferdoosje en voorzien van BNC chassisdelen, zit met een male-male BNC koppelstukje rechtstreeks aan de generator output. (zie tekening achterin) Als de volgversterker output niet meer zuiver sinusvormig is ben je zwaar aan het oversturen en moet je gas terugnemen... Als test op $f/2$ of $f/3$ instellen en controleren of de output over de resonantie kring erg laag blijft.

Voor parallel resonantie geldt:

$$Q_{\text{par}} = \frac{R}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot R \cdot C \qquad R = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Bovenstaande formules worden toegepast om de Q die bij de demp-R hoort te berekenen.

$Q_G = Q$ gemeten $Q_{LC} =$ de LC-kring Q

$Q_R =$ de max. Q door de R bij $Q_{LC} =$ oneindig

Na een aantal controle berekeningen blijken de volgende formules toepasbaar:

$$Q_G = \frac{Q_R \cdot Q_{LC}}{Q_R + Q_{LC}} \qquad Q_{LC} = \frac{Q_G \cdot Q_R}{Q_R - Q_G}$$

Hieronder enkele voorbeeld ekwivalente Q's, het haalbare max. dus, bij enkele verschillende f's en serie R's. De referentie C is overal 1030 pF (inclusief scoop probe input C !!!), zijnde mijn eigen standaard meet-C.

C=1030 pF	1 KΩ	10 KΩ	47 KΩ	100 KΩ
100 kHz	0,65	6,46	30,4	64,6
250 kHz	1,62	16,2	75,9	162
500 kHz	3,23	32,3	152	323
1 MHz	6,46	64,6	304	646
2,5 MHz	16,2	162	759	1620

Het zijn deze gegevens die in een grafiek gaan. Bij een andere meet-C zijn de waardes dus ook anders!! Voorbeeldgrafiek achterin toegevoegd!

Na het meten met twee verschillende serie R's krijg je dus twee verschillende Q's. Na het opzoeken in de grafiek van de korrekte Q en het toepassen van de korrekte formule kom je toch weer uit op twee vrijwel dezelfde Q waardes. Die kunnen vrij aanzienlijk zijn (50 - 250) bij zuivere NiZn ferriet ringen. Bijvoorbeeld materiaaltype 4C65, of FTxx-61, of poederijzer Txx-2 of Txx-6. Meestal is de verzwakking door de meet-R bij een hoge Q waarde laag, en is het toepassen van de hoogste R-waarde dan geen probleem, dat MOET dan dus ook!! Bij MnZn ferriet en een hoge absorbtie en bijgevolg een zeer matige Q is het toepassen van de hoogste twee R's niet mogelijk. Doordat de uiteindelijke Q matig tot gewoon erg laag is, is het toepassen van de 10 KΩ R dan vrijwel geen probleem.

Te verwachten Q bij de volgende materiaaltypes (en de standaard C van $\pm 1000\text{pF}$) :

NiZn ferriet:

FT xx-61 (ongecoat) en 4C65 (violet/paars) $Q = 50 - 250$

MnZn ferriet:

FT xx-77 (ongecoat) $Q = 5 - 20,$

3E1 (groen) en 3E25 (oranje) $Q = 2 - 10,$

3E2 (blauw) en 3C11 (witte dumpkernen) $Q = 0,5 - 2.$

Eventueel alleen bij het opzoeken van het juiste resonantie punt de $1\text{ K}\Omega$ R gebruiken. Als je naar het tabelletje kijkt naar de $10\text{ K}\Omega$ kolom zie je de max. Q waardes. Conclusie: zit je met de gemeten Q op een waarde van 10% of nog minder van die waarde in de tabel, dan is er geen vuiltje aan de lucht en is de meetfout kleiner dan 10% en voor onze toepassing aanvaardbaar. Anders omrekenen of opnieuw meten met een grotere serie R.

Na deze nieuwe serie metingen en berekeningen blijkt het blauwe en witte dump kernmateriaal (3E2 en 3C11??verkeerde kleur??) NIET zo geweldig te zijn. Ik heb het eerder vaak toegepast, vanwege de handige hoge A_L waarde, en het werkt overigens wel, maar het kan alweer veel beter met 3E25. Sommige soorten 3E2 (23 mm blauw) zitten met hun Q eerder bij de 0,5 dan bij de 0,75. Andere soorten, ook 23 mm blauw, zitten tussen de 0,9 en 1,6. Het nieuwe 3E25 oranje materiaal (o.a. Barend Hendriksen verkoopt ze) blijkt, ondanks de vrij hoge A_L waarde en dezelfde verwachte hoge absorbtie, veel beter dan gedacht. De Q ligt boven verwachting tussen de 2 en 3,5 i.p.v. kleiner dan 1.

Nieuw 3C11 (wit) materiaal met gegarandeerde materiaal eigenschappen blijkt wel erg goed te zijn! De Q is zeker 2 à 3 maal meer dan het 3E25 materiaal! De A_L is ongeveer $\pm 30\%$ minder dan 3E25 (oranje), gaat dus iets minder laag in frekwentie met hetzelfde standaard windingen aantal, maar de frekwentie karakteristiek loopt rechter door. Zonder 4C65 partner werkt dit materiaal beter boven zijn normale frekwentie bereik dan 3E25.

N.B.

Kernen die een erg lage Q opleveren (< 2) komen niet helemaal tot hun recht op de resulterende resonantie frekwentie met de hiervoor beschreven meetomgeving. En met de aanbevolen C van $\pm 1000\text{pF}$. Deze resulterende resonantie frekwentie is blijkbaar voor sommige kernen te hoog, de kernen werken beter op een nog lagere frekwentie. Nog eens meten met een testmodule met een geijkte C van 10.000pF , en een LF meetzender ipv een HF generator, geeft inderdaad betere waardes. Dan weet je ook gelijk al dat dat type ferriet zich op de lange golf (100 à 300 kHz en vooral hoger) zeker niet lekker zal voelen!.... Dit geldt dan in het bijzonder voor ferriet met een hoge A_L waarde, zoals 3E2 variaties (blauw) en 3E5 (geel), enz. Het ferriet met een zeer lage Q boven de 100 à 250 kHz, en een A_L groter dan 3500 - 5000, is wel met succes toe te passen in het LF gebied. Toepassen bijv. in (batterij-loze!!) audio filters. Nog een toepassing verzonnen: serie RLC (zuig) filters parallel aan tweeters om de resonantie impedantiepiek van die luidsprekers te onderdrukken of geheel af te knippen. De gezamenlijke impedantie blijft dan konstant (en laag), waardoor de f_{res} , die altijd onder f_{kantel} zit, beter onderdrukt wordt en niet wordt doorgegeven aan de tweeter. Die blijft daardoor weer langer heel bij misbruik van HiFi luidspreker boxen!!!

Deze grafiek hoort bij de tabel op pagina 71, bedoeld om snel een correctie factor te kunnen berekenen m.b.v. de Q formules. Geldt alleen als VOORBEELD, hoort bij een meet C van 1030 pF. Dit is inclusief de scoop probe input C!

