

**FERRIET RINGKERN INFO
UPDATE 01-2013 - v6**

LEZING PE1ABR

14 sept. 2011

De 1^e pagina hierna is het inleidende “voorafje”

Ik ga proberen jullie wat te vertellen over de eigenschappen en toepassings technieken van ferriet ringen en van ferriet in het algemeen. O.a. een groot deel basis eigenschappen.

Een enkeling zal het ene deel interessanter vinden dan het andere.

Ik probeer daar waar dat noodzakelijk is jullie ook nog te vermoeien met een paar sommetjes. Waar het te lastig wordt stop ik. Op het internet mag je zelf verder gaan.

Je hebt het al zien liggen. Waar zijn al die pakken papier voor nodig??

Welnu, alles draait om informatie!! Beschouw het allemaal als handig naslagwerk. Om mee te nemen dus. Ten zeerste aanbevolen. Het is maar een fractie van wat ik beschikbaar heb, op het web vind je nog eens 100-voudig meer.

Op mijn PPT sheets staat ook veel teveel tekst, ook dat is toch handiger voor als je het later nog eens wilt nalezen. Heb daardoor wel een groot scherm nodig.

Een voorbeeld van de info in de mapjes:

Belangrijke impedantie zaken die je niet goed nauwkeurig kunt inschatten maar die steeds terugkomen en hoofdpijn geven als je het steeds moet uitrekenen, heb ik daarom in tabelletjes gezet. Het 2,5 pF probleem. (bedradingscapaciteit)

Je zou nà mijn betoog eveneens hoofdpijn kunnen hebben en denken: gooi maar in mijn pet... Want misschien denk je wel : ik doe zomaar wat en het werkt toch ook??

OK, ook dat is waar. Ik wil vooral meer inzicht geven in een aantal zaken.

Bijv. als iets op de ene F wel werkt en de andere niet?? Waarom??

En wat bijv. als er rook uitkomt op lage F?? En wat als er juist rook uitkomt op een hoge F?? En wanneer rook bij alleen een slechte SWR. Hoe komt dat.

Kortom:

Ik wil dus vooral inzicht geven zodat je betere beslissingen kunt nemen.

Die kunnen echter totaal anders zijn voor EMC, Rx of voor Tx!

Heel in het kort wat achtergrond natuurkunde en chemie zaken.

Materiaal herkenning van verschillende types.

Wat meet methodes die je makkelijk zelf kunt doen om te achterhalen wat je in de hand hebt. Problemen die daarbij kunnen ontstaan.

Ik kwam een leuke opmerking tegen op het web:

Het doorontwikkelen van de ferriet technologie was juist in Europa (Philips Natlab dus..) en Japan, in USA net die van poederijzer.... Dat kun je nu nog steeds merken in Radio-Amateur literatuur!!

Daar staat "update 2011", zoals bekend heb ik me er al veel eerder mee beziggehouden..... Een aantal zaken van toen hebben een stevige update of uitbreiding nodig. Ik geef hier een "totaal" pakket. Er zijn daarom zeer veel dia's, dus moet ik er een beetje doorheen racen....

..... PPT

**FERRIET RINGKERN INFO
UPDATE 01-2013 - v6**

LEZING PE1ABR

14 sept. 2011

HIERNA ALLE PPT SHEETS

Ferriet Ringkern Info

Update 2013



Wat komt er aan bod:

- Beetje inleiding en beetje geschiedenis.
- Wat voor kernmaterialen. Verschillen.
- Verwarring met formules en datasheet gegevens.
- Het maken van een simpel RX trafootje.
Ruim 15 jaar onderzoek in 5 minuten uitgelegd.
- Wat sommetjes. Gegoochel met getallen.
Hoe bereken je e.e.a.

- Hoe weet je nu wat voor type kern je in de hand hebt??
- Hoe simpel zelf te meten met de juiste methode.
- Hoe anderen **VERKEERD** meten en **WAAROM** dat verkeerd is.
- Vermogens problemen met ferrieten.

- “Hardcore”, als je nog niet met hoofdpijn bent weggelopen: een ander type “trafo”:
- Z-aanpassen met golfgeleiders met zware staande golf smoring / onderdrukking.
Met een proefje!
Ook dat zijn bal-un’s of un-un’s.
- een moment voor “vragen”,
en dan de toegift:
- Wat bijzondere toepassingen van ferriet.

Inleiding

B-H kromme is het verband tussen aangelegde veldsterke (H) met een stroom door een spoel en resulterende magnetisch effect (inductie B) in het kern materiaal.

Dit is niet lineair en kent een eind (=verzadigings) waarde.

Grootte van het B-H-oppervlak = maat voor de energie die dit ompolen steeds kost.

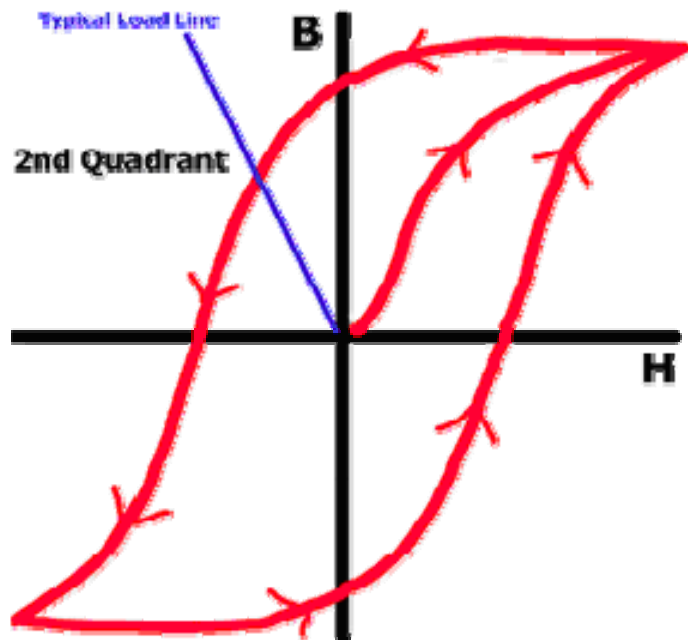
De benodigde magnetisatie energie in ferriet is evenredig met het oppervlak van de B-H kromme en ook met het aantal “doorlopen”/sec. De f dus..

Zo groot mogelijk B-H oppervlak = magnetisch **hard** ferriet. Na 1 magnetisatie (1^e kwadrant) blijft er een behoorlijk restveld over.

Dit materiaal is eigenlijk voor magnetische toepassing, dus magneten, vroeger: ringkern geheugens, nu: bijv. toegepast in harde schijf coating!!),

Zeer klein B-H oppervlak = magnetisch **zacht** ferriet, zeer lage magnetisatie ompool energie. Maar het blijft keramisch spul, dus keihard en bros!!!

Bedoeld als redelijk verliesvrij kernmateriaal in alle vormen van trafootjes.



Dus: voor magneten zo groot mogelijk, als trafokern zo klein mogelijke kromme oppervlak.

Heel kort de geschiedenis

Zoektocht naar hoge mu, maar met weinig geleiding. Voor bijv. in trafo's en filters in multiplex telefoonversterkers (stapelen meervoudige kanalen over 2 draden, van LF en VLF tot HF).

Van 1910 – 1930 heeft men gezocht naar een manier om een keramische mix te maken van ijzeroxide en andere geleidende en NIET geleidende metaaloxiden.

O.a. bij Philips NatLab en lab's in Japan.

Rond 1930 was men eruit in Japan → oprichting TDK in 1935 voor productie.

Tokyo **D**enki **K**agaku (Tokyo Electric and Chemicals)

Eindresultaat en kwaliteit was nog slecht voorspelbaar.

Tussen 1935 en 1945 onderzoek Philips NatLab voor een verfijnd en stabiel fabricageproces.

Net op tijd voor grootschalige toepassing in TV lijneindtrappen en afbuigunits.

Kernmaterialen typen

2 hoofd soorten ferrieten: of MnZnFe(II)-, of NiZnFe(II)-oxiden mix met veel Fe₂O₃ ijzer(III)-oxide.

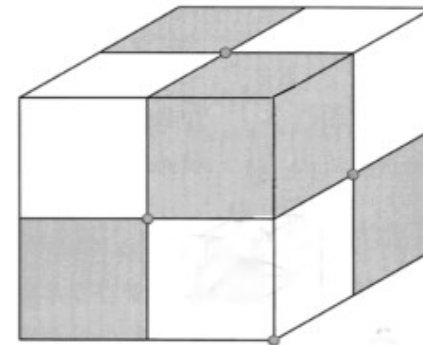
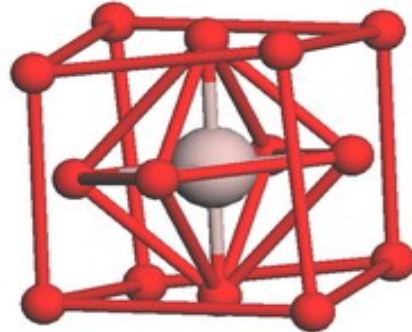
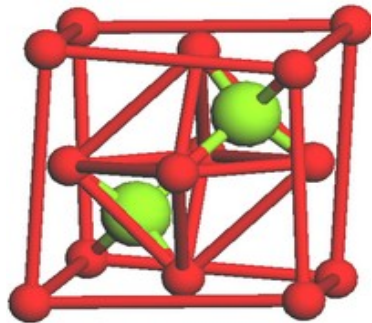
Fe-oxide stoffen zijn dus ijzer roest, en behalve bovenstaande Mn, Zn, Ni en Fe een aantal sporen van andere elementen voor “special effects”.

O.a. vanadium Va, koper Cu, magnesium Mg, cobalt Co, tin Sn, en waarschijnlijk nog vele andere geheime materialen.

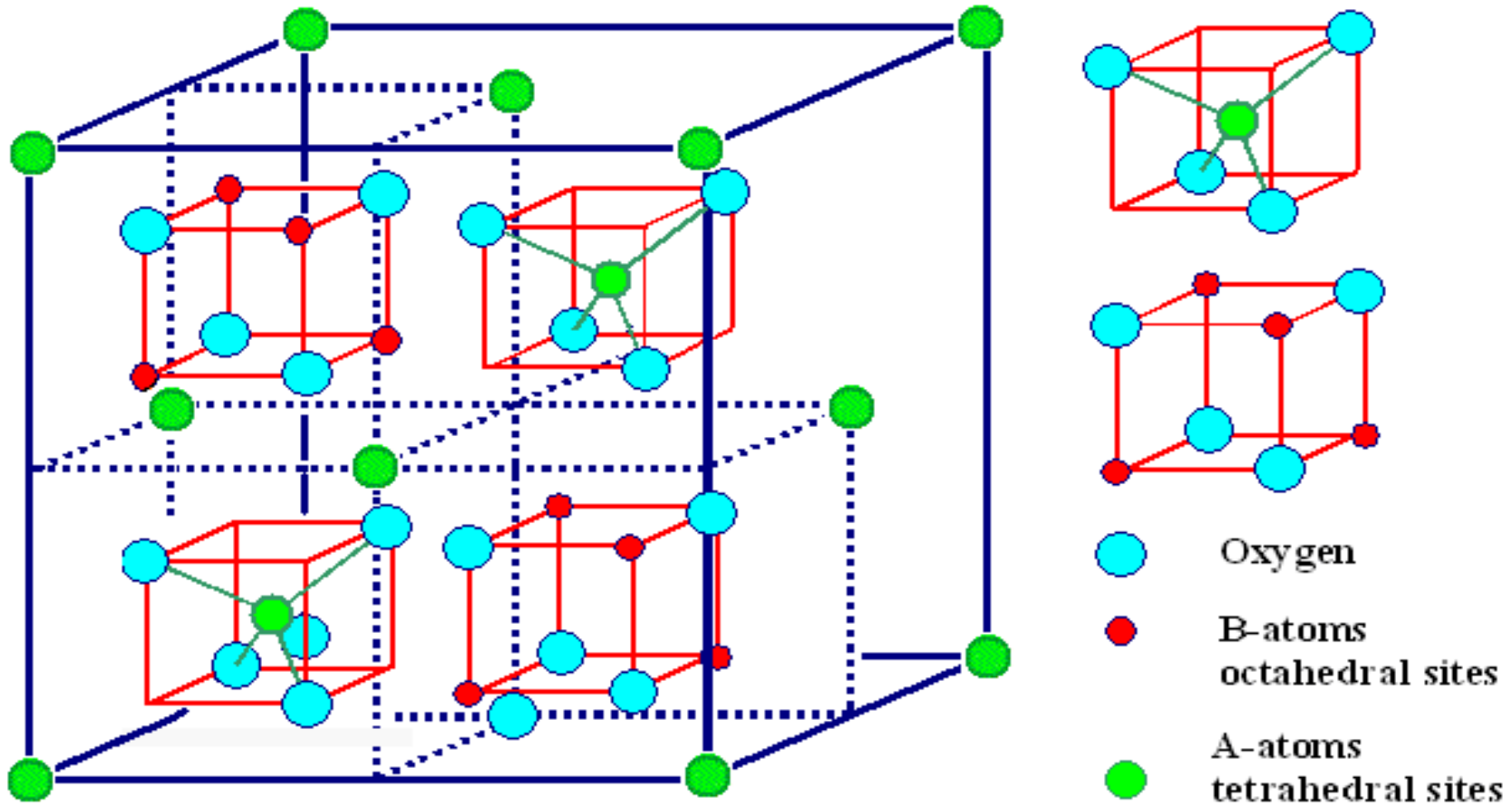
Kristalvorm is kubisch spinel

Dat is een soort blokkendoos van 2 soorten kristalblokjes om-en-om.

In de ene Fe, in de andere of Mn/Ni of Zn met rondom overal zuurstof (O).



Nog een mooi spinel plaatje



AB_2O_4 spinel The red cubes are also contained in the back half of the unit cell

de mu (μ)

- De ferriet materiaal constante bij extreem kleine veldsterkten (< 1 mT) in een gesloten systeem, onafhankelijk van de afmetingen, noemt men de mu (μ).
- Dit kun je zien als de “versterkingsfactor” t.o.v. lucht.
- Wordt ook wel de μ_i genoemd, de initial permeability. (aanvangs p.)

A_L waarde

- De relatieve zelfinductie van een specifieke kern, een parameter waar alle gegevens inzitten van kern dikte, kernlengte en μ van het kernmateriaal noemt men de AL of A_L waarde.
- Let op: voor kernen tussen 30 en 40 mm zit, afhankelijk van de dikte, de omreken factor van de lengte / oppervlakte som en A_L rond de "1". Let op dat je de A_L neemt en niet de μ !

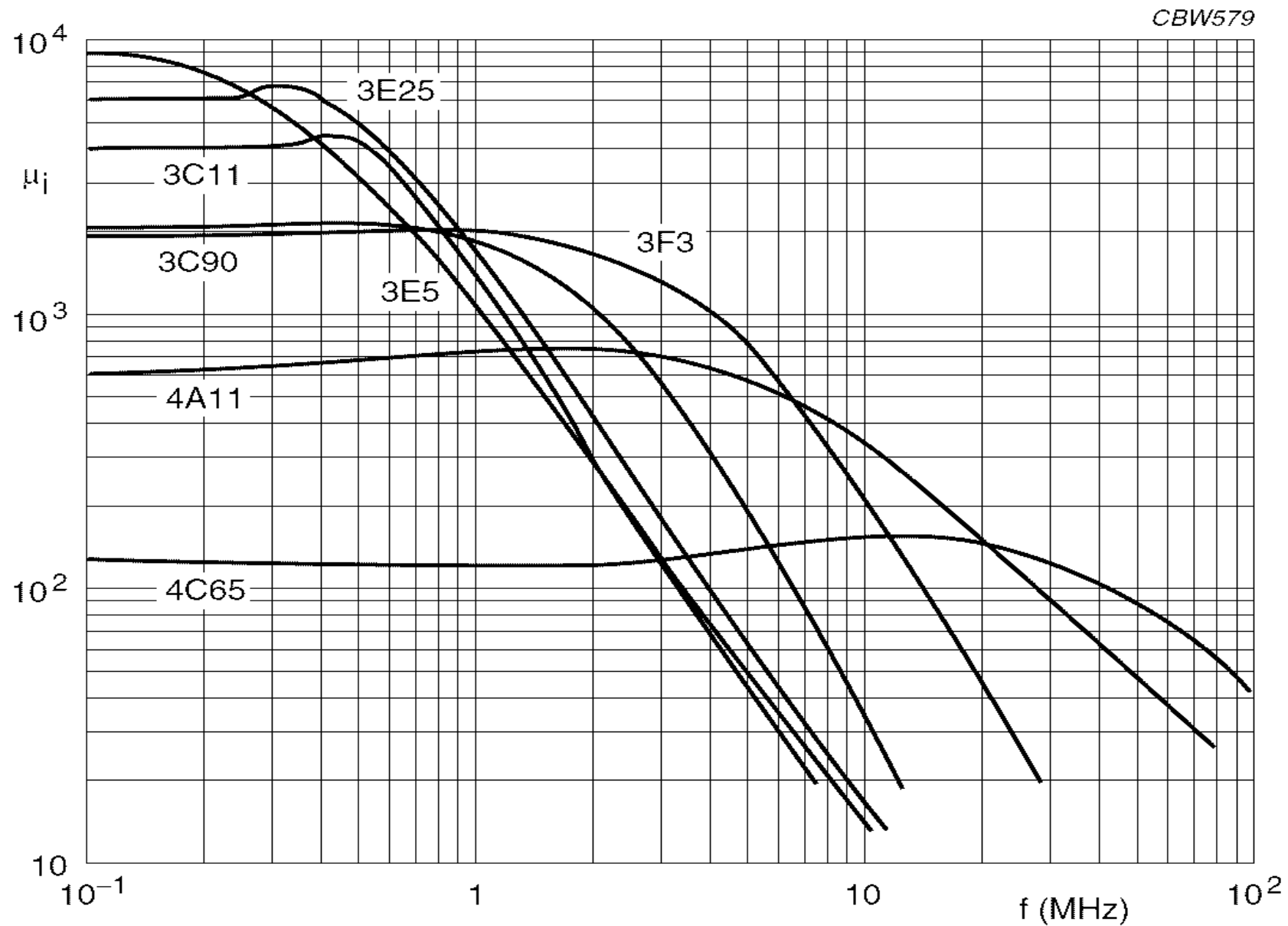
Voor – nadelen MnZn en NiZn

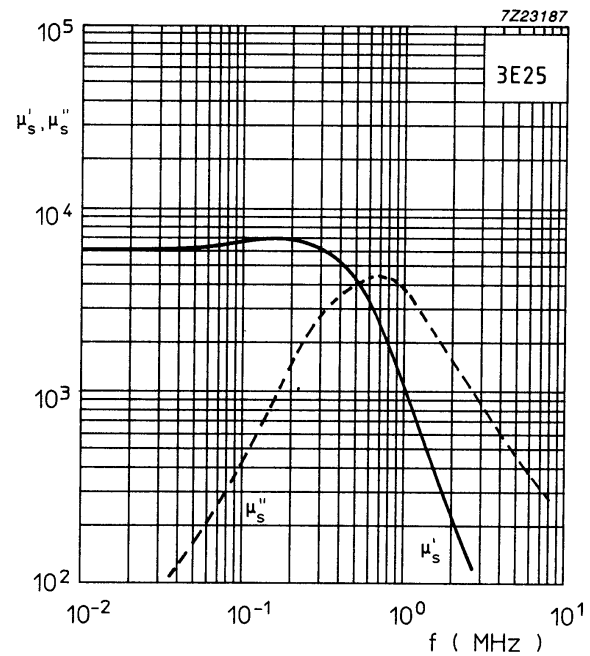
- **MnZn** - hoge μ waarde, tussen 750 en 15.000, hoogste effect, maar met nog meetbare geleiding met ohm meter. Daardoor helaas sterk verlies bij nog niet zo hoge frequenties.
- Verlies bij een enkel materiaalttype al sterk merkbaar bij 100 kHz, boven de 1 MHz grote invloed bij ALLE MnZn!
- Boven de 1 à 2 MHz is het zelfinductiedeel zelfstandig onbruikbaar. Het zakt totaal in elkaar. Het absorptie verliesdeel is wel bruikbaar voor EMC. (reëel is zelfinductie en imaginair is absorbtie)

Voor – nadelen MnZn en NiZn

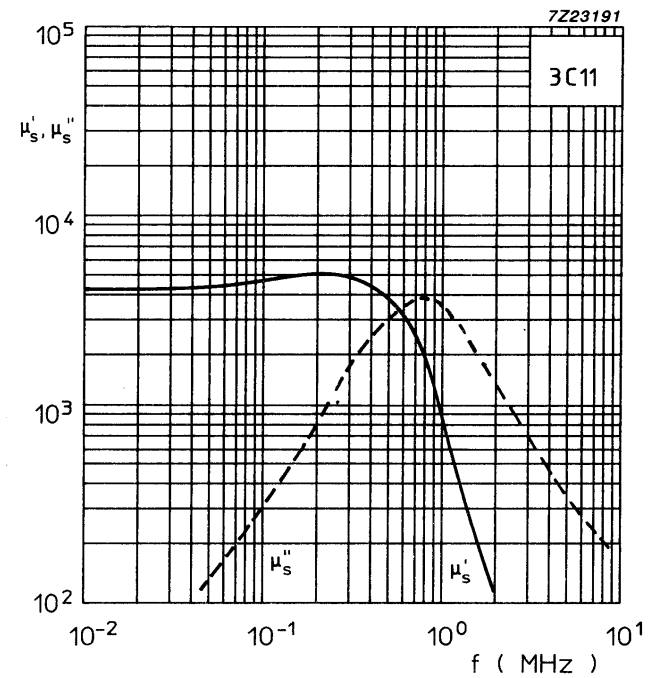
- **NiZn** - lage tot erg lage mu waarde, tussen 50 en 750, geen enkele meetbare geleiding met de ohm meter. Enkele soorten bruikbaar tot hoge frequenties (tot boven 100 MHz) zonder al te veel verlies. Door de lage zelfinductiewaarde pas praktisch bruikbaar vanaf 1 à 5 MHz.
- Er zijn speciale soorten NiZn waar expres wèl verlies in het ontwerp gestopt is, al merkbaar bij lagere f's. Dat materiaal is speciaal voor EMC / mantelstroom toepassing. Zie de volgende plaatjes voor het typische effect ervan.

een aantal ferrieten in een grafiek

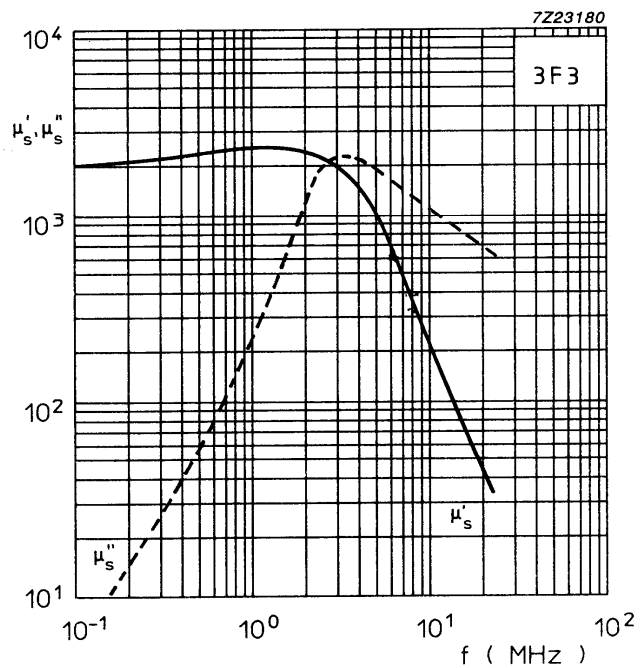




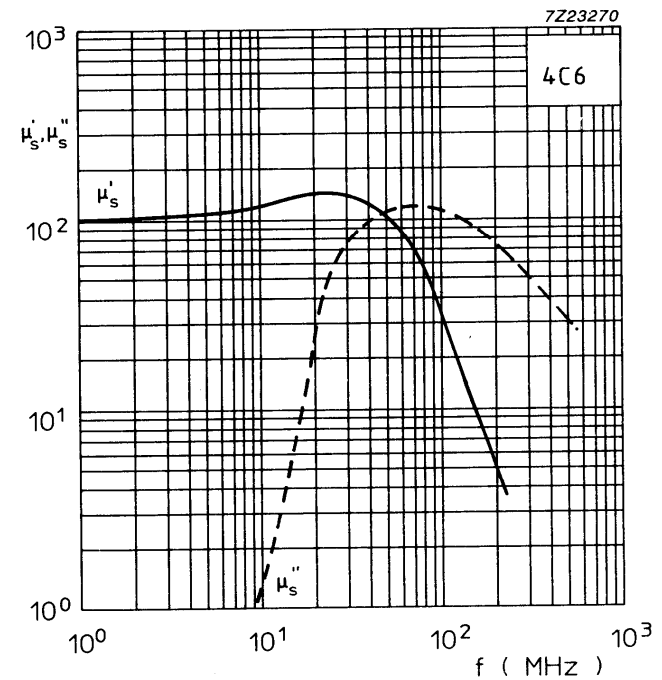
← oranje



wit →



← blauw



paars →

Tijdelijke tussen conclusie

- Beide soorten ferriet hebben dus eigen voor- en nadelen.
- Veel verschil voor wat betreft aantal windingen voor een bepaalde L waarde op een bepaald toepassings gebied.
- Meerdere soorten is dus handig! En geen nadeel.

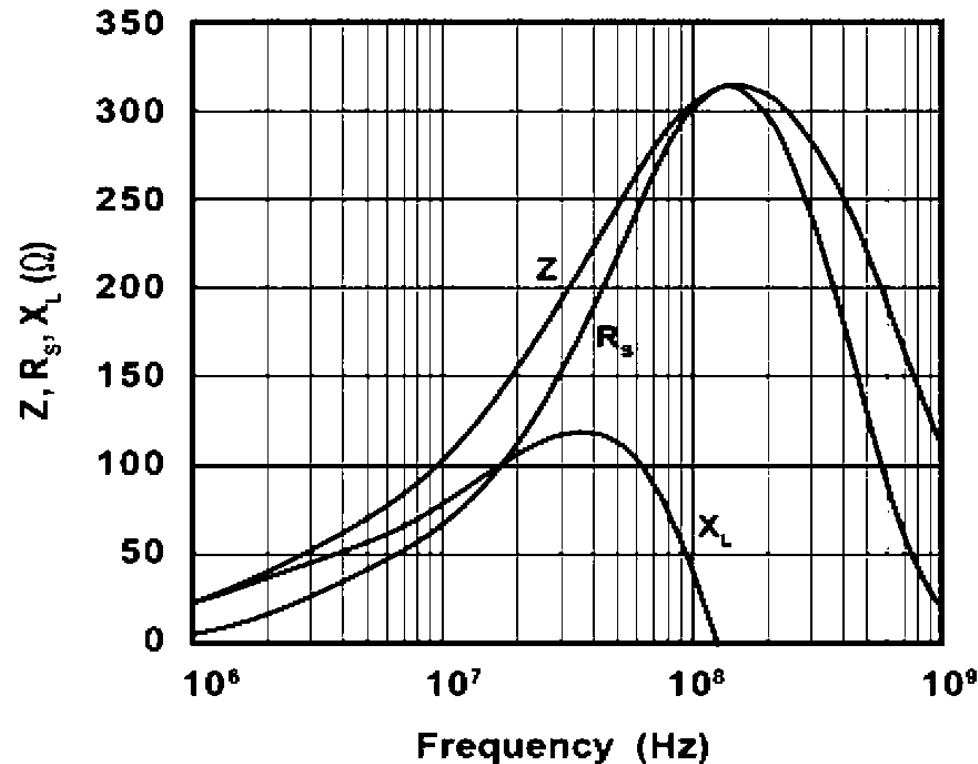
In het Cruiffiaans:

- “Ieder nadeel hep ze voordeel”.

zelfinductie eindwaarde

- Alle ferrieten hebben een zelfinductie “eindwaarde”. Er treedt een soort magnetische resonantie op en even daarvoor lopen de wervelstroom verliezen al sterk op. Na dit punt wordt het ferriet als inductor onwerkzaam.
- Een versterkt verliesdeel kan voor EMC en mantelstroom toepassing toch nog behoorlijk goed effect hebben.

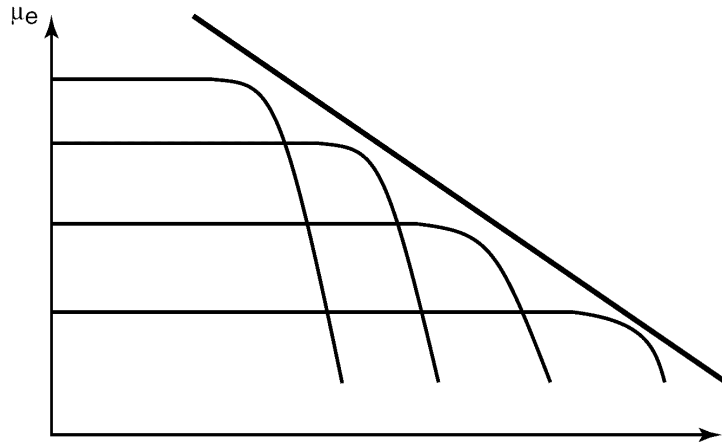
zelfinductie eindwaarde



A #31 Fair-Rite "clamp-on" ferrite

- Type –31 van Fair-Rite (Amidon) is een beetje vergelijkbaar met 3C15, 3C30 / 4A15 , 4A11 van Philips. Met geoptimaliseerd verlies deel!

Symbolische zelfinductie eindwaarde voorstelling



**Eindwaarde lijn =
Snoek kromme**

Typenummers Philips MnZn start met 3xxx

Typenummers Philips NiZn start met 4xxx

Typenummers Amidon FTxxx-yy materiaal = meestal
afkomstig van Fair-Rite

Zie ook het verzamelplaatje van Philips met werkelijke
waardes

Later in het meet-deel nog meer info

Poeder-ijzer, ook minstens 3 soorten

Er is ook ander kernmateriaal dan ferriet:

- Gewoon ijzervijlsel (in dimmer ontstoor kernen), met groot verlies effect. Dat moet ook.
- Reductie zuiver ijzeroxide met waterstof (LF en ontstoring), zeer grote verzadigings waarde, 4 à 5x hoger. Voor HF teveel verlies effect. Speciale toepassing: aardlek schakelaars en smoorspoelen. Zeer lage frequentie toepassing.
- IJzer reductie vanuit de chemische stof pentacarbonyl $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Speciaal voor HF, hoger in f bruikbaar dan ferriet voor power toepassing. Hoge Q mogelijk.

(chocobros effect, de gekitte poederkorrels zijn net als ui ook nog eens uit laagjes opgebouwd)

Belangrijkste zijn de Amidon ijzerpoeder ringen.

(gemaakt door Micrometals)

- Typenummers Amidon poederijzer materiaal :
Txxx-yy - gemaakt door Micrometals.
- Philips gebruikt de codering : 1Pxx en 2Pxx.
(1P = 1 – 1000MHz, μ -1P = 4 - 11)
(2P = 0 – 1 MHz, μ -2P = 40 – 100)
- In de ferriet verzamel grafiek kun je het poeder materiaal voor HF op de “nullijn” denken.
Dat is rond de 10 à 20, zo laag dus.....
- Er zijn vele variaties voor veel verschillende toepassingen.
Zelfs extreem hoge verzadigings versies met nano-korrels ipv micro-korrels ($B_{max} = 4$ à $5x$ zo hoog als normaal), maar die doen het maar tot 10 kHz.....

- Niet alle beschikbare ferriet materiaal wat je in een fabrieks materiaaltabel vindt wordt gebruikt voor ringen / toroids.
- Bepaalde materialen alleen voor E-tjes voor trafootjes (schakelende voedingen). Of alleen voor potkernen of alleen voor staven.
Of alleen voor absorbtie tegeltjes!!

Bakproces

Voor de liefhebber....

- Mix poeder of brokken ruw materiaal met water, vermalen tot blubber of slurrie. TDK gebruikt zelfs een spray roasted powder methode. Voor de fijnste micro korrels, een soort vliegass methode.
- Eerste vormgeving in korrels.
- Eerste keer sinteren deels met en deels zonder zuurstof.
- Stofkorrels opnieuw nat malen en nadien met een bindmiddel tot vormen persen.
- Nog een keer sinteren deels met en deels zonder zuurstof.
- Later voor potkernen en staven: vlakslijpen.

Wat Formules, zomaar een paar, echt niet alles.....

Als je wilt weten wat de zelfinductie op een ringkern wordt zonder speciale individuele kern eigenschappen, ben je nog niet "jarig".

$$L = N^2 \cdot \mu_r \cdot \mu_0 \cdot A / l$$

μ_r is de materiaal mu van de fabrikant van hiervoor.....

- permeabiliteit van lucht $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$
- gemiddelde oppervlak $A = (D - d) \cdot h / 2$
- gemiddelde lengte $l = (D + d) \cdot \pi / 2$

Dit wordt een hoofdpijn traject.

Hoewel het niet altijd kan, probeer ik dit te vermijden...

Voor het rekengemak is hiervoor de kernfactor, de A_L waarde, in het leven geroepen.

Formule A_L , zeker 3 soorten

- Zoals eerder vermeld: de μ is de materiaal constante, onafhankelijk van de maat.
- Voor iedere kern is er de specifieke A_L waarde, waar alle materiaal en maat gegevens al inzitten.
- Met deze A_L waarde is het aantal windingen makkelijk te berekenen voor een bepaalde zelfinductie op een bepaalde kern.
- Helaas zijn er voor het kern materiaaltipe en de manier van benaderen verschillende soorten afspraken voor wat betreft de formule.

Men kan deze A_L waarde uitdrukken in

- Milli Henry / per 1000 windingen (1)
getalwaarde gelijk aan
- Nano Henry / per winding² (2)
of in
- Micro Henry / per 100 windingen (3)

Een enkele keer ook nog deze variant:

- Milli Henry / per 100 windingen (4)

Onthouden:

- (1) en (2) geeft dezelfde getal grootte, da's makkelijk. Persoonlijk gebruik ik altijd (1), voor alle kerntypes, dan is vergelijken ook makkelijker.
- (3) geeft een getal dat een factor 10 groter is.
- (4) is vrij zeldzaam.
- Goed opletten dus.... En de bijbehorende formules gebruiken. Uiteindelijk geven ze vanzelfsprekend allen hetzelfde eindresultaat.
- Amidon geeft voor hun standaard ijzerpoeder kernen de gegevens op volgens (3). (en ferrieten 1 of 2)
- Wil je die poederkernen vergelijken met ferrieten, dan moet je hun A_L waarde dus door 10 delen!
- Dan kun je ook dezelfde formule (1) gebruiken.

Het aantal windingen met de standaard A_L waarde

$$N = 1000 \cdot \sqrt{L / A_L} \quad (1)$$

L in milliHenry met de standaard A_L in mH /1000

$$N = \sqrt{L / A_L} \quad (2)$$

L in nanoHenry, A_L blijft dezelfde getal grootte, maar is nu in nH / winding. Kortom, dezelfde A_L is bruikbaar in beide formules.

Of (afwijkend)

$$N = 100 \cdot \sqrt{L / A_L} \quad (3)$$

L in micro Henry A_L afwijkend in uH per 100

Dit is een onhandige (verwarrende) A_L maat, liever niet toepassen.

Alle Amidon ijzerpoeder materiaal in deze maat. Delen door 10.

(gefabriceerd door Micrometals)

Even moeilijk doen, de verliezen ...

Net zoals je in de R-L-C wereld reëel en imaginair hebt, de vectoren dus....., kun je dit bereken principe ook toepassen in de ferriet μ wereld.

Sommetjes met $\mu' + j.\mu$ erin dus...

Het echte magnetische (zelfinductie) deel is hier het reële deel en het imaginaire deel het resistieve (stook) deel.

Beiden kunnen HF tegenhouden bij EMC toepassing. Imaginair is hier net andersom bedoeld als in de spoel/weerstand wereld!

Voor een HF “spannings” trafo met power is een groot “stook” deel niet aan te bevelen....

Voor een mantelstroom variant juist wel handig om het hoge bereik wat op te rekken.

Er wordt door fabrikanten erg weinig gepubliceerd over het stippellijn gedeelte, het verlies dus. Bij Philips zie tenminste nog wat.

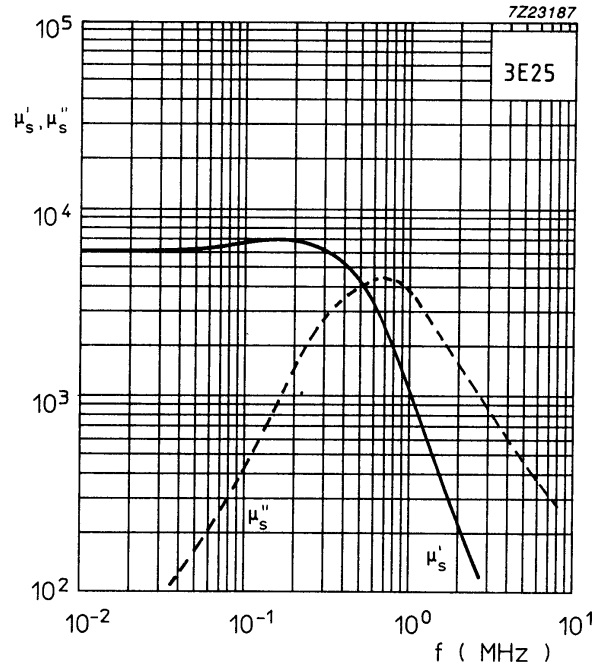
In Electron hebben vele stukjes gestaan over ferrieten van ON9CVD. Eigenzinnig, maar zeer leerzaam.

Iets van hem: Wat bijna geen enkele fabrikant meelevert en Philips dus slechts voor het actieve deel:

hoe loopt de standaard verlies stippellijn.

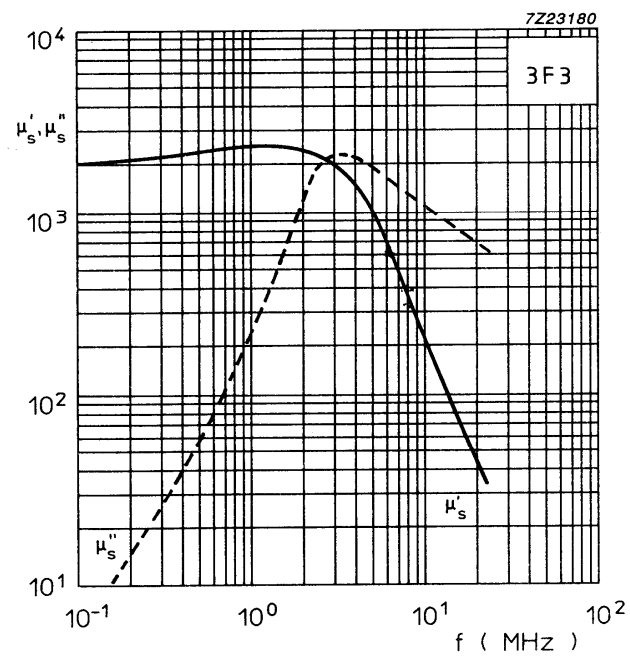
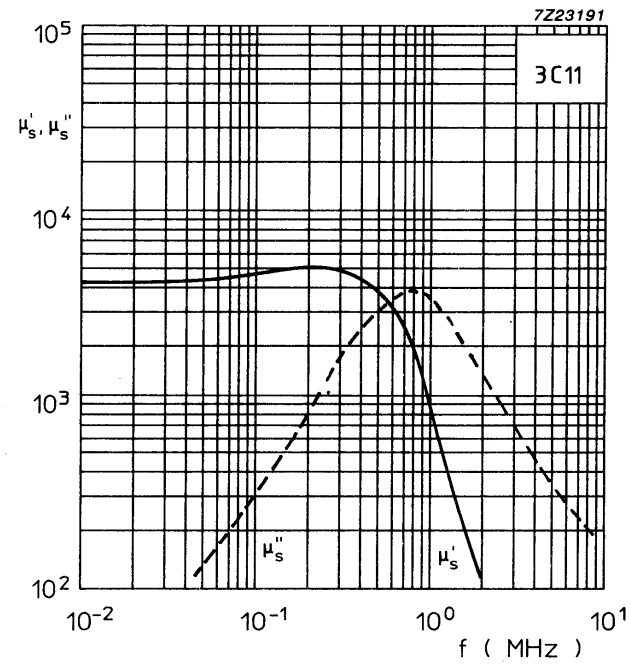
Of als die er wel bekend is: hoe gaat die dan verder bij hogere f 's. Is handig als je net als ON9CVD zeer complexe berekeningen wil doen om de (overblijvende) Z van het verliesdeel in te schatten.

Dus dat verliesdeel als extraatje wilt gebruiken in een complexe Z berekening.



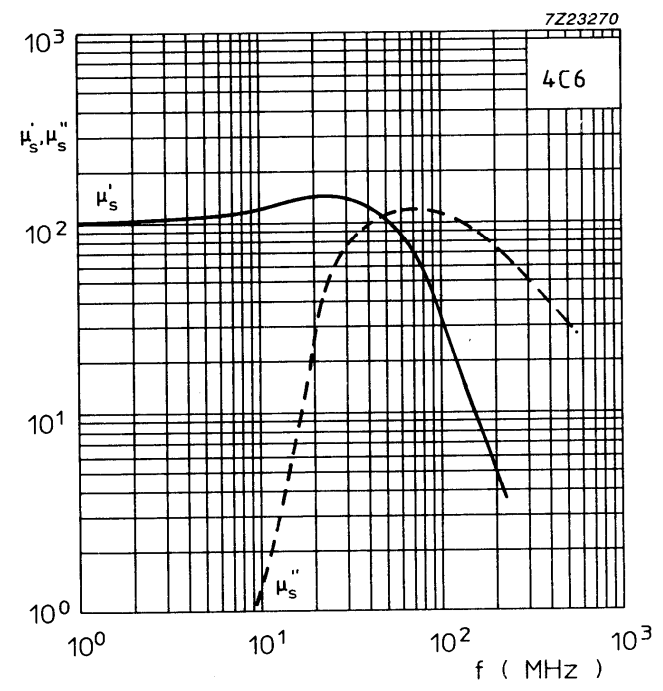
← oranje

wit →



← blauw

paars →



Is het (verdere) stippellijn verloop niet bekend??

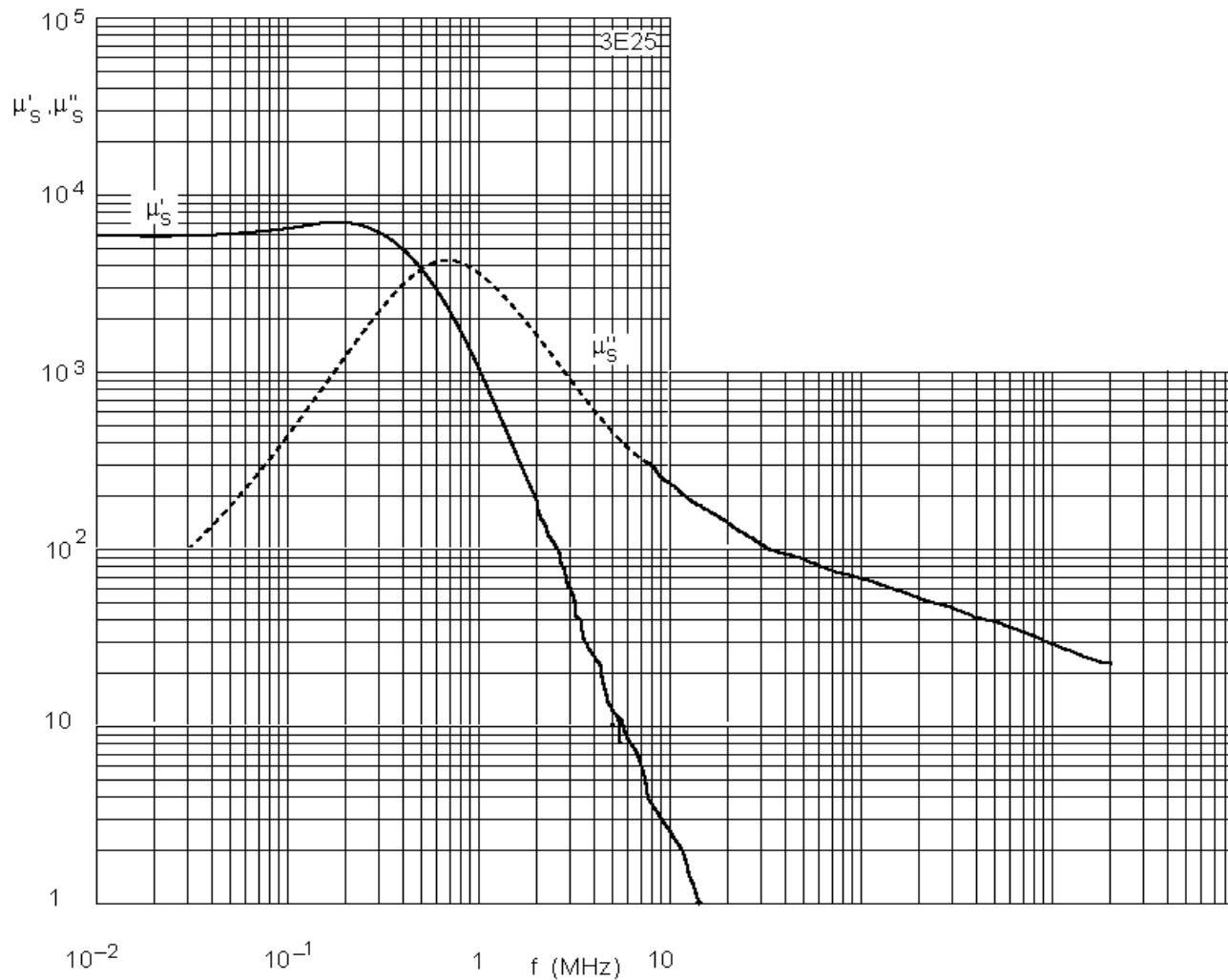
Dan kun je het alleen proefondervindelijk meten met testen op bijv. 1, 2, 4, 10, 15 en 20 MHz met een RF-Analyst of een MFJ meetkastje en de L meting.

Met een koppellusje, zo klein mogelijk (2 a 5 windingen), want de Z moet niet te hoog worden.

Je krijgt dan het L en R aandeel (en verhouding) in beeld.

Of schatten door: interpoleren in de grafieken: de grafiek grafisch uitbreiden en de lijntjes doortrekken.

ON9CVD heeft beiden gedaan en tabellen gemaakt.



3E25 MnZn - bij 10 a 15 MHz is het zelfinductie deel 100% verdwenen.
 Tussen 1 en 50 MHz blijft nog een bruikbaar verliesdeel over.
 Voor EMC toepassing, niet voor een HF trafo.

Verlies berekeningen

- Dit is een moeilijk geval, het wordt meestal proefondervindelijk gedaan.....
- Er zijn meerdere soorten verlies:
- De ene soort verlies ontstaat net alleen bij lage frequenties (1) , het andere (2) wordt bij hogere frequenties steeds meer!
- Dat verlies (2) is er ook nog in twee variaties.
Dit deel is moeilijk te berekenen, inschatten dus.

1) Max. U en bijbehorende max. in B-H kromme.
Lage f problemen

- Om oververhitting te voorkomen: nooit sterker magnetiseren dan 20% van het max. uit de B-H datasheets.
- Het verlies bij magnetisatie is tevens frequentie afhankelijk. Hoe langer een puls duurt, hoe meer de microkristallen onderling zich magnetisch richten en hoe meer energie in warmte wordt omgezet bij het ompolen.

$$B_{\max} = U_{\text{rms}} \cdot 10^8 / 4,44 \cdot f \cdot N \cdot A_e$$

uit Amerikaanse bron: B_{\max} in Gauss, Hz, cm^2

$$B_{\max} = U_{\text{eff}} \cdot 2,25 \cdot 10^8 / f \cdot N \cdot A_e$$

uit Philips data book (mT, Hz, mm^2)

Gauss / 10 = milli Tesla

$$B_{\max} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} \cdot 10^9 / 2 \pi \cdot f \cdot N \cdot A_e$$

B_{\max} in mT, Hz, mm^2

De factor $1 / (\sqrt{2} / 2 \cdot \pi) = 1 / 4.44$

kortom, hetzelfde dus....

Verder omgewerkt in het Philips boek, de werkelijke maximum B waarde dus:

$$B_{\max} = U_{\text{eff}} \cdot 2,25 \cdot 10^8 / f \cdot N \cdot A_e$$

(mT, Hz, mm²)

Hoewel beide formules (Amerikaans en Philips) er anders uit zien, blijken ze na het omwerken van de magnetische eenheden en de factoren toch exact hetzelfde te zijn.

Dat was ook de bedoeling.

En uitgedrukt in U_{eff} (= RMS waarde):

$$U_{\text{eff}} = B_{\text{max}} \cdot f \cdot N \cdot A_e \cdot 10^{-8} / 2,25$$

(mT, Hz, mm²)

of in andere eenheden uitgedrukt:

$$U_{\text{eff}} = B_{\text{max}} \cdot f \cdot 10^6 \cdot N \cdot A_e \cdot 10^2 \cdot 10^{-8} / 2,25$$

(mT, MHz, cm²)

$$U_{\text{eff}} = B_{\text{max}} \cdot f \cdot N \cdot A_e \cdot 0,444$$

(mT, MHz, cm²)

en eveneens:

$$B_{\text{max}} = U_{\text{eff}} \cdot 2,25 / f \cdot N \cdot A_e$$

(mT, MHz, cm²)

Na ombouw voor $B_{max} = 20\% B_{sat}$ ($B_{sat}/5 =$ de veilige waarde B_{max}) en nog steeds de decimaal correctie voor MHz en cm^2 krijgen we:

$$U_{eff} = 0,089 \cdot B_{sat} \cdot f \cdot N \cdot A_e$$

(in mT, MHz, cm^2)

deze U_{eff} is de maximaal TOELAATBARE spanning voor de laagste f !!

Op het internet komen formules voor met 0,89 als factor
ipv 0,089, ook bij ON9CVD!

Afhankelijk van Gauss, Tesla, mm², cm² of m², krijg je
andere factoren in de basis formule.

(20% waarde = 4,44 / 5 = 0,89 en 1 mT = 10 G)

Basis formule in Gauss

$$E = 4,44 f N B A_e 10^{-8}$$

A_e in cm² en B in G

Basis formule in Tesla

$$E = 4,44 .f .N .B .A_e .10^{-9}$$

A_e in mm² en B in mT

$$E = 4,44 .f .N .B A_e .10^{-7}$$

A_e in cm² en B in mT

$$E = 4,44 .f .N .B .A_e$$

hier A_e in m² en B in T

De ideale toestand met 1x 4C65 kern:

5 wind, 2 MHz, $B_{sat} =$ ongeveer 300 mT,
36 mm kern $\rightarrow A_e = 0,64 \text{ cm}^2$

Geeft 171 V_{eff} toelaatbaar \rightarrow en uit

$P = U^2 / R$ in 50 ohm circuit dus 585 watt.

Later zal blijken dat 5 windingen voor onze toepassing niet voldoende is voor 50 ohm

MAAAAR, bij een Z van bijv. 2000 ohm aan een sym. dipool die gewoon niet goed in afstemming is, bijv. een minder ideale open dipool die via een tuner toch goed werkt:

Bij welk vermogen ontstaat dan de max. spanning al, als er een slechte SWR is bij deze 2K ohm Z??

$$171^2 / 2000 =$$

Reeds bij minder dan 15 watt = dus FIK!!

Juist vanwege deze reden is een balun a-sym op sym na een tuner of zelfs ingebouwd in een tuner systeem **UIT DEN BOZE**.

Doe je het toch?? Dan moet deze extreem (minstens een factor 10 !!) overgedimensioneerd zijn.

Let op: Lagere $f \rightarrow$ nog lagere U. De B-H magnetisatie wordt net sterker bij **LAGERE** f's!!!
(als de puls langer duurt, gaan de kristallen zich meer richten = nog meer energie dissiperen)

2) Er zijn ook nog andere verliezen.....:
(aan de hoge f kant)

Gebruikelijk zijn de internationale namen:

hysteresis loss (2A)

= Standaard magnetisatie verlies door het steeds
doorlopen van een klein stukje B-H.

en

eddy current loss (= wervelstroom)(2B)

= vergelijkbaar met wervelstroom verlies in de
kristallen, door rest geleiding

2A)

De magnetisatie verliezen in de kristallen (de gewone B-H doorloop) zijn afhankelijk van het materiaal en die zijn altijd oplopend met de frequentie, deze zijn “dominerend” tot het punt waar de knik zit in de ferriet μ grafiek:

Hogere f → meer verlies.

2B)

Na de resonantie knik (de verlies μ'' = zelfinductie μ') : zeer sterke verzwakking in zelfinductie effect en een sterk opkomend dissipatie deel.

Deze verliezen lopen exponentieel op.

Je zou kunnen zeggen dat boven een bepaalde materiaal frequentie de wervelstroom verliezen in de kristallen plots extreem snel toenemen. Daarna zijn die dus “dominerend”. Men spreekt wel van “magnetische resonantie” punt.

Toelaatbare dissipatie in schakelende voedings power toepassingen = 0,5 – 1 Watt per cm³.

Hier houdt men het in het “vlakke deel” op de constante $B \times f = 25000$ (in Tesla x Hz)

Maar dat zijn meestal MnZn ferrieten....

Hoeveel in NiZn HF power ringen?? Hangt af van de complexe impedantie bij de toegepaste frequentie. Wat is bij een aantal frequenties het zelfinductie-, en wat is het verliesdeel.

Opmeten.....

Of schatten in de grafiek (als die er is.....)

Een standaard 36 mm kern mag ongeveer max. 4 watt
dissiperen = $0,7 \text{ W/cm}^3$

Een standaard 23 mm kern ongeveer max. 2,2 Watt = $1,3 \text{ W/cm}^3$

Zorgen voor sterke overdimensionering geeft minder reken
hoofdpijn.

Later nog meer info in het opmeet gedeelte.

van ON9CVD geleend: max. spanning voor dissipatie:

$$U_{\max} = \sqrt{ (P_{\text{kernmax}} \cdot (Q + 1/Q) \cdot X_L) }$$

Zie website ON9CVD hoe je daar verder mee moet.

Je kunt ook een goede marge aanhouden bij de lage f
verliezen bij zijn berekeningen. De hoge f verliezen zijn bij
4C65 ongeveer van gelijke grootte op dat punt.

De standaard (spannings) trafo.

Vergelijkbaar principe als een 230 V trafo.

Voordelen:

Makkelijk te maken, vrij onkritisch wat betreft windings verhoudingen.

Hoewel niet voor te grote Z maken, vanwege de parallel Z, de parasitaire-C effecten.

Zie het extra uitgedeelde velletje met de Z voor bepaalde C's bij een aantal frequenties. Dit geeft een indruk van het effect op de schakeling Z!!!

Met een duo kern is een extreem groot (Rx-only) overzet gebied mogelijk.

Nadelen

De helaas aanmerkelijke verliezen kun je zien als een parasitaire dummy.

In de orde van (gegoekt) bijv. 500 // aan 50.

Het HF veld gaat net als bij de gewone 230V trafo door de kern.

Dit geeft extra verliezen als zend trafo → fik is mogelijk.
Eventueel ander kern-compromis kiezen.

Bij veel te hoge frequenties (20 – 30 MHz) voor zo'n kernset met MnZn erin nog meer verliezen → nog meer fik.

Je kunt het vergelijken met een parasitair "achterlichtje van een fiets" dat parallel staat aan de fietskoplamp. Het heeft invloed, maar er valt mee te leven voor Rx!

Te weinig Z beperkt eveneens. Te veel Z (windingen) is ook al niet goed, want:

De parasitaire capaciteit beperkt ook sterk de toepassing.

Daarom: getwist is helemaal fout voor dit type trafo!

En autotrafo (aftak-trafo) ook al.

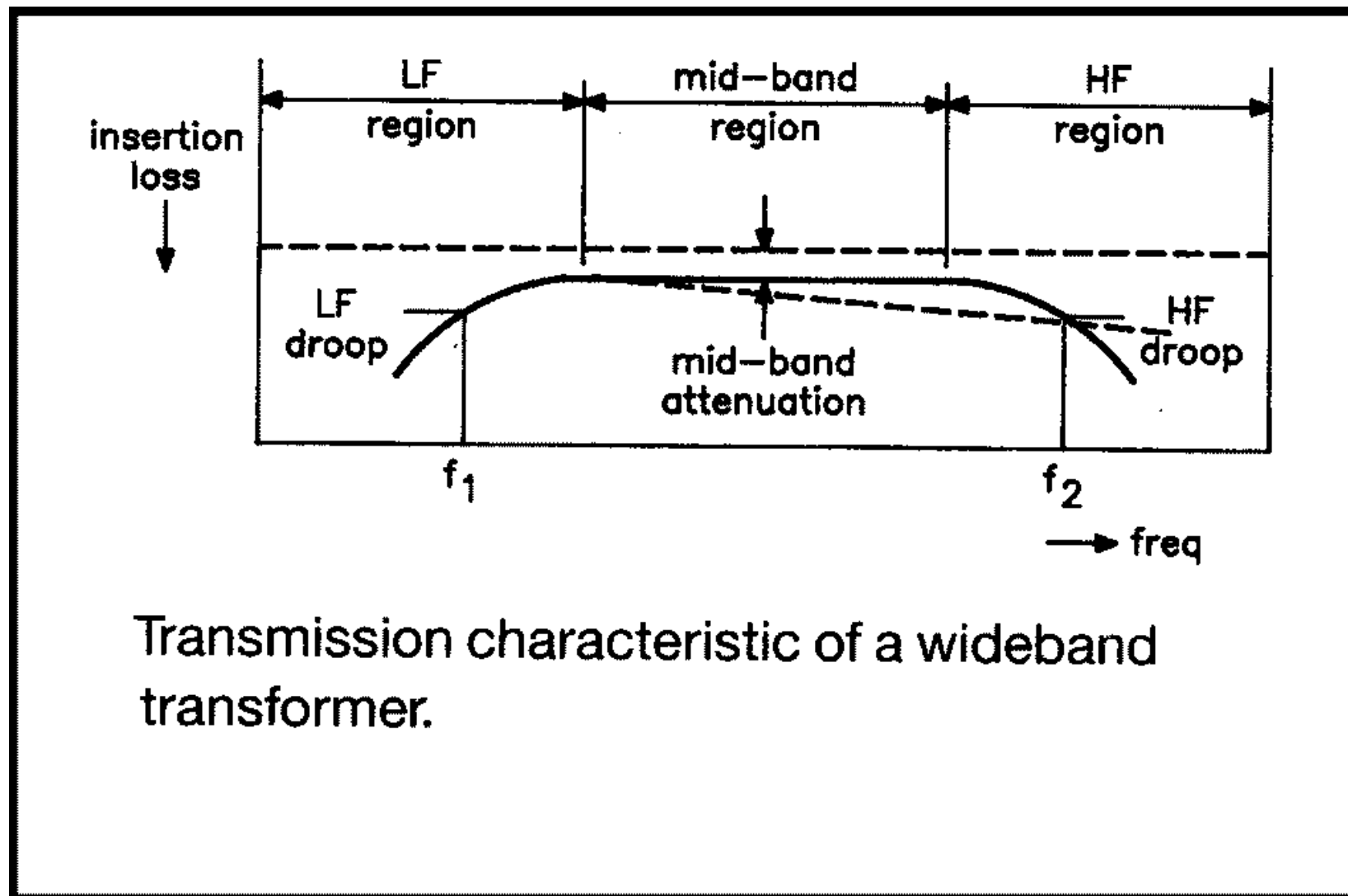
Vanwege zo laag mogelijke parasitaire C.

Door erg weinig windingen:

Een klein deel van het veld gaat verloren,

meetbaar met de kortsluitmeting = 1 – 10 %

Dit is de spreidings-Z, een para serie-L. Een slecht sluitende laatste winding scheelt ook vele Megaherzen!!



Transmission characteristic of a wideband transformer.

De kern moet daarom goed bedekt zijn, dus eventueel voor 50 ohm meerdere draden parallel.

De spreidings-Z is gedeeltelijk te compenseren in een netwerk met CLC of LCL. = serie of parallel C.

De L van de trafokern wordt dan onderdeel van een π of T netwerk, waarin de parasitaire effecten worden “weggewerkt”. Je maakt eerst de para-C zo klein mogelijk, en daarna voeg je expres nog een klein C-tje toe!

Zie Philips PDF met nummer ECO7213
(Google)

De speciale ((mantel)stroom) trafo

Straks doe ik nog een proefje in een testopstelling waarin het principe ervan dan meer duidelijk wordt.

De werking berust op het smoren van ongewenste compensatie stromen.

De wikkelingen zijn géén op zichzelf staande wikkelingen meer, maar strengen (zowel heen als retour dus) met een stabiele eigen Z . Door daar mee te goochelen (serie / parallel) kun je (alleen) bepaalde Z verhoudingen omzetten.

De wikkeling is dus een golfgeleider → de kabel / windings C is onderdeel van die geleider en beperkt hier niet. Maar NIET de C naar de kern!

Hier juist WEL goed twisten! Strengen liefst losjes op de kern, beperk de extra C naar het kernmateriaal!

Het smoren hoeft NIET met een verliesvrije kwaliteits L.

Het kan evengoed met een dissipatieve ferriet soort!!

Als de totaal Z maar hoog blijft ($L + R$) en de eigen capaciteit tussen in en uit maar laag is.

Dus de Pmax beperkt dan alleen. (dus eigenlijk de U !)

Teveel windingen geeft behalve para-C en ook nog een te lage eigen resonantie Z. Straks een paar plaatjes.

Eventueel dus opsplitsen in sub-smoor-units.

Omdat verlies ferriet OK is, is er juist daardoor geen ongewenste serie resonantie te verwachten met de para-C van een andere unit.

Voordelen:

Het standaard HF veld gaat NIET door de kern.

“Slecht” – verlies – ferriet is ook prima!

Nadelen:

Parasitair is nog steeds de ongewenste C van in naar uitgang.

Meer dan 10 pF is al een probleem. Zie velletje met tabellen met Z-getallen.

Te weinig Z bij onverwachte (externe) impedantie pieken geeft ook hier fik.

HF energie verdeling hoeft niet evenredig plaats te vinden over gelijke losse delen (vanwege para-C naar omgeving), dus alweer overdimensioneren!!

Onderlinge afstand aders in een streng moet liefst kleiner zijn dan aders tot de kern. (Vandaar twisten).

Dan is ook de Z stabiel.

Strengen in kousjes dus liefst. Erg lage Z maken door gewoon meerdere draden parallel in een streng.

(50 → 25 ohm, bijv.)

Straks dus een paar proefjes aan een golfgeleider met meer uitleg over het “aan elkaar knoop” principe.

Nog een keer de standaard (spannings) trafo herhalen

- Windings eisen, f-hoog en f-laag. Bedekking.
- Getest door jarenlang metingen te doen, de effecten van vele variaties zijn proefondervindelijk vastgesteld.

Gewoon 100x uitproberen??



Nog eens het extract uit de resultaten:

Problemen bij f- hoog = eigen C en spreidings L, hoogste f beperking. Twisten is totaal FOUT voor breedband (in deze toepassing), want het geeft een hoge para-C, en daardoor een beperktere bandbreedte. Zo weinig mogelijk windingen, eventueel met combi-ferriet, met een goede koppeling. Dus met een toegift....(straks)

Kortsluiten = geen trafo, overblijvende L aan de andere kant?? = Spreidings L.

Spreiding is minimaal met goede dekking = helemaal rondom per wikkeling, maar begin en eind NIET tegen elkaar.

Trafo met aftak geeft dus ook beperkingen =
de aftak wikkeling gaat niet meer helemaal rondom.

Dus juist NIET aftakken, maar 2 aparte wikkelingen die
beiden volledig rondom gaan.

Vanwege goede bedekking: 2 of meer draden parallel bij
weinig windingen!

Maar vooral GEEN koperfolie strengen als wikkeldraad
(para-C)

beperkingen aan de lage kant = aantal windingen.

En als laatste de toegift:

Laatste 2 losse draden = ook 1 wikkeling!!!

Gesloten houden rond de kern!

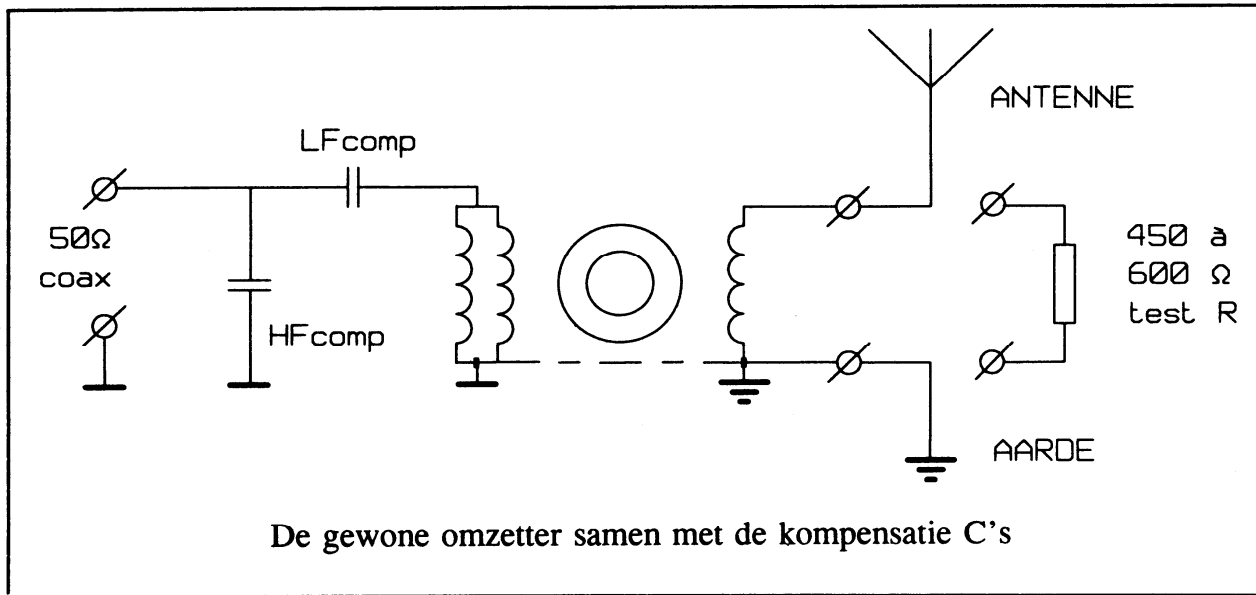


Eventueel - compenseren para's

Zware belasting eindtrap door te lage aanvangs $Z \rightarrow$ grote serie C (hoeft NIET als antenne trafo)

Doorlaat iets oprekken aan de hoge kant \rightarrow kleine parallel C aan de uitgang (!), dit lijkt op het toevoegen extra para C !!!!

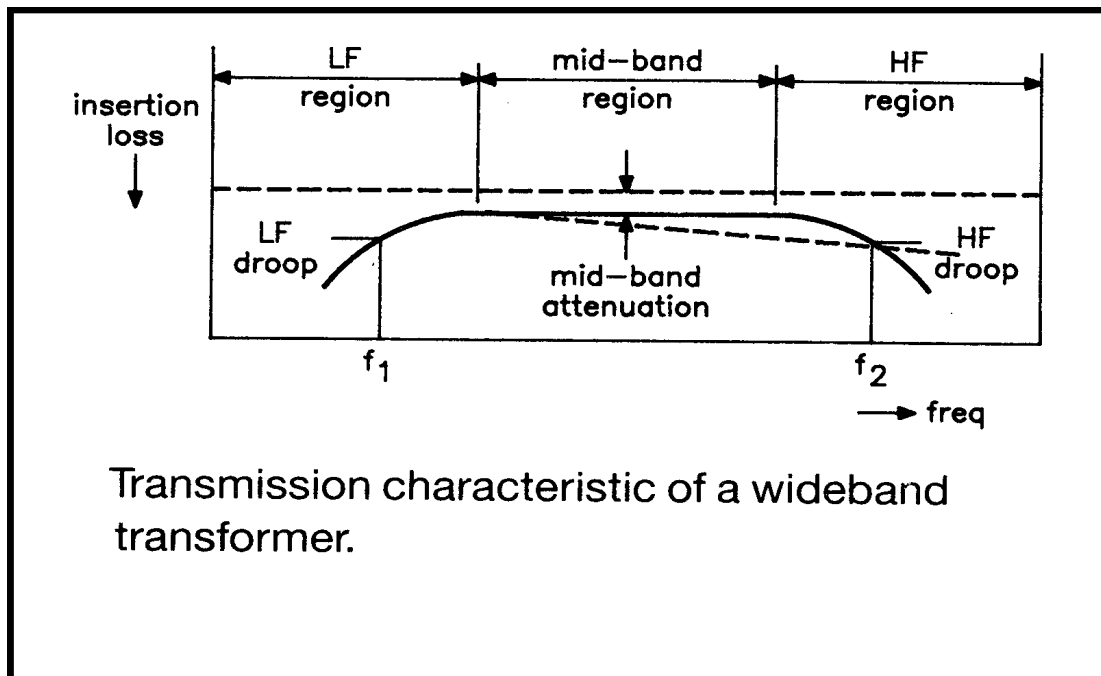
Zie volgende plaatjes. Het geeft enige oprekking aan de hoge kant en een extra dip wat verderop.



HF-comp C aan de
UITgang!!

Aparte “tegen” massa nu
mogelijk, NIET de
coaxmantel dus.

Extra mantelstroom trafo
werkt dus hier!



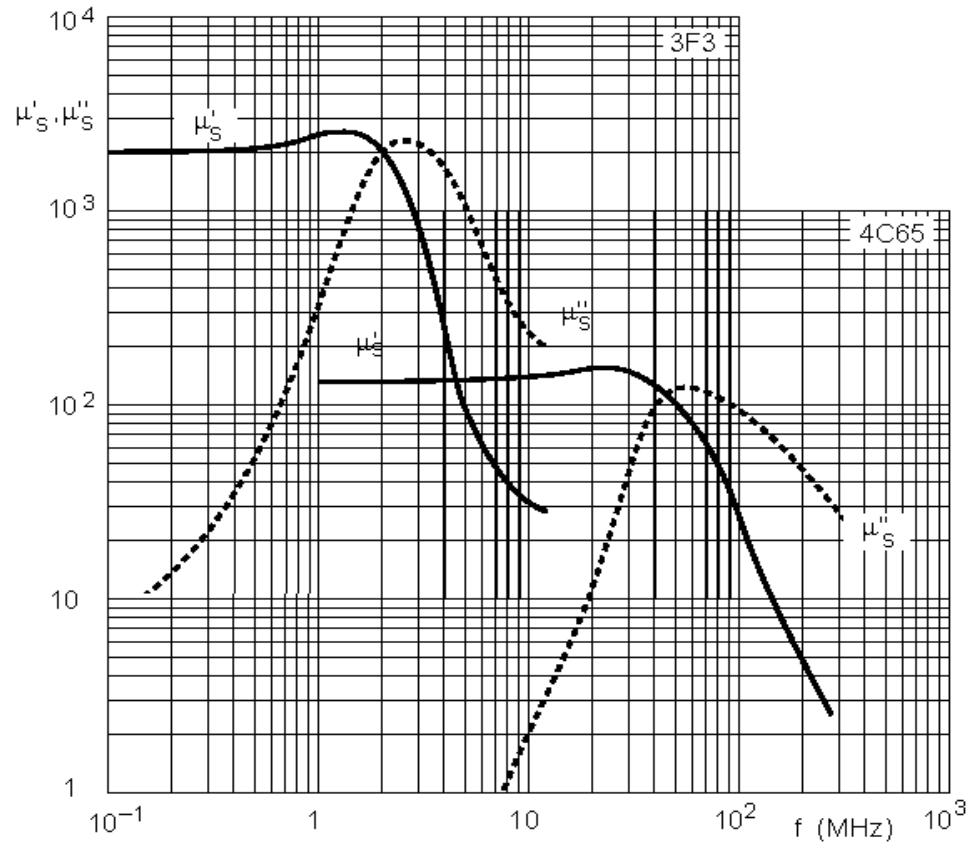
Inzak stippel door de para
spreiding L → ongev. 0,3 uH

Op 25 MHz daardoor -6 dB

Para serie-Z daar dus 50 Ohm

Op 30 MHz al 58 Ohm

Met een HF-comp C-tje 100%
recht te trekken tot 30 MHz



Hier een plaatje met 2 typen ferriet grafisch door elkaar. Wat ik beoog met twee duo-ringen is een compromis in haalbaar frequentie bereik met erg weinig windingen.

Het vervelende verlies krijg ik erbij kado.....

Dus: weinig windingen voor optimaal breedbandig resultaat.

Eventueel 50 ohm met dubbele draad voor goede “bedekking”.

Zoals je ziet in de mu grafieken zakt de werking van lage-f ferriet (hoge AL) te sterk weg bij de hogere f's. Dus 2 handig gekozen ringen geven bij hetzelfde lage aantal windingen een beter effect!! Ze vullen elkaar aan. Er is wel een klein verlies.

Voor zenden daarom een trafo voor een beperktere bandbreedte gebruiken met slechts 1 type kwaliteits ferriet, eventueel met meerdere 4C65 of FTxx-61 ringen samen (en probeer 1 hoog AL ertussenin) of een andere methodiek toepassen om de Z om te zetten. Komt later aan bod.

nog even over de verliezen

Wat is het effect van de verliezen van de hoge A_L ring bij Rx toepassing????

In mijn eigen **Ferriet Info** van 15 jaar terug is aan dit verlieseffect voor Rx-only toepassing beperkt aandacht besteed, je kunt alle verliezen dan nl. zien als een denkbeeldige dummy van bijv. 10 a 20x de coax impedantie. So what?? Fietslampje effect.

Maar bij power: grote kans op hitte en barsten van de ringen, da's niet handig.... Praktisch getest: Wanneer de hoge A_L ring tussen twee grote lage A_L ringen zit, blijkt het mee te vallen.

Een echt probleem is er dus alleen bij vermogens toepassing in de standaard "spannings" trafo. Er is **ook** een probleem bij het correct meten van de AL. Nooit meten richting "hellend vlak". Ik heb toen al wel duidelijk gemaakt dat voor resonantie kringen het materiaal op die freq. ongewenst is. Na recente testen nu: hoger dan 20 % verlieskromme = totaal onbruikbaar voor afgestemde kringen!

Praktisch hou ik soms slechts 5 à 7,5 % aan!

Wat oud zeer:

De VRZA heeft zich hiermee in “Ringkern Raadsels” artikelen in 1997 over het meten van onbekende ringen ook eens vergaloppeerd.

Toeval is dat die schrijver mij met boze brieven verweet aan de ferriet-verliezen in Ferriet Info (1996) niet voldoende aandacht te hebben besteed. Kort daarna publiceerde hij dus zelf. Daar maakte hij de fout een ongelukkig stukje te schrijven over vreemde meetresultaten met een dipper of de RF-Analyst, verkregen met onbekende ringen. Met de resonantie methode tussen 1 en 30 MHz. Later in 2009 kwam hij daar nog eens op terug, maakte het toen beter duidelijk waarom, maar toch draaide hij er een beetje omheen.

AL opmeten tussen 1 en 35 MHz = FOUT.

Inderdaad : meestal hoge A_L ringen “op het hellend vlak gedeelte” of ver daarboven omdat de meet-f veel te hoog was. De dipper methode werkt best wel goed voor 4C65 (tot 15 MHz !!) en poederijzer materiaal (staat ook in Amidon publicaties), maar dat dat uiterst onhandig is en totaal verkeerde resultaten geeft weet je niet van tevoren als je onbekend materiaal in handen hebt!!!

1e tussendoortje - Speciaal EMC ferriet

Er is tegenwoordig ook een andere, afwijkende, range ferriet in gebruik, een range die NIET geschikt is voor simpele (resonantie) trafootjes, maar weer wel voor speciale EMC toepassingen en mantelstroom onderdrukkers.

Voorbeelden:

3S1 (lijkt op 3E25 en 3E27) en 3S4 (lijkt op 3F3, maar met veel groter en breder verlies aandeel) en eventueel 4S2 (dat weer sterk lijkt op 4A11).

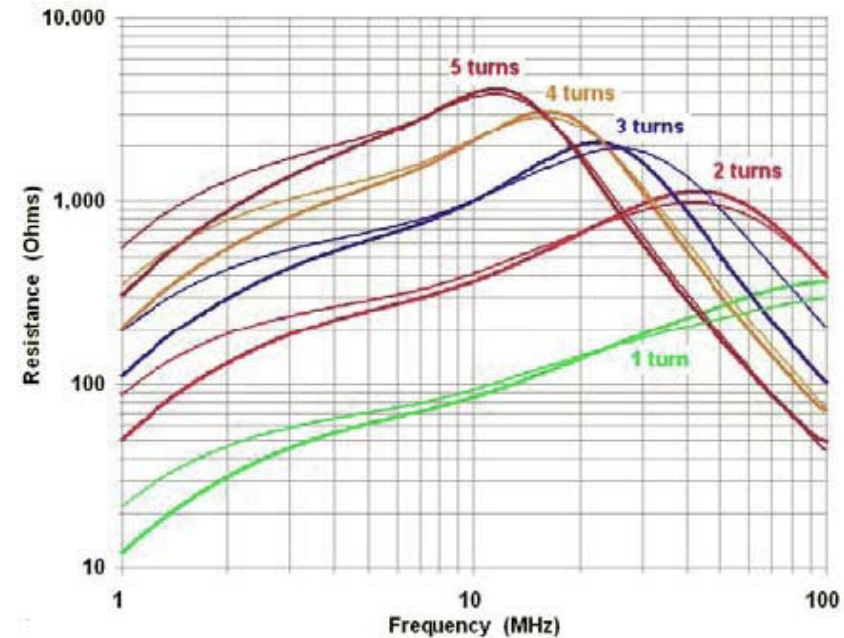
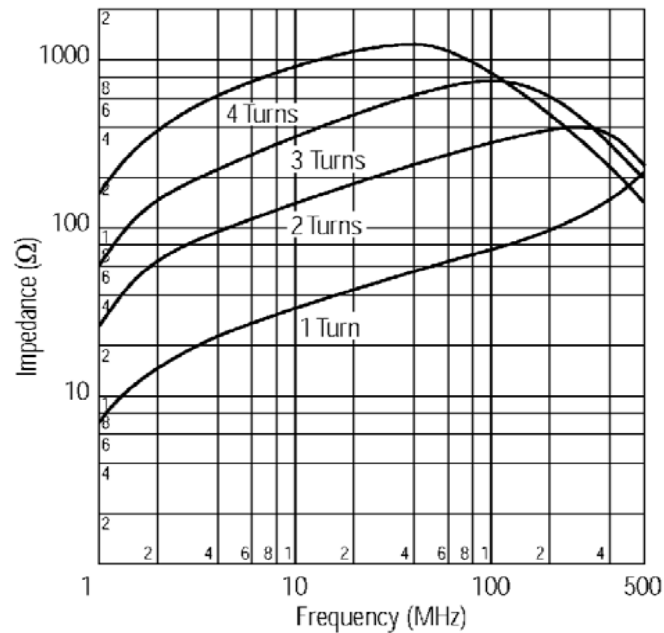
Amidon/Fair-Rite materiaal type FT xx-31, het lijkt een exacte kopie van 3S1 van Philips.

Dit type ferriet is eveneens bedoeld voor de “andere” balun methode, zie later.

Het EMC ferriet kan van het MnZn (3xxx type) zijn, maar dus niet altijd..., met een vrij groot (= vergroot) verliesdeel.

De bedoeling is om HF tegen te houden tot hoge f's, maar ook, als dat niet goed gaat door het wegzakken van de eigen zelfinductie of resonantie, het gewoon te smoren en in warmte om te zetten.

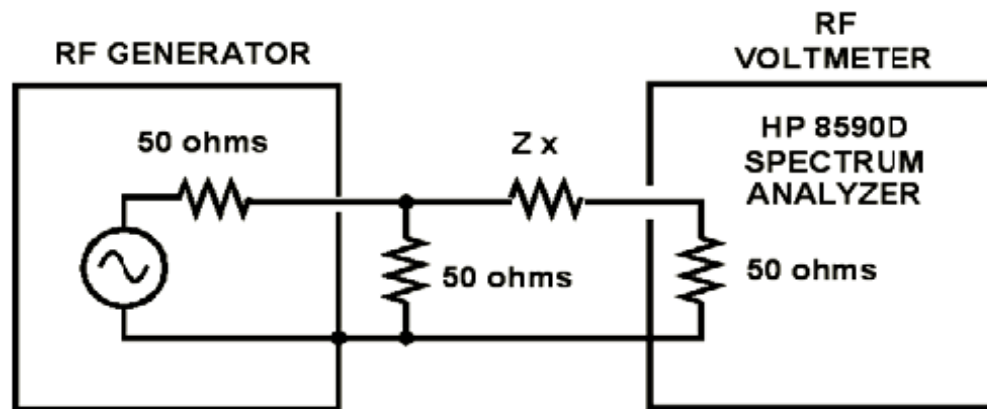
Om brand te voorkomen moet de totaal-Z dus erg hoog **BLIJVEN!** Eventueel een NiZn type extra ermee in serie zetten – 4S2 of 4A11.



Met het nieuwe hoog-AL NiZn-ferriet met groot dissipatie effect gaat het alleen goed met zeer weinig windingen (1 à 3, tot max. 5) omdat door de para-C de Z-max anders te ver onder de 30 MHz komt.

Mocht je ook al op lage f's een redelijke onderdrukking willen dan liefst in een combinatie met MnZn blokje.

Hier GEEN gestapelde ringen, maar 2 units in serie.



Met de juiste spullen, maar ook met hobby middelen, gaat de totale Z meting van een mantelmoorspoel als op het plaatje.

Kun je doen door binnen en buiten door te verbinden en tussen twee "hete punten" van 50 ohm dummy's te meten.

2e tussendoortje - de minimum f van een kern

Wil een kern bij een bepaalde frequentie iets kunnen overzetten, dan moet op de laagste f de Z van de L minstens 4x de Z van de schakeling zijn. Dit is het minimum.

(Net als bij 230V, een 110V wikkeling op de 230 is eveneens niet goed...)

Teveel windingen is echter ook niet goed, want teveel geeft extra eigen parallel capaciteit, en die beperkt de max. haalbare f weer. Eerder verteld... Dus moet je streven naar zo weinig mogelijk windingen voor een standaard trafo. Voor de hoogste f is N=5 prachtig, 7 à 8 wordt het maximum. Vanwege de C.

Maar waar start de overdracht dan ergens, bijv. voor de standaard 4C65 van 36 mm??

Nieuwe stelling:

Goed onthouden: voor elk type kern met een willekeurig aantal windingen geldt voor die combinatie (kern + windingen) een MINIMUM toepasbare f !!

Dat is (praktisch) de f waar dat aantal windingen een Z van 200 ohm bereikt.

De volgende twee formules zijn weer bekend verondersteld:

$$N = 1000 \cdot \sqrt{L / A_L} \quad (\text{mH types, eerder verteld})$$

$$Z = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$Z / 2 \cdot \pi \cdot f = L \quad \text{dit in de bovenste voor } L$$

In de Z stoppen we gelijk de correctie weer in voor mH, en kHz (of MHz).

En knopen we de L van de ene in de andere formule.

$$f = Z / (2 \cdot \pi \cdot A_L \cdot (N / 1000)^2)$$

met $Z = 200$ ohm wordt het dan voor f_{\min} :

$$f_{\min} = \frac{200 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot A_L \cdot N^2} = \frac{31,83 \cdot 10^6}{A_L \cdot N^2}$$

Hier de invoer in mH en kHz

wat heb je daar nu aan???

Stel f_{\min} van 4C65 van 36 mm

Stel f_{\min} van 1 enkele 4C65 van 36 mm

$$= \frac{31,83 \cdot 10^6}{160 \cdot N^2} = \frac{198937,5}{N^2}$$

stel $N=5 \rightarrow f_{\min} = 7958 \text{ kHz}$

m.a.w **DAT WERKT NIET**

maar met 3 dezelfde ringen op elkaar

f_{\min} van 3x 4C65 van 36 mm

$$= \frac{31,83 \cdot 10^6}{160 \cdot 3 \cdot N^2} = \text{stel weer } N=5 = \rightarrow 2653 \text{ kHz}$$

dus nu wel voor 80 meter geschikt, maar nog steeds NIET voor 160!!!

Zelfs met 4 ringen en 5 windingen nog krap!!!!

Praktisch maximum is ongeveer 7 windingen

Fmin tabel - waarden in kHz

50 ohm kant N =	1x 4C65 $A_L = 160$	2x 4C65 $A_L = 320$	3x 4C65 $A_L = 480$	4x 4C65 $A_L = 640$
4	12433	6217	4145	3108
5	7958	3979	2653	1989
6	5526	2763	1842	1382
7	4060	2030	1353	1015
8	3108	1555	1036	777
9	2456	1228	819	614

Zelf ringkernen opmeten

We bekijken eerst weer het mu plaatje hierna, een redelijk constant verloop, en wat verder zakt de werking weg. En bekijk ook de deel plaatjes met stippelijnen.

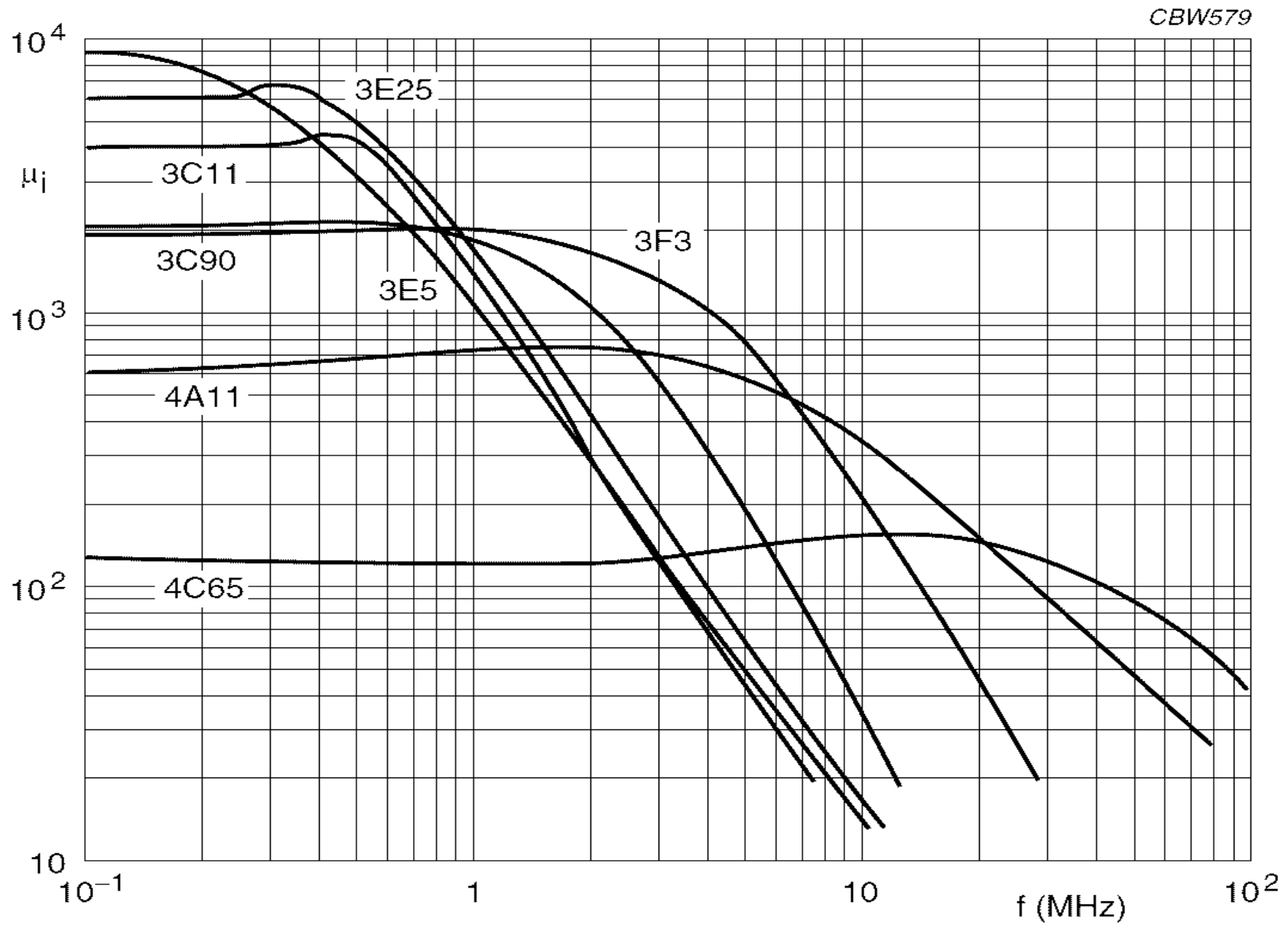
Probleem gebied is bij hoge “stippels”, zie nog een keer de vele voorbeelden!!!

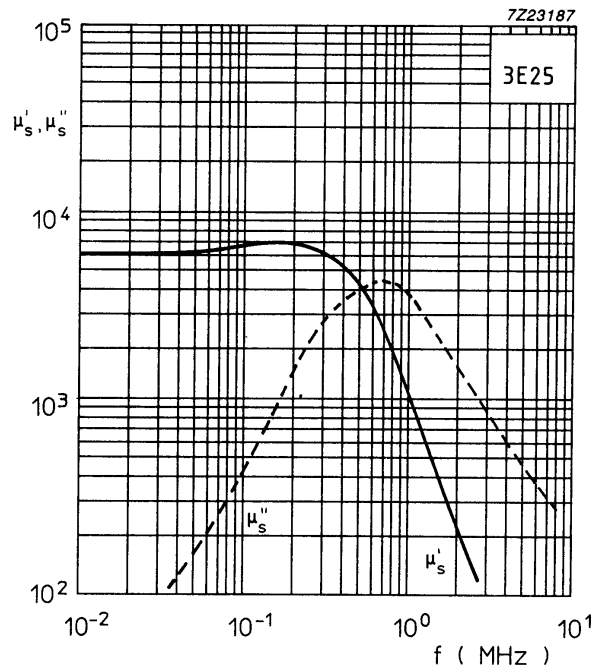
Het ongewenste verlieseffect is er dus al ver voor de knik in de A_L karakteristiek.

Aan een dipper of aan een HF meet / analyser kastje hangen voor een (kortegolf) LC resonantie test op frequenties tussen 1 – 30 MHz kan absoluut niet.....

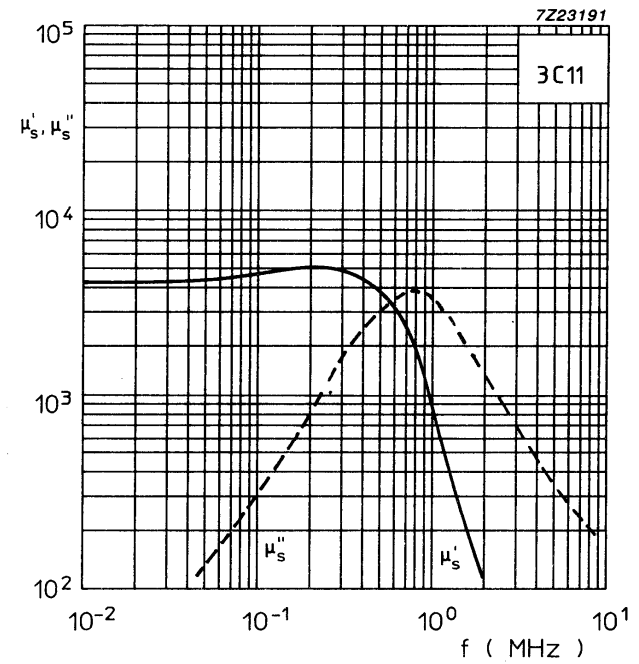
Let op hoe laag in f de 10 % al zit!!!, daar wordt de Q al sterk afgeknepen bij resonantie. En meet je dus niet helemaal correct.

een aantal ferrieten in een grafiek

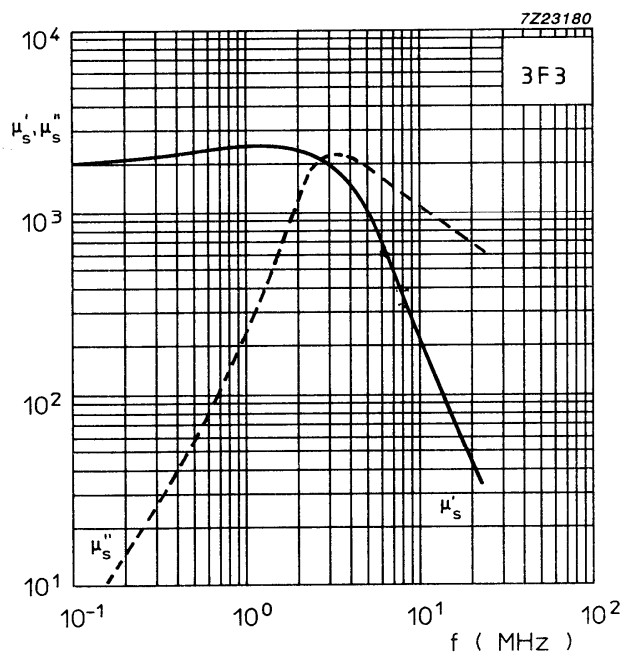




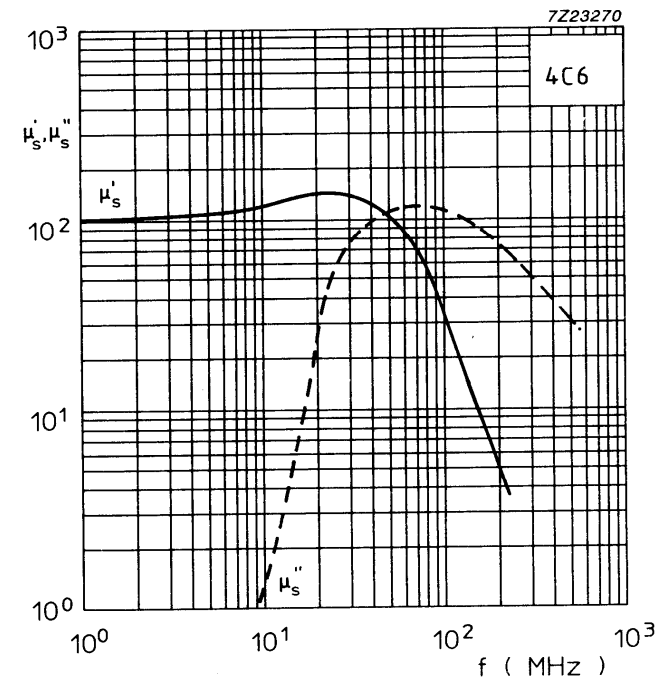
← oranje



wit →



← blauw



paars →

Nog bekend?? De poederijzer grafiek moet je in gedachten zien op de basislijn en de eerste lijn erboven, dus een waarde van 10 à 20.

En redelijk recht doorlopend tot 100 MHz!!

Proef AL meten met een spoel meter (ook een met micro-controller !!!) , werkt **ALLEEN ALS DIE METER OP EEN LAGE F WERKT!!!!** **Later meer hierover** en de truc hierachter.

Voor (kortegolf) HF resonantie kringen kun je eigenlijk voor gebruik in zo'n kring alleen materiaal van het type 4C65 gebruiken tot 15 MHz. Vergelijk, MG ferrietstaaf antenne materiaal, dat is net op het randje!!!.

Of poederijzer!

Dus heb je een toepassing met “resonantie”, dan moet je passend ander materiaal kiezen waarbij de stippellijnen hoger in f beginnen en daarbij meestal noodgedwongen veel van dezelfde toroids stapelen om toch een hogere zelfinductie te krijgen, mocht dat nodig zijn.

(voorbeeld ferriet klont) ...

Anders heb je weer veel te veel wikkelingen nodig en dan past het er niet erop! Dat aantal wikkelingen kan lelijk oplopen onder de 3 MHz met 4C65 materiaal.

Na wat eigen testen heb ik (net als de 20% grens voor B-H max voor lineair) hier de grens bij ongeveer 5 à 7,5% gelegd. Komen de stippelijntjes hoger, nader je de 20%, dan is het materiaal ONbruikbaar in resonantie kringen.

Door die noodzakelijke max. 7,5 à 20% beperking valt dat specifieke gebruik in afgestemde kringen erg tegen:

Violet 4C65	$u = 125$	max. res. toepassing = 15 MHz !
Rose 4A11	$u = 700$	max. res. toepassing = 700 kHz !
Blauw 3F3	$u = 1800$	max. res. toepassing = 400 kHz !
Rood 3C85	$u = 2000$	max. res. toepassing = 200 kHz !
Wit 3C11	$u = 4300$	max. res. toepassing = 100 kHz !
Oranje 3E25	$u = 6000$	max. res. toepassing = 80 kHz !
Geel/Wit 3E5	$u = 10000$	max. res. toepassing = 20 à 30 kHz !
FT xx-61	$u = 125$	max. res. toepassing = 15 MHz !
FT xx-43	$u = 850$	max. res. toepassing = 850 kHz !
FT xx-77	$u = 2000$	max. res. toepassing = 200 kHz !

Voor afgestemde kringen is ijzerpoeder dus beter!

Op de volgende dia enkele onbekende nieuwe types

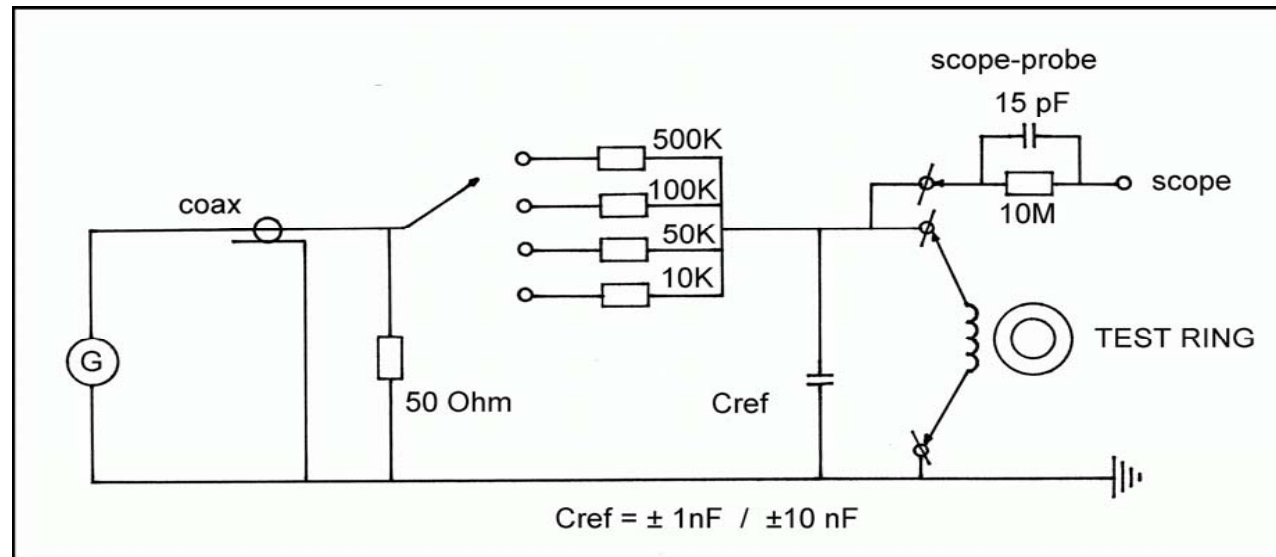
Enkele nieuwere ferriet types:

4F1	$u=80$	max. res. toepassing = 30 à 35 MHz !
4D2	$u=60$	max. res. toepassing = 50 MHz !
4E1	$u=15$	max. res. toepassing = 100 à 150 MHz

de A_L en het toepassings bereik gaat richting ijzerpoeder.
Ook hier zie je de u (en dus de A_L) steeds lager worden
en de f -max steeds hoger.

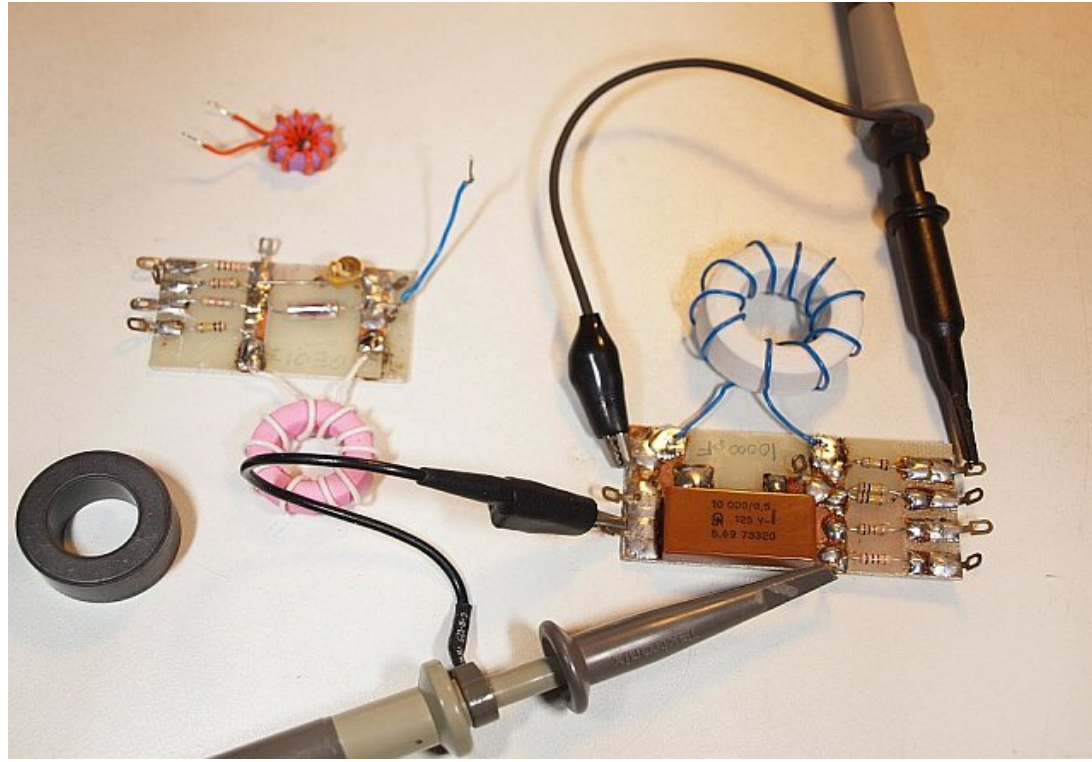
Nog onthouden? De "Snoek" lijn?

De meetschakeling met TOP-R



Hier de nieuwe versie met 500K. Oorspronkelijk was 100K het maximum, en nog een R van 1K voor slecht presterende ringen. Dat was minder nuttig, een top-C methode met 100nF parallel is dan beter. Voor poederijzer en 4C6 achtig materiaal is de extra 500K en vaste 1 nF toch handiger.

Bij gebruik van de 500K-R geeft de parasitaire C van enkele pF parallel eigenlijk al evenveel koppeling!!!! Dat begint ook een Z van 500 K te worden! Dus is dan een TOP-C module! Komt nog!



Hier de ringkern meetschakeling van ruim 20 jaar terug.
Ondertussen heb ik ook daarvoor een update...

Het meten...

Om f-res makkelijk te vinden begin je bijv. met 10K.

Daarna haak je aan bij 50 K of liefst 100 K.

Zelfs nog een stapje hoger.... Bijv. 300 of 500K.

(300K wordt door Toko en Murata ook aanbevolen als voedende serie-R om IF trafootjes te meten op 455 kHz)

R hangt ook af van de gevoeligheid van de scoop en het signaal niveau van de generator. Een te lage R is niet OK!

De totale schakeling C (= + de scoop probe !) moet nauwkeurig bekend zijn, vooral in de 1 nF versie.

De voedende weerstand staat parallel aan de kring, dus verpest helaas de echte Q.

Met een klein aankoppel C-tje zou het beter zijn maar het f bereik is wel 1 op 1000, (25 kHz – 2,5 MHz) , dus de koppelfactor is bij een vaste waarde voor de koppel-C dan weer sterk frequentie afhankelijk, de R niet.

Hoewel???? Het effect van de R is toch ook frequentie afhankelijk gebleken....

En naderhand is ook een C-koppel module TOP-C gemaakt. ON9CVD gebruikt die ook.

Wat formules en cijfertjes bij de resonantie methode.

Deze formule moet bekend zijn:

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

omgebouwd krijg je dan dit:

$$L = \frac{1}{(2 \cdot \pi)^2 \cdot f^2 \cdot C} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot C} \quad \text{uitkomst in Henry}$$

f hierboven in Hz, C in Farad.

$$L = \frac{25,33}{f^2 \cdot C} \quad \text{in mH}$$

f nu in MHz
C nu in pF
L in milli Henry

(formule 1)

De A_L en L zit hier ook in verwerkt:

$$N = 1000 \cdot \sqrt{L / A_L}$$

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

Dit is formule 2 voor L ,
deze L is ook in milliHenry

Formule 1 = formule 2

$$L = \frac{A_L \cdot N^2}{1000 \cdot 1000} = \frac{25,33}{f^2 \cdot C}$$

en na wat schuiven met de getallen

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

Dit wordt het dan, de formule die ik gebruik om na de f-res meting de A_L snel te berekenen:

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

f nu in MHz,
C nu in pF
 A_L in mH per 1000

Voor f 1000 x “groter” en C 1000x “kleiner”,
dezelfde formule, maar met extra $\times 10^3$,
dan staat f in kHz en C in nF.
I.p.v. 10^6 staat er dan 10^9

“Standaard” meten is altijd met 10 windingen.
Daarmee kan de standaard formule nog simpeler:

$$A_L = \frac{25,33 \cdot 10^4}{f^2 \cdot C} \quad f \text{ in MHz en } C \text{ in pF}$$

of nog eens $\times 10^3$: f dan in kHz en C in nF

Zo alleen voor 10 windingen geldig,

A_L is altijd in mH per 1000 windingen (= nH per wind.)




Daarmee kan de A_L waarde makkelijk berekend worden na een simpele resonantie test.

Met het gelijk mee-meten van de -3 dB punten ($B\sqrt{2}$) heb je ook een idee van de Q. -3 dB of $B\sqrt{2}$???, dat zijn de 70% punten.

Maar de meet-R dempt extra!!!

Ook dat is eventueel terug te rekenen naar een oneindige R, hoe dat verder afgeleid wordt zie je in Ferriet Info.

Of de TOP-C methode toepassen, dan is het dempings effect veel minder sterk. Maar dan heb je bij iedere C-tap een iets afwijkende totaal-C.

Datum: .. - .. -20 ..	RINGKERN/FERRIET INFOBLAD						Testcode:
Fabrikant	Meetmethode			AL in mH/1000	B√2		
	N	C	f _{res}		f ₁	f ₂	Q
Type / kleur	10						
	10						
	10						
Maten in mm Buiten 	25						
	Binnen 	25					
Hoogte 							
	Bijzonderheden						
R _i							
μ _{tor} / μ _i							

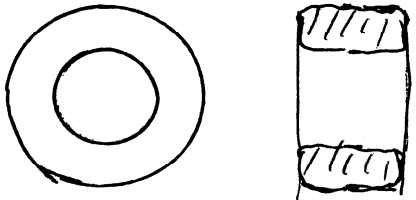
© WAJG

Na een x aantal metingen is het handig de resultaten in een A5 ringband mapje op te bergen.

Daar heb ik voorgedefineerde velletjes voor ontworpen.

(er gaan twee velletjes in 1 A4 afdruk zonder te verscalen of aanpassen aan het papier!!)

Rosmalen 18-03-06

W A R D	RINGKERN/FERRIET INFOBLAD								No.
	Fabrikant	Meetmethode			AL in mH/1000	B12			Serie - R
	N	C pF	f _{res}		f ₁	f ₂	+R □ LC		
Magnetics									
Type / kleur ZF-42212-TC grijs coating	10 A	1030	248	3998	243,5	253,3	25,3	30	} R=100k →
	10 B	1030	249,8	3941	245,6	254			
	10 C	1030	247	4031	242	252,25			
Maten in mm Buiten ∅ 22,7 Binnen ∅ 13,3 Hoogte I ± 13									
	1025 C	10000	81,21	3840	80,04	82,66	31	79	R=10k →
	1025 C	10000	81,30	3832	81,00	81,64	127	169	R=100k →
Kernmateriaal type F	Bijzonderheden								
R _i	 <p>ZF-42212-TC ↳ Toroid Core ± 12 mm hoog ± 22 mm ∅ materiaal type F grijze coating</p>								
μ _{tor} / μ _i ± 3000 ± 20% !!									
	Fabrikant AL = 3624 ± 20% !!								

En volledig ingevuld.....

PE1ABR FERRICALC

Dit programma berekent de AL waarde
 Door het ingeven van alle resonantie meetgegevens van een ringkern geeft dit programma de AL en Q.
 Zowel een punt als komma werkt 1x als decimaal

Invoer gegevens

aantal windingen = 1 - 100

totaal par. capaciteit = nF pF

resonantie frequentie = kHz MHz

-3 dB punten naast fres

Top C methode Top R methode

welke Top-R kOhm

ruimte voor extra naslag informatie

Resultaten

De AL waarde in mH/1000 of nH/winding

De bijbehorende QLC met Q Top-R correctie

en helemaal zonder R corr.

Na het instellen van alle selecties moet de "Bereken" knop steeds opnieuw aangeklikt worden. Geeft anders fout popups. Ongeldige input wordt ook tegengehouden!

NL

UK




Zo kan het nu ook

Voor het gemak vorige week ook nog een progje in elkaar gezet.....

Wat haastwerk, maar.....

met postscript "overlay" op het oude PS print document

En de output ziet er dan zo uit....

Datum: 08 - 09 -2011	RINGKERN/FERRIET INFOBLAD						Testcode:
Fabrikant	Meetmethode			AL in mH/1000	B12		
	N	C	f _{res}		f ₁	f ₂	
Type / kleur	10						
	10						
	10						
Maten in mm Buiten 	30	1030 pF	719,5 kHz	52,8	681 kHz	754 kHz	10,07
Binnen 	25						
Hoogte 	25						
made with FERRICALC by PE1ABR	Bijzonderheden org. QRLC + 100 K Top-R = 9.86 47,5 uH spoel, grijze lak met 30 wind. rood lakdraad						
R _i							
μ _{tor} / μ _i							

Voor de meeste hoog A_L is 1 nF al onbruikbaar en mijn gekozen 10 nF dus het aanbevolen minimum en zeker NIET lager! Je zit nl. in beide gevallen al een aardig eind richting hellend vlak.

Zo staat het in eerdere publicaties van mij.

Eigenlijk (dit is een “persoonlijke” bij nader inzien !!) is een setje van 100 en 10 nF zelfs beter dan 1 en 10 nF.....

Of toch alledrie: 100, 10 en ook 1 nF, voor indruk van een wegzakkende Q.

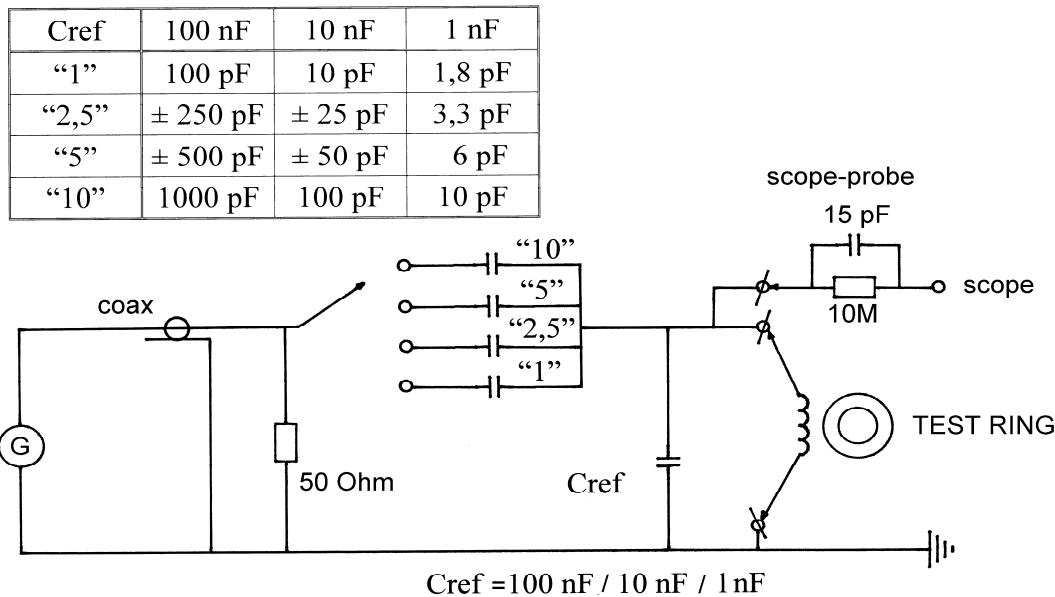
Met de te lage 1 nF als meet-C kun je echter al wel een betere inschatting doen van een bij die meet-f al slechte Q en het dus al inzakken van de karakteristiek! Alleen bij NiZn, MnZn kan al foute resultaten geven!

Voorbeeld is mijn oude meting van het blauwe 3E2, het is al waardeloos met 1 nF en ook nog met 10 nF op meetfrequenties van 10-tallen tot 100-den kilohertz!!!!!!!

Mijn metingen van 15 – 20 jaar terug gaven voor 3E2 zeer slechte waardes voor Q. Ik zat toen blijkbaar zelf al behoorlijk in het hellend vlak!!!

Waar dan wel vlak en toepasbaar?? Opnieuw meten: Alleen voor audio! Dus troep voor HF!

TOP-C methode voor het meten



De meervoudige tab van mij gecombineerd met de ON9CVD top koppeling.

De koppel-C heeft bij mij een waarde van 0,1% tot 1% van de parallel-C, in een paar stappen.

De "5" versie geeft gelijkwaardige output als bij de 100K R in een testschakeling met (matig) hoog AL.

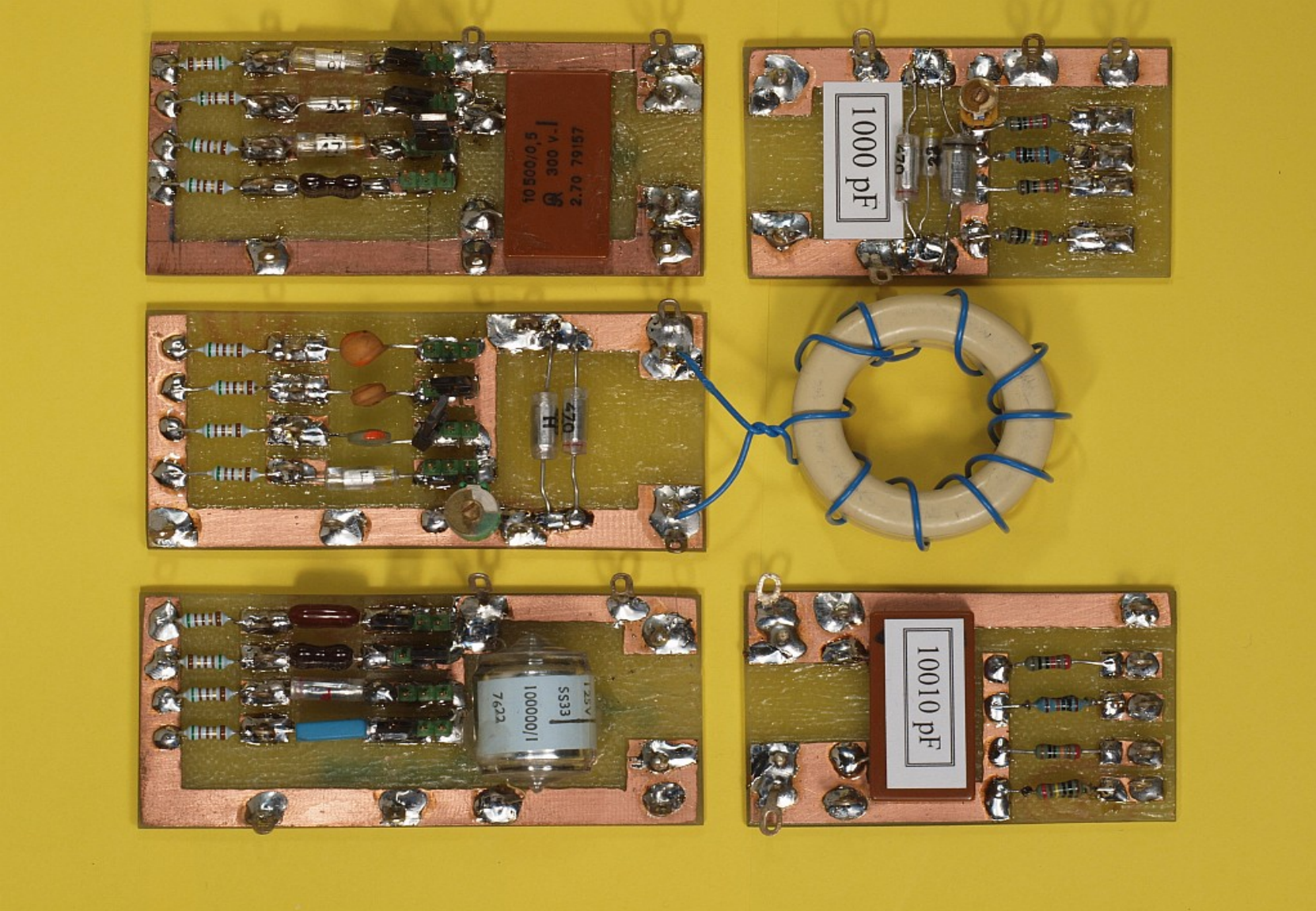
Mocht je hoog-AL ferriet beter willen onderzoeken op zeer lage frequenties (LF dus!!) en daar een betere inschatting van de Q willen doen zonder teveel moeilijk doen met de R terugrekenen, dan is de schakeling van ON9CVD met een zeer kleine top-koppel-C, gecombineerd met mijn koppelvariatiës, de ideale schakeling.

Je hebt wel geen exacte C_{ref} meer, bij iedere tab is de exacte C_{ref} iets anders, maar de Q komt beter uit de verf. Voor de A_L meting maakt het niets uit. Als de A_L tenminste zinvol is en al niet inzakkend!

En gebruik het progje!

Een klein nadeel is dus dat voor iedere C-tap de totale C iets afwijkt. De ref-C is dus niet zo exact als je graag zou willen, je moet wel een beetje rekening houden met de exacte tap-C....

Omdat de koppeling vrij direct is, is nu misschien beïnvloeding mogelijk met de meetkabel. Daarom is de 50 ohm afsluit-R hier een onderdeel van de module. Omdat liever NIET alle tap-C's tegelijk parallel staan aan Cref, is de aan/uit met losse jumper pennetjes gedaan. Je ziet op de volgende foto ook de nieuwe iets handiger vormgegeven meetmodules met de top-R methode.



Spoelmeter methode voor het meten

Een ander type A_L test, de zelfinductie van een ringkern lekker snel meten met een spoel meter, gaat ALLEEN goed ALS DIE METER OP EEN LAGE F WERKT!!!!

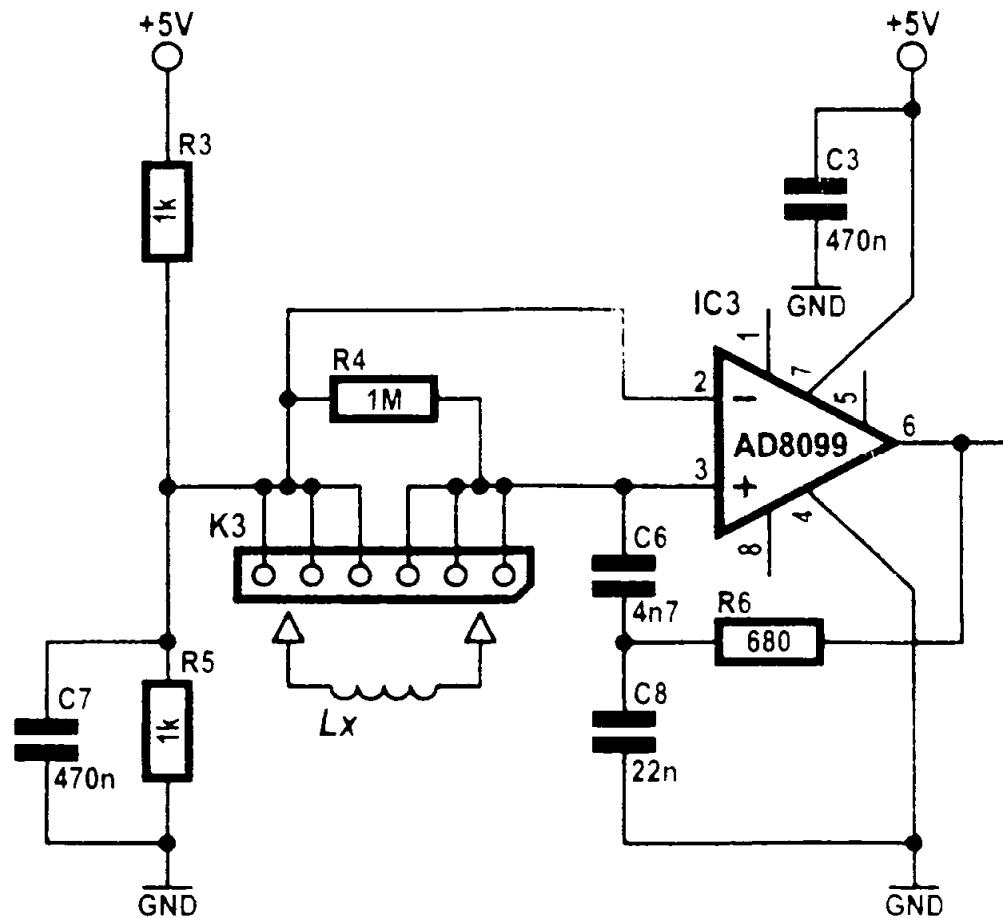
Waarom?? Alweer, vanwege het “hellend vlak” probleem.

Of de spoelmeter bruikbaar is kun je afleiden uit de minimale C in de resonantiekring meetschakeling, minimaal 1 à 2 nF aanbevolen voor NiZn en vooral NIET lager. En minimaal 10 nF voor matig MnZn kern materiaal. Je zit dan toch al boven de 1 MHz voor 4C65 ringen en dat is nog steeds vrij hoog.

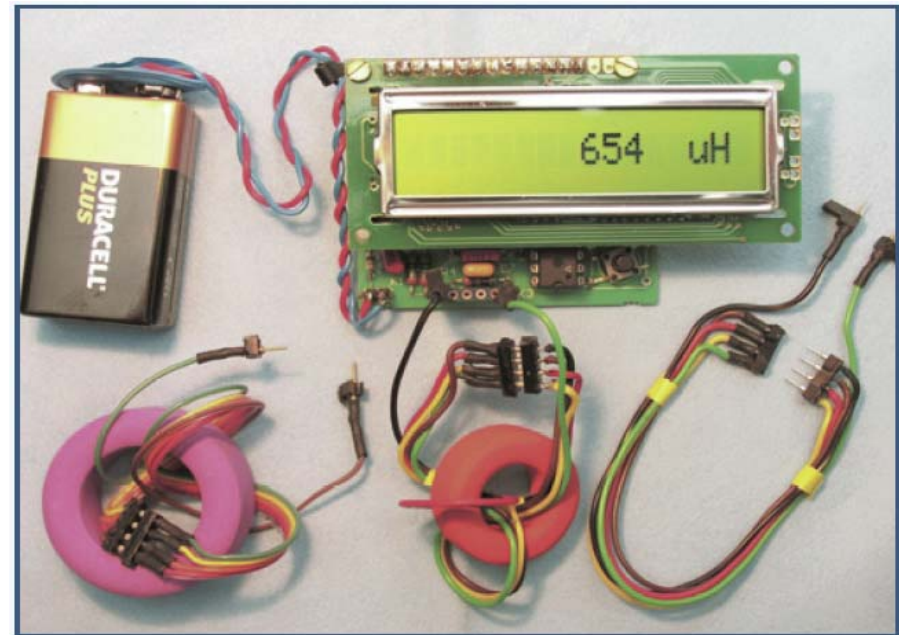
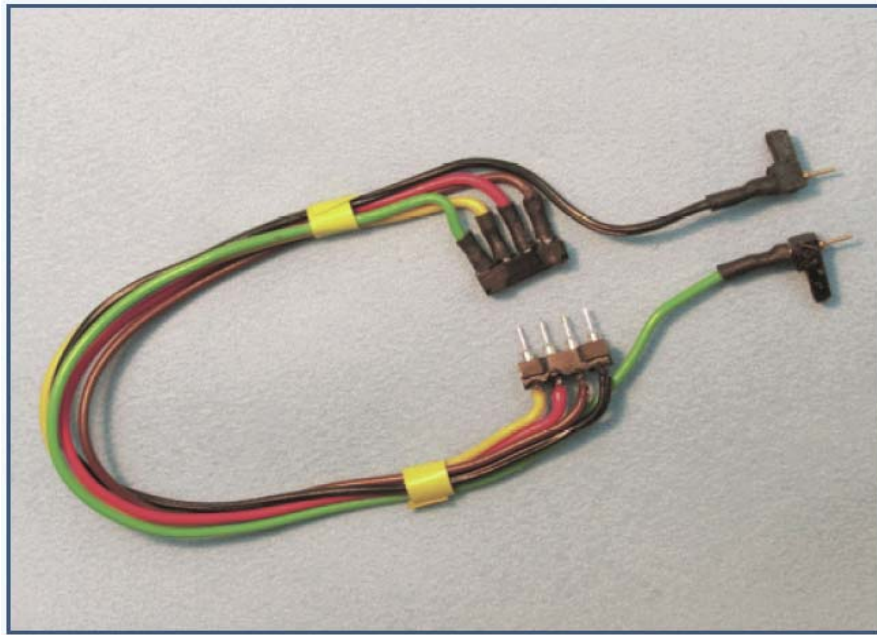
Hierna nog een aanvullende publicatie – een alternatieve toepassing van de Elektuur / Elektor spoelmeter die werkt op een lage meetfrequentie.

Bekijk het schema van deze spoel-meter, in dit ontwerp is de oscillator een opamp met vrij hoge resonantie C in de schakeling, dus een lage meet-f. Dat is niet voor niets!!

De resonantie waarde is $4n7$ in serie met $22nF = 3,873 \text{ nF}$ totaal parallel aan de spoel = daardoor voor de meeste materialen een lage meet f en vrije goede meting!! De A_L blijft meestal wel redelijk kloppen, het kan echter zo zijn dat de oscillator niet lekker werkt door de extreem slechte Q.



Voor snelle vlooienmarkt metingen had ik het volgende aan Elektor voorgesteld voor hun spoelmeter: het speciale bosje draad met in 1 keer 5 windingen. Hoe gaat dat verder.....:



Het bosje 2x losjes door de ring halen,
stekkertje steken, en dan gaat het zoals op
plaatje twee!!! Klaar!

Formule truc voor een spoel meter.

μH waarde $\times 10 = A_L$ zo makkelijk??

Sommetje??

Stel A_L materiaal 6540 mH / 1000 wind.

(oranje 3E25 spul) . $N = 5$. (1 lusje met bosje)

$$L = A_L \cdot (N / 1000)^2 = 6540 / 40000 = 0,1635$$

mH = 163,5 μH

Hier geen handig verband tussen A_L en L

Maar kwadraten van 10 of wortels van 100 zijn handig!! Dan alleen maar komma werk!!

Stel A_L materiaal weer 6540 mH /1000. $N = 10$.

$$L = A_L \cdot (N / 1000)^2 = 6540 / 10000 = 0,654 \text{ mH} = 654 \text{ uH}$$

Je ziet het: alleen bij 10 windingen →
de uH waarde x 10 = de A_L waarde!

Dus hiermee een direct aflezende A_L meter!!

Haal dus eventueel de Elektor PDF gratis op bij mij
met het artikel over deze toepassing.

(illegaal een eigen plekje gegeven...)

nu veel meer aandacht voor:
De “stroomtrafo” methode.
Aanpassen Z zonder trafo,
deze keer met golfgeleiders.

Nog een keer balun trafo's, die geen trafo's zijn.....
Ik noem ze wel eens stroomtrafo's om ze te onderscheiden van de standaard (spannings) trafo, is eigenlijk ook niet OK.

Het zijn verschil-stroom onderdrukkers = dus eigenlijk stroom afknijpers.

Door heen en terug samen door een kern te voeren is geen “standaard” HF veld wanneer die stromen exact even groot zijn.

Er zijn alleen afknijp effecten voor stromen die wat anders willen dan van A naar B en terug.

Wat Engelse termen om alvast te onthouden:

Gewenste stroom = differential mode current

Ongewenste stroom = common mode current

**Een tussendoortje - een proefje - voor een beter begrip van wat nog komen gaat over de “andere” balun methode.
De Z van een losliggend snoertje.**

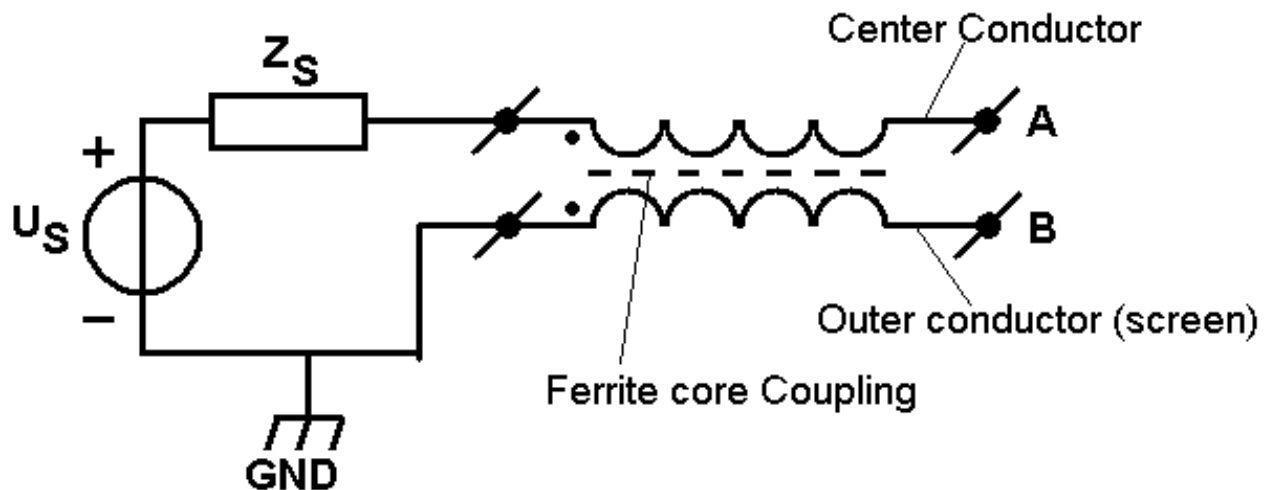
Afsluiten met juiste R → geen reflectie.

Met scoop aan ingang meten, met aan het eind een potmeter van max. 250 of 500 ohm → instellen op minimum reflectie.

Loshalen. → R van potmeter = Z !!

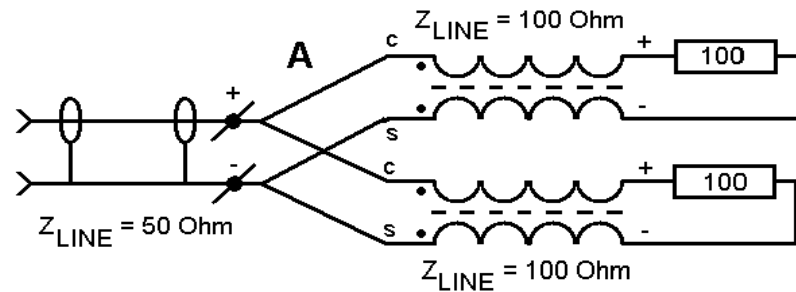
Geldt voor ieder setje van 2 , maar ook voor 3 of 4 draden.
(2x massa + 1x signaal, of 2x massa en 2x signaal)

Electrical Circuit Diagram

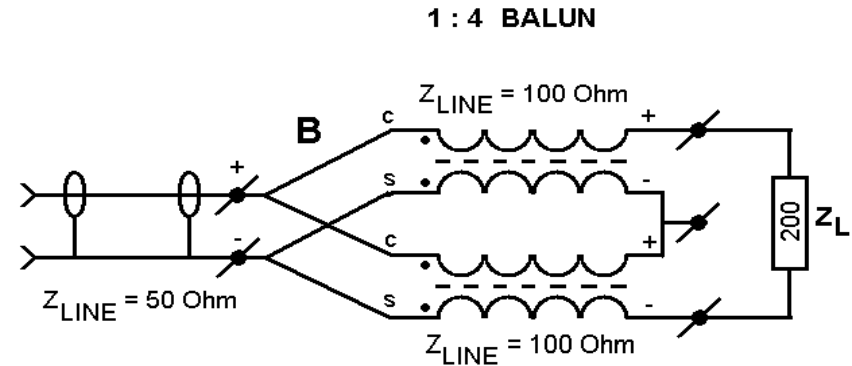


De test:

Mantelstroom filter met zo'n aderpaar:
ongewenste stromen afknijpen.



"c" = center conductor of cable
 "s" = screen of cable (outer conductor)



Use two separate cores

2 strengen van 100 ohm.

2 setjes naast elkaar: en met truc speciaal.

Zie plaatje, dit schakelingetje werd in de jaren 50 en 60 toegepast in de TV ingang voor f's tussen 50 en 200 MHz. De beide VHF bereiken dus. Het is de overgang van 75 ohm coax naar symmetrisch 300 ohm. Dit is dus GEEN echte spannings trafo!!!!

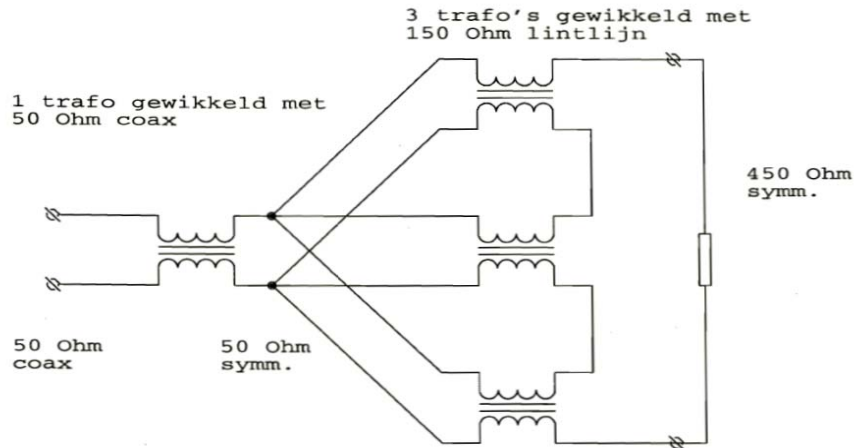
De trafo-draden zijn dus absoluut géén “losse” wikkelingen, maar het werkt alleen met getwiste strengen met een vaste Z .

(dat zijn dan dus golfgeleiders van 150 Ohm om van 75 naar 300 te gaan!!!)

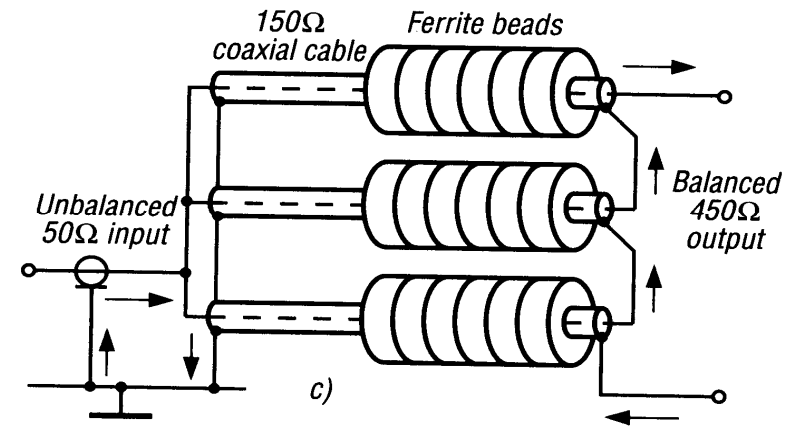
In de huidige tijd zou je 2x 1 getwist aderpaar uit een UTP kabel kunnen nemen als wikkelstreng.

Deze methode van aanpassen is volgens het **Guanella** systeem.

Eerste publicatie hiervan is reeds uit 1944.



Meest toegepaste Guanella methode voor 450 Ohm
 Voor 800 Ohm is met 4 ipv 3 gestapelde takken



Het kan ook met 3 setjes naast elkaar :
 bijv..... 3 strengen van elk 150 ohm.

Zie plaatjes. Hiermee maak je een omzetting van
 50 naar 450 ohm.

Werkt dit nu overal even fijn?? NEE.

Helaas zijn de parasitaire C-effecten zodanig, dat het niet prettig werkt over een (te) breed bereik. Het geval krijgt soms teveel “volume”, en daardoor meer ongewenste in/uit capaciteit.

Ook mag de totale wikkelstreng lengte niet te lang worden t.o.v. de golflengte.

Het Z omzetten werkt overigens net als de nostalgische standaard “spannings” trafo!!!

Alleen heb je hier 4x zoveel ringen nodig (ook nog een extra mantelstroom setje) voor hetzelfde effect en helaas ook vergelijkbare parasitaire effecten.....

Het is wel mogelijk om meerdere strengen op 1 kernenset te wikkelen, maar er is altijd onderlinge beïnvloeding.

En de para-C wordt er niet minder door....

Tussenliggende overzet verhoudingen zijn met moeilijke schakel trucs wel mogelijk, maar werken ook niet altijd even perfect. Een speciaal geval ervan is de fasemethode van **Ruthroff**.

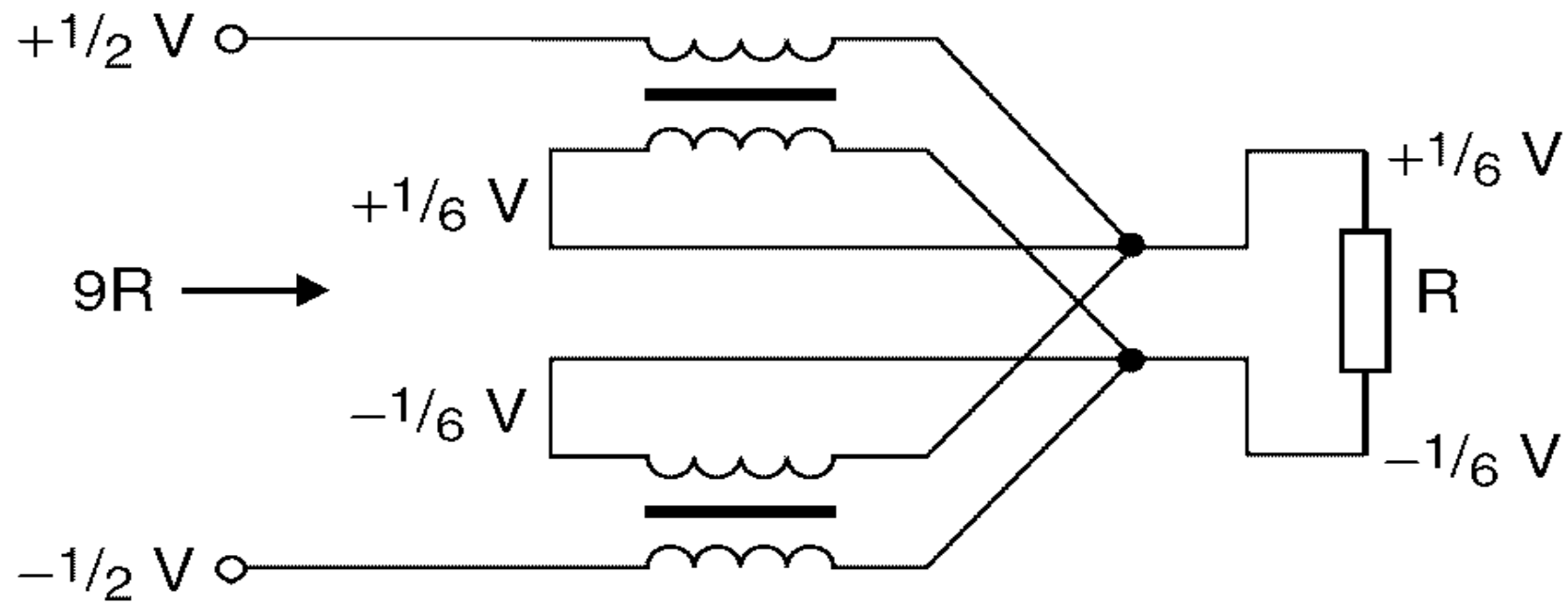
Dat laat ik even liggen.....

Met heel veel rekenkundige trucs heeft Philips aangetoond dat een 1:9 omzetting toch mogelijk is met de Guanella methode maar met slechts 2 strengen van 3x de standaard R (de R aan de lage Z kant, dus slechts 2x 150 ohm streng nodig om 50 op 450 te maken).

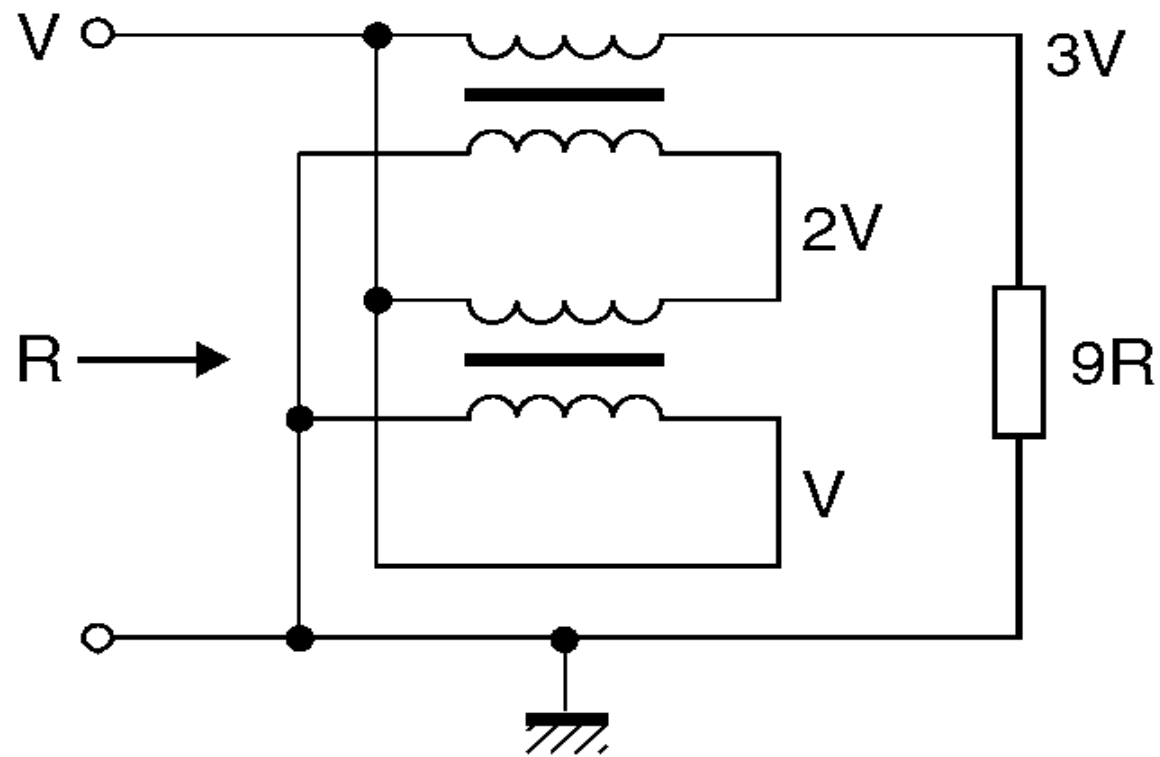
Zowel voor symmetrisch als a-symmetrisch (2 kanten aan massa) is een schakelmethode mogelijk.

Het werkt wel, maar meestal is helaas ook met deze methode zowel aan de ingang als aan de uitgang een SWR compensatie-C noodzakelijk.

Zoek met Google naar Philips document ECO6907.



Symmetrical 9:1 impedance transformer



Asymmetrical 1 : 9 impedance transformer

Herhaling nadeel: veel grotere smoor Z nodig dan Z –streng. Met een waarde van 5x de afsluit-Z lijkt het meettechnisch (net) OK, maar in de praktijk fikt het waarschijnlijk alsnog uit bij Z sprongen (in de antenne) naar boven!!!

Dus **minstens 10x** Z streng proberen aan te houden, liefst nog veel meer (25 tot 100 x !!, maar dat wordt technisch onpraktisch / onrealistisch vanwege Z van para-C = → zie velletje met Z van C)

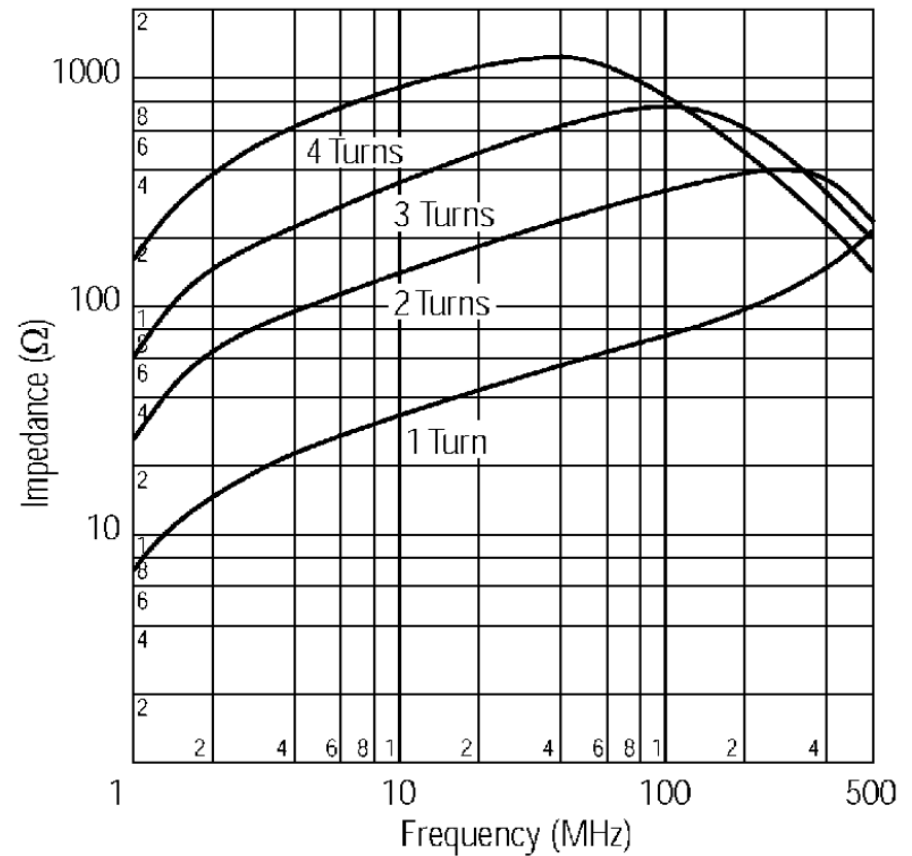
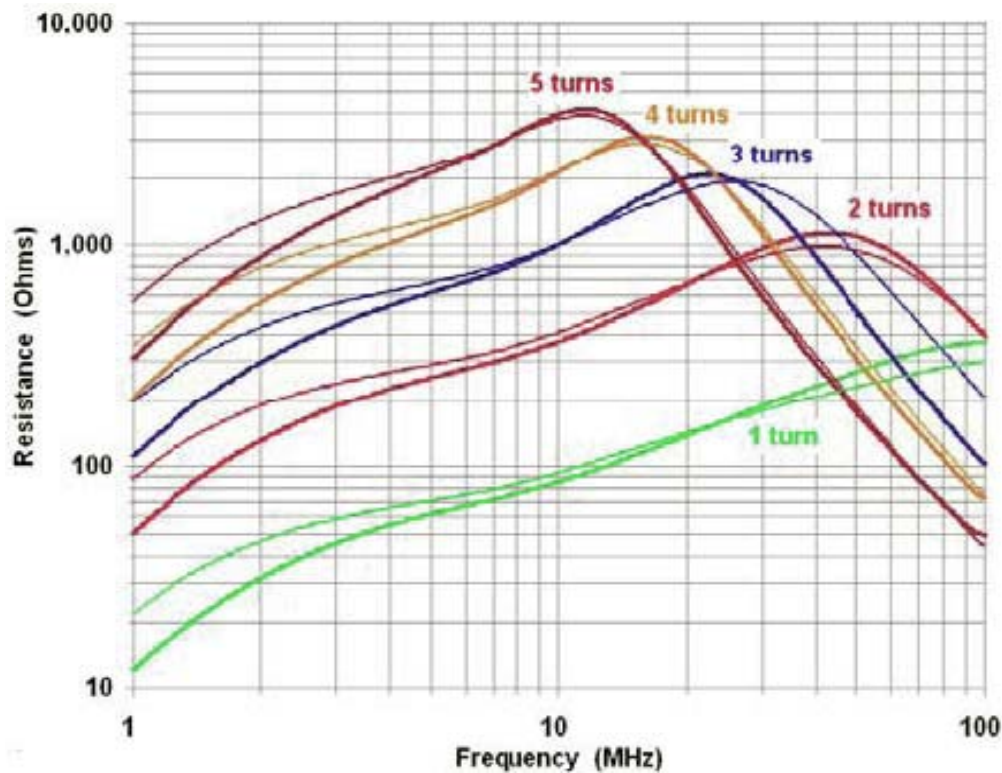
Probeer indien mogelijk dus 1500 – 5000 ohm effectieve Z anders wordt hij toch HEET!!!

Maar die Z mag hier ook met dissipatief ferriet. Denk aan de spannings opslingingering bij slechte SWR, bijv. 5x standaard antenne Z en welke spanning hoort daar bij, bij datzelfde vermogen!!!

Kan uit de hand lopen, want hitte = U^2 / R .

Probleem: de para C van in naar uit verpest de werking bij hogere f's. Een heel klein para C-tje kan parallel aan een hoge smoor-Z de werking alsnog volledig verpesten.

Zie dus Tabel Z van C-tjes. ook Tabel –L ??



Nog een keer dit plaatje, om een idee te geven van teruglopende onderdrukking door resonantie effect van het kleine parallel C-tje

Dus:

In secties opbouwen met weinig windingen per sectie, of heel groot maken met veel losse buiskernen . Dit wordt erg groot van volume, bijv minimaal $\frac{1}{2}$ tot praktisch wel 1 meter lang

Dan is de Z pas groot genoeg. In laboratorium opstellingen wordt het WEL zo gedaan!!

Voor ons ergens tussen: 3 windingen (is hetzelfde als 9 enkel) en 5 windingen geeft het effect van 25 losse enkele kernen!

Je kunt ook enkele verschillende typen secties maken (3 verschillende setjes bijv.), ieder geoptimaliseerd voor een beperkter gebied.



Hier een mantelstroom voorbeeld van 2 identieke secties (om dissipatie te verdelen) met niet meer dan 5 windingen.

Er zit zelfbouw coax op met losse (teflon) draden. Dit is soepeler en veiliger dan echte coax. Dikke coax krijg je er overigens niet goed op.....

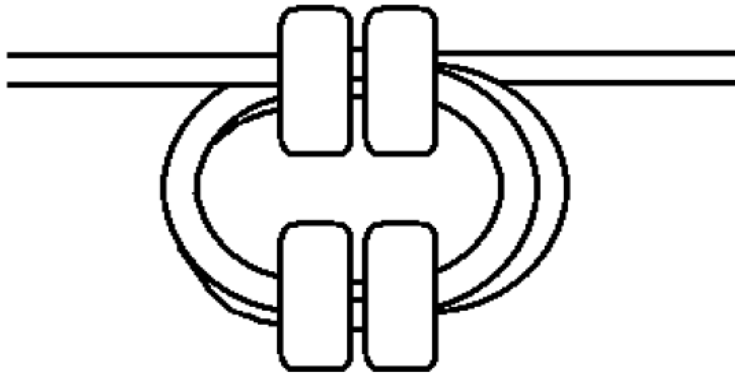
Dunne teflon coax als mantelstroom onderdrukker is soms te iel, te kwetsbaar. Vandaar “zelfbouw” coax.

Ook voor een symmetrische variant: ook hier gebruik ik dan dunne teflon coax maar dan als enkele wikkeldraad, 2 aders in kousjes parallel dient dan als 100 – 150 ohm symmetrische lijn. Met dubbele isolatie.

Eventueel de streng nog eens in een lange teflon kous. Mocht de Z te hoog zijn en heb je net een overzetting naar een lage Z nodig??

Dan gebruik je 2x 2 aders parallel.

Winding strategy for thick or tough cable



The cable goes 3 times through the upper cores and 2 times through the lower cores. Resultant impedance of this arrangement is 52 that of a single core. One may add more cores to increase impedance (for example 3 lower cores).

Een mantelstroom truc voor hele stijve (coax) kabel die je niet wilt onderbreken bij een mantelstroom onderdrukker

Een coax luchtspoel als alternatief???

Een luchtspoel als alternatief voor ferriet valt tegen door weer die para C en te lage Z bij de laagste f, dus toch minder ideaal.

Je hebt nl. al enorm veel grote windingen nodig voor enig smoor effect op de laagste f.

Te verwachten volume: een stuk bewikkelde rioolbuis is nog krap.

Maar meestal kiest men bij de ferriet versie voor helaas te weinig “reserve” Z en daardoor kan hij dus toch te HEET worden!

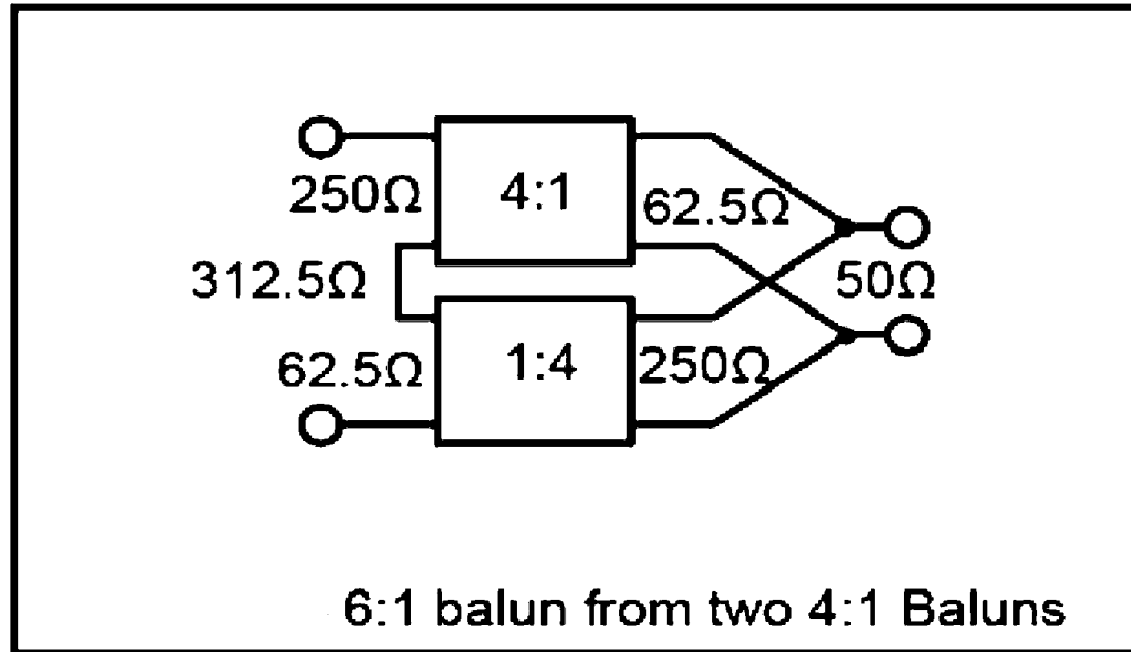
En fikt helaas uit bij slechte SWR.

Een tuner maakt NIETS uit, want aan de antennekant blijft de SWR als die slecht is, slecht!!

Dus mogelijk hoge impedantie pieken!!

Ferriet met grotere verliesfactor werkt bij de Guanella dubbel, zowel de L als het R aandeel onderdrukt de mantelstroom.

Dus ferriet ongeschikt voor een “spannings” trafootje, werkt hier toch prima!!



Er zijn nog meer parallel schakel trucs om iets anders te krijgen dan 1:1 / 1:4 of 1:9.

Bijv. 1 op 6 is een moeilijke.

(= 2x 1:4, waarvan 1 achterstevoren)

EMC

Hiervoor geldt hetzelfde als voor het Guanella smoring verhaal.

Pas een mantelstroom trafo zoveel mogelijk toe in ALLE coax. Eventueel zowel onder (huisingang) als bovenin.

Ook als het niet nodig blijkt.

Het voorkomt niet alleen ongewenste uitstraling (buren!) buiten de antenne om door de antennekabel, maar ook het ongewenst oppikken van man made noise.

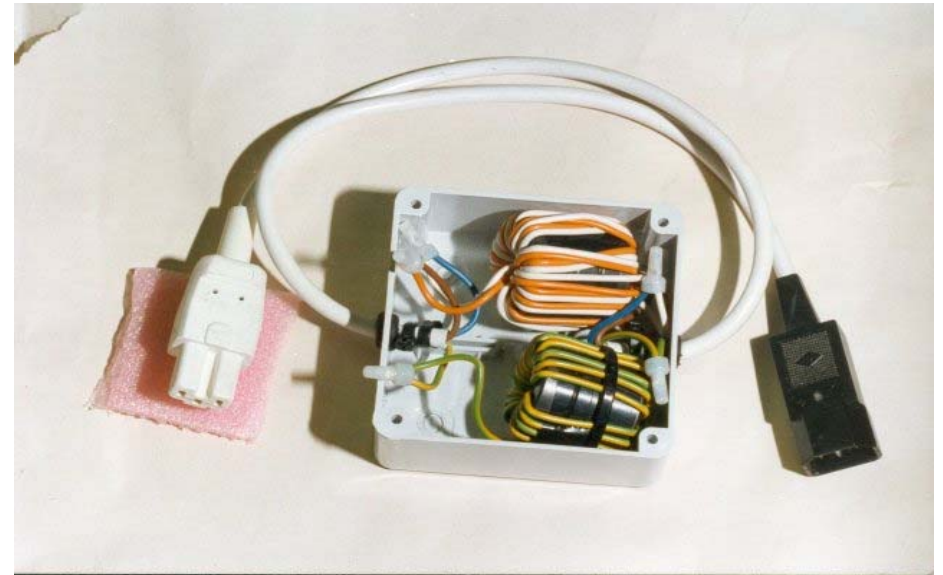
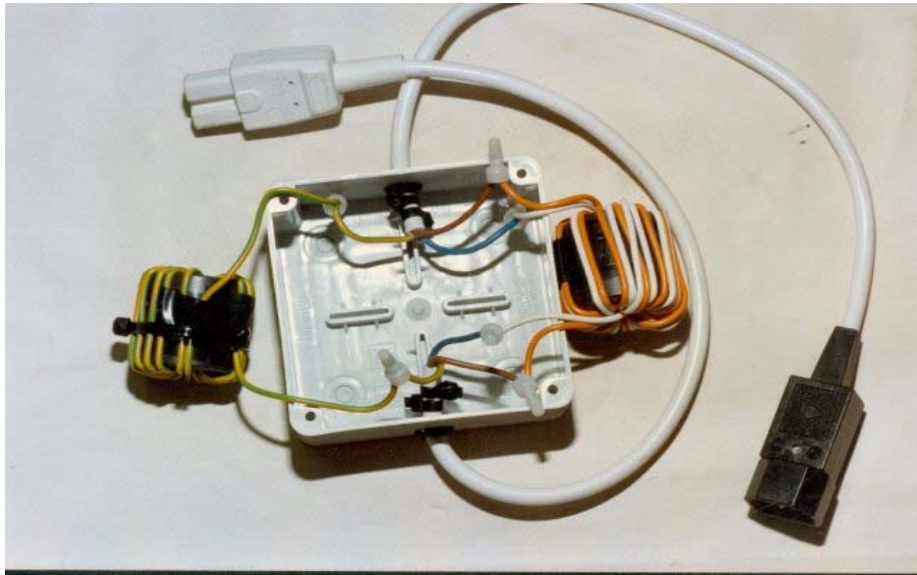
Bij lage f's is erg veel Z nodig. Grote "knollen" dus.

En voor een groter bereik ook hier secties noodzakelijk.

Op VHF (video kabel) dient het er eigenlijk alleen maar toe om de eerste meters kabel Z zo hoog te maken dat de werking als parasitaire antenne niet goed meer werkt.

Ook in 230V zijn mantelstroom filters soms noodzakelijk als extra netfilter ontstoring in VLF en LG!!

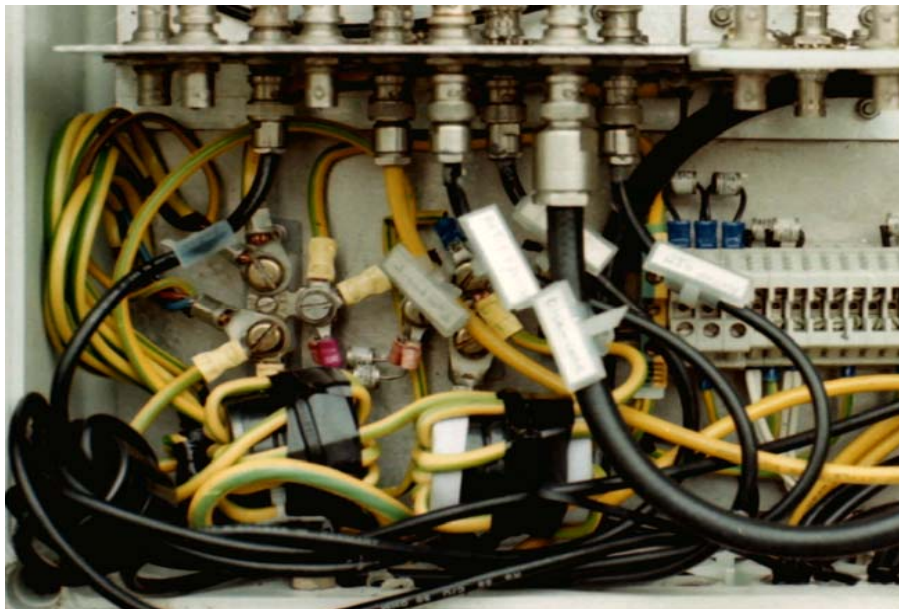
Ook in Coax voor dit bereik “fors” (met hoge MnZn!)



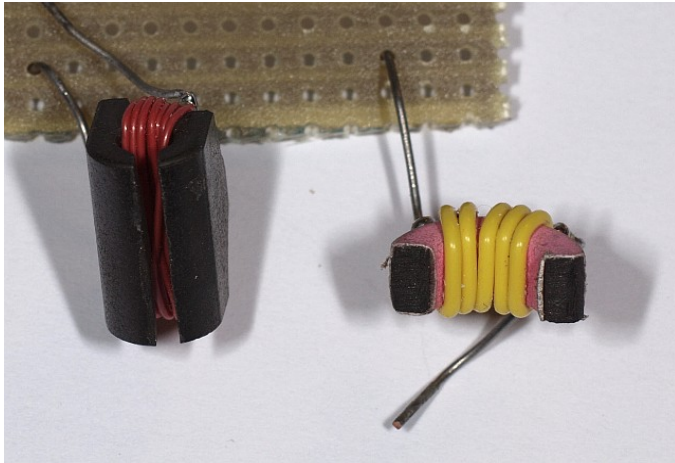
Een “schone aarde” bestaat NIET en is onveilig gebleken. ALLES moet aan ALLES vastgeknoopt zijn.

HF vereffening (knor-stoor-) stromen tussen meerdere aarde's (230V en antennemast, bijv.) kunnen onderdrukt worden met een smoorspoel in de aarde! Ook van een individueel apparaat! (ook VHF, een clamp is dan genoeg!!)

Hou erg rekening met ruim 16 à 25 A effect bij net-sluiting!



Wat EMC slurpers / detectors met ferriet



KLAAR??

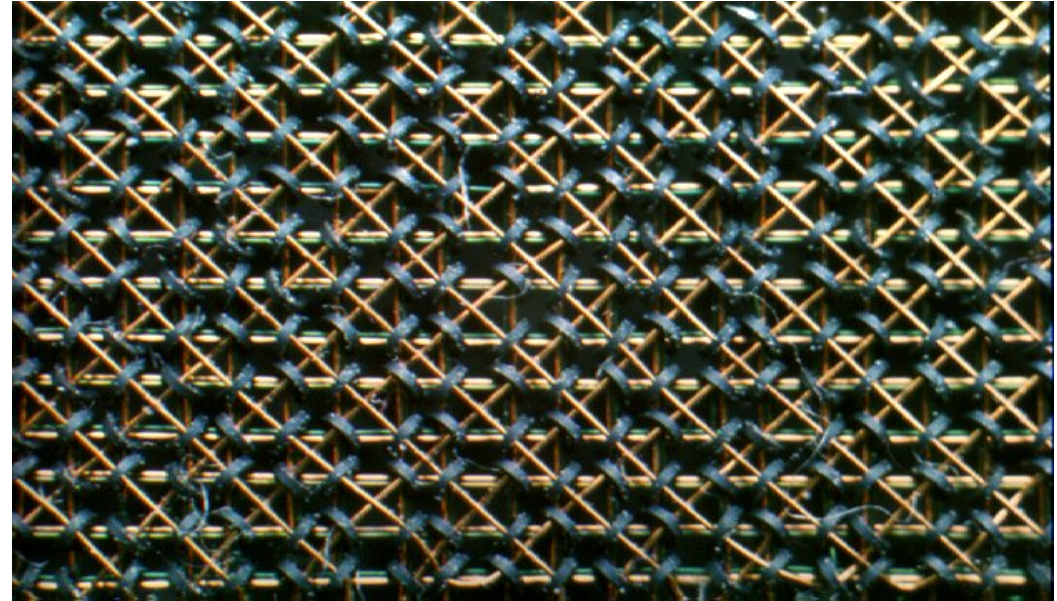
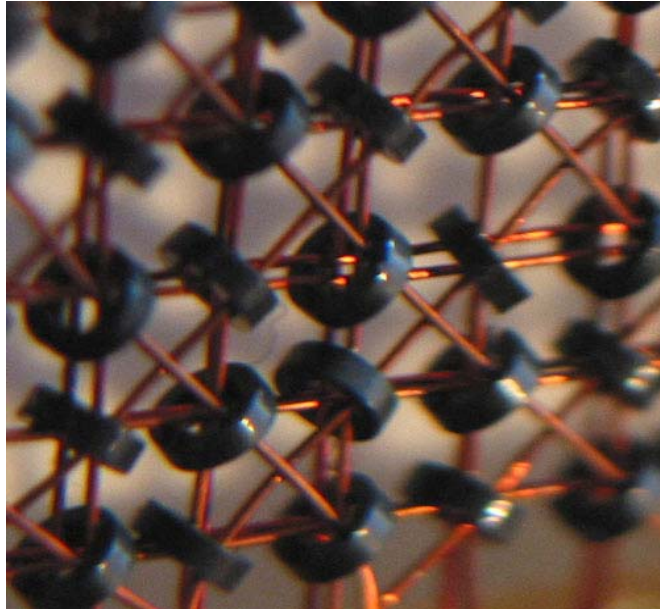
Vragen??

Oh ja, de ideale balun bestaat niet,
ook niet het ideale ferriet.

Alles blijft een compromis.

Met alle voorafgaande informatie kun je echter
betere compromissen maken!

Andere ferriet toepassingen



Toepassen als geheugen cellen, veel toegepast voordat battery backup C-MOS zijn intrede deed. Extreem lastig te maken, extreem duur. 10 kilobytes (ja, GEEN megabytes) koste evenveel als een sportauto. Door iedere ring moesten onder de microscoop met de hand (!!) minstens drie draden getrokken worden, soms wel 5. Verticaal, horizontaal en een diagonale geluste draad.

In begin jaren '50 waren deze misschien nog 4 mm groot, later (tot in begin jaren '80) tussen de 0,35 en 0,8 mm!!!

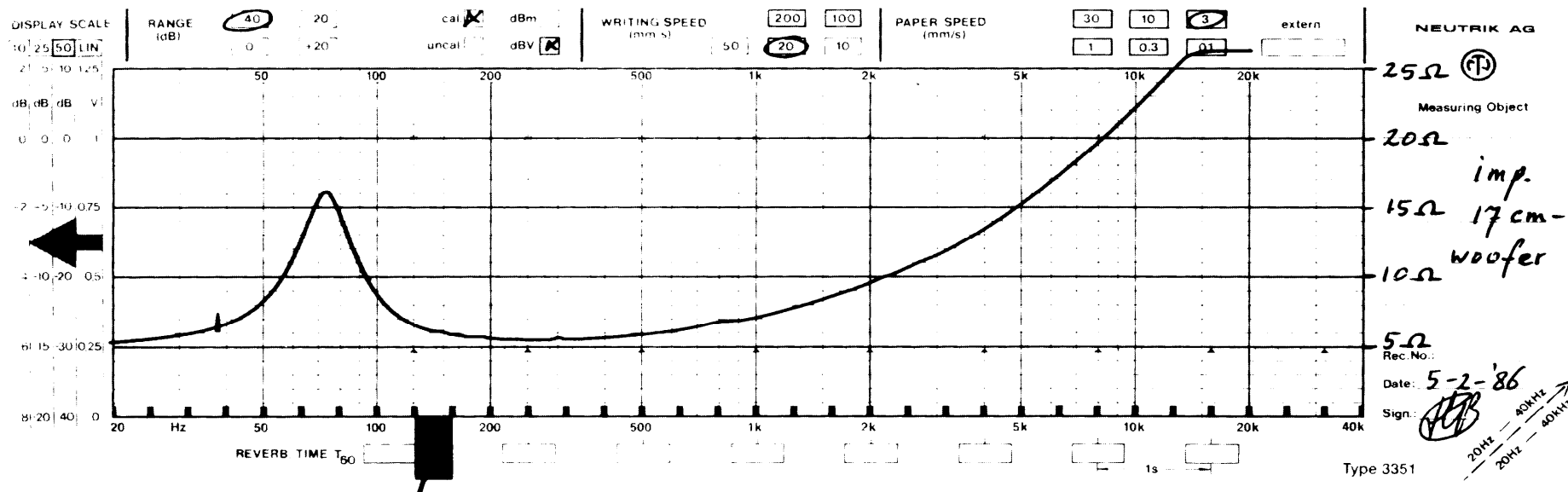
Uitlezen is altijd destructief, na iedere lees actie volgde noodgedwongen een restore actie.

Meestal gemaakt als pakket van bijv. 1, 4, 8 of 16 kiloBIT. (of BYTE = x 8 !!)

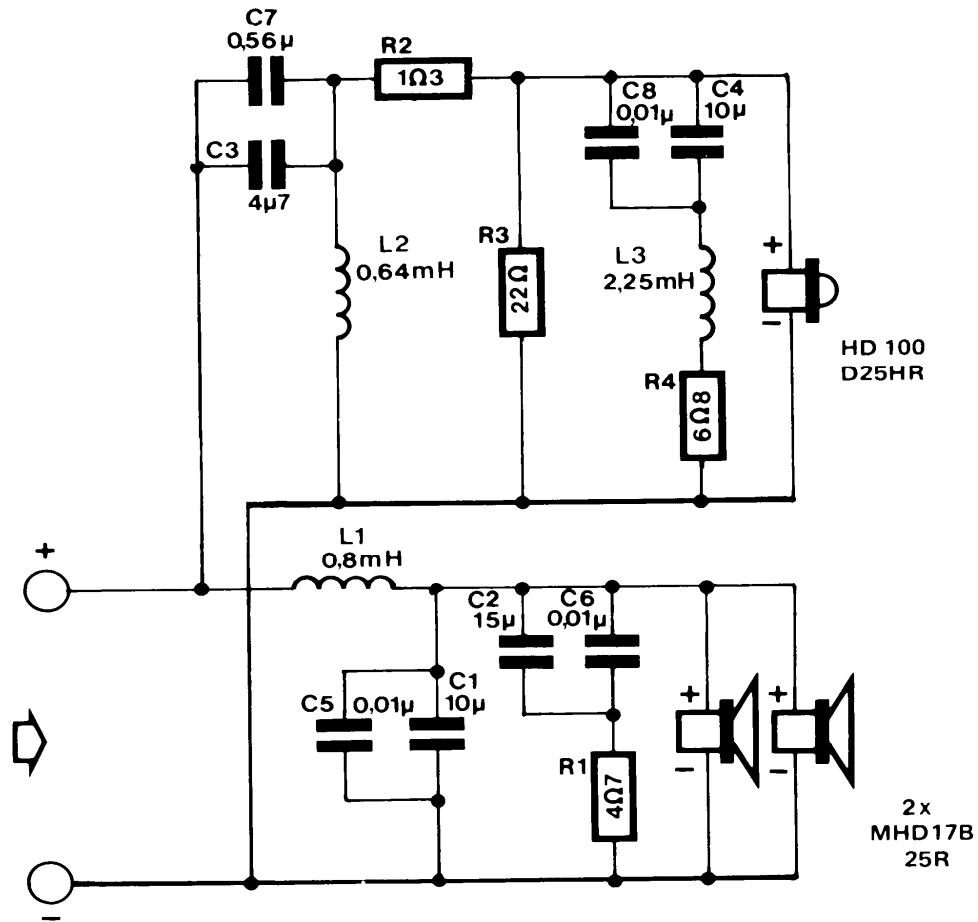
Voor PDP mainframes in 12 bit's matjes.

Windows heeft van deze oude geheugencel benaming nog last: bij een crash noemt men de dump uit het processor "hart" een CORE dump.

Nog een aparte toepassing



Filters optimaliseren in geluids boxen. De parasitaire resonantiepiek van middentoners en tweeters zorgt ervoor dat het scheidingsfilter NIET altijd goed werkt. De belasting klopt niet. Zie plaatje voor speaker-Z test. Deze kleinere speakers kunnen makkelijk defect gaan door “teveel bas/midden energie” wat door de res-piek “doorlekt” door het simpele high-pass filter.



Bij de tweeter zit een CLR
zuigkring met juiste Q
tegen de piek,

bij de woofer alleen een
extra C-tje met R tegen
oplopende Z door
speaker-L.

(Audax schema)

De standaard scheiding liefst met luchtspoelen, maar
ook dat kan met ferriet kernen met luchtspleet.

EINDE