

FERRIET INFO

VOOR HOBBYISTEN EN RADIO AMATEURS

Een kompakte verzameling gegevens en uitleg over
het toepassen van ferriet ringkernen in antennekrafo's

Ontstaan tijdens het zoeken naar de ideale MLB antennekrafo

Tevens opgenomen in deze bundel:

Ontvangst antenne en MLB/ferrietringkern infosheets
en
Storing en ontstorings ervaringen

Moeizaam verzameld door:

Walter Geeraert

PE1ABR



ISBN : 90-70756-24-2
Uitgave : Stichting Service Bureau VERON
Copyright : Walter Geeraert/VERON, P.O. Box 1166, 6801 BD Arnhem, The Netherlands
Samenstelling : Walter Geeraert, PE1ABR, Vlissingen
Lay-out : Walter Geeraert, PE1ABR, Vlissingen
Druk : Presikhaaf Grafische Produkten, Arnhem

Deel 1

FERRIET INFO

VOOR HOBBYISTEN EN RADIO AMATEURS

Een kompakte verzameling gegevens en uitleg over
het toepassen van ferriet ringkernen in antennetrafo's

Ontstaan tijdens het zoeken naar de ideale MLB antennetrafo

Moeizaam verzameld door:

Walter Geeraert

PE1ABR

Versie van 18-8-'96
Wikkel ze!
Feedback naar:

W.A.J. Geeraert
Frans Halslaan 2A
4382 RG Vlissingen

Copyright Walter Geeraert.

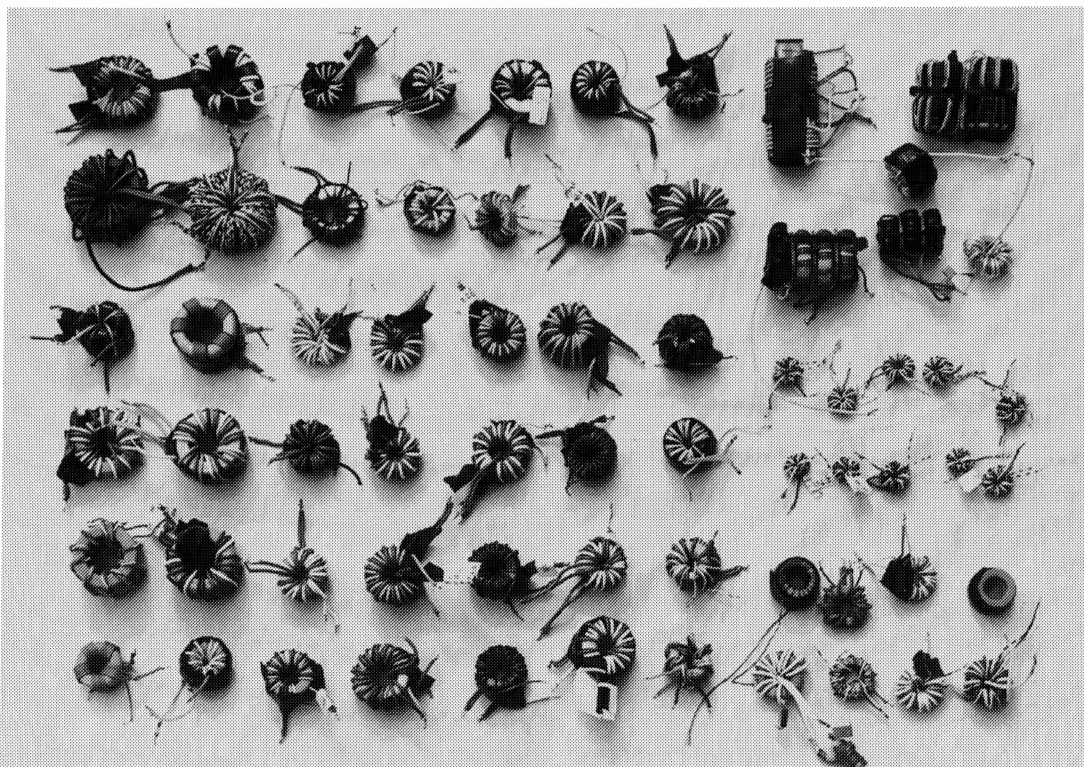
Alle rechten voorbehouden.

Het heruitgeven van al mijn meetgegevens en research resultaten met winstoogmerk, of het commerciëel toepassen ervan, zonder schriftelijke toestemming en afspraken hierover, is verboden!

Meldt het even als u een nieuwe superbreedband MLB op de markt brengt. (\$¥f's)
Alle materiaal gegevens zijn van vele fabrikanten afkomstig en als ze niet zelf opgemeten of uitgerekend zijn dus overgeschreven uit de databoeken. De leveranciers worden hierbij bedankt. Achterin een infolijst.

Het in de hobbysfeer vermenigvuldigen of overnemen van de gegevens in de vorm die het nu heeft en MET (extra) vermelding van de schrijver / samensteller is toegestaan.
Het toepassen van de uiteindelijke resultaten en goede adviezen in de hobbysfeer wordt zelfs aanbevolen!

Er wordt helaas NIET gegarandeerd dat alle gegevens zonder fouten zijn.....



Een aantal geteste omzetters bij elkaar.....

Voorwoord

Het verschijnsel ferriet ringen.

Geen moeilijke wetenschappelijke uitleg maar een eenvoudige opsomming van feiten, wat stelt het voor, zeer veel geteste voorbeelden met meetgegevens, veel rekenvoorbeelden met praktische toepassingen. Vooral het opheffen van vaagheden.

Ook verzamelde gegevens van enkele fabrikanten. Een los A5-boekje met ferrieringkern info bladen, het resultaat van vele metingen, is ook samengesteld. Daarin gegevens over de maten, A_L waarde en de Q, enz. van minstens 100 ring metingen. Achterin in tabelvorm een samenvatting daaruit en een indelings voorbeeld van zo'n info blad.

Deze tekst en de vorm die hij gekregen heeft is niet gepland, maar is zo gegroeid. Iedere ervaring leverde een stukje tekst op. Dit stimuleerde weer het verdere "zoeken". Zowel naar de theoretische achtergrond, naar info uit vele databoeken en naar info uit de praktijk. Van het één kwam het ander: je begint met een paar onbekende ringkernen in een zakje en je gaat in het wilde weg wat wikkelen en het werkt zelfs! Je wilt meer weten, ontwikkelt een bruikbare meetmethode, zoekt info en legt gegevens vast in tabelvorm, nieuwe info, enz. Resultaten worden beter en je gaat het mede radio geïnteresseerden in de maag splitsen: zó moet je het ook eens doen. Op den duur krijg je navolging en verzoeken in de trant van: maak er voor mij nog eens één. Het zou handig worden als alle know how op papier stond, dan konden ze het misschien zelf..... Steeds maar weer blijkt de info eigenlijk niet "af" te zijn en groeit deze map weer. Bepaalde zaken die belangrijk lijken worden daardoor soms in verschillende hoofdstukken nog eens opnieuw aangehaald.

Een chaos? So what? Zo is het dus gekomen...

Voor een neerlandicus zal dit geheel daarom vast en zeker een puinhoop zijn.

Voor een hobbyist of techneut hopelijk een schat aan nuttige informatie over een vrij vaag begrip:

superbreedband antenetrafo's met ferrieringkernen (MLB's).

Korte inhoudsopgave ferriet deel

Copyright, voorwoord, inhoud	2, 3, 4
Ferriet materiaal uitleg, poederijzer uitleg	5, 7
MnZn t.o.v. NiZn ferriet en Fe	9
Verband/verschil μ -A _L en mH/1000, μ H/100 en nH/1	10
Het "even" maken van een trafootje	11
Inleiding van de meting	14
Kompenseren parasitaire effecten	15 - 16
Meting overzicht	18
A) kernen stand-alone	19
B) duo blokken	29
C) wikkeling variaties met 4C6-23mm + 3E25-27mm	35
D) 4C6 - 3E1 - 3E25 36mm	39
E) 800 Ω aanpas test	43
F) N-totaal test op 4C6+3E25 23/27 mm	47
G) Guanella methode enz.	49
Mini "resultaat overweging", nog wat tips	55, 56
Wat goede voorbeelden en ook hoe het niet moet	58
Een enkele kant en klare toepassing voor op dak: MLB en T2FD	63, 64
de bijbehorende tabel	66
Het meten van de A _L waarde m.b.v. de resonantie methode	67
De meetopstelling, de meting	68, 69
Foutje, bedankt en nog meer info...	70
De minimum frekwentie van een ringkern	73
A _L Tabellen	
Totaaltabel Philips 1993-MA01	77
Totaaltabellen Philips 1996-MA01	78, 79
Vogt en Siemens standaard types	80
Ferronics Incorporated / Dexter groep	81
Neosid-UK en Neosid-BRD	82, 83
Amidon ferriet, Amidon poederijzer	84, 85
Extract uit het A5 ferriet mapje	86, 87, 88, 89
Formule info minimum f, geraadpleegde literatuur	91, 92
Hex decade bank, het MAR buffertje	93, 95
Voorbeeld infoblad uit het ferriet boekje, RF-Analyst pagina	97, 98
Q correctie voorbeeld grafiek, schakelvoorbeelden omzetters	99, 101

Tevens in deze bundel opgenomen:

Antenne en ferriet/MLB infosheets

(De toepassing waar het allemaal om ging, plus een heel speciaal actief sprietje!)

Aanhangsel met: Storing en onstorings ervaringen.

Een eerste indruk geeft een vrij chaotische beeld en dit deel bestaat uit een opsomming van persoonlijke problemen en oplossingen op EMC gebied. Soms lukt het op een probleem van je af te schrijven. Het bevat in ieder geval zeer veel praktische tips om ALLES storingsvrij te ontvangen, 0,0% PC storing! Vooral VLF, Navtex en LG-bakens is een specialisme geworden. Het DX-en werkt....(Van USA tot de Golf)! Bij het ontstoren komt het ferriet materiaal steeds weer naar voren.....

Inleiding

Waarom gebruiken we een kern? In het kort: een luchtspoel, zonder kern dus, vraagt veel windingen om aan een bepaalde zelfinductie te komen en het magnetisch veld "waait" behoorlijk in het rond. Er is dus veel nabuur beïnvloeding. Een kern - vooral een ringkern - bundelt de magnetische energie, waardoor onderlinge beïnvloeding vrijwel nihil is. Verder is er, bij een goede kern keuze, erg weinig verlies. De elektrische energie wordt vrijwel volledig "overgezet". Omdat de magnetische energie veel beter geleid wordt door het kernmateriaal dan door lucht, kunnen we volstaan met veel minder windingen om een bepaalde zelfinductie te bereiken. Als het kernmateriaal het toestaat bevordert dit tevens de bandbreedte. Het geleidingsvermogen voor magnetische energie noemen we de permeabiliteit. De factor waarmee de geleiding voor magnetisme toeneemt t.o.v. die in lucht noemen we de μ . Afhankelijk van het type loopt dit van onder de 10 tot rond de 10000. Deze materialen vallen allen onder de categorie **zachte magnetische** materialen. We bedoelen daarmee dat ze elektrisch gemagnetiseerd kunnen worden, maar wanneer de elektrische bekrachtiging wegvalt ze NIET magnetisch blijven. Hét grote voordeel van ferriet boven alle andere magnetische materialen is dat het van zich zelf, in de vorm die het bij de productie gekregen heeft, een redelijk grote tot zeer grote elektrische weerstand heeft. (Bijna alle andere magnetische materialen zijn metalen!) Die hoge weerstand is hard nodig om bij hoge frekwenties enorme verliezen door wervelstromen in de kern te voorkomen. Een typische Philips naam voor ferriet is ferroxcube.

Hard magnetische materialen zijn legeringen zoals die gebruikt worden in permanente magneten in luidsprekers. (Philips magnetische materialen naam: ferroxdure). Daarin blijft na magnetisatie het veld aanwezig. Let op: zacht magnetische materialen kunnen wel keihard van structuur zijn!

Wat is ferriet voor materiaal?

De naam ferriet slaat op een groep van zachte elektromagnetische keramieken met een speciaal kubisch kristalrooster (spinel). In de natuur komt magneetijzersteen of magnetiet voor in ijzererts. Dit is de oudste vorm van ferriet, het is een dubbele minerale (kristal) verbinding van ferro- en ferri-oxide $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Ferro = ijzer(II)oxide en ferri = ijzer(III)oxide. Van dit materiaal wilde men de ideale versie ontwikkelen, en de R_f van verhogen, door een deel van het FeO te vervangen door andere metaaloxiden. Dat is in de jaren '30 gelukt door T. Takei in Japan na een konkurentie strijd tussen verschillende research laboratoria, voornl. in Japan en Nederland(!), die tegelijk op zoek waren naar zacht ferro magnetisch materiaal. (Met voorspelbare materiaal eigenschappen!). Tot na W.O.II is dit jaren lang verder onderzocht in de laboratoria van Philips in Eindhoven voordat het uiteindelijk geschikt was voor commerciële productie en toepassing. Een rapport uit o.a. 1945 / 1947 van de onderzoeker J.L. Snoek maakt daar melding van. Ferriet is dus een keramisch materiaal met de algemene chemische samenstelling $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. MO is hierin een symbolische weergave van een variabele hoeveelheid metaaloxiden in een structuur van ijzer-(III)-oxide (Fe_2O_3). MO zelf bestaat weer voor ongeveer de helft uit ijzer-(II)oxide met daarin een combinatie van andere metaaloxiden (en metalen), al of niet magnetisch. Er zijn twee belangrijke verschillende groepen ferriet materialen ontstaan. De ene groep heeft als hoofd toevoegings metaal aan het ijzer(III)-oxide kristalrooster mangaan-, zink-, ijzer-(II)oxide, dat wordt samen: $(\text{Mn}, \text{Zn}, \text{Fe})\text{O} \cdot n \text{Fe}_2\text{O}_3$. De andere groep heeft nikkel-, zink-, ijzer(II)oxide als hoofd toevoeging. Dat wordt samen: $(\text{Ni}, \text{Zn}, \text{Fe})\text{O} \cdot n \text{Fe}_2\text{O}_3$.

De verhoudingen van de grondstoffen en extra toevoegingen aan de ferriet basisgrondstoffen zorgen voor speciale eigenschappen en bijgevolg veel variëteiten. Zelfs tussenvormen, bijv. NiZn ringen met een betrekkelijk hoge μ en toch nog hoogohmig. Toegevoegd aan het mengsel van de twee ijzeroxides worden, behalve mangaan (Mn), nikkel (Ni) en zink (Zn), hoofd doteringen van magnesium (Mg) en koper (Cu). Ter optimalisering van de eigenschappen worden nog hulp doteringen van kobalt (Co), silicium (Si), titaan (Ti), calcium (Ca), vanadium (V), of bijv. tin (Sn) toegevoegd. Het is nodig om tot een zeer fijne kristalstructuur van 10 tot 20 μ meter te komen. De bedoeling van al die moeilijke structuren is een grote magnetische geleiding te verkrijgen, daar zorgen de ijzerverbindingen voor, dat wisten we waarschijnlijk al, maar ook een zo groot mogelijke elektrische weerstand, daar zorgen o.a. de doteringen en de kristalstructuur voor. Elektrische geleiding in de kern gedraagt zich net als een kortgesloten winding, het geeft dus veel verlies en enorme opwarming bij vermogenstoepassingen. Als het magnetische materiaal geleidend is, moet het microscopisch kleine van elkaar geïsoleerde brokjes of kristallen vormen. Vandaar dus.

Eerst worden de oxiden of carbonaten (verbindingen met CO_2) van de basismetalen gemengd met de hulpdoteringen (alles in poedervorm), op een bepaalde temperatuur voorgesinterd en daarna nat gemalen tot een soort kleiblubber. Wanneer de juiste korrelgrootte bereikt is wordt het materiaal samen met een bindmiddel versproeid en gedroogd tot kleine makkelijk te verwerken korrels (granulaat). Uiteindelijk worden de kernen vormgegeven in persen en wordt er weer op een nauwkeurig bepaalde temperatuur gesinterd (=gebakken). Daarbij kunnen ze wel 20% krimpen, daardoor soms maattoleranties!

Eventueel worden de scherpe randjes er naderhand afgeslepen en krijgen ze, o.a. bij Philips bijvoorbeeld, een polyamide (nylon) of polyurethaan jasje. De ringen zijn dus gebakken net als een kopje of een schoteltje. Als je ze kapot laat vallen lijken ze niet voor niets op aardewerk. Je kunt ze zonder grote afbreuk van de eigenschappen gewoon weer aan elkaar lijmen! Hierover later meer.

Beide typen ferriet hebben hun specifieke voor en nadelen:

MnZn-ferriet heeft de fijnste, minst poreuze, structuur en daardoor een hoge μ tussen de 750 en de 10.000, een helaas grote elektrische geleiding (betrekkelijk lage R_i) dus bij hoge frekwenties (te) veel verlies. Vanwege de geleiding moet je deze kernen dus NIET bewikkelen met blank montagedraad. Als ze scherpe randjes hebben en het zijn ONgecoate kernen (zonder nylon jasje) dan is gelakt wikkeldraad over de onbeklede kern ook niet best. De overgebleven randjes zijn meestal vlijmscherp en geven kans op kortsluiting! MnZn-ferriet werkt niet verliesarm boven de ± 1 MHz, het wordt daarom toegepast vanaf LF tot 200 kHz à 1 MHz. Worden er toch hogere frekwenties aangeboden dan worden die voor een deel in warmte omgezet. Vandaar soms de naam absorbtieferriet. Voor ontstoringen doeleinden wel handig (Bijv. in clamps!, met één winding al merkbare ontstoringen zelfinductie), NIET om HF verliesvrij over te zetten.

Alle Philips ferriet waarvan het typenummer met een 3 begint behoort tot deze MnZn-groep, de rest van het typenummer is een verdere onderverdeling. Van Amidon of Fair-Rite bijv. de types FTxx-73, FTxx-76 en FTxx-77. Bij de Amidon kernen is xx de doorsnede in honderdsten van een inch. Ring FT50-77 is dus materiaal type 77 en de maat is 50/100 x 25,4 mm = 12,7 mm.

NiZn-ferriet heeft een minder fijne structuur en heeft veel meer bijmengsels (=variaties), het is dus grover en poreuzer. Daardoor een veel lagere μ tussen de 50 en de 750, veel lager dan MnZn-ferriet. Maar juist daardoor werkt het prima tot ver boven de 100 MHz, omdat het in tegenstelling tot MnZn-ferriet een veel hogere inwendige weerstand heeft. Onder de 1 à 3 MHz moeten er voor een redelijke impedantie (bijv. 50 Ω à 500 Ω) zoveel windingen op dat dat ook niet handig is.

Alle Philips ferriet beginnend met cijfer 4 hoort tot deze groep. Van Amidon of Fair-Rite bijv. de types FTxx-43, FTxx-61 en FTxx-65. Kitagawa gebruikt vrijwel alleen NiZn ferriet voor hun clamps, meestal type 3A4 en soms 3A6. Door het gebruik van NiZn ferriet met hogere μ i.p.v. MnZn is de Z (veel) lager, maar het effectieve frekwentie bereik waar onderdrukking plaatsvindt is veel hoger, tot 100 à 200 MHz toe. Daardoor hebben NiZn clamps dus iets minder onderdrukking op lagere frekwenties, maar een betere VHF storingsonderdrukking.

Van o.a. Philips is nog een ferriet type bekend. Dat is voornamelijk gebaseerd op magnesium (Mg) en zink (Zn) Fe_2O_3 mengkristallen. Dit begint met de 2xx aanduiding. Pas op: poederijzer typecode is met 2Pxx. De ferriet types 2A2 en 2B1 worden toegepast in afbuigjucken voor beeldbuizen. Niet belangrijk voor HF toepassing dus.

Poederijzer ringkernen.

Behalve ferriet is er nog een bepaald type zacht magnetisch materiaal in ringvorm. Dat materiaal, in de oer samenstelling, bestond al voordat er ferriet gebruikt werd: het bestaat uit fijn verdeelde ijzerdeeltjes met vul- en/of isolatiemateriaal. Dat ijzer kan als zeer fijn gemalen poeder gebruikt zijn, of verkregen door ijzeroxide met waterstof te reduceren, of het wordt verkregen door reductie van ijzerhoudende chemicaliën, bijvoorbeeld: ijzerpentacarbonyl $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Wordt deze laatste stof gedeeltelijk gereduceerd, = ontleed, dan wordt het ijzer zoals in een "bros chocobar" zeer "luchtig" opgebouwd als losse aan elkaar gekitte, maar geïsoleerde microscopische kleine korrels. De losse bolletjes zelf hebben een schilstructuur zoals in een ui, en bestaan dus zelf ook al uit dunne van elkaar geïsoleerde laagjes. Of de ijzerverbinding wordt vrijwel volledig gereduceerd en valt dan uiteen tot het fijnste ijzerpoederstof en wordt met vulmiddel weer geperst in ringvorm. De μ van dit materiaal ligt tussen 5 en 50. Vanwege de lage μ , HF-toepassing op de wat hogere frekwenties. Mede vanwege de lage verliezen vaak toegepast in resonantie kringen (ook: schroefkernen!), het levert een hoge Q op.

Philips gebruikt de type aanduiding 1Pxx en 2Pxx voor hun poederijzer ringen. Alle Amidon ringen waarvan het typenummer begint met Txx-yy (dus NIET met FTxx-yy) bijv. de bekende Txx-2 (rood) en Txx-6 (geel) horen tot de ijzerpoeder groep.

De ijzerpoedergroep kan gesplitst worden in 2 subgroepen. De μ 's ontlopen elkaar niet erg veel, het blijft laag, maar wel het toepassingsgebied. Als de μ door minder vulmateriaal of verdere reductie van de basisgrondstoffen bijv. 2x zo groot wordt, is meestal de geleiding ook vele malen groter en zakt meteen het toegepaste frekwentiegebied zéér sterk. "Hoog-ohmige" poederijzerringen zijn dus voor VHF/HF toepassing in resonantie kringen, π -filters en trafo's, en meestal geproduceerd m.b.v. de carbonyl reductie methode. "Laag-ohmige" poederijzer ringen zijn heel handig voor LF/power toepassingen in schakelende voedingen en triac/thyristor onstoringen, die zijn meestal geproduceerd met de waterstof

reductie methode. Power toepassing omdat ze een hoge verzadigingswaarde hebben. (bijv. type Txx-26) In dimmer/ontstorings toepassingen worden soms nog goedkopere kernen toegepast, die bestaan dan uit geperst ijzervijlsel in een plastic jacket! De MnZn-ferriet ringen/ potkernen/ E-kernen voor dit lage frekwentie gebied zijn NIET ongestraft toe te passen zonder luchtspleet voor LF of vermogenstoepassingen. In de ferriet E-kernen is het altijd MET luchtspleet. Mede door de hoge μ zijn ze al bij een vrij lage stroom door de wikkeling verzadigd. (Max. veldenergie in de kern is evenredig met: $\frac{1}{2} \cdot N^2 \cdot I^2 \cdot A_L$). Let op: dit verzadigen kan al (bij een versie zonder luchtspleet en hoge A_L) door de DC ruststroom van een versterkerschakeling door een potkernwikkeling! (Zonder DC stroom en vermogensarm kan het wel). Losse potkernschalen of E-kernen zijn er meestal in 2 versies: totaal vlakgeslepen en met kortere middenpoot. Dan niet altijd 2 vlakgeslepen halve schalen samen gebruiken, of een stukje fotofilm (0,1 mm of meer) tussenvoegen.

Met luchtspleet wordt de μ van een MnZn-ring zo laag dat hij soms ook weer tussen de 10 en de 100 komt, dezelfde waarde als de μ van poederkernen. Mocht je een ring nodig hebben voor een switch supply en je kunt de aanbevolen ijzerpoederringen niet te pakken krijgen: Met een diamant frees een MnZn ring, niet te klein, bijv. 23 à 36 mm doorsnede (bijv. een 3E25 oranje of 3C85 rood, 3E2 blauw zou nog net kunnen), aan twee tegenoverliggende kanten rondom inkerven en in twee stukken breken. Met 1 à 4 reepjes dun kladblokpapier ertussen (op beide breukvlakken!), sterk dichtknijpen en m.b.v. cyanoacrylaat weer dichtlijmen. Je hebt dan een prima hoge verzadigings ring met luchtspleet voor een kleine switch supply! (Met wel een helaas groter lekveld dan een kern zonder luchtspleet!) Met de verderop te beschrijven meetmethode eerst opmeten om het relatieve windingsaantal (de A_L waarde) te bepalen om later de juiste zelfinductie makkelijk te verkrijgen.

Alle tot nu toe opgesomde gegevens in tabel overzicht

Met extra fabrikanten gegevens:

(? = onbekend)

MnZn ferriet	NiZn ferriet	Poeder ijzer
hoge tot zeer hoge μ $\pm 750 - 10.000$ LF - 250kHz à 3 MHz vrij lage weerstand veel verlies op HF absorbtie ferriet Ontstoor ferriet: clamps! VLF, LG, MG toepassing	lage tot hoge μ 50 - ± 750 (soms >1000) 0,5 à 3 - >100 MHz hoge weerstand prima voor HF HF trafo en resonantie- kring toepassing Ook: clamps! KG en VHF toepassing	lage μ 5 - ± 100 LF - 300MHz ligt aan f en type ring resonantie kringen alg. hoge Q toepas. Ook: ontstoor toep. Zeer hoge verzadig.
Philips: 3xxx types bijv: 3C11, 3C81, 3C85, 3E1, 3E2, 3E25, 3E27, 3E5, 3E6, 3F3, 3F4, 3D3, 3B7 oude 3H1, 3H2, 3H3, 3E4	4xxx types bijv: 4C6, 4C65, 4A11	1Pxx HF tuning 2Pxx ontstoring
Amidon, Fair-Rite: FTxx-yy yy= 73, 76, 77	ook: FTxx-yy xx = inchmaat yy = 43, 61, 65	HF:Txx-2, -6 LF:Txx -26, -3
Vogt: ferrocarrit serie Fi 4xx en Fi 3xx enkele uit de Fi 2xx ?	ferrocarrit serie bijna alle types uit de Fi 2xx groep	LF:ferrocart Fe 8xx groep niet voor HF toep.
Kaschke: hele groep K 300 - K 5000 groepnummer = μ	K 10, K 14, K 40, K 50 K 80, K 150, K 250 groepnummer = μ	hele carbonyl Cxx groep HF + LF
Neosid: F 02, F 08 Germany F 1, F 2 cijfer is de f in MHz waar de verliesfactor is bepaald	F 10b, F 20, F 40, F 100, F 100b	
Neosid: F4, F5, F6, UK F8, F9, F10, P10, P11, P12	F13, F14, F16, F25, F29	Grade 100, 500, 900, 901, 910
?	Kitagawa belangrijkste: 3A4, 3A6 High performance clamps, HF-VHF ontstoring	
?	?	Pyroferric PT xxx-yy xxx = inch maat YY = μ (22 - 85) max. f= 0,1 - 1 MHz
Ferronics - B ($\mu=5000$)	- G ($\mu=1500$) - K ($\mu=125$) - J ($\mu=850$) - P ($\mu=40$) - F ($\mu=450$)	?
Siemens Siferriet materiaal types: N30 $\mu=4300$ M33 $\mu=750$ T35 $\mu=6000$ N48 $\mu=2000$ T38 $\mu=10000$ N26 $\mu=2300$	K1 $\mu=80$ U17 $\mu=10$ K12 $\mu=26$?

Verband en verschil tussen μ en A_L waarde

De hiervoor besproken μ geldt voor een bepaald materiaaltype, onafhankelijk van wat voor ringkern grootte ermee gemaakt wordt. Het is de versterkingsfactor voor magnetisme t.o.v. die in lucht (of vacuüm). Dit is een goede vergelijkingsmaat tussen de materiaal types onderling, maar zeer onhandig om snel een bepaald aantal windingen voor een bepaalde zelfinductie op een bepaalde kern te berekenen. Wat wel handig is, is een getal waar alle eigenschappen van de kern inzitten: μ , magnetisch oppervlak en de magnetische lengte en nog meer. Dat noemen we nu de A_L waarde, ook wel de **inductie faktor** genoemd.

De A_L waarde is dus een bepaalde maat waarin de permeabiliteit van de kern wordt weergegeven samen met alle andere gegevens (magnetische lengte en oppervlak) om rechtstreeks het aantal windingen te berekenen bij een opgegeven zelfinductie.

Dit kan in meerdere maten uitgedrukt worden. In mijn lijsten is de A_L uniform weergegeven in mH per 1000 windingen. Voor kernen met een erg lage waarde in mH per 1000 wordt ook wel uH per 100 gebruikt. Dat getal is een factor 10 hoger. Philips gebruikt tegenwoordig nH per enkele winding; dit geeft dezelfde waarden als mH per 1000. Sommige mensen reageren acuut op hun gevoel als ze bovenstaande verhoudingen lezen, ze zeggen vaak tegen mij: dat kan niet. mH en uH schelen een factor 1000, en de A_L verandert maar een factor 10. Dat komt omdat ze de L ook in de passende Henry maat op moeten geven. En de aangepaste formules gebruiken. Dan klopt het wel.

Kijk zelf maar naar een voorbeeldje van de berekening:

stel de L	=0,010 mH	=10 uH	=10.000 nH
en de A_L	=4 mH/1000W	=40 uH/100W	=4 nH/W
formule type	A	B	C

Berekening met type A:

$$N = 1000 * \sqrt{(L \text{ in mH} / A_L \text{ in mHper1000})}$$

$$N = 1000 * \sqrt{(0,01 / 4)} = 50$$

Berekening met type B:

$$N = 100 * \sqrt{(L \text{ in uH} / A_L \text{ in uHper100})}$$

$$N = 100 * \sqrt{(10 / 40)} = 50$$

Berekening met type C:

$$N = \sqrt{(L \text{ in nH} / A_L \text{ in nHper1})}$$

$$N = \sqrt{(10000 / 4)} = 50$$

(LET OP: bij iedere formule is een wortelteken geplaatst!!!)

Het "even" maken van een breedband ringkerntrafoetje

Enkele tegenstrijdige eisen:

Voor een goede overdracht op de laagste frekwentie (f) moet de eigen Z van de 50 Ohm wikkeling daar minstens 4 à 5 maal 50 Ohm zijn. Neem even aan: minimaal 200 Ω . Voor die laagste frekwentie moeten er bij sommige kernen vrij veel windingen op om aan die gewenste Z te komen en voor de hoogste f is dit in verhouding heel weinig. De maximale bruikbare frekwentie wordt door teveel windingen en bijgevolg hoge parasitaire capaciteit erg beperkt, vooral bij het overzetten naar een hoge impedantie, dus het aantal windingen krap houden voor maximale bandbreedte. De parasitaire capaciteit ontstaat niet alleen tussen de windingen, maar ook via de kern!

Erg weinig windingen is ook niet goed:

Wanneer de 50 Ω wikkeling uit betrekkelijk weinig windingen bestaat, die de kern nauwelijks "bedekken" of "omkleden" gaat op de hoogste frekwenties een deel van het magnetisch veld verloren. Dit geeft een parasitaire seriezelfinductie aan de wikkeling en beperkt eveneens de maximaal haalbare bandbreedte. (Heet officieel de spreidingszelfinductie). De 50 Ω wikkeling dus met 2 (of meer) parallelle draden wikkelen of met foliestrips zodat de kern mooi "vol" is. Eventueel, als de ruimte het toelaat (29 à 36mm kern), is 3 of 4 draden parallel zelfs beter! Het mooiste berekend is de combinatie kern en impedantie omzetting als de wikkeling voor de hoogste impedantie ook precies één keer rond gaat en de kern gelijk volledig opvult. De aangenomen minimum Z van 200 Ω voor de laagste f is aan de krappe kant, maar moet nu eenmaal zo laag zijn, anders zit er voor de hoogste f weer veel te veel draad op. Het is en blijft een kompromis. Daarom heeft de trafo behalve spreidingszelfinductie ook last van te weinig zelfinductie aan de lage f kant. Dit is voor te stellen als een ideale trafo met parallel een parasitaire zelfinductie. Beide zelfinducties zijn redelijk te compenseren met passende condensatoren. Daarover later meer.

Resumerend: voor de laagste frekwentie veel windingen, voor de hoogste frekwentie weinig windingen. Dit alles bij konstant blijvende materiaal eigenschappen.

Die blijven in werkelijkheid gelukkig NIET konstant, met het hoger worden van de frekwentie zakt de effectieve A_L waarde ineen. Prima, voor het lage frekwentie deel hebben we net een hoge A_L nodig en voor het hoge frekwentie deel een in verhouding 30 à 80 maal lagere A_L . Probleem is hoe gedraagt het materiaal zich buiten (=boven) het normale bereik, wordt de werking steeds minder? OK, dat willen we ook. Of gaat het steeds meer HF absorberen, dus verlies geven in plaats van signaal overdragen, of verdwijnt het totaal? Dat willen we NIET.

De grote truuk om een zo groot mogelijke bandbreedte te krijgen is bijv. één of meerdere ferrietringen te gebruiken, waarvan er één een zeer hoge A_L waarde heeft en weinig absorbtie, ook buiten zijn ideale frekwentie gebied. Hierdoor kunnen we volstaan met een beperkt aantal windingen voor de laagste frekwentie. Met het hoger worden van de frekwentie (bijv. 10 tot 100 maal) moet de werking van dit ferriet grotendeels verdwijnen zonder absorbtie ferriet te worden. De A_L moet dus zeer laag, of de hele ringkern vrijwel nutteloos worden. Wordt de A_L alleen maar laag, dan kan de overdracht met die ene ring, ook op de hoogste frekwentie. Verdwijnt de werking teveel, dan gebruiken we een tweede

ring, op de eerste geplakt, die de overdracht als het ware overneemt en voor die 100 tot 300 maal (theoretisch: 100 kHz tot 30 MHz = 1 op 300!) hogere frekwentie een passende A_L heeft, zodat met vrijwel hetzelfde aantal windingen ook daar een goede overdracht plaatsvindt. Om teleurstellingen te voorkomen gaan we even niet verder dan maximaal $\pm 100 \times$. Een mogelijk haalbaar bereik is dan bijv.: ± 200 kHz tot 20 à 25 MHz, of ± 300 à 400 kHz tot misschien wel 30 MHz. Wil je zeker de hele lange golf goed overzetten, dan: 50 à 100 kHz tot $\pm \approx 20$ MHz. Je krijgt dan gegarandeerd problemen om het eind van de kortegolf te halen. Eigenlijk heb je dan 2 trafo's met een relais nodig!

Die tweede ferrietring moet met het hoger worden van de frekwentie ook een wegzakken-
de A_L hebben. Het grote probleem is alleen een goede combinatie van twee ringen, of een goed ferriet type voor één ring voor het hele gewenste frekwentie gebied.

Een voorbeeld van een 2 ringen combinatie: één met een A_L van ongev. 80 à 160 plus één met een A_L van 1000 à 6500. Dit geeft een bereik van ongeveer 50 à 200 kHz tot ongeveer 25 à 35 MHz. Een twee ringen combinatie die prima voldoet aan de gestelde eisen is de 23 mm versie van 4C6 / 4C65 (licht- of donkerpaars) samen met de oranje 27 mm 3E25. Daarom is die toegepast in de meeste testtrafo's, zie later.

Voordat de 3E25 veel toegepast werd gebruikte ik de 23 mm 3E2 (blauw), die wordt veel en goedkoop aangeboden op dumpmarkten. Daar zijn door mij al 3 verschillende variaties van gevonden. Fel lichtblauw (2x) en violetblauw. Die 23 mm (violet?-)blauwe 3E2 wordt soms verkocht als 4C6, maar is het NIET. Het is gewoon een 3E2 ring met een A_L van 3500 die goed doorloopt tot 5 à 10 MHz. De felle lichtblauwe variatie heeft dezelfde A_L (3500), maar loopt NIET door tot het korte golf gebied en heeft een nog lagere Q tijdens een resonantie test. En de Q was al vrij slecht met de eigen meetmethode (voor alle drie de 3E2 variaties kleiner dan 1, 3E25 (oranje) tussen 2 en 3,5). Ook testen met 3E2 trafo's met de RF-Analyst hebben dit materiaal zwaar doen tegenvallen. Het is gewoon absorbtie ferriet. Trafo's met de 3E2 ringen werken wel, maar zijn nooit met een perfecte SWR van 1:1 te krijgen. En je haalt de grote gewenste bandbreedte niet goed. Dat is wel de bedoeling. Alleen voor middengolf en langegolf gaat wel.

Ter verwarring is er ook nog donkerblauw gecoat ferriet, dat is 3F3. Dat zit met de A_L tussen 4C6 en 3E25 (en 3E2) in. Voldoet ook goed, er zou alleen voor MLB toepassing veel meer draad op moeten, of je levert de hele lange golf in. Een ander 2 rings kompromis is 4C6 (paars) plus 3C85 (rood). Lijkt op 3E1. Dit begint wat minder laag, maar loopt weer hoger door. Of neem 3C11 (wit) gecoat ferriet voor de laagste frekwentie. Onthoudt in ieder geval: 3E25 (oranje) materiaal begint het laagst in frekwentie en blijkt een stuk beter te zijn dan alle 3E2 (blauw) variaties.

Een heel mooi 36 mm kompromis is de 4C65 (nieuw model: donkerpaars) met de donkergroene 3E1 (of een goede vervanger = 3C85/rood, 3C11/wit, 3E25/oranje in 36mm). De laatste (3E1) bestaat alleen in 36 mm uitvoering, de Veron noemt hem al lange tijd foutief 2E1! Bekijk voor meer begrip de A_L waarde tabellen eens. O.a. voor Philips ferriet heb ik uit twee databoeken alle standaard types (een heel boek vol!) in enkele tabellen geplaatst! Da's makkelijk!

Een één rings versie met een A_L van 500 à 3500 werkt leuk tussen 500 kHz à 1 MHz tot ± 20 MHz. Een voorbeeld van dit ferriet type is het FT xx-77 van Amidon (gaat ook met alleen de 3C11 of 3C85, iets minder met alleen 3E25). Een beetje afhankelijk van het

aantal windingen. Neem eerder een grotere kern (± 29 à ± 36 mm) dan een kleinere (12,5 à 25 mm), dat geeft een gunstiger (lager) aantal windingen. Wel goed opvullen!

Metingen m.b.v. de RF-Analyst hebben aangetoond dat dit materiaal tegenvalt tussen 15 à 35 MHz. Het -77 materiaal haalt dit NIET goed. En er wordt zo over geroemd... Je moet de FTxx-77 kernen dus eigenlijk ook combineren met een kern met dezelfde afmetingen die het hoge frekwentie deel voor zijn rekening neemt. Van Amidon is er een 4C6 "lookalike" voor dat doel, dat is materiaaltipe FTxx-61. Getest met een Amidon FT114A-77 en een "second source" FT114A-61 type (van Fair-Rite). Ook getest met FT50-77 en FT50-61. Zie ook het metingen overzicht. Resultaat samen: prima!

Die xx staan bij Amidon nog steeds voor de buitendiameter van de kern in honderdsten van een inch. 50 komt dus overeen met $50/100 * 25,4 = 12,7$ mm, T68 = $\pm 17,3$ mm, FT82 = ± 21 mm, FT114 = ± 29 mm en FT140 = $\pm 35,5$ mm.

Het voordeel van grote ringen t.o.v. kleinere is dat je een grotere A_L waarde hebt, dus kunt volstaan met minder windingen. Dat geeft tevens een lagere parasitaire capaciteit. Helaas gaat dit niet altijd op... Omdat de trafo groter van afmetingen wordt, kan de ongewenste C weer toenemen. Ook kan de ongewenste spreidingszelfinductie groter worden als de kern niet voldoende "bedekt" wordt, waardoor de maximum frekwentie moeilijker gehaald wordt. Wanneer één van de twee ringen niet meer meedoet op het hoogste bereik, heb je een groter deel van het oppervlak van de wikkelingen dat in de "lucht" hangt t.o.v. een duoset met kleinere ringen. De grootte van de ringen bij "duoset" gebruik is dus ook al een kompromis.....

Inleiding van de meting, wat en hoe

In dit deel wordt onderzocht wat nu eigenlijk de beste manier van wikkelen is om een zo groot mogelijke effectieve bandbreedte te verkrijgen. Er is door mij jaren lang gemeten aan ringkerntrafo's m.b.v. een ruisbron/meetbrug en een simpele oude (natuurlijk gemodificeerde) FRG-7 meetontvanger. Omdat ik vrij lang getest heb met (niet goed) 3E2 materiaal leken de resultaten eigenlijk nooit ideaal. Alleen maar redelijk. Je gaat twifelen aan de gevolgde meetmethode. Of ik kwam (met dat 3E2) problemen tegen (een ongewenste $-X_c$) waarvan het niet lukte, en op den duur ook niet meer wist hoe, die weg te compenseren. Je gaat denken dat het zo hoort....

Interpreteer problemen van de meetgegevens dus. De metingen waren tijdrovend en omslachtig, de aflezing op een zelf geijkt en met potlood ingevuld papieren schaalpje. En dan nu.....

Ook ik heb de RF-Analyst aangeschaft. Een boel centen voor dat kleine dingetje. Maar snel en makkelijk dat het geworden is.....

Je gaat het bijna leuk vinden, alleen jammer dat ik die oude meetbrug toch nog nodig heb voor 100 kHz - 1,1 MHz, want dat bereik zit er niet op. De werking van de meetbrug is overigens volledig korrekt (!) gebleken. De ferriet ringen waren gewoon niet ideaal!

Ook de Q meting, toegevoegd aan een eigen, nog later te bespreken, ferriet ring A_L meetmethode, bracht een boel extra duidelijkheid.

We weten nu hoe te meten en te handelen met de verkregen gegevens. Hoe moet nu de testtrafo er uitzien? Een 1:1, 50Ω op 50Ω trafo, leek me te simpel. Dat werkt altijd wel en komen de parasitaire effecten niet tevoorschijn. Het tegenovergestelde is om te beginnen met een veel te grote transformatieverhouding. Dat is vragen om problemen. Dan zit het risico erin dat er geen één trafo goed te krijgen is en voldoet, dat geeft ook geen goede vergelijking. Grote problemen voor het hele bereik heb ik met $n_1 : n_2 = 1 : 4$, of in impedanties: $Z_1 : Z_2 = 50\Omega : 800\Omega$. Dat kiezen we dus NIET. Gekozen is nu voor een trafo van het type $n_1 : n_2 = 1 : 3$, $Z_1 : Z_2 = 1$ op 9 , of in impedanties: 50Ω op 450Ω . Dan is zo'n trafo ook gelijk toepasbaar als MLB aan een stuk "langdraad". Eventueel met één of twee windingen extra voor $500 - 600\Omega$. Want daar ging alles uiteindelijk om. Hoe krijg ik de meest handige trafo voor deze toepassing: met een overzetting die al prima begint op de langegolf (of nog lager) en loopt zo ver als maar mogelijk is door. Dus we moeten noodzakelijk een goede kern toepassen met een hoge A_L waarde en truiks toepassen om dat bereik aan de hoge kant op te rekken.

Ik voorspel alvast: zonder speciale zorg en middelen haalt geen enkele kern/trafo combinatie de 20 MHz met ideale parameters.

Het compenseren van parasitaire effecten

Zoals hiervoor al terloops opgemerkt: er zijn twee parasitaire effecten die de goede trafo werking verpesten. Daar gaan we wat aan doen.....

Laagfrequent parallel L en de compensatie ervan

Als de eigen impedantie (L) van een wikkeling niet oneindig hoog is t.o.v. de aangesloten impedantie (R), we hebben noodgedwongen 200Ω aangenomen op de laagste frequentie voor de 50Ω kant, dan staat die L parallel aan de "ideale" trafo en hebben we een niet te verwaarlozen imaginair deel in de belasting. Dit verpest de SWR aan de lage f kant. Dit is te compenseren door in serie met de trafo een passende condensator op te nemen. Deze heeft een betrekkelijk hoge waarde, dus lage Z. Hij compenseert alleen de fasedraaiing en heeft weinig tot geen negatieve invloed op de totale werking. Het blijkt uit de praktijk dat hij zowel aan de 50Ω kant opgenomen kan worden als aan de 450Ω kant. De verhouding tussen de twee condensator waarden is de verhouding in Z van de trafo. (= 1 : 9). Aan de 450Ω kant meet het makkelijkst op de werkbank, maar in de praktijk, op het dak aan een antenne, gaat hij juist daar (aan de 450Ω kant) gegarandeerd stuk. Hij slaat door, door de opbouw van statische lading.

Ook dit is weer op te lossen m.b.v. gasarrestors (een soort power gasontladings lampje) en/of een hoge ontlad R over de C, of liever direkt ontladen naar massa. Liefst een R met een waarde van $20x$ de Z van de trafo. Op die plek een dummy load is niet handig... Opnemen in de 50Ω tak en een geleidende verbinding tussen antenne en massa behouden is dus beter. De waarde kan ook daar, bijv. m.b.v. een "hexadecimaal" (*1) decadenbank, opgemeten worden. De benodigde C waarde kan ook simpel uitgerekend worden. De waarde van de "LF"-aanpas $C = L/R^2$. L is dan de zelfinductie van de te compenseren wikkeling, die was al bekend om het aantal windingen te berekenen. R is de aangesloten belasting aan die kant (50 of 450Ω). De parasitaire zelfinductie van die C moet zeer in de gaten gehouden worden, anders werkt het weer slechter aan de hoge kant. Dus meerdere (typen) C's parallel schakelen is beter. De theorie klopt uitstekend in de praktijk. Een geruststelling. Rond een gevonden C waarde altijd naar boven af. Iets teveel heeft minder effect dan iets te weinig! Juist met deze compensatie is met de ruismetbrug een prachtig minimum te meten, exact 50Ω bijv. met C, en zonder compensatie juist een zeer onscherp minimum.

De hulpcondensator voor de laagste frequentie vormt, samen met de berekende zelfinductie, een hoogdoorlaatfilter.

Ter controle, deze heeft deze waarde $f = 1 / 2 \cdot \text{Pi} \cdot \sqrt{L_{\text{max}} \cdot C_{\text{serie}}}$

(*1) Even tussendoor:

Een hexadecimaal decadenbank is een slimmere manier, dan met een gewone draaischakelaar met aan ieder contact een C, om met weinig condensatoren veel waarden te kunnen instellen en ook een groot verschil tussen die waarden. Een hex schakelaar met 16 standen van 0 t/m F en, behalve het moedercontact, slechts 4 aansluitingen is de truuk. Op alle 4 de aansluitingen komt één C, of een kombi C, met capaciteit waarde in de verhouding 1:2:4:8. Behalve de nul stand, zijn dan 15 verschillende waarden instelbaar, lineair oplopend met de waarde van de kleinste C. Zet je daar één C met een schakelaar aan parallel, met de waarde 16×1 , dan heb je al 31 oplopende waarden. Ook 2 hex switch modules parallel gaat, maar de parasitaire C wordt ook groter, het is dan handiger 2 losse modules te maken die elkaar eventueel aanvullen. Zodat wat je niet nodig hebt er ook niet aanvast zit. Achterin is nog een tekening opgenomen.

Een beetje spreidings-L compensatie

Door het voor een deel verloren gaan van het magnetisch veld op de hoogste frekwenties, o.a. door niet ideale kernbedekking, lijkt het of er een parasitaire zelfinductie in serie staat met de trafo. Dit komt omdat op die hoge frekwenties de kernwerking voor een deel verloren gaat en het magnetisch veld niet goed meer "gevangen" is. Deze L is te compenseren met een kleine condensator parallel aan de trafo. In principe moet de spreidings L aan beide kanten gekompenseerd worden, maar dat leek me voor "hobby" toepassingen niet noodzakelijk. Een beetje compenseren is al heel wat en het werkt voldoende. We houden het dus simpel en passen het slechts aan één kant toe. Dit doen we op de meettafel, om de waarde te bepalen, gewoon met een grote folietrimmer C van 125 pF, tijdelijk vast solderen en even draaien om te zien of het helpt! Alleen vast solderen als hij nodig is, niet vast laten zitten aan de RF-Analyst, anders heb je altijd de restcapaciteit parallel, ook als die niet nodig is. Een andere meetmethode, zonder noodzakelijke secundaire dummy load, is de secundaire kortsluiten en dan primair de overgebleven zelfinductie meten. Wat dan nog in de "L" stand aangewezen wordt is ongeveer de spreidings-L. Dit dan weer omrekenen. Met de trimmer C methode gaat dus sneller.

De allerhoogste waarde van de parallel correctie condensator C_{\max} om de (kortsluit) spreidings zelfinductie te compenseren is net als voor de laagste f serie-C eveneens

$L_{\text{spreiding}} / (R_{\text{ballast}})^2$ De L is nu dus de kleine spreidings L. R_{ballast} is meestal 50 Ω
Het ontstane laagdoorlaat kantelpunt wordt hier $f = 1 / 2 \cdot \text{Pi} \cdot \sqrt{(L_{\text{spreiding}} \cdot C_{\max})}$.

Ook alle parasitaire C zit in deze waarde verwerkt, dus de werkelijke toe te voegen C-waarde kan meestal een stuk kleiner. En het kantelpunt dan weer ietsje hoger.

Verkleinen van deze condensator gaat via $C = C_{\max} \left(f_{\text{laag}} / f_{\text{hoog}} \right)^2$

Dus: zolang het reële deel van de impedantie niet teveel afwijkt van 50 Ω en de SWR door parasitaire effecten (NIET door absorptie of kernresonantie door verkeerde A_L keuze) niet te hoog oploopt (1:1,3 tot 1:2,0) is met een kleine C over de 50 Ω kant het imaginaire deel redelijk tot prima weg te "tunen". Let op: een trafo met een grotere overzetverhouding $Z1 : Z2 = 1 : 9$, kan al zoveel parasitaire capaciteit hebben dat het niet meer helpt, er is dan al veel te veel parallel C. Een mooie test is de secundaire openlaten en primair de Z meten. Dat moet dan altijd zeer hoog zijn, of in het gebied van 15 tot 35 MHz minstens 3 tot 4 maal 50 Ω zijn. Impedanties van 800 Ω en hoger zijn door parasitaire-C effecten daarom bijna niet goed te krijgen. De primaire (50 Ω) dan eerst op de kern (met folieband of meerdere strengen), en de secundaire daar losjes overheen met dun koperdraad met dikke isolatie, helpt. Eventueel de C tussen primair en secundair verlagen door een extra opvullende isolatie laag. Dit is tegenstrijdig met wat altijd geleerd is! Intens twisten was de norm. Omdat we de trafo voor hogere impedanties toepassen dan gebruikelijk, is de parasitaire C invloed zeer negatief. Dat de koppeling minder is nemen we voor lief... Deze afwijkende wikkelmethode geeft aantoonbaar betere resultaten dan twisten!! (Bij 450 - 600 Ω toepassing)

Een redelijke trafo met een impedantie verhouding van 1 : 9 of lager ($n = 1:3$), maar met tegenvallende SWR op de hoogste frekwentie, kun je met de aanbevolen compensatie methode hiermee wel exact 1:1 op de meetbrug krijgen. Kies voor buitengebruik, en als je eventueel een 27MHz zender op de langdraad trafo zou aansluiten, wel een C die wat kan hebben. Ingegoten mica C's (uit de dump) met 500 of 750 V testspanning en reeds ingegoten lijken me ideaal. Een kort stukje coax als aanpas-C zou ook wel kunnen. Dunne teflon = $\pm 40\text{pF} / 50\text{cm}$. RG 58 ongeveer 100 pF /m. Het moet geen zuig of sperkring worden....

Bij de "normale" trafo's blijkt 30 à 68 pF compensatie aan de coax kant dus blijkbaar nodig om rond de 30 MHz alles ideaal te doen zijn (of ideaal te laten lijken....).

Een C van 47 of 68 pF lijkt op het eerste gezicht niet veel, maar welke Xc hoort daar op 30 MHz bij...

$$\text{voor 47 pF} \quad X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 47 \cdot 10^{-12}} = 113 \, \Omega$$

$$\text{voor 68 pF} \quad X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 68 \cdot 10^{-12}} = 78 \, \Omega$$

Deze waardes zijn niet niks, indien noodzakelijk is er al behoorlijke "fasedraaing".

Bovenstaande waardes aanschouwelijk blijkt dus voor het geval 800Ω secundair, dat een parasitaire C van 6,8 pF een parallel een Xc van 780Ω oplevert. Vrijwel net zo groot als de aangesloten belasting, daarom werken hoge impedanties dus NIET lekker.

Tevens gekonstateerd: het reële deel, waar het uiteindelijk om gaat, moet niet teveel afwijken van 50Ω. Anders gaat de energie overdracht in de "trafo" toch ergens mank....

Het laatste beetje parasitaire spreidingszelfinductie verminderen!.....

Wanneer het begin en het eind van een wikkeling, na het "passeren" van het middengat, naar hun aansluitpunten gaan in de schakeling, is de spreidingszelfinductie meetbaar hoger (op 30MHz gemeten) dan wanneer beide wikkeleinden (op enige afstand van elkaar!) eerst nog even langs de buitenkant gaan en daar vastgetaped worden. Het HF-magneetveld waait blijkbaar al meetbaar in het rond door slechts één slecht omsloten winding! En verhoogt dus nodeloos de parasitaire zelfinductie.

Dus: voor een nog lager spreidingszelfinductie effect beide wikkeleinden eerst nog even langs de buitenkant vastzetten met tape en dan pas naar de aansluitpunten! Wel op enige afstand van elkaar vastzetten om de parasitaire capaciteit tussen begin en eind laag te houden!

Ook: Meer open ferriet "plekken" zorgen bij grote ringen t.o.v. kleine, met hetzelfde aantal windingen, ook voor een groter parasitair effect!

Overzicht van de metingen

De 450 Ω dummy bestaat uit 4x 1K8 metaalfilm parallel. Inductie "arm"heid is vergeleken met een dummy met 4x 1K8 compositie-R en OK bevonden. Deze laatste dummy is niet gebruikt omdat de waarde wat teveel afwijkt en er veel aan gesoldeerd wordt, dus er zeker niet stabiel op wordt. De aansluitdraden van de trafo's zeker NIET langer maken dan 2 à 3 cm. De overzetting 1 op 9 blijkt in de praktijk, op de meter, een fractie anders te zijn. Exact 50 Ω primair hebben we pas met 490 à 500 Ω aan de secundaire kant. Vandaar de veel voorkomende waardes tussen 45 en 50 Ω , i.p.v. de standaardwaarde 50 Ω . Geeft een pietsje slechtere SWR, maar zit volgens mij toch binnen de toleranties van de meter. Het gaat erom of het werkt of niet, cijfers achter de komma zijn niet zo belangrijk.

De 800 Ω dummy had met parallel schakeling van R's teveel eigen capaciteit. Daarom is voor die dummy een serieschakeling gekozen van 2 goede kool compositie R's van 470 Ω . (inductie arm) De waarde is wat aan de hoge kant, maar dat was ook de bedoeling. Aan de 50 Ω kant van de trafo zitten we dan dichterbij de ideale 50 Ω waarde. Scheelt weer in de SWR waardes, dan lijkt het iets beter....

Eerst komen de kerntype testen, welke soort kern is OK en voor welk frequentie bereik? Daar zijn duo blokken uit gekozen, sets van 2 die elkaar goed aanvullen. Na de kerntype test komen de duo blokken testen, de dubbele ringkern meting. Daaruit is later weer een gunstige set van 2 kernen uitgekozen, waarvan wat grotere aantallen in voorraad waren, voor de wikkeling type test. Niet in dit rapport, maar in de fase eraan vooraf, is dit een aantal maal dunnetjes overgedaan. Zodat de eerste testen met de verschillende kerntypes (hier vermeld) meteen gedaan zijn met de meest gunstige wikkelmethode. Zie de metingen.

Tussen de 100 kHz en 1 MHz is er gemeten met de ruisbrug en de ontvanger. Staat er bij de SWR: OK, dan is, eventueel met de LF compensatie C in serie met de dummy, nog goed een ruisminimum op de brug te ontdekken. Dus is er nog aanpassing mogelijk. Het bereik tussen 1,1 en 35 MHz is gemeten met de RF-analyst. De aanpassing is gelijk in "SWR" uitgedrukt.

Al deze voorbeelden in een tweede kolom eventueel ook met spreidingszelfinductie compensatie met een kleine parallel C over alleen de 50 Ω kant. Dit levert bijna over het hele bereik een SWR van 1:1 op. Alleen als de trafo voor de rest OK is, anders helpt het NIET. Dan kan het mét C zelfs nog slechter worden...

Verder zijn er sets metingen toegevoegd om te bepalen of de ideale 50 Ω wikkeling met 5 windingen wel zo ideaal is voor een maximale bandbreedte.

Nog wat voorbeelden met duosets met de dikke ringen 3E1 en 4C6 van 36 mm.

Een aantal pogingen om te achterhalen of toch de 800 Ω nog te halen is.

En wat voorbeelden met de Guanella methode.

Een selectie uit de vele honderden metingen die er in de loop van vele jaren, soms steeds opnieuw, verricht zijn volgt op de volgende pagina's.

A)

Testen met enkele kernen: 4C6 violet 23 en 36 mm, 3E1 groen 36 mm, 3E25 oranje 14, 27 en 36 mm, 3E2 blauw 23 mm (3 verschillende matige versie's), 3F3 donkerblauw 14 mm, FT114A-77, FT50-77, FT114-43, FT50-61, $\pm \approx$ FT114A-61, 3H2 (?) grijs 14 mm, en een FRK200 (hoge A_L) ring met redelijke werking gekocht bij KENT Electronics.

Verder wat ringen die nog in de ferrietbakken zaten, o.a. goede dump ringen, en een K44 X830 ring van Siemens.

Na aankoop van een partij 3C11 van Philips op de vlooiemarkt in Den Bosch is daar nog een uitvoerige test van toegevoegd.

Omdat de 50Ω enkel gewikkeld wel een erg slecht resultaat gaf, is deze wikkeling bij alle enkele ring testen voor betere opvulling en daardoor lagere spreidingszelfinductie dus dubbel uitgevoerd! En voor een goede vergelijking is de 50Ω bijna overal met de kompromisloze 5 windingen uitgevoerd. (Niet teveel en ook niet te weinig)

De 450Ω wikkeling is overal "vol" uitgevoerd. Dat is de 15 windingen netjes verdeeld over vrijwel de volledige kernomtrek. De LF compensatie is vrijwel overal aan de 450Ω kant uitgevoerd. Dit omdat dat zo uitkwam. In de praktijk, buiten op dak, is het beter als die aan de 50Ω kant is aangebracht. De waarde is dan 9 à 10 maal groter.

1) losse grote ringen test													50Ω dubbel	
MHz	1) 4C6 36mm met comp.				2) 3E1 36mm met comp.				3) 3E25 36mm met comp.					
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR		
0,1	-		-	niet			?	X			45	±OK		
0,2	-		-	zin-			±55	±			45	OK		
0,5	-		-	vol			±50	OK			45	OK		
1,0	-		-				±48	OK			48	OK		
1,1	24	6,0	24	6,0	48	1,0	48	1,0	47	1,0	47	1,0		
5	50	1,7	51	1,5	45	1,1	43	1,1	45	1,1	45	1,1		
10	54	1,4	54	1,2	43	1,3	42	1,1	45	1,2	44	1,1		
15	52	1,4	51	1,0	43	1,3	41	1,1	43	1,3	42	1,2		
20	53	1,5	51	1,0	44	1,5	41	1,2	43	1,5	42	1,3		
25	54	1,6	52	1,0	46	1,7	43	1,2	46	1,6	43	1,2		
30	57	1,7	52	1,0	52	1,9	45	1,2	49	1,8	46	1,3		
35	60	1,9	53	1,0	54	2,1	46	1,2	52	2,0	48	1,3		

1)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 10 \text{ MHz}$, OK vanaf 15 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 47 \text{ pF}$

Zou eventueel iets meer windingen kunnen hebben dan 5, bijv. 6 of 7.

Deze kern is vrij groot. Er is nog veel ferriet "bloot". Het oplopen van de impedantie zonder compensatie, is een typisch geval van **spreads zelfinductie**. Met 3 of 4 parallele takken, nog steeds 5 windingen in totaal voor 50Ω , zouden deze en soortgelijke 36 mm kernen iets beter resultaat opleveren.

Gemeten $A_L = \pm 120$, $Q = \pm 150$. A_L 4C65 = ± 160

2)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 360 \text{ kHz}$. $C_{\text{LFcomp}} = \pm 4 \text{ nF}$ (450Ω) $C_{\text{HFcomp}} = 40 \text{ pF}$

gaat goed TOT $\pm 15 \text{ MHz}$, daarna haalt hij het niet goed meer. Niet ideaal voor hoge f bij alleen gebruik. 200 kHz, zoals verwacht, niet OK. En de Z, zonder komp., loopt op.

Gemeten A_L lichtgroen = ± 2800 , $Q = \pm 7$. Gemeten A_L donkergroen = ± 3700 , $Q = \pm 3,5$

Gaat voor zo'n dikke ring niet echt ontzettend laag. De volgende is dan beter:

3)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = 172 \text{ kHz}$. $C_{\text{LFcomp}} = \pm 84 \text{ nF}$ (50Ω) $C_{\text{HFcomp}} = 45 \text{ pF}$

Net als 3E1 niet 100% te compenseren, niet ideaal. Bruikbaar tot 10 à 20 MHz

Het is een zeer hoge A_L ring, is niet bedoeld voor deze hoge frekwenties, het is niet verwonderlijk... In het laag haalt hij zelfs 100 kHz net met iets verminderde performance.

Waarschijnlijk goed bruikbaar samen met een lage A_L ring die al snel (5 MHz) de overdracht overneemt. Geschatte A_L van zo'n tweede ring tussen de 400 en 900.

Gemeten $A_L = \pm 7400$, $Q = \pm 4$.

2) losse grote ringen test												50Ω dubbel	
MHz	FT114A-77 4) met comp.				FT114A-61 (clone) 5) met comp.				FT114-43 6) met comp.				
	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	
0,1			-				-	niet					
0,2			±55	X			-	zin-				LF	
0,5			±50	OK			-	vol				+	
1,0			±50	OK			-					HF	
1,1	48	1,0	47	1,0	28	4,6	28	4,5	38	1,8	49	Comp.	
5	44	1,1	45	1,0	51	1,5	52	1,4	46	1,4	45	2,4	
10	44	1,1	43	1,1	53	1,4	52	1,1	49	1,3	47	1,0	
15	42	1,3	41	1,1	51	1,3	51	1,0	49	1,4	45	1,0	
20	41	1,4	39	1,3	51	1,4	49	1,0	51	1,4	47	1,0	
25	42	1,6	41	1,3	53	1,5	49	1,0	53	1,5	49	1,0	
30	45	1,7	42	1,4	54	1,6	50	1,0	55	1,6	51	1,0	
35	46	1,9	43	1,4	54	1,7	50	1,0	58	1,8	51	1,0	

4)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 550 \text{ kHz}$, OK tot 15 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 40 \text{ pF}$

$A_L = \pm 2700$, $Q = \pm 8$, $h = 14 \text{ mm}$, kern haalt alleen de max f NIET goed...

$C_{\text{LFcomp}} = 3 \text{ nF}$ (450Ω)

5)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 7,4 \text{ MHz}$, OK vanaf 10 à 15 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 36 \text{ pF}$

De twee FT114A ringen, type 4) en 5), sluiten mooi op elkaar aan.....

$A_L = \pm 170$, $Q = \pm 240$ (!).

6)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 2,5 \text{ MHz}$, pas OK vanaf $\pm 5 \text{ MHz}$. $C_{\text{HFcomp}} = 40 \text{ pF}$

Kern is de dunne FT114 versie (29 mm), gemeten $A_L = \pm 500$, $C_{\text{LFcomp}} = 50\Omega = \pm 3 \text{ nF}$.

Kern is alleen geschikt voor het hoge frekwentie deel.

3) losse <u>kleine</u> ringen test													50Ω dubbel	
MHz	7) 4C6 23mm met comp.				8) 4C6 14mm met comp.				9) 3E25 27mm met comp.					
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR		
0,1	-							low			±55	±OK		
0,2	-							+			±45	OK		
0,5	-							high			±45	OK		
1,0	-							comp.			±45	OK		
1,1	14	Hi	14	Hi	7	Hi	300	Hi	46	1,0	51	1,0		
5	44	2,4	45	2,3	34	4,3	58	4,8	45	1,1	49	1,0		
10	52	1,6	54	1,5	48	2,2	40	1,5	44	1,1	47	1,0		
15	51	1,5	51	1,2	50	1,7	42	1,0	42	1,3	44	1,0		
20	51	1,4	51	1,0	49	1,6	42	1,0	41	1,4	42	1,0		
25	52	1,4	51	1,0	50	1,5	43	1,0	42	1,5	42	1,2		
30	54	1,5	50	1,0	51	1,6	43	1,0	43	1,6	42	1,2		
35	54	1,5	50	1,0	53	1,6	43	1,0	43	1,7	42	1,4		

7)
 $n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 16$ MHz, pas OK vanaf 20 MHz. $C_{HFcomp} = 34pF$
 Lage f (2^e) kern moet dus zeker tot 15 MHz goed overzetten!
 $A_L = \pm 84$, $Q = \pm 140$.

8)
 $n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 23$ MHz, da's wel erg hoog. (met n=5) $C_{HFcomp} = 21pF$
 $C_{LFcomp} = 470pF$ (aan de 50Ω kant), bruikbaar vanaf 15 MHz.
 Op de dummy-R heeft het, in het bruikbare gebied, echt een ±rechte frekwentie karakteristiek! (met een 100MHz scoop gemeten)
 A_L gemeten = ±45, $Q = \pm ?$.

9)
 $n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 200$ kHz, OK tot ±15 à 20 MHz. $C_{HFcomp} = 39pF$
 Kern haalt in z'n ééntje het maximum NIET, wel prima voor lage f deel
 SWR gaat tussen 20 - 35 MHz niet lager....
 A_L gemeten = ±6400 - 6700, laagste waarde aanhouden is altijd safe, $Q = \pm 2$ à 3.

4)		losse <u>kleine</u> ringen test								50Ω dubbel			
MHz	10) FT50-77 met comp.				11) FT50-61 met comp.				12) FT50-43 met comp.				
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	
0,1			-										
0,2			-										
0,5			±50	X									
1,0			±50	OK									
1,1	46	1,2	47	1,1	15	Hi	15	Hi	37	2,0	36	2,2	
5	46	1,1	46	1,0	45	2,2	46	2,1	46	1,3	46	1,3	
10	46	1,1	46	1,0	51	1,5	52	1,4	48	1,2	48	1,1	
15	44	1,1	43	1,0	49	1,5	49	1,0	47	1,3	46	1,0	
20	45	1,3	42	1,1	50	1,5	49	1,0	48	1,3	47	1,0	
25	45	1,3	43	1,1	51	1,5	49	1,0	49	1,4	48	1,0	
30	48	1,4	42	1,2	54	1,6	48	1,0	52	1,4	48	1,0	
35	48	1,4	42	1,2	54	1,6	47	1,0	54	1,4	48	1,0	

10)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 1,2 \text{ MHz}$, OK tot 20 à 25 MHz.

$$C_{\text{HFcomp}} = 30 \text{ pF}$$

500 kHz gaat helemaal niet lekker

$$A_L = \pm 1100, Q = \pm 17.$$

In serie met 450Ω een compensatie C van 1n5 geeft op 1MHz 1:1 (berekend=0,9nF)

11)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 20 \text{ MHz}$, OK vanaf 15MHz.

$$C_{\text{HFcomp}} = 40 \text{ pF}$$

$$A_L = \pm 63, Q = \pm 80.$$

De twee FT50-xx ringen vullen elkaar prima aan, de startfrequentie is alleen niet laag genoeg naar m'n zin. Of het moet de bedoeling zijn de de lange golf NIET mee te nemen. Dan is het een prima kompromis.

12)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 3,3 \text{ MHz}$, OK vanaf 5 à 10 MHz.

$$C_{\text{HFcomp}} = 29 \text{ pF}$$

$$A_L = \pm 400, \text{ erg lage } Q = \pm 3,3 (!). C_{\text{LFcomp}} = \pm 2,5 - 3 \text{ nF}.$$

Bruikbaar als alternatief voor de FT50-61 in combinatie met FT50-77

De lage Q valt wel erg tegen...

5)		losse ringen test								50Ω dubbel			
MHz	3E2 23mm grijsblauw NIET OK met comp.				3E2 23 mm 14) WEL OK met comp.				3E2 lichtblauw 15) foute met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1			±40	±			±45	OK!					
0,2			±40	OK			±45	OK!			40	±OK	
0,5			±40	OK			45	OK			40	±OK	
1,0			±40	OK			45	OK			40	±OK	
1,1	37	1,6	37	1,6	45	1,0	45	1,0	40	1,4	40	1,4	
5	41	1,4	41	1,3	46	1,1	46	1,0	41	1,4	41	1,3	
10	42	1,4	42	1,3	45	1,1	45	1,0	41	1,4	41	1,3	
15	41	1,4	39	1,1	43	1,2	41	1,0	40	1,4	39	1,3	
20	42	1,5	39	1,2	42	1,3	41	1,1	41	1,5	38	1,3	
25	43	1,5	39	1,3	43	1,5	40	1,2	42	1,6	40	1,4	
30	47	1,7	42	1,3	43	1,7	41	1,3	44	1,6	41	1,4	
35	48	1,7	40	1,3	45	2,0	42	1,3	46	1,7	41	1,4	

13)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, $A_L = \pm 3500$ soms versie's met $A_L = \pm 6000$, $Q = 0,7 - 0,9$. (< 1 !)

Berekende $f_{\min} = \pm 350$ kHz. $C_{LFcomp} = \pm 2,25$ nF, $C_{HFcomp} = 60$ pF

50Ω dubbel, 450Ω "vol" 1x rond. 200kHz is nog te compenseren, 100 kHz niet meer.

Blijft ook met compensatie helaas matig tot slecht.

Kern is de donkere blauwe 3E2 variatie.

14)

$n_{50\Omega} = 2 \times 8$ (!), $A_L = \pm 2600 - 3500$, $Q = 0,72$ (!)

450Ω is luswikkeling (3x rond), 50Ω dubbel met dun draad

Met de gewone "volle" wikkeling bijna net zo slecht als type-13). Het blijft niet ideaal en het verschil is marginaal. Parasitaire effecten hebben meer negatieve invloed op de goede werking dan de kern aan positieve kan bijdragen.

Toch: een "goede" grijsblauwe (NIET lichtblauw) 3E2 variatie

$C_{HFcomp} = 48$ pF, $C_{LFcomp} = \pm 9$ nF.

Neem voortaan maar 3E25 oranje, ipv 3E2 blauw variaties.....

Een Q onder de één vindt ik niet meer zo fris.

15)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 350$ kHz, $C_{LFcomp} = \pm 60$ nF (50Ω kant) $C_{HFcomp} = 45$ pF

$A_L = \pm 3600$, $Q = 0,53$ (!)

Kern is de slechte LICHT blauwe variatie

6) losse ringen test												50Ω dubbel		
MHz	grijs 14mm 3H2 (?) 16) met comp.				grijs 14 mm 3H2 (?) 17) met comp.				3F3 14 mm 18) met comp.					
	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR		
0,1													low comp. 1,1M	
0,2							50	±						
0,5							50	OK						
1,0			43	OK			50	OK						
1,1	45	1,3	45	1,3	49	1,0	49	1,0	46	1,4	46	1,0	50	1,0
5	46	1,0	46	1,0	49	1,0	49	1,0	46	1,1	46	1,0	46	1,4
10	46	1,0	46	1,0	49	1,0	49	1,0	46	1,1	46	1,0	46	1,0
15	44	1,0	43	1,0	48	1,1	46	1,0	45	1,0	43	1,0	43	1,0
20	43	1,1	43	1,0	48	1,3	45	1,0	44	1,3	42	1,0	42	1,0
25	44	1,2	43	1,0	48	1,5	46	1,0	44	1,3	42	1,2	42	1,2
30	46	1,3	42	1,0	50	1,6	47	1,0	46	1,4	43	1,3	43	1,3
35	44	1,4	41	1,1	51	1,8	48	1,0	47	1,5	41	1,3	41	1,3

16)

$n_{50\Omega} = 5$ (2x), berekende $f_{\min} = \pm 1$ à 1,2MHz, bruikbaar onder 1MHz. $C_{HFcomp} = 20pF$

$n_1:n_2 = 1:3$, dun telefoondraad. $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 13,5nF$, of $C_{LFcomp} 450\Omega = \pm 1nF$

14 mm klein grijs ringetje, $A_L = \pm 1100$, redelijke Q (± 6).

Werkt goed! Gelijkwaardig of beter als type-10) = FT50-77

17)

$n_{50\Omega} = 9$ (2x), zelfde 14 mm grijs (3H2 ?), berekende $f_{\min} = \pm 350kHz$ $C_{HFcomp} = 43pF$

Ook 1:3, wat meer wikkelingen, $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 30$ à 33nF, berekend 32,5nF

wonderbaarlijk goed te compenseren....., 450Ω bevat 27 windingen!

Alweer van harte aanbevolen.

18)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 1,6MHz$, OK vanaf 1,6MHz.

$C_{HFcomp} = 35pF$

$C_{LFcomp} = 2nF$ (450Ω), dan is bij 1,1 MHz SWR 1,0 !

$A_L = \pm 750$, $Q = \pm 45$.

7) losse ringen test												50Ω dubbel	
MHz	goede dumpkern 19) met comp.				K44X830 Sifferit N30 20) met comp.				KENT ring AL=1400 21) FRK200 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1							30	±					
0,2							40	±OK					
0,5				X			45	OK			±50	OK	
1,0			45	±OK			45	OK			±50	OK	
1,1	48	1,4	48	1,3	45	1,2	45	1,2	47	1,1	46	1,0	
5	49	1,1	49	1,0	45	1,1	45	1,1	46	1,0	46	1,0	
10	49	1,2	49	1,0	45	1,1	45	1,1	46	1,1	45	1,0	
15	49	1,3	48	1,0	43	1,2	43	1,1	43	1,1	42	1,0	
20	49	1,4	48	1,0	44	1,3	42	1,2	42	1,3	42	1,1	
25	51	1,5	49	1,0	44	1,3	42	1,2	43	1,4	41	1,3	
30	54	1,6	51	1,0	45	1,4	42	1,2	45	1,5	41	1,3	
35	55	1,9	52	1,0	45	1,4	42	1,3	45	1,7	41	1,4	

19)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 1,3 \text{ MHz}$. Gemeten $A_L = \pm 1000$, $C_{\text{HFcomp}} = 43 \text{ pF}$
 $C_{\text{LFcomp}} = \pm 11,25 \text{ nF}$. Dumpkern met glastape, doorsnede = 32 mm, redelijke A_L waarde samen met hele goede Q van ± 25 . Moet eens gemeten worden!

Is net zo goed als FT114-43. Net zo dik als FT114A types.

Dit type kern is prima als duopartner voor een hoge A_L ring die er al wat eerder mee ophoudt. Bijv. de 36 mm 3E25. Aha: Z loopt op, 3x5 was beter geweest, grote ring!

20)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = 455 \text{ kHz}$. Gemeten $A_L = \text{ruim } 2800$ $C_{\text{HFcomp}} = 22 \text{ pF}$
kerntype = R12,5 B64290-K44-X830 (D=12,5 mm) $C_{\text{LFcomp}} = \pm 36 \text{ nF}$

(Siemens Sifferit materiaal type N-30, $\mu_i = 4300$, min. $A_L = 2210$)

Aangeschaft via Barend Hendriksen. Aanbevolen als MLB kern.

De A_L is vrij hoog voor zo'n klein ringetje, lekker weinig windingen nodig en lage start f, dat heeft zijn nadelen:

Resonantie Q is vrij laag ($\pm 2,8$), net als de kleine 3E25 ringen. Is NIET 100% perfect te compenseren, nergens exact 1:1 te krijgen, blijft verlies geven. Werkt overigens wel, vrijwel hetzelfde als 14mm 3E25, maar het kan beter met andere (grotere) ringen.....

De 14mm 3E25 heeft dezelfde tegenvallende SWR. Er gaat blijkbaar teveel "veld" verloren, een 14 mm kern is dus iets te krap. Hoewel: type-16/17 ging wel....

21)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 900 \text{ kHz}$, OK tot 20 à 25 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 28 \text{ pF}$
 $C_{\text{LFcomp}} = 1,5 \text{ à } 2 \text{ nF}$ (450Ω). Volgens de KENT verkooplijst type: FRK200 (25 mm)
Gemeten $A_L = \pm 1400$, $Q = \pm 12$.

Prima voor de eerste helft van de korte golf, net zo goed en iets kleiner als de FT114-77 (114 zonder "A") en veel goedkoper(!), voor het tweede deel is het beter als er een lage A_L duopartner bijkomt. 4C6 - 23 mm is prima. De volledige middengolf is met verminderde performance (één of twee windingen extra ($N_{50\Omega}$) maakt dat weer goed!) en NIET goed voor de langegolf. De A_L is daar net iets te krap voor.

Net zo breekbaar gebleken als een kalkkrijtje, zeg Rinus kan er soms een tube lijm bij???

8) losse ringen test													
50Ω dubbel													
MHz	goede dumpkern 22) met comp.				3E25 14 mm 23) met comp.				3C11 31,5 mm 24) met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1					X								
0,2				30	±			±35	±				
0,5				45	OK			±42	OK				
1,0				48	OK			±42	OK				
1,1	47	1,1	48	1,0	43	1,2	44	1,2	49	1,0	49	1,0	
5	48	1,0	47	1,0	44	1,1	44	1,1	47	1,1	47	1,0	
10	47	1,1	46	1,0	43	1,2	43	1,1	47	1,2	47	1,0	
15	44	1,2	43	1,1	42	1,3	41	1,2	46	1,3	45	1,0	
20	44	1,3	43	1,1	42	1,4	41	1,3	46	1,5	45	1,0	
25	45	1,4	42	1,2	43	1,4	42	1,2	50	1,6	48	1,0	
30	46	1,4	44	1,2	45	1,4	42	1,2	54	1,9	51	1,0	
35	46	1,5	45	1,2	46	1,5	42	1,3	58	2,1	54	1,0	

22)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 750$ kHz. Gemeten $A_L = \pm 1735$, $C_{HFcomp} = 36pF$
 $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 20$ (1MHz) à 22,5nF (500kHz). Dumpkern met rode lak, één zijkant geel, doorsnede = 23 mm. Redelijke A_L waarde samen met goede Q van ± 16 . Wat kleur en A_L waarde betreft, lijkt deze kern op het type 3H1 van Philips, of het'em is weet ik niet. Werkt goed als hoge A_L ring samen met 4C6 voor het hoge frekwentie deel. Helaas geen langegolf ondersteuning met de bekende 5 windingen. En goede voor een T2FD.

23)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 530$ kHz. Gemeten $A_L = \pm 2400$, $C_{HFcomp} = 28pF$
 $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 34nF$. De kleine 14mm 3E25 oranje. Resultaat en commentaar zelfde als voor type 20), werking vrijwel hetzelfde als Siemens K44X830. Grotere kernen (23 - 27mm) zijn handiger (hogere A_L waarde) en geven iets minder spreidings L effect (met $n=5$ voor 50Ω). Werkt net zo goed als de kleine grijze ringen, maar met grotere A_L waarde.

24)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$, berekende $f_{\min} = \pm 255$ kHz. $C_{HFcomp} = 55pF$
 Gemeten $A_L = \pm 4950 - 5370$, volgens Philips is de A_L ongeveer 5450, afwijking valt binnen toleranties. De Q is boven verwachting goed = ± 10 . (1nF-C) De 450Ω bestaat uit dun telefoon kabel draad.
 De witte 3C11 (31,5 à 32,5mm) is nog gevonden in Den Bosch op 3-'96. Blijkt helemaal niet zo slecht te zijn. De Z loopt wel iets op, spreidings L te groot!, maar hij is wel met een SWR van 1 op 1 te krijgen... Dit blijkt gezichts bedrog te zijn, zie volgende pagina....

9) Diepgaander test van alleen 3C11 materiaal 50Ω afwijkend !												
MHz	3C11 24b) 31,5 mm met comp.				3C11 24c) 31,5 mm met comp.				3C11 24d) 31,5 mm met comp.			
	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1			±45	±OK			±45	±OK			±45	±OK
0,2			±48	OK			±48	OK			±48	OK
0,5			±48	OK			±48	OK			±48	OK
1,0			±48	OK			±48	OK			±48	OK
1,1	48	1,0	48	1,0	48	1,0	48	1,0	48	1,0	48	1,0
5	46	1,0	46	1,0	46	1,0	45	1,0	46	1,0	45	1,0
10	46	1,2	45	1,0	43	1,0	43	1,0	45	1,0	43	1,0
15	45	1,3	43	1,0	40	1,2	40	1,1	42	1,2	41	1,0
20	47	1,5	45	1,0	40	1,3	38	1,3	42	1,3	41	1,1
25	51	1,6	49	1,0	39	1,5	38	1,3	42	1,4	40	1,2
30	57	1,8	52	1,0	41	1,6	39	1,4	45	1,6	41	1,3
35	60	2,0	57	1,0	43	1,9	41	1,5	46	1,7	43	1,3

Omdat ik in Den Bosch een partijtje 3C11 van Philips wist te verschalken is dit nader onderzocht: Voor alle drie geldt: $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 60$ à $65nF$. Gemeten $A_L = \pm 5300$. Berekende $f_{min} = \pm 255$ kHz. Sec. 450Ω met DIK montagedraad, ipv dun telefoondraad.

24b)

$n_{50\Omega} = 2 \times 5$ windingen parallel.

$$C_{HFcomp} = 50pF$$

50Ω is vrij open gebleven met 2 takken parallel, dus spreidings L moet vrij hoog zijn.

Is prima te compenseren, maar de Z loopt op. Er moet dus toch wat meer draad op.

Een deel van het veld gaat dus niet DOOR de ring, maar verloren door de lucht naast de ring! Het gedeelte in de lucht laat zich verliesvrij "wegtunen".

24c)

$n_{50\Omega} = 3 \times 5$ windingen parallel.

$$C_{HFcomp} = 25pF$$

50Ω is nog iets open met 3 takken parallel, dus spreidings L zou nog minder kunnen.

Maar de Z loopt niet meer op en de SWR is al beter zonder compensatie. Nu lijkt de kern plots minder goed... Met compensatie is hij nu NIET meer 1 op 1. Het veld wordt gedwongen door de kern te gaan die hier niet meer zo goed in is (Hoge A_L ring alleen).

24d)

$n_{50\Omega} = 4 \times 5$ windingen parallel.

$$C_{HFcomp} = 39pF$$

50Ω is nu met 4 takken parallel helemaal dicht. SWR nog een fractie lager geworden.

Waarschijnlijk omdat nu alle energie verplicht door de kern moet i.p.v. wat meer door de lucht, komt nu pas de beperking van het kernmateriaal goed tevoorschijn!

Met een 4C65 partner komt alles in het "hoog" weer goed, te zien in de duoblokken test bij type-12. Alleen de maatverschillen tussen de 4C65 en 3C11 zijn wat lastig gebleken...

B)

Duo blokken vergelijkings test, vele kombi's met 2 ringen: FT114A-77 + FT114A-61, 4C6 + 3E2 23 mm, 4C6 + 3E1 36 mm, 4C6 + 3E25 36 mm, FT50-77 + FT50-61, 4C6 + 3E25 2x 14 mm en (23+27) mm, 4C6 + 3F3 14 mm, 3C11 32mm + 4C65 23mm, plus nog wat specialiteiten.

Nu volgt een herhaling van wat ook bij de enkele kernentest reeds vermeld was:

Omdat de 50Ω enkel gewikkeld wel een erg slecht resultaat gaf, is deze wikkeling ook bij alle dubbele ring testen voor betere opvulling en daardoor lagere spreidingszelfinductie dus dubbel uitgevoerd! En voor een goede vergelijking is de 50Ω bijna overal met de compromisloze 5 windingen uitgevoerd. (Niet teveel en ook niet te weinig)

De 450Ω wikkeling is overal "vol" uitgevoerd. Dat is de 15 windingen netjes verdeeld over vrijwel de volledige kernomtrek. De LF compensatie is vrijwel overal aan de 450Ω kant uitgevoerd. Dit omdat dat zo uitkwam. Soms nog eens nagemeten aan de 50Ω kant. In de praktijk, buiten op dak, is het echt beter als die aan de 50Ω kant is aangebracht. De waarde is dan 9 à 10 maal groter dan aan de 450Ω kant.

1) kombi (duo blokken) test												
50Ω dubbel												
MHz	4C6+3E1 36mm met comp. 1)				4C6+3E25 36mm met comp. 2)				4C6+3E25 27mm met comp. 3)			
	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1			±45	X			±48	OK			45	±OK
0,2			±45	OK			±48	OK			45	OK
0,5			50	OK			±48	OK			45	OK
1,0			50	OK			±48	OK			48	OK
1,1	48	1,0	48	1,0	47	1,0	47	1,0	47	1,0	47	1,0
5	46	1,0	46	1,0	45	1,2	45	1,1	46	1,1	45	1,0
10	46	1,3	46	1,0	47	1,4	47	1,0	46	1,2	45	1,0
15	47	1,5	46	1,0	49	1,5	49	1,0	45	1,3	44	1,0
20	50	1,7	48	1,0	52	1,6	52	1,0	48	1,4	45	1,0
25	54	1,9	53	1,0	55	1,9	52	1,0	49	1,5	46	1,0
30	57	2,1	55	1,0	61	2,1	54	1,0	53	1,6	48	1,0
35	64	2,4	54	1,0	65	2,3	54	1,1	52	1,8	48	1,0

1)

$n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min} = \pm 350\text{kHz}$, OK t/m $\pm 30\text{MHz}$. $C_{\text{LFcomp}} = \pm 4\text{nF}$ $C_{\text{HFcomp}} = 60\text{pF}$
 Deze trafo is gelijkwaardig, maar NIET dezelfde als type-5 in de 3E1+4C6 36mm vergelijkings test. 450Ω is hier met dun plastic geïsoleerd telefoonkabeldraad, type-5 is dik montage draad. Deze trafo is iets beter. Het bereik is prima.
 $C_{\text{LFcomp}} 50\Omega$ kant ipv 450Ω kant = $\pm 48\text{nF}$

2)

$n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min} = 172\text{kHz}$, zeker OK tot 25 à 30 MHz $C_{\text{HFcomp}} = 43\text{pF}$
 50Ω , zoals overal, met dubbele draad. 450Ω "vol" gewikkeld.
 Hier zijn dezelfde gegevens gebruikt als in het gedeelte waar (36 mm) 3E1 variaties getest zijn. $C_{\text{LFcomp}} = \pm 84\text{nF}$, aan de 50Ω kant. Lijkt bruikbaar vanaf $\pm 100\text{kHz}$ en tot ± 25 à 30 MHz met de aanbevolen wikkelmethode. Het hoog is, net als bij 3E1, niet superstrak, maar ziet er nog goed uit.
 De 4C6 en 3E25 overlappen elkaar net niet goed, zie ook de losse ringen test. Vandaar halverwege een lichte variatie in de impedantie en de SWR. Het kan er mee door...
 Het is wel lekker breedbandig zo.

3)

$n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min} = \pm 200\text{kHz}$, trafo is overal OK. $C_{\text{HFcomp}} = 47\text{pF}$
 Deze trafo is dezelfde als type-4 in de 3E25+4C6 27+23 mm vergelijkings test. Daar nog veel meer voorbeelden en variaties met dezelfde kerntype's. Waarom? Omdat de test er hier wel heel geslaagd uitziet. Impedantie blijft stabiel en de SWR is gewoon goed! Het is in het hoog zelfs beter dan de "dikke" (36mm) kernen. In het laag vanwege de iets lagere A_L waarde een fractie minder. Maar dat scheelt niet veel.

2)		kombi (duo blokken) test								50Ω dubbel			
MHz	FT114A-77+FT114A-61 4) met comp.				FT50-77 + FT50-61 5) met comp.				4C6 + 3F3 14 mm 6) met comp.				
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	
0,1			-	X			-						
0,2			-	X			-	X					
0,5			50	OK			±50	OK				X	
1,0			50	OK			±50	OK			55	OK	
1,1	48	1,0	48	1,0	47	1,2	47	1,1	46	1,4	46	1,4	
5	45	1,1	45	1,0	46	1,0	46	1,0	46	1,1	46	1,0	
10	47	1,2	47	1,0	46	1,1	46	1,0	47	1,1	46	1,0	
15	47	1,3	46	1,0	45	1,1	43	1,0	45	1,1	42	1,0	
20	49	1,4	47	1,0	45	1,3	43	1,0	45	1,3	43	1,0	
25	50	1,5	47	1,0	47	1,4	45	1,0	46	1,4	42	1,1	
30	51	1,6	48	1,0	49	1,4	46	1,0	48	1,4	42	1,1	
35	52	1,8	48	1,0	50	1,5	45	1,0	49	1,5	42	1,2	

4)

$n_{50\Omega} = 5$, berekende $f_{\min} = \pm 550\text{kHz}$, helemaal OK!

$$C_{\text{HFcomp}} = 47\text{pF}$$

$C_{\text{LFcomp}} = \pm 3\text{ nF}$ (450Ω). Prima resultaat met deze kombi set. Vergelijkbaar resultaat als met 3E25+4C6 (27+23mm) van Philips. Het enige nadeel van deze Amidon set is dat ze een stuk minder laag beginnen dan de duoset's met Philips ringkernen (met 3E25 als hoge A_L ring).

Overzet gebied van de ringen sluit mooi op elkaar aan.

5)

$n_{50\Omega} = 5$, berekende $f_{\min} = \pm 1,2\text{MHz}$, bruikbaar vanaf $\pm 500\text{kHz}$

$$C_{\text{HFcomp}} = 30\text{pF}$$

$$C_{\text{LFcomp}} = \pm 1\text{n5}$$
 (450Ω)

Impedantie stabiel en SWR prima! Amidon met kleine kernen (12,5 mm) beter dan met Philips 3E25+4C6 (14 mm). Zie type 10). Ligt aan manier van wikkelen??

6)

$n_{50\Omega} = 5$, berekende $f_{\min} = \pm 1,6\text{MHz}$, OK met LFcomp vanaf $\pm 1\text{ MHz}$. $C_{\text{HFcomp}} = 38\text{pF}$

$$C_{\text{LFcomp}} = \pm 1\text{ nF}$$
 (450Ω)

Aanvangs overzet frekwentie helaas veel te laag.

3)		kombi (duo blokken) test								50Ω dubbel			
MHz	FT114A-61 +3E25 27mm 7) met comp.				4C6+3E2 23mm 8) met comp.				dumpkern +3E25 27mm 9) met comp.				
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	
0,1			45	OK							45	OK	
0,2			45	OK							48	OK	
0,5			45	OK							48	OK	
1,0			45	OK							48	OK	
1,1	46	1,0	46	1,0	39	1,4	39	1,3	48	1,0	48	1,0	
5	46	1,1	46	1,1	43	1,3	43	1,2	49	1,0	49	1,0	
10	48	1,3	48	1,0	45	1,4	45	1,1	50	1,2	49	1,0	
15	49	1,4	48	1,0	46	1,4	45	1,0	49	1,3	47	1,0	
20	51	1,5	50	1,0	48	1,4	46	1,0	49	1,4	48	1,0	
25	52	1,6	50	1,0	48	1,5	45	1,0	50	1,6	49	1,0	
30	54	1,8	53	1,0	50	1,6	48	1,1	54	1,8	51	1,0	
35	57	2,0	54	1,0	52	1,7	48	1,2	56	1,9	53	1,0	

7)

$n_{50\Omega} = 5$, berekende $f_{\min} = \pm 200\text{kHz}$, lijkt bruikbaar vanaf $\pm 100\text{kHz}$ $C_{\text{HFcomp}} = 43\text{pF}$
 $C_{\text{LFcomp}} = 83\text{nF} - 50\Omega$ kant. FT114A-61+3E25 (27mm). Gaat lekker laag én hoog!

Kruisbestuivings test. Amidon+Philips aan elkaar geplakt! In het midden/overname gebied een groter deel overlappend dan met een duoset met alleen philips of amidon ringen. Gaat niet onaardig MET compensatie. Resultaat ziet er net zo uit als 3E1+4C6 36mm. Is een stuk kleiner. Impedantie loopt net als bij 3E1+4C6 iets op. Magnetisch veld gaat door de grootte van de ringen dus iets verloren.

Spreidingszelfinductie effect dus groter en lastiger bij grotere ringen!

8)

$n_{50\Omega} = 5$, berekende $f_{\min} = \pm 400\text{kHz}$, alleen door 4C6 nog een beetje OK $C_{\text{HFcomp}} = 43\text{pF}$
 Blijft misaanpassing geven, zowel laag als hoog. Had op 1,1 MHz al 1:1 moeten zijn, en bij 30 MHz zie je de parasitaire effecten weer terugkomen. De verkeerde 3E2 ring.

9)

$n_{50\Omega} = 5$, berekende $f_{\min} (3E25) = \pm 200\text{kHz}$, 100 kHz gaat wel... $C_{\text{HFcomp}} = 52\text{pF}$
 $C_{\text{LFcomp}} = 84\text{nF} - 50\Omega$ kant.

Dump kern met "glas"tape 32mm ($A_L = \pm 1000$) samen met 3E25 27 mm ($A_L = \pm 6500$)
 Redelijk kompromis, werkt zo te zien wel. Dit is eindelijk een goede dump kern....

4) kombi (duo blokken) test												
										50Ω dubbel		
MHz	3E25+4C65 14mm 10) met comp.				3E25+4C6 14mm 11) met comp.				3C11+4C6 test 32+23 12) met comp.			
	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1							48	±OK			±45	±OK
0,2			40	OK			48	OK			±48	OK
0,5			42	OK			48	OK			±48	OK
1,0			42	OK			48	OK			±48	OK
1,1	44	1,2	44	1,2	49	1,0	49	1,0	48	1,0	48	1,0
5	45	1,1	45	1,1	49	1,0	49	1,0	47	1,0	46	1,0
10	45	1,2	44	1,1	49	1,1	48	1,0	45	1,1	43	1,0
15	43	1,3	43	1,1	47	1,3	45	1,0	43	1,4	41	1,0
20	45	1,4	45	1,1	48	1,3	46	1,0	44	1,5	42	1,0
25	48	1,4	46	1,1	49	1,4	48	1,0	46	1,6	43	1,0
30	51	1,5	47	1,1	52	1,5	48	1,0	50	1,8	45	1,0
35	52	1,5	45	1,2	52	1,7	48	1,0	54	2,0	46	1,0

10)

$n_{50\Omega} = 5$ (2x), berekende $f_{\min} = \pm 530$ kHz. (voor 3E25) $C_{HFcomp} = 46pF$
 $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 24,75$ (1MHz) à 36nF (500kHz). De kleine 14mm 3E25 + 4C6 test.
 Net iets minder dan de FT50 kombitest, iets grotere ringen zijn handiger.

11)

$n_{50\Omega} = 9$ (2x), $n_{450\Omega} = 27!$, berekende $f_{\min} = 164$ kHz. (voor 3E25) $C_{HFcomp} = 38pF$
 $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 84$ à 96nF. De kleine 14mm 3E25 + 4C6 test met wat meer windingen.
 50Ω nog steeds dubbel. Met een klein ringetje wat meer windingen is dus gunstiger!
 Spreidings-L effect valt mee en is prima te compenseren. In vergelijking met type 10) geen open kern oppervlak meer, alles (450Ω) volgewikkeld. Werkt dus net zo goed als iets grotere ringen met minder windingen!

12)

$n_{50\Omega} = 3 \times 5$ (GEEN 2x, maar 3 takken van 5 parallel), $n_{450\Omega} = 15$, $C_{HFcomp} = xxpF$
 Berekende $f_{\min} = 255$ kHz. (voor 3C11) $C_{LFcomp} 50\Omega = \pm 60$ à 65nF.
 3C11 32,5mm + 4C65 23 mm. De test met minder spreidingszelfinductie op wat grotere ringen. Bij de ongecompenseerde trafo loopt toch nog de Z een pietsje op. Maar 4 takken krijg je niet door de (te) kleine 4C65 partner. Er is geen andere (even grote) 4C65 beschikbaar, dus is dat niet zo handig wikkelen. Bij vergelijking met de 3C11 "alleen" test, type-24b, is het hoog toch weer goedgekomen! Je ziet hier de Z een dipje vertonen in het overname gebied. De kernen vullen elkaar aan, maar overlappen elkaar net niet, vandaar dat dipje.

C)

Zeer veel wikkeling variaties met 4C6 23 mm + 3E25 27 mm. Deze twee ringen zijn uitgekozen voor de wikkeling test, omdat ze OK zijn bevonden en goedkoop worden aangeboden. En deze twee ringen sluiten goed op elkaar aan met het ideale overzet bereik. De geteste trafo's zijn allen van het type $n_1 : n_2 = 1 : 3$, $Z_1 : Z_2 = 1 : 9 = 50\Omega : 450\Omega$. De 50 Ω wikkeling is zonder extra vermelding altijd met 5 windingen uitgevoerd. Juist daarom zou voor veel trafo's de LF compensatie ongeveer hetzelfde zijn. Het zijn dezelfde soort ringen met meestal hetzelfde aantal windingen. Omdat dit veel nutteloze informatie zou opleveren is dat daarom bijna overal weggelaten.

type-1 = getwist dik (plastic) geïsoleerd montagedraad, 4 parallele strengen. 50 Ω is er één, de secundaire is serie schakeling van de andere drie.

type-2 = 50 Ω met 5 mm messing folieband = brede opvullende 50 Ω , secundair met dik geïsoleerd montagedraad, precies "vol" gewikkeld.

type-3 = "volle" 450 Ω en enkele 50 Ω , de laatste gelijkmatig verdeeld, beide met dik montagedraad

type-4 = idem, maar 50 Ω met dubbele draad voor betere opvulling van 50 Ω

type-5 = één brede goed opvullende 6-aderige flatcable bandwikkeling: aders om en om aangesloten in: 3x parallel in 50 Ω tak, en 3x in serie voor 450 Ω luswikkeling

type-6 = getwist met dun geïsoleerd telefoonkabeldraad, zoals type-1. Heeft veel meer open ruimte dan type-1

type-7 = 450 Ω in dik litze draad en 50 Ω eveneens daarmee, beide verdeeld over het volledige kernoppervlak.

type-8 = 450 Ω in dik litze draad en 50 Ω enkel dik montagedraad, beide verdeeld over het volledige kernoppervlak.

type-9 = nog een keer, maar met dubbele 50 Ω voor betere opvulling

type-10 = autotrafo 1

type-11 = autotrafo 2

type-12 = autotrafo 3

vergelijkings test 4C6 + 3E25 - 1													
MHz	type - 1 met comp.				type - 2 met comp.				type - 3 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1													
0,2													
0,5													
1,0													
1,1	46	1,0	?	niet	46	1,0	46	1,0	47	1,0	47	1,0	
5	45	1,2		vold.	45	1,1	45	1,1	46	1,1	46	1,0	
10	46	1,4		OK	45	1,2	44	1,0	46	1,4	46	1,0	
15	48	1,5			45	1,4	43	1,0	48	1,5	48	1,0	
20	49	1,7			46	1,4	44	1,0	52	1,7	52	1,0	
25	54	2,0			48	1,6	45	1,0	55	1,9	56	1,0	
30	60	2,3			49	1,7	46	1,0	62	2,1	59	1,0	
35	65	2,7			52	1,8	47	1,1	68	2,4	60	1,2	

- $n_{50\Omega}=5$, 4x dik montagedraad, getwist. 450Ω in luswikkeling
Deze trafo is volledig volgens het boekje: getwiste streng wikkeling. Niet goed.
- $n_{50\Omega}=5$, 5 mm messing folieband voor 50Ω , sec. "vol" wikkeling $C_{HFcomp} = 54pF$
- $n_{50\Omega}=5$, 450Ω "vol" en 50Ω enkel dik montagedraad, goed verdeeld $C_{HFcomp} = 68pF$

vergelijkings test 4C6 + 3E25 - 2													
MHz	type - 4 met comp.				type - 5 met comp.				type - 6 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1													
0,2													
0,5													
1,0													
1,1	47	1,0	47	1,0	48	1,0	46	1,0	46	1,0	45	1,0	
5	46	1,1	45	1,0	46	1,1	45	1,1	45	1,1	45	1,0	
10	46	1,2	45	1,0	45	1,1	44	1,1	45	1,3	44	1,0	
15	45	1,3	44	1,0	44	1,1	42	1,0	44	1,4	42	1,0	
20	48	1,4	45	1,0	45	1,3	43	1,0	46	1,5	43	1,0	
25	49	1,5	46	1,0	46	1,3	43	1,0	46	1,6	44	1,0	
30	53	1,6	48	1,0	46	1,4	43	1,1	49	1,8	46	1,0	
35	52	1,8	48	1,0	45	1,5	41	1,3	51	2,1	47	1,0	

- $n_{50\Omega}=5$, 450Ω "vol" dik montagedraad, 50Ω dubbele draad $C_{HFcomp} = 47pF$
Meest simpele methode met toch prima resultaat, wel 50Ω dubbel nemen!!
- $n_{50\Omega}=5$, opvullende flatcable wikkeling, $450\Omega=3x$ in serie, $50\Omega=3x$ parallel
Niet verwacht: Z stabiel en SWR al laag zonder compensatie. $C_{HFcomp} = 32pF$
- $n_{50\Omega}=5$, getwist $0,2$ mm plastic geïsoleerd telefoonkabel draad $C_{HFcomp} = 62pF$
 C_{HFcomp} is groter dan bij type-4), dus meer spreidings-L

vergelijkings test 4C6 + 3E25 - 3													
MHz	type - 7 met comp.				type - 8 met comp.				type - 9 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1													
0,2													
0,5													
1,0													
1,1													
5	46	1,0			46	1,0			46	1,0	46	1,0	
10	45	1,2			45	1,2			45	1,1	45	1,0	
15	46	1,4			46	1,4			45	1,3	45	1,0	
20	49	1,5			49	1,6			45	1,4	43	1,0	
25	53	1,7			52	1,8			46	1,5	45	1,0	
30	58	1,9			58	2,2			48	1,6	47	1,0	
35	66	2,1			68	2,4			50	1,8	49	1,0	
	71	2,5			73	2,7			53	2,1	51	1,0	

7) $n_{50\Omega}=5$, 450 en 50 Ω gewikkeld met dik litze draad en goed verdeeld

8) $n_{50\Omega}=5$, 450 Ω met litze, 50 Ω enkeladerig dik montagedraad

Let op: 50 Ω enkel geeft hier een zeer slecht resultaat! Dat doen we dus NIET.

9) $n_{50\Omega}=5$, 450 Ω met litze, 50 Ω dubbeladerig dik montagedraad

$C_{HFcomp} = 47pF$

Niet onaardig resultaat. Met montagedraad ipv litze gaat dus net zo goed.....

AUTO trafo vergelijkings test 4C6 + 3E25 - 4													
MHz	type - 10 met comp.				type - 11				type - 12 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1	± 50												
0,2	± 50												
0,5	± 45												
1,0	± 45												
1,1	46	1,0			46	1,0	46	1,0	46	1,0			
5	45	1,1			47	1,4	49	1,0	45	1,1			
10	43	1,1			55	2,0	63	1,2	44	1,1			
15	42	1,1			66	2,6	61	1,8	42	1,2			
20	40	1,2			83	3,2	46	3,1	42	1,3			
25	37	1,4			100	4,1	30	5,4	42	1,4			
30	35	1,6			120	4,6	X		41	1,5			
35	32	1,8			148	6,2	X		39	1,7			

10) $n_{50\Omega}=5$, autotrafo, 50 Ω met dubbele draad, 450 (restant) en 50 beiden 1x rond
Z zakt veel te veel. Para-C is te hoog!

11) $n_{50\Omega}=5$, autotrafo, eerste trafo: 50 Ω enkel draad, 50 en 450 beiden 1x rond

De tweede trafo is een extra wikkelpoging, samen slechts één keer rond, is bij 25MHz al 30 Ω , SWR 5,4. Aftakking dus halverwege in de wikkeling. Ook niets dus.

12) $n_{50\Omega}=5$, autotrafo met getwist dun telefoonkabel draad, 4 strengen.

450 Ω is met luswikkeling, dus 3x rond voor betere koppeling.

De resultaten van de 3 autotrafo testen zijn net tegenovergesteld van wat verwacht werd. Bandbreedte is slechter dan met gescheiden wikkelingen, ipv beter. Dat weten we weer.

D)

Ook een aantal vergelijkings testen met 4C6 + 3E1 36 mm ringen.

Aan het eind een bijzondere test toegevoegd: 3E25 oranje in 36mm als vervanger voor 3E1 groen 36mm.

Of meer windingen behalve een veel lagere start frekwentie ook nog wat nadelen hebben....

Een dikke kern die niet "meedoet" zorgt voor een groter aandeel van het wikkeloppervlak dat nutteloos is. Dus een grotere spreidingszelfinductie.

De grote ringensets doen het met 5 windingen voor 50Ω al een fractie minder goed op de hoogste frekwenties dan de kleinere ringensets.

LF compensatie is meestal getest aan de 450Ω kant, aan de 50Ω kant is beter.

Vergelijkings testen met 4C6 + 3E1 36 mm - 1													
MHz	type - 1 met comp.				type - 2 met comp.				type - 3 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1							±55	±OK				±50	±OK
0,2							±50	OK				±50	OK
0,5							±50	OK				±50	OK
1,0							±50	OK				±50	OK
1,1	49	1,0	49	1,0	49	1,0	49	1,0	50	1,0	51	1,0	
5	48	1,0	48	1,0	49	1,1	48	1,0	48	1,1	47	1,0	
10	46	1,2	44	1,1	50	1,4	51	1,0	46	1,4	45	1,0	
15	43	1,4	41	1,1	51	1,6	52	1,0	44	1,9	43	1,0	
20	42	1,7	39	1,3	57	1,9	56	1,0	50	2,7	54	1,0	
25	45	2,1	41	1,3	62	2,2	61	1,3	65	4,1	78	1,7	
30	52	2,6	48	1,0	71	2,5	65	1,4	85	5,1	70	2,9	
35	62	3,7	55	1,2	79	3,0	62	1,6	114	8,2	40	5,2	

1)

$n_{50\Omega} = 7(!)$, OK t/m 15 à 20 MHz. berekende $f_{\min} = 190\text{kHz}$, $C_{\text{HFcomp}} = ?\text{pF}$
 $450\Omega = 3x$ luswikkeling (=3x rond), $50\Omega = \text{dubbel}$, enkel is nog veel slechter

Iets verder met type-7) in deze serie is een soortgelijke test met luswikkeling, maar dan met slechts 5 windingen voor de 50Ω wikkeling.

2)

$n_{50\Omega} = 7(!)$, dubbel, berekende $f_{\min} = \pm 190\text{kHz}$, OK t/m 20 à $\pm 25\text{MHz}$. $C_{\text{HFcomp}} = 82\text{pF}$
 $C_{\text{LFcomp}} = 9\text{nF}$, 450Ω is precies "vol" gewikkeld

3)

$n_{50\Omega} = 10(!)$, berekende $f_{\min} = \pm 90\text{kHz}$, OK t/m 15 à 20 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 130\text{pF}$
Gewikkeld met 4 strengen getwist dun telefoonkabeldraad (1:3), 50Ω dus ENKEL!

$C_{\text{LFcomp}} = 13,5\text{nF}$

Deze trafo is gemaakt precies volgens de geldende norm, dat is dat er een vaste koppeling moet zijn tussen de primaire en secundaire. Dit wordt dan bereikt door intens te twisten en met een streng te wikkelen. Voor een hogere impedantie zet je dan een aantal draden uit de streng in serie. Dit werkt dus voor een hogere impedantie dan gemiddeld helemaal NIET goed om een hoge bandbreedte te halen!! De parasitaire C heeft een negatievere invloed dan lossere koppelen.....

Kijk ter vergelijking eens naar type-9

Vergelijkings testen met 4C6 + 3E1 36 mm - 2													
MHz	type - 4 met comp.				type - 5 met comp.				type - 6 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1							±50	X				±60	±OK
0,2							±55	OK				±50	OK
0,5							50	OK				50	OK
1,0							50	OK				50	OK
1,1	49	1,0			gaat	48	1,0	47	1,0	49	1,0	49	1,0
5	47	1,0			niet	46	1,1	46	1,0	46	1,1	46	1,1
10	45	1,0				47	1,3	47	1,0	46	1,4	45	1,1
15	42	1,1				47	1,4	46	1,0	43	1,6	41	1,1
20	41	1,3				51	1,7	50	1,0	45	2,1	42	1,1
25	40	1,4				55	1,9	54	1,0	56	3,5	68	1,4
30	38	1,5				60	2,2	57	1,0	104	6,9	59	4,0
35	36	1,8				65	2,4	58	1,3	162	4,3	25	6,7

4)

$n_{50\Omega} = 5$ flatcable band, 450Ω dus 3x lus, berekende $f_{\min} = \pm 350\text{kHz}$, OK t/m 10 à 15MHz. (da's niet erg veel).

Kompensatie helpt niet, er is dus al teveel parasitaire C.

Daarom dus.....

5)

$n_{50\Omega} = 5$ (dubbel), berekende $f_{\min} = \pm 350\text{kHz}$, OK t/m 25 à 30 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 65\text{pF}$

450Ω is "vol" met dik montagedraad, $n_{450\Omega} = 15$, resultaat gaat net.

450Ω -kant $C_{\text{LFcomp}} = 4,5\text{nF}$

6)

$n_{50\Omega} = 7(!)$, berekende $f_{\min} = \pm 190\text{kHz}$, OK tot ± 20 MHz. $C_{\text{HFcomp}} = 132\text{pF}$

$C_{\text{LFcomp}} = 9\text{nF}$, 50Ω is met 6 mm messing folieband, 450Ω "vol",

$n = 7$ is dus teveel gevraagd op deze kerntypes, geen goed maximum van 30 MHz meer.

Vergelijkings testen met 4C6 + 3E1 en 3E25 36 mm - 3													
MHz	type - 7 met comp.				type - 8 met comp.				type - 9 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1							±48	OK				±45	OK
0,2				±42	OK		±48	OK				±48	OK
0,5				48	OK		±48	OK				±48	OK
1,0				48	OK		±48	OK				±48	OK
1,1	48	1,0	48	1,0	47	1,0	47	1,0	46	1,0	46	1,0	
5	44	1,2	44	1,2	45	1,2	45	1,1	45	1,1	44	1,1	
10	46	1,4	45	1,1	47	1,4	47	1,0	45	1,2	43	1,0	
15	46	1,5	44	1,0	49	1,5	49	1,0	43	1,4	42	1,0	
20	47	1,6	45	1,0	52	1,6	52	1,0	42	1,5	42	1,1	
25	49	1,9	46	1,0	55	1,9	52	1,0	45	1,7	42	1,2	
30	57	2,1	48	1,0	61	2,1	54	1,0	51	2,3	52	1,3	
35	61	2,6	52	1,0	65	2,3	54	1,1	66	3,2	86	1,7	

7)

$n_{50\Omega} = 5$, 4C6 + 3E1 (36mm), berekende $f_{\min} = \pm 350\text{kHz}$

$C_{\text{HFcomp}} = 75\text{pF}$

Werkt goed over een breed frekwentie gebied!

$450\Omega = 3 \times$ luswikkeling (=3x rond) net als type 1, maar met iets minder wikkelingen.

50Ω is ook met dubbele draad.

$C_{\text{LFcomp}} = 47,25 \text{ nF}$, zeer scherp! (aan de 50Ω kant gemeten)

8)

$n_{50\Omega} = 5$, 4C6 + 3E25 (36mm), berekende $f_{\min} = \pm 172\text{kHz}$

$C_{\text{HFcomp}} = 68\text{pF}$

50Ω met dubbele draad. 1:3: 450Ω met enkele draad "vol" gewikkeld.

$C_{\text{LFcomp}} = \pm 84 \text{ nF}$, aan de 50Ω kant. Lijkt bruikbaar vanaf $\pm 100\text{kHz}$ en tot ± 25 à 30 MHz met de aanbevolen wikkelmethode. Vergelijk met de volgende, type-9!

3E25 is de goede vervanger voor 3E1. Daarvoor moet deze trafo vergeleken worden met type 5). Dat is de dezelfde trafo, maar met een andere hoge A_L ring. Ziet er zeer gunstig uit. Deze nieuwe ring heeft een hogere A_L waarde, dus gaat bijna vanzelf 2x zo laag in frekwentie. Het "hoog" is er niet slechter op geworden. Aanbevolen als grote ringen set met het breedste bereik. Vergelijkbare "dikke" Amidon set is duoblok type 4) uit de duoblokken test. (2 maal FT114A). Die begint pas rond de 500 kHz . (heeft dan wel een mooier "hoog" gebied) Deze set gaat wel een faktor 3 lager.....

9)

$n_{50\Omega} = 4 \times 5$, 4C65 + 3E25 (2x36mm), berekende $f_{\min} = \pm 172\text{kHz}$

$C_{\text{HFcomp}} = 68\text{pF}$

50Ω met 4-voudige draad. 1:3: 450Ω met dubbele draad. Een variatie op type-8.

$C_{\text{LFcomp}} = \pm 100 \text{ nF}$, aan de 50Ω kant. Lijkt bruikbaar vanaf $\pm 100\text{kHz}$ tot $\pm 25 \text{ MHz}$.

Veel meer takken parallel voor 50Ω en 2 voor 450Ω om minder spreidings L te krijgen. Volledig "dicht" gewikkeld. In het gedeelte TOT 25 MHz is het beter, de Z is stabiel. Maarrr, daarboven is het een stuk slechter! Waarschijnlijk is de parasitaire capaciteit door de grote hoeveelheid "koper" veel te groot geworden. Er zit nu dus een soort van laagdoorlaat effect in. Rechtere karakteristiek TOT 25MHz en daarna veel sneller naar beneden! Met slechts één tak voor 450Ω zit het een beetje tussen type-8 en -9 in. Bij $\pm 5\text{MHz}$ hebben alledrie de trafo's een "overnamedipje" in de Z.

E)

Nog een aantal pogingen met 4C6 (23 mm paars) + 3E25 (27 mm oranje) duoset om 50Ω aan 800Ω aan te passen. Bedoeld om een mosfetdrain NIET actief, maar met een trafo aan te passen aan 50Ω . De max. haalbare bandbreedte valt even tegen....

En het liefst wilde ik het al vanaf 10kHz.... (Een power(mos)fet aanpasser aan een actief sprietje voor VLF toepassingen, versterker met zeer hoge dBm waarde)

Ook nog een poging met andere ringen, o.a. de dikke 4C6+3E1 ringen van 36 mm

Vergelijkings test 4C6 + 3E25 Z=1:16 800Ω bandbreedte poging - 1															
MHz	type - 1 1:4 test!				type - 2 met comp.				type - 3 met comp.						
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR		
1,1	53	1,0			niet	49	1,0			helpt	54	1,0			helpt
5	52	1,0			nodig	45	1,4			niet	51	1,0			niet
10	51	1,0				36	1,8				48	1,0			
15	49	1,0				27	2,1				42	1,0			
20	51	1,0				20	2,8				36	1,4			
25	52	1,0				14	3,7				29	1,9			
30	52	1,0				12	5,0				25	2,2			
35	52	1,1				16	6,4				26	3,0			

1)

$n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min}=\pm 200\text{kHz}$, overall OK zonder comp. geen comp.

let op: dit is een $n_1:n_2=1:2$, $Z_1:Z_2=1:4$ test (bedoeld voor in cascade naar 800Ω)

Wikkelmethode is autotrafo principe, geen gescheiden wikkelingen.

2)

$n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min}=\pm 200\text{kHz}$, NIET OK te krijgen, C-parasitair al veel te hoog...

Dit is de cascade test, 2e trafo $n_{200\Omega}=10$. Deze methode is niet toe te passen.

Wikkelmethode is 2 maal autotrafo principe in cascade, geen gescheiden wikkelingen.

3)

$n_{50\Omega}=5$ met 7 mm messing folieband, berekende $f_{\min}=\pm 200\text{kHz}$, bruikbaar tot max. 15

MHz. 800Ω met dubbel posijndraad 0,35 mm ($n=20$) $Z_{\text{sec}}=2 \times 470\Omega$ composiet in serie.

C-parasitair net te hoog. 800Ω eerst op de kern, folieband eroverheen.

Vergelijkings test 4C6 + 3E25 max. bandbreedte test 800Ω poging - 2													
MHz	type - 4 met comp.				type - 5 met comp.				type - 6 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,2												55	OK
1,1	54	1,0		comp. helpt	54	1,0		comp. helpt	57	1,0	57	1,0	
5	52	1,0		niet	52	1,0		niet	56	1,0	56	1,0	
10	50	1,0			51	1,0			55	1,1	54	1,0	
15	46	1,0			48	1,0			54	1,2	52	1,0	
20	45	1,0			47	1,0			52	1,3	50	1,0	
25	40	1,1		gaat	45	1,1		gaat	52	1,4	48	1,0	
30	36	1,5		net!	42	1,3		net!	53	1,5	48	1,0	
35	33	1,7		X	39	1,6		X	52	1,8	50	1,2	

4)

$n_{50\Omega}=5$, zelfde 50Ω als type-3, maar eerst op de kern. Dun telefoondraad met dikke isolatie daar losjes overheen, 800Ω (n=20) draad niet over elkaar wikkelen! 800Ω zeer C-arm houden. Haalt het max. niet echt, maar is toe te passen! Moet net kunnen.

5)

$n_{50\Omega}=5$ met dik dubbele montagedraad. 50Ω eerst op de kern, 800Ω zelfde als bij type-4. Zelfs nog een pietsje beter als type-4. Berekende $f_{\min} = \pm 200$ kHz. Open secundair Z meting: 250Ω=8MHz, 200Ω=12MHz, 150Ω=17,8MHz, 100Ω=24MHz, 50Ω=35MHz.

6)

$n_{50\Omega}=6$, (800Ω=24) zelfde konstruktie als in 5) maar met extra tape opvulling om een nog lagere para-C tussen de wikkelingen te bereiken. Berekende $f_{\min} = \pm 140$ kHz.

$C_{LF\text{comp}} = \pm 60 - 100\text{nF}$ (500kHz - 140 kHz) berekend = 100nF, alles voor de 50Ω kant.

$C_{HF\text{comp}} = 37\text{pF}$ Er is HF-kompensatie mogelijk! Dat betekent dat de para-C net NIET te hoog was. Het werkt! Met open secundaire iets betere Z als type 5).

vergelijkings test 4C6 + 3E25 800Ω poging - 3												
MHz	type - 7 met comp.				type - 8 met comp.				type - 9 met comp.			
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
1,0											±60	OK
1,1	48	1,0		helpt	44	1,1		helpt	57	1,0		
5	46	1,0		niet	43	1,2		niet	56	1,0		
10	43	1,2			42	1,2			54	1,0		
15	38	1,3		Cpara	40	1,3			50	1,0		
20	34	1,6		te	39	1,3			48	1,0		
25	30	1,8		hoog	37	1,5			44	1,2		helpt
30	27	2,2			34	1,7			41	1,4		niet
35	23	2,6			33	1,9			39	1,7		

7) $n_{50\Omega}=6(!)$, flatcable wikkeling test 1:4, 50:800Ω. Kompensatie helpt niet.

8) $n_{50\Omega}=4(!)$, folieband wikkeling. 800Ω (n=16) "vol" dik montagedraad. Kompensatie helpt niet. C parasitair veel te hoog.

9) $n_{50\Omega}=6(!)$ teflon+dubbel, vrijwel zelfde als type 6). Berekende $f_{\min} = \pm 140\text{kHz}$. $C_{\text{LFcomp}} = \pm 72 - 84\text{nF}$. Toch al teveel para-C effect. Parasitaire HF effecten hebben veel variatie, hangt veel af van over elkaar wikkelen. En het vooraf dichttappen van de kieren van de 2x 50Ω wikkeling.

Vergelijkings test met gevarieerde ringen 800Ω poging - 4												
MHz	type - 10 met comp.				type - 11 met comp.				type - 12 met comp.			
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
1,0			50	OK								
1,1	55	1,4										
5	51	1,0										
10	49	1,0		high								
15	49	1,0		comp.								
20	50	1,0		niet								
25	47	1,0		goed								
30	42	1,3										
35	38	1,4										

10) $n_{50\Omega}=4$, berekende $f_{\min} = \pm 1,5\text{MHz}$, kan nog vanaf 1 MHz.

ringen set = FT114-77+FT114A-61 (dun+dik), $C_{\text{LFcomp}} = \pm 9\text{nF}$, aan de 50Ω kant. Voor een beperkt gebied werkt het, NIET breedbandig helaas, al teveel C-parasitair

11) $n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min} = \pm xx\text{MHz}$, OK vanaf xx MHz.

$$C_{\text{HFcomp}} = xx\text{pF}$$

12) $n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min} = \pm xx\text{MHz}$, OK vanaf xx MHz.

$$C_{\text{HFcomp}} = xx\text{pF}$$

F)

Is 5 windingen voor 50Ω niet te krap, kan er niet meer op? Enkele testen om te zien wat er gebeurt met de maximum f bij hogere windingsaantallen.

Getest met de "standaard" duo set 4C6 + 3E25 (23 + 27 mm).

Vergelijkings test aantal windingen tov bandbreedte 4C6+3E25 23+27mm												
MHz	type - 1 met comp.				type - 2 met comp.				type - 3 met comp.			
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z
1,1	48	1,0	49	1,0	48	1,0	48	1,0	48	1,0	48	1,0
5	48	1,1	48	1,0	48	1,0	48	1,0	47	1,0	46	1,0
10	48	1,3	48	1,0	48	1,3	48	1,0	47	1,2	46	1,0
15	48	1,4	49	1,0	49	1,4	48	1,0	46	1,3	45	1,0
20	50	1,7	51	1,0	51	1,5	51	1,0	48	1,4	46	1,0
25	54	1,0	56	1,0	54	1,8	52	1,0	49	1,6	48	1,0
30	61	2,5	61	1,3	58	2,0	55	1,0	52	1,7	49	1,0
35	73	3,0	65	1,5	62	2,2	58	1,1	54	1,9	50	1,0

- $n_{50\Omega}=7$, $n_1 \cdot n_2=1:3$, berekende $f_{\min}=\pm 100\text{kHz}$, 450Ω met heel dun draad
 50Ω dubbel met dik montagedraad, $450\Omega = \pm 0,2$ mm geïsoleerd $C_{\text{HFcomp}}=80\text{pF}$
 - $n_{50\Omega}=7$, berekende $f_{\min}=\pm 100\text{kHz}$, 450Ω met normaal telefoonkabel draad met dikkere isolatie als in 1). 50Ω dubbel met dik montagedraad $C_{\text{HFcomp}}=60\text{pF}$
 - $n_{50\Omega}=6$, berekende $f_{\min}=\pm 140\text{kHz}$, 450Ω met normaal telefoonkabel draad
 50Ω dubbel met dik montagedraad $C_{\text{HFcomp}}=48\text{pF}$
- 6 windingen, capaciteits arm, zou net moeten kunnen!

Vergelijkings test aantal windingen tov bandbreedte 4C6+3E25 23+27mm												
MHz	type - 4 met comp.				type - 5 met comp.				type - 6 met comp.			
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z
1,1	49	1,0	49	1,0	46	1,0	46	1,0				
5	48	1,1	48	1,0	45	1,1	45	1,0				
10	49	1,4	49	1,0	45	1,3	44	1,0				
15	49	1,6	51	1,0	45	1,4	43	1,0				
20	54	1,9	55	1,0	46	1,5	45	1,0				
25	61	2,2	63	1,3	49	1,6	47	1,0				
30	73	3,0	70	1,6	51	1,8	48	1,0				
35	91	3,7	64	2,2	54	1,9	48	1,0				

- $n_{50\Omega}=8$, berekende $f_{\min}=\pm 75\text{kHz}$, 450Ω met normaal telefoonkabel draad
 50Ω dubbel met dik montagedraad. Haalt met moeite 20 MHz! $C_{\text{HFcomp}}=87\text{pF}$
 8 windingen is echt teveel voor breedbandtoepassing, vergelijk met de volgende:
- $n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min}=\pm 200\text{kHz}$, 450Ω met normaal telefoonkabel draad
 50Ω dubbel met dik montagedraad $C_{\text{HFcomp}}=45\text{pF}$
 De enkele en dubbele ring testen zijn gedaan met dik montagedraad voor de 450Ω , met dun draad is vrijwel hetzelfde resultaat.
- $n_{50\Omega}=5$, berekende $f_{\min}=\pm \text{xxMHz}$, $C_{\text{HFcomp}}=\text{xxpF}$

Impedantie omzetten, het kan ook anders:

Behalve met het hiervoor overal toegepaste transformator principe om een aanpassing te krijgen tussen twee verschillende impedanties, is het ook zeer breedbandig mogelijk met behulp van het golfgeleider principe. Of, naar de ontwerpers van twee speciale uitvoeringen ervan, a) het Guanella principe en b) het Ruthroff principe.

a) De Guanella methode is, behalve bij 1 op 1 gebruik (balanced/unbalanced), bijna altijd een **symmetrisch** naar **symmetrische** omzetting. Wijk je daar van af, één kant a-symmetrisch kan net, dan werkt het al minder goed. Het beste is asymmetrisch naar symmetrisch via nog een extra 1 op 1 (Guanella) omzetter te doen. Eigenlijk zijn alle Guanella omzetters mantelstroom onderdrukkers en blijven bij gelijke lengte van de wikkelingen de signalen in fase. Daarom zijn bij zeer hoge frekwenties (bijv. boven de 100 MHz) de totale lengtes van het "wikkeldraad" niet kritisch. De Guanella methode zal daardoor altijd veel breedbandiger zijn dan de Ruthroff methode.

b) Het Ruthroff principe lijkt erop, maar is net even anders. De basismethode bij het Ruthroff principe is **asymmetrisch** naar **asymmetrisch**. Hoewel asymmetrisch naar symmetrisch eveneens niet onmogelijk is. Ruthroff gaat uit van het in fase of tegenfase koppelen van signalen m.b.v. stukjes golfgeleiders om een impedantie omzetting te bereiken. Juist daarom is het fase verloop van het signaal over de lengte van het "wikkeldraad" van grote invloed bij zeer hoge frekwenties. Omdat bijv. het uitgangssignaal van een stukje golfgeleider opgeteld wordt bij het input signaal. Is bij de Guanella methode altijd een "input" en een "output" zijde te herkennen (links/rechts bijv.) aan de striplijn wikkelingen, bij Ruthroff is er altijd sprake van terugkoppeling van linker en rechter kant van signalen om de juiste impedantie omzetting te bereiken. Het wordt er soms wat minder doorzichtig door wat de verhouding van de impedantie omzetting precies is.

Guanella wat meer in detail

Het Guanella principe bestaat uit stukjes speciale coax of lintlijn met een nauwkeurig bepaalde impedantie: in ons geval bijv. een impedantie van 150 of 200 Ω (bijv. stripjes afgescheurde 2 aderige flatcable als lintlijn, of zelfgemaakte coax met afwijkende Z), die ieder voor zich op een ring of **ringdeel** gewikkeld worden. De bedoeling van het wikkelen is NIET om te transformeren, maar om begin en eind "elektrisch" van elkaar te isoleren. De impedantie moet op de laagste frekwentie een aantal malen de striplijn impedantie zijn. Net als bij de 50 Ω trafo's bijv. 4 maal. Heen en teruggaande stroom lopen langs elkaar, dus is er voor de hoofdstroom GEEN magnetisch veld. Populair uitgelegd: de staande golven gaan er niet meer door. We kiezen bijvoorbeeld voor 3 strengen van 150 Ohm symmetrische lijn op 3 afzonderlijke (kleine) ringensets. Aan de ene kant zet je de aderpennen in serie en tel je de impedanties bij elkaar op: $3 \times 150 = 450 \Omega$, en aan de andere kant zet je de drie takken parallel: dat geeft dan $150/3 = 50 \Omega$. Probeer wel "onder" en "boven" van alledrie de strengen goed uit elkaar te houden, zodat de fase van de 3 gekoppelde signalen hetzelfde is. Dus aan de 450 Ω kant "onder" van de ene streng aan "boven" van de andere streng, enzovoort. Gebruik voor het gemak eventueel gekleurde (regenboog) flatcable. In het geval van 4 takken met 200 Ω flatcable: $4 \times 200 \Omega = 800 \Omega$ aan de ene kant, en $200\Omega/4 = 50 \Omega$ aan de andere kant.

Helaas zijn beide aansluitingen symmetrisch, niet asymmetrisch! Dus volgt stap 2: 50 Ω symmetrisch naar 50 Ω asymmetrisch is nog een ring(set) met alleen dunne coax van 50 Ω erop. Let op: de 450 Ω kant is nog symmetrisch, wel voor in een dipool, dus voor in een T2FD antenne, NIET optimaal voor in een enkele draad MLB toepassing! Deze golfgeleider truuk werkt, net als het transformator principe, dus ook prima. Het is zonder speciale maatregelen vanzelf al breedbandig. Het wordt, als je het goed doet, wel een stuk volumineuzer. In plaats van één blok met bijv. twee ringen voor een "gewone" trafo, heb je nu wel vier (of 5) van die blokken nodig. Anders heb je niet voldoende zelfinductie om ook op de lagere frekwenties nog enig effect te hebben. Het Ruthroff principe is voor onze ideale enkeldraads MLB beter geschikt dan het Guanella principe, omdat "Ruthroff" beter geschikt is voor asymmetrische toepassingen. Er zijn ook ongeveer de helft minder ringensets nodig. De Ruthroff meetgegevens, verkregen met dezelfde onderdelen als de Guanella omzetting, zijn helaas net iets minder mooi! De gewone trafo werkt dan beter.

Uitgebreide metingen hebben aangetoond dat ook bij deze omzetmethodes een te hoge impedantie (800 Ω) zeer ernstig te lijden heeft van parasitaire effecten, o.a. de capaciteit naar de ring toe. Die krijgt op hogere frekwenties een niet meer te verwaarlozen zeer negatieve invloed. Ook met deze methode zijn te hoge impedanties over een groot frekwentie gebied niet simpel goed te krijgen. Bijv. 6,8 pF op 30 MHz parasitair is ook met deze methode een ongewenste impedantie van 780 Ω . Het komt er op neer dat de Z van de parasitaire C's even groot of zelfs lager komen dan de gewenste Z. Dan werkt het dus niet meer.....

Zie het volgende metingen deel voor praktijkervaring. En zie voor een zeer diepgaande uitleg de ARRL uitgave: Transmission Line Transformers.

Ter vergelijking met de gewone transformator methode zijn enkele Guanella golfgeleider testen op een aantal verschillende (duo)sets ringkernen toegevoegd. Ook nog enkele pogingen om te vergelijken met het Ruthroff principe.

Voordat we daar aan beginnen moet je eerst nog passende striplijn hebben om als golfgeleider te gebruiken! Dat zoeken we even uit en maken we zelf. Golfgeleiders zijn in dit geval niets anders dan miniatuur "lintlijn" met een bepaalde geselecteerde impedantie. Bijvoorbeeld een strip gewone flatcable! Afhankelijk van het soort flatcable zijn door mij, losliggend op tafel, karakteristieke impedanties gemeten van 120 tot 165 Ω . Op een ferriet ring gewikkeld zakt de karakteristieke impedantie nog iets. Meetmethode is d.m.v. het toevoeren van een zeer smalle puls (50 - 200 nsec) met "lange" tussenpauze's (1 - 5 μ sec) via een aanpas (R) netwerk, waar ook een 100MHz scoop op is aangesloten. Aan het eind van het te meten stuk kabel met een mini instelpotmetertje van 250 Ω net zolang pielen tot de reflectie exact nul is. De waarde van de potmeter is dan de Z_0 van de kabel. De testkabel niet al te kort nemen, anders wordt het wel erg lastig: 30 tot 50 cm werkt al goed om te meten, wat langer mag ook. Op de rol gemeten is de impedantie een fractie lager dan los op tafel.... Gebruik je meetapparatuur die niet zo hoog in frekwentie gaat, dan gewoon meer kabellengte nemen!

Gemeten is, indien niet anders vermeld, met een reepje van 2 aparte losgescheurde draadjes aan elkaar! O.a. gemeten aan:

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1) dunne gekleurde (regenboog) flatcable | $Z_0 = 120\Omega$ |
| 2) standaard blauw/grijze flatcable | $Z_0 = 140\Omega$ |
| 3) idem, maar dan met 3 aders en op de buitenste 2 gemeten | $Z_0 = 290\Omega$ |
| 4) dikke gekleurde flatcable, NIET voor knijppluggen bedoeld | $Z_0 = 155 \text{ à } 165\Omega$ |
| 5) "Gamma" tweelingsnoer 2x 0,75 ² voor 220 V | $Z_0 = 123\Omega$ |
| 6) PTT wit/blauw voor interne PTT-centrale bedrading | $Z_0 = 127 \text{ à } 132\Omega$ |
| 7) Voor in de auto bedoeld rood/zwart tweelingsnoer 2x 1,5 ² | $Z_0 = 120\Omega$ |

Alles werkt het beste als er niet teveel van de karakteristieke impedantie wordt afgeweken. Voor 3 sets (1 op 3) hebben we dus striplijn nodig van ongeveer 150Ω. Drie keer parallel is dan 50Ω. Aan de andere kant drie keer in serie is dan 3x 150 = 450Ω. Als striplijn zijn daarom stukjes flatcable van gelijke lengte gebruikt van type-4. Voor 4 sets (1 op 4) hebben we eigenlijk 200Ω striplijn nodig! Dat is hier niet gedaan... De resultaten zijn dus niet best. In plaats van losse ringkernen kan er ook gebruik gemaakt worden van hele grote clamps voor 40 of 50 aderige flatcable. De 3 of 4 stripline takken liggen daar netjes naast elkaar in gewikkeld. Nogmaals: de nuttige energie heeft GEEN uitwendig veld met deze methode, want heen en terug zitten in dezelfde striplijn! Ze moeten wel een hoge A_L waarde hebben en goed doorlopen in het hoge frekwentie gebied. De hier toegepaste kern is dus te krap voor het lage f gebied...

Hoeveel "wikkeldraad" moet er voor deze toepassing op? Net als er voor 50Ω minstens een Z van 200Ω nodig is, is er voor deze methode een Z nodig die minstens 4x de Z_0 van de striplijn is. Dan is staande golf onderdrukking vanaf die frekwentie redelijk en wat hoger prima. De aangepaste formule uit de minimum frekwentie appendix (komt later nog) is:

$$f_{\min} = \frac{4 \cdot Z_0 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot N^2 \cdot A_L} = \frac{600 \cdot 10^6}{6,28 \cdot N^2 \cdot A_L} \quad \text{in kHz} \quad Z_0 \text{ flatcable} = 150\Omega$$

Op de volgende bladzijden volgen de Guanella metingen voorzien van uitleg over de kernen en wikkelmethode. Ertussen zit ook de omzetting met het Ruthroff principe.

Vergelijkings test met Guanella golfgeleider omzeters van 50 -> 450Ω												
MHz	type - 1 met comp.				type - 2 met comp.				type - 3 met comp.			
f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1												
0,2							45	OK				
0,5							45	OK				
1,0							45	OK				
1,1	19	8,5	18	7,6	45	1,0	45	1,0	45	1,0		
5	43	1,8	44	1,7	47	1,0	47	1,0	45	1,0		
10	48	1,4	48	1,3	48	1,2	48	1,0	46	1,0		
15	46	1,3	46	1,0	48	1,3	47	1,0	43	1,1		
20	45	1,3	45	1,0	51	1,4	49	1,0	44	1,2		
25	46	1,4	44	1,1	55	1,5	51	1,0	44	1,3		
30	47	1,4	43	1,2	61	1,5	56	1,0	45	1,4		
35	46	1,5	42	1,3	66	1,6	57	1,0	45	1,4		

1)

Guanella omzetter op een grote EFC-40-N (40 aderige) flatcableclamp van KITAGAWA. 3x 5 windingen striplijn van $\pm 160\Omega$ naast elkaar op hetzelfde blok. Z-omzetting van 50Ω sym. naar 450Ω sym., geen aparte asym. tak toegevoegd. Berekende $f_{\min} = \pm 5\text{MHz}$, klopt wel zo te zien. $C_{\text{HFcomp}} = \pm 35$ tot 45pF . LF compensatie niet meer toegepast, is gewoon nu al te laag. A_L clamp = ± 800 , te laag voor deze toepassing.

2)

Guanella type op 4 aparte duo sets 3E2 (blauw) + 4C6 (23 mm), Z-omzetting 1:9, 3 sets met 10 windingen striplijn + 1 set met 10 windingen dunne teflon 50Ω coax. Het zijn in dit geval blijkbaar geen slechte ringen, of het moet aan de toepassing liggen. Het is hier GEEN trafo. A_L 3E2 = ± 3500 : berekende $f_{\min} = \pm 275\text{kHz}$. $C_{\text{HFcomp}} = 38\text{pF}$, $C_{\text{LFcomp}} = \pm 90$ à 120nF (50Ω kant). Beetje volumineus, maar niet slecht...

3)

Dezelfde 3 sets striplijn omzetting als 2), maar dan zonder coax deel.

Door het asymmetrisch belasten (?) van de 50Ω kant geeft dit blijkbaar zoveel para-C effect dat we al voorbij de ideale shunt waarde zijn, want nu werkt de dezelfde set rottig. Het ringetje extra met coax is dus verplicht bij deze!

Vergelijkings test met Guanella golfgeleider omzeters van 50 -> 450Ω													
MHz	type - 4 met comp.				type - 5 met comp.				type - 6 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1			±45	±			±45	±OK					
0,2			50	OK			48	OK					
0,5			50	OK			48	OK					
1,0			50	OK			48	OK					
1,1	51	1,0	51	1,0	48	1,0	48	1,0					
5	51	1,0	51	1,0	48	1,0	48	1,0					
10	51	1,0	50	1,0	49	1,1	49	1,0					
15	50	1,0	49	1,0	51	1,3	50	1,0					
20	52	1,2	50	1,0	52	1,3	52	1,0					
25	56	1,4	52	1,0	56	1,4	53	1,0					
30	60	1,4	56	1,0	60	1,4	56	1,0					
35	66	1,5	58	1,1	63	1,5	58	1,0					

4)

Guanella type op 4 aparte dunne 30 mm groene 3E1 ringen. (D=30, d=18, h=±8)
 Totale blok bestaat uit: 3x striplijn + 1x coax. Sym. 450Ω naar asym. 50Ω. Aantal windingen per ring = 14, meer strip ging er niet op. Veel A_L waarde variatie, dumpringen? De werking is OK. Hier gemiddelde waarde aangenomen: $A_L = \pm 2000$, berekende f_{\min} dan ±250kHz. Klopt! $C_{HFcomp} = 27pF$, $C_{LFcomp} = 60nF$. (50Ω kant)

5)

Guanella omzetter op de goede en veel gebruikte 3E25 (27mm) + 4C6 (23mm) duoset.
 Vier aparte trafo blokken met elk N=8. Meer strip gaat er niet op zonder dat kop en staart over elkaar gaan. Omzetting van 450Ω sym. naar 50Ω asym. $C_{HFcomp} = 28pF$, $C_{LFcomp} = 96nF$ (50Ω kant). Berekende f_{\min} ongeveer 230 kHz.
 Niet slecht....

6)

reserve

Vergelijkings test met andere golfgeleider omzeters													
MHz	type - 7 met comp.				type - 8 met comp.				type - 9 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1			±35	±			±35	±					
0,2			±40	OK			±42	OK					X
0,5			±40	OK			±45	OK			45		±
1,0			±42	OK			±48	OK			48		OK
1,1	42	1,2	42	1,2	47	1,0		HF	50	1,0	50	1,0	
5	41	1,3	42	1,3	47	1,0		comp.	48	1,0	48	1,0	
10	42	1,4	41	1,3	46	1,0		helpt	48	1,0	48	1,0	
15	43	1,4	42	1,2	43	1,2		niet	48	1,0	46	1,0	
20	44	1,4	43	1,2	41	1,3			45	1,0	44	1,0	
25	45	1,4	42	1,2	41	1,4			42	1,3	41	1,2	
30	45	1,4	42	1,3	40	1,5			43	1,5	42	1,4	
35	43	1,5	41	1,4	39	1,7			47	1,7	46	1,5	

7)

Een gedeelte van type 5) (twee ringensets) omgesoldeerd als Ruthroff omzetter met $Z_1:Z_2 = 1:9$. Alweer 50Ω op 450Ω , dit keer volledig Asym op Asym!

Dus 3E25 (27 mm) + 4C6 (23 mm) met $N=8$. $C_{LFcomp} = 50 - 60nF$. $C_{HFcomp} = 31pF$.

De impedantie blijft goed stabiel op dezelfde waarde, maar de SWR kan beter.

Wil net niet 1 op 1,0.

8)

Een gedeelte van type 4) omgesoldeerd als Ruthroff omzetter met $Z_1 : Z_2 = 1 : 9$

Dus twee ringen 3E1 (30 mm) met $N=14$. $C_{LFcomp} = 50 - 60nF$. C_{HFcomp} gaat helemaal niet! Impedantie zakt in elkaar bij hogere f: nu al teveel parasitaire capaciteit!

9)

Dezelfde ringenset als 5), maar dan met nog een set extra in een laatste poging met de Guanella methode om uit te komen op 800Ω sym. i.p.v. naar 450Ω sym. Dus $2x(10p4)$ ipv $2x(10p3)$. Berekende f_{min} hetzelfde dus ook ongeveer 230 kHz. $C_{HFcomp} = 23pF$, $C_{LFcomp} = \pm 38,5nF$ (50Ω kant). Gaat ook lastiger in het laag. Voor een beperkt frekwentie gebied doet hij het wel. De trafo methode gaat dan ook en wel met een vijfde van het aantal ringen..... Blijft sukkelen, gaat ook niet lekker.

Hoewel de SWR waardes niet overdreven slecht zijn werkt de Guanella methode niet echt beter dan de trafo methode over een zeer groot frekwentie gebied. Wanneer de dummy losgemaakt wordt, moet de Z aan de 50Ω kant redelijk hoog blijven. In ieder geval bijv. meer dan 250Ω . Dat doet-ie niet. We zijn toch ergens aan het opstoken.... Bij de 800Ω test was de Z zonder dummy tussen 25 en 35 MHz zelfs lager dan met dummy. Dit was bij de trafo methode alleen als het echt slecht was. Niet overal lekker dus.

Eindresultaat:

Bij capaciteitsarm wikkelen (niet te losjes gewikkeld, niet te veel getwist, en zeer goed opgevuld) kan f_{\max} minstens $30 \times f_{\min}$ zijn, ligt ook heel veel aan het kernmateriaal. Een verhouding van 1 op 100 IS haalbaar met uitgezocht kernmateriaal (bijv.: < 300 kHz tot > 30 MHz). Zonder speciale zorg kom je niet boven de 1 op 20. Iets in de grootte orde van: 1 MHz tot 20 MHz, of 100 kHz tot 2 MHz, met een trafo met één ring. Helaas meestal NIET het hele bereik van je ontvanger in één keer dus! *1). Maar soms het gaat wel..., o.a. met het RF-Analyst meetinstrument gecontroleerd: 200kHz tot 30 MHz werkt! Zelfs een nog groter bereik, vanaf 100 kHz tot 35 MHz gaat. En dan niet de makkelijke 1 op 4, maar gelijk 1 op 9 (voor de Z verhouding, $n_1 : n_2 = 1 : 3$). De 50 Ohm wikkeling is dan met meerdere strengen (of folie band), de 450Ω is dan net volledig opvullend en capaciteitsarm rond de omtrek, zonder dat begin en eind van de wikkelingen elkaar raken. Meer dan 5 (eventueel 6) windingen voor de 50Ω kant (WEL dubbel) is niet handig om een maximale bandbreedte te verkrijgen. (Behalve voor 14 mm ringetjes, $n=9$ gaat daar nog). Een test met één enkele veel te losse 50 Ohm wikkeling: het geheel haalt de 20 MHz niet eens.

Beide compensatie methodes hebben een gunstig effect om randverschijnselen te onderdrukken. Dat er aan de hoge kant van alles mis gaat was al lang bekend, maar dat de "laagfrequent" compensatie zoveel gunstig effect zou hebben had ik vóór de meting niet gedacht.

Ondanks alle truuks is gebleken dat met $Z_1 : Z_2 = 1 : 16$ (50 op 800Ω) of hoger over een zeer grote bandbreedte niet makkelijk goed te krijgen is. Zeg maar gerust vrijwel onmogelijk. Door parasitaire effecten gaat het gewoon niet goed. Met speciale compromissen tussen het windingsaantal (minimum frequentie niet te eng kiezen, dus bandbreedte inleveren), wikkelmethodes en kernkeuze is er wel een compromis mogelijk.

Ook het kernmateriaal (de twee typen samen dus!) is van grote invloed op het uiteindelijke resultaat. Niet alle foldermateriaal geloven... FTxx-77 haalt zonder extra FTxx-61 duopartner geen mooie meetwaardes. En de 3E1 of 3E25 haalt het niet zonder 4C6 partner. Het is misschien niet onmogelijk, maar niet fraai. Om een grote A_L waarde te verkrijgen is een grotere kern handiger, maar die moet vanwege spreidingszelfinductie effecten weer niet te groot worden! En met te kleine kernen is f_{\min} weer te laag en die hebben tevens ook een groter spreidings-L effect. Een beetje tussenmodel nemen dus.

En: als het met een goede trafo niet lukt gaat het met de Guanella methode ook niet lekker. En anderom geldt ook hetzelfde: werkt de één goed, dan gaat het met de ander, mét de juiste zorg, ook goed.

*1) Voordat ik mijn NRD-515 ontvanger mixeringang gesloopt en verbeterd had (ja, het is gelukt), had die één ingangs ringkerntrafo voor het hele bereik van onder de 100kHz tot 30 MHz. Deze ring is nogal klein en bevat niet overdreven veel windingen en moet dus geoptimaliseerd zijn voor het grootste deel van dat bereik tot en vooral met de laatste MHz'en (tot 30MHz). Het is met alle nu aanwezige know how begrijpelijk dat die trafo niet zo optimaal werkte in het lange golf en VLF gebied. Afgezien van de vraag of een grote gevoeligheid daar noodzakelijk was. Ik heb het laagste omschakelbare ingangsdeel voorzien van een aparte, omschakelbare, mixeringangs-trafo met een minimale Z aangepast op 10 kHz. Ja, 10 kHz in het audio gebied! Deze eerste filtertrap loopt tot 600 kHz. En of dat werkt. Lange golf gevoeligheid (bakenzenders) is minstens verdubbeld. Onder de 100 kHz is het ook druk geworden. DCF77 S9+40 met een actieve antenne. Onderzeeboot zenders tussen 15 en 25 kHz, en OMEGA systeem tussen 10 en 13,6 kHz net hoorbaar. Ook de 3e harmonische van storende TV's (46,8 kHz) komt nu helaas soms door.

En dan nu eindelijk eens wat praktische tips

Nogmaals de vuistregel: Met zo weinig mogelijk windingen bereik je een zo groot mogelijke bandbreedte. Voor de 50 Ω kant betekent dit minimum ongeveer 3 en maximum ongeveer 6 à 8. Als het kan de 50 Ω wikkeling altijd dubbel uitvoeren. Voor de 500 Ω kant is dit windingsaantal dan ruim 3x zo hoog = 18 à 24. Boven de 25 windingen zal het zeker NIET breedbandig zijn en tussen 20 à 30 MHz niet optimaal werken. Test maar met een 27 MHz bakkie! Wanneer je de bekende longwire wilt aanpassen aan 50 Ω coax: de autotrafo, één wikkeling met een aftakking voor 50 Ω zou ook een iets grotere bandbreedte dan een ring met gescheiden wikkelingen moeten geven. Dat viel toch tegen tijdens de metingen, en het was slechter te compenseren. Zie het metingen deel. Dan maar niet en een trafo met gescheiden wikkelingen nemen. De 50 Ω wikkeling altijd dubbel uitvoeren. Een autotrafo geeft wel meer storings beïnvloeding dan een galvanisch gescheiden type, zie verderop.

Gescheiden MOET het bijv. voor de symmetrische longwire: de terminated tilted folded dipole, T2FD antenne. Deze heeft geen overdreven grote signaalafgifte, maar doordat hij symmetrisch is vrij van man-made noise, en hij heeft een grote bandbreedte. Impedantie van T2FD is ± 450 Ohm, neem een 1 op 9 trafo: wikkeling 1 op $\sqrt{9} = 3!!!$ Als je de trafo inderdaad galvanisch gescheiden maakt, houdt er dan rekening mee dat die zonder speciale maatregelen bij het eerste onweer doorslaat door de opbouw van statische lading. Dan bijv. de middenaftakking van de 450 Ohm kant toch aan de massa (van de coax), of Cerberus gasarrestors toepassen voor het afvoeren van de statische lading.

Omdat de T2FD niet ideaal werkt op lage frekwenties moet je daar met het ontwerpen van de trafo rekening mee houden. Die hoeft dan dus ook niet zo laag te gaan en daardoor werkt hij weer beter aan de 30 MHz kant dan een longwire.

Als je de longwire antenne aanpast voor de korte golf: reken dan op 500 tot 600 Ohm, impedantie verhouding 1 op 10 tot 1 op 12. Wikkelverhouding: 1 op $\sqrt{10} = 3,16$ tot 1 op $\sqrt{12} = 3,46$. Wil je dat "draadje" van 10 meter ook op de lange golf en de middengolf aanpassen, dan heb je met één kern niet alleen grote problemen met het grote frekwentiebereik, maar reken op die frekwenties maar met een impedantie van minstens 2000 à 2500 Ohm. Zo zie je maar dat 2 omschakelbare ringkerntrafo's met een relais voor dezelfde longwire inderdaad problemen van praktische aard oplevert, maar elektrisch wel een voordeel is. De Fa. Doeven is daar nu ook achter (dat het met één trafo voor het hele bereik niet ideaal is), en heeft nu ook MLB's van RF-systems voor òf speciaal voor het lagere deel, òf speciaal voor het hogere deel van het totaalbereik van 50 kHz tot 30 MHz.

Als je een oude LG/MG (buizen) radio gebruikt moet je eens bij zo'n toestel de 50 Ohm toevoercoax optransformeren naar minstens 500 Ohm. Een trafootje de andere kant op zozegd. Dit gaat al met de kleine 14 mm ringkerntjes uit de dump. De witte versie zou, op de gok, type 3C11 kunnen zijn (Deze gok is in overeenstemming met de A_L meting!). De blauwe versie (14 of 23 mm 3E2) werkt ook goed, de iets grotere (27 mm) oranje 3E25 is nog beter. Op een oud buizentoestel komt het kattoog verder dan ooit tevoren! Loehard dus.

Een eenvoudige longwire antenne met autotrafo, of met de speciale MLB trafo met gescheiden wikkelingen, maar met gemeenschappelijke massa, is gevoelig voor mantelstromen. *1) Omdat de bijbehorende antenne massa tevens de mantel van de coax is. Veel beter is dus een aparte aard(massa)draad buiten langs de gevel naar de antenne trafo en een galvanisch gescheiden antenne trafo. (De antenne lijkt dan op omgekeerde L-antenne). Gebruik wel een storingsvrije aardpijp buiten en vooral NIET de vervuilde 220 randaarde!

Eventueel wel voor 50Hz, via een grote HF smoorspoel, geschikt voor 16 ampere en groter dan 10 mH, vereffenen (=doorverbinden). L = enkele 10-tallen windingen soepel geel/groen 1² à 1,5² door 3 à 4 grote ferrietringen. Een hoge A_L set en een aparte lage A_L set is nog handiger. Zie de vele kilobytes aan tekst in het storing en ontstoringsdeel voor een diepgaande uitleg hierover.

*1)

Mantelstromen zijn storingen die, populair gezegd, van binnen in huis, komputerstoring bijv., over de mantel naar buiten gaan en samen met de kortegolf signalen weer terugkomen. Dit is zeker 20 decibel te onderdrukken door de coax minstens 5 keer door 1 à 3 grote ringen met zo groot mogelijke A_L waarde (> 3500) te rijgen. Niets blankmaken, de complete kabel een paar keer erdoor. Doe het eventueel aan beide coax einden. Heb je hier weer praktische problemen mee, lukt het niet omdat je ringen te krap zijn of de kabel te dik, gebruik dan een stuk dunne teflon coax met de juiste BNC connectors en BNC-koppelstukjes. Lees ook het (ont)storings stukje en mijn "antenne info-sheets" nog even door voor nog meer info, ook voor statische ontlading en aangepaste aarding, anders moet ik alles dubbel vertellen.

En dan nu eens wat berekende voorbeelden. Let op, dit zijn niet alleen GOEDE voorbeelden. Soms is het een voorbeeld dat het een ONHANDIGE keuze is!

14 mm 3F3 fel donkerblauw, aangeboden op dumpmarkten. Prima voor kortegolf en middengolf autotrafo. 14mm 3F3 $A_L=790$. Autotrafo's hebben tegenvallende bandbreedte! Let op: géén lange golf ondersteuning, bruikbaar tot ± 20 MHz.

stel 1 MHz als minimum, min. 200 Ω , voor de coax kant, geeft een L:

$$L = Z / 2 \cdot \pi \cdot f \quad 200 / 6,28 \cdot 1 \cdot 10^6 = 32 \mu\text{H} = 0,032 \text{ mH}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{L / A_L} = 1000 \cdot \sqrt{0,032/790} = 6,4 \text{ wind.}$$

Voor de 500 Ω kant wordt dat dan $\sqrt{10} \times = 6,4 \cdot 3,16 = \approx 20$, neem voor 50 Ohm de AFTAKKING op 6 windingen van massa, 14 windingen verder is 500 Ohm. Dus NIET 6 + 20 = intotaal 26, nee: 6 + 14 = 20 samen.

36 mm 4C65, nieuwe paarse kern van Philips. $A_L = \pm 160$
oude 36 mm lichtpaarse 4C6: $A_L = \pm 120$
Op voorhand: geen goede kern voor midden en lange golf.
 A_L is gewoon te laag. Stel startpunt = 1,5 MHz.

$$L \text{ min} = 200 / 6,28 \cdot 1,5 \cdot 10^6 = 0,0212 \text{ mH}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{0,0212 / 160} = 11,51 \text{ windingen}$$

500 Ω kant is dan $3,16 \times 11,51 = 36,37$ windingen.

Dit zal prima werken op de visserij band tot ± 15 MHz, waarschijnlijk redelijk tot matig op de middengolf, maar ik voorspel tegenvallende resultaten tussen 20 - 30 MHz. Er zit teveel draad op. Vuistregel: lager dan 4 MHz de 4C6 of 4C65 kern niet alleen gebruiken. Wel in combinatie met een tweede ringkern. Bijv. de volgende:

36 mm 3E1, donker- of lichtgroen van Philips. $A_L = \pm 3500$
of nog beter: 36 mm 3E25 oranje, ook van Philips. $A_L = \pm 7400$
Zelfde startpunt als hierboven: 1,5 MHz.

$$L \text{ min ook dezelfde} = 0,0212 \text{ mH}$$

Voorbeeld met de 3E1:

$$N = 1000 \cdot \sqrt{0,0212 / 3500} = 2,46 \text{ windingen, neem 3.}$$

Voor 500 Ω kant $3,16 \times 3 = 9,48$ wind. neem 10.

Scheelt nogal met wat hierboven staat bij de 4C65. Aantal windingen is zelfs aan de lage kant. Stel we doen er 2 x zoveel op. 6 windingen op 20, ipv 3 op 10. Hoogste bereik is waarschijnlijk nog prima haalbaar, maar waar begint hij nou met $Z=200 \Omega$ met 3E1 als hoge A_L ring? Formule "effe" aanpassen:

$$L = A_L \cdot (N/1000)^2 \quad L = 3500 \cdot (6/1000)^2 = 0,126 \text{ mH}$$

$$Z = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad \Rightarrow \quad f = Z / (2 \cdot \pi \cdot L) = 200 / (2 \cdot \pi \cdot 0,000126) =$$

$$f = \approx 253 \text{ kHz}$$

En voor de nieuwe dikke 3E25 gaat het zo:

$$L = A_L \cdot (N/1000)^2 \quad L = 7400 \cdot (6/1000)^2 = 0,2664 \text{ mH}$$

$$Z = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad \Rightarrow \quad f = Z / (2 \cdot \pi \cdot L) = 200 / (2 \cdot \pi \cdot 0,0002664) =$$

$$f = \approx 120 \text{ kHz}$$

Kombinatie van 3E1 + 4C65 geeft dus een prima werkende omzetter die redelijk werkt op de lange golf en de maximum frekwentie ook nog redelijk haalt. Wil je het vanaf 100 kHz over kunnen zetten dan haal je de 30 MHz NIET goed. Gebruik eventueel de oranje 3E25 in 36 mm, voor een nog lagere start van de overzet frekwentie. Deze 2 kernen samen geven wel een enorme klont! Beste kompromis voor een totaalprijs van \pm F25,--

FT 114-77 Amidon, de hemel ingeprezen dit type. (Prijs \pm 15,-)

Uit zeer intensieve metingen is gebleken: deze ring alléén kan het hele bereik tot 30 MHz niet probleemloos aan! Een FT114-61 partner erbij en alles is OK. Neem FTxx-77 ringen alleen eerder te groot dan te klein!! Dat is gunstiger: FT114 = \pm 29 mm. Eventueel de dikkere FT114A gebruiken. A_L van FT114A = 2340, geeft ook hier een nog lagere start van de overzet frekwentie bij hetzelfde aantal windingen.

Stel startpunt weer 1 MHz. $L = 0,032 \text{ mH}$. FT114-77 zonder "A": A_L gemeten: 1230

$$N = 1000 \cdot \sqrt{(0,032 / 1230)} = \approx 5 \text{ dat is zo gek nog niet.}$$

$$\text{Voor } 500 \Omega \text{ geldt dan: } 3,16 \times 5 = 15,8 = \approx 16$$

Lekker weinig draad, dus goede verwachtingen.

Stel we gaan tot 8 wind. voor 50Ω kant = ± 25 voor 500Ω kant:

Dat kan nog net, wat is dan de laagste overzet f?

$$L = A_L \cdot (N/1000)^2 = 1230 \cdot (8/1000)^2 = 0,0787 \text{ mH}$$

$$f = Z / (2 \cdot \pi \cdot L) = 200 / (6,28 \cdot 0,000787) = \approx 405 \text{ kHz}$$

De middengolf erbij gaat wel, de lange golf niet lekker zonder zwaar kompromis aan de hoge kant. Of je koopt een nog grotere versie van FTxx-77: met een nog lager aantal windingen een nog mooier bereik. Bijv de FT140-77. De fabrikant weet dit volgens mij en de dealer vraagt er daarom bijna f30,-- per stuk voor!

Oranje 27 mm 3E25. Dumpkern? Fabrikant: Philips.

Gemeten A_L waarde is ± 6400 . Gemeten Q redelijk tot OK: 2 - 3.

Start f berekening: 100 kHz.

$$\text{min } L \text{ voor } 200 \Omega = 200 / (2 \cdot \pi \cdot f) = 200 / (6,28 \cdot 100 \cdot 10^3) =$$

$$= 0,3185 \text{ mH}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{(0,3185 / 6400)} = 7 \text{ windingen.}$$

Haalt de 30 MHz niet goed in z'n ééntje. Ook niet prima met een 4C6 duo partner. Het max. haalbare met duo partner en met goede parameters (en $n_{50\Omega}=7$) is ongeveer 25 MHz. De standaard methode met deze ringkern is overal 5 windingen voor de 50Ω kant (wel met dubbele draad!), als meest gunstige kompromis voor het hoogste bereik. Maar waar begint de laagste frekwentie voor dat kompromis dan ongeveer? Weer even terugrekenen voor 5 windingen:

$$L = A_L \cdot (N/1000)^2 \quad L = 6400 \cdot (5/1000)^2 = 0,16 \text{ mH}$$

$$Z = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad \Rightarrow \quad f = Z / (2 \cdot \pi \cdot L) = 200 / (2 \cdot \pi \cdot 0,00016) =$$

$$f = \approx 200 \text{ kHz}$$

Eigen capaciteit speelt op heel lage f en beperkte bandbreedte niet zo'n grote rol, daarom de volgende grap: secundaire impedantie 2000 Ω. Hoeveel moet er nu op?

$$\text{wikkelfactor} = \sqrt{(2000/50)} = \approx 6,3 \text{ dus } 6,3 \times 7 = 44 \text{ windingen. (En } n_{50\Omega}=7)$$

Dit krijg je er nooit op, toch? Gewoon eens mee spelen, neem dun apehaar, 0,3 à 0,35 mm lakdraad gaat goed, voor de 44 windingen. Voor de 50 Ω tak gewoon 0,4 à 0,5 mm geïsoleerd montagedraad er overheen, neem minstens dubbele draad. Dit zou wel eens een verrassing voor de lange golf en fax freaks kunnen zijn. Het is helaas bij lange na NIET breedbandig. Werkt WEL voor de hele middengolf! Impedanties een beetje afgekeken en nagerekend van wat ik onder een oude CAI MG spriet aantrof in een potkerntje! Gebruik eventueel gescheiden wikkelingen en leg de massakant van de antennewikkeling buiten eens apart aan een massapijp. Eén maar: door de transformatieverhouding (1 : 6) is de signaalafgifte minstens deze faktor minder t.o.v. een actieve aanpassing. Door een eventuele misaanpassing nog minder. Als je een lange geïsoleerde glasvezelspriet hebt (±5 meter) op een gearde pijp is de trafo toch een goede aanpasmethode. Bijv. toe te passen voor een voor LG/MG aangepaste 27 MHz 5/8 GP.

Als je de standaardmethode aanhoudt, 500 Ω longwire impedantie, wat dus gegarandeerd fout is op deze frekwentie, krijg je de volgende aantal windingen: $N_{50\Omega} \times \sqrt{(500/50)} = 7 \times 3,16 = \approx 22$ windingen. Hoewel het theoretisch niet ok is, zijn de signalen nog steeds S9+20 à S9+40 op mijn meter op de lange golf omroep. Kan ook niet anders met die megawatt zenders. DCF77 is hiermee ongeveer S9 (op een iets aangepaste NRD-515). Deze trafo werkt erg goed op de lange golf, bijgevolg minder goede verwachtingen op de 2e helft van de korte golf! Zie de meetgegevens.

Mocht je niet het uiterste uit de 3E25 (27 mm oranje) willen (laagste frekwentie) en je combineert die met de 23 mm 4C6, dan heb je daar een leuk setje ringen, dat op alle frekwenties van laag tot hoog redelijk tot prima werkt. Kies om te testen eens 5, 6 of 7 windingen dubbele draad voor de 50 Ω kant en 15 à 20 voor de 500 Ω kant (reken dat nu zelf maar even uit) en luister dan op het ene eind (27 of 28 MHz) en op het andere eind (100 à 200 kHz) om te beoordelen waar het wegzakt of iets minder is. Halverwege zul je bijna niets merken van de windings variaties. (Probeer eventueel ook 3E2 - 23 mm blauw eens samen met 4C6 - 23 mm voor een soortgelijk resultaat. Oranje is in ieder geval 300% beter).

Wat voorbeelden met de kleine 23 mm versie van de Philips 4C6. Soms een beetje te krap. Zie je zo wel....

-----voorbeeld1-----

Stel we willen een speciaal trafoetje voor de 6 MHz band.

A_L waarde van dit 4C6 ringetje: 82

$$L = 200 / (6,28 \cdot 6 \cdot 10^6) = 5,3 \mu\text{H} = 0,0053 \text{ mH}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{(0,0053/82)} = 8 \text{ windingen: dat aantal gaat wel}$$

-----voorbeeld2-----

stel een 27MHz zendantenne open dipool op 50 Ohm coax,
of dat helemaal korrekt is, is even niet belangrijk.

$$L = 200 / (6,28 \cdot 27 \cdot 10^6) = 1,18 \mu\text{H} = 0,00118 \text{ mH}$$

$N = 1000 \cdot \sqrt{(0,00118/82)} = \approx 3,8$ ook wel interessant,
er kunnen wel wat extra windingen op om boven de $Z_{\min}=200$ uit te komen.

-----voorbeeld3-----

Stel we willen van 1,5 MHz af één ringetje voor alleen de korte golf voor onze longwire,
bijv. weer die 4C6 van 23 mm:

$$L = 200 / (6,28 \cdot 1,5 \cdot 10^6) = 21,23 \mu\text{H} = 0,02123 \text{ mH}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{(0,02123/82)} = 16 \text{ windingen}$$

voor de 500Ω kant wordt dat dan $3,16 \times 16 = 50,56 \approx 51$ windingen. Probeer dat er maar capaciteitsarm, zonder over elkaar heen te wikkelen met niet te dun draad, op te krijgen!

Hiermee is wederom aangetoond dat zo'n prima ringetje met een lage A_L waarde voor de kortegolf niet lekker werkt om ook de midden en lange golf zonder problemen over te zetten. Als je het spelenderwijs wel zo gedaan hebt en het werkt volgens jou niet slecht dan ben je erg snel tevreden. Het kan dus veel beter!

Voorbeeld met de Amidon T68-2 poederijzerkern met rode lak.

Eigenlijk is dit materiaal type voor resonantie kringen en π -filters en niet handig voor antenne trafo's.

Waarom zie je net als hiervoor vanzelf na de sommetjes:

A_L waarde = 5,7 mH / 1000 !!! Amidon geeft zelf 57 μ H/100 !
Hou dit verschil in de gaten.

Zomaar een balun voor een 14 MHz dipool. Vanwege de lage A_L waarde even reëel blijven met de frekwentie.

$$L = 200 / (2 \cdot \pi \cdot f) = 200 / (6,28 \cdot 14 \cdot 10^6) = 2,27 \mu\text{H} = 0,00227 \text{ mH}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{(0,00227/5,7)} = \approx 20 \text{ windingen}$$

inderdaad de 50 Ω kant al zoveel. En dan had ik al zo'n hoge frekwentie gekozen om niet te overdrijven.

Kontrole met de Amidon formule $N = 100 \sqrt{(L/A_L)}$
let op met μ H waarden, de Amidon A_L nu in μ H/100:
(kontrole berekening)

$$N = 100 \cdot \sqrt{(2,27/57)} = \approx 20 \text{ windingen}$$

(dat moest ook hetzelfde zijn!!)

stel de 14 MHz "dipool" is een multiband geval van bijv. 200 Ω .

$$N = 20 \cdot \sqrt{(200/50)} = 40$$

Dat is helaas veel te veel.....

Alleen de supergrote ringen van materiaaltype Txx-2 (rood) met voldoende A_L waarde zijn reëel om in aanmerking te komen voor impedantie trafo's. Zorg dan wel voor een gevulde buidel. Dit bovenstaande type is in ieder geval NIET zo geschikt.

Je moet voor de gein maar eens narekenen waar je op 80 meter op uitkomt.

En dan nu een paar sublieme voorbeelden van direkt toepasbare trafo's, met berekeningen, overwegingen van voor en nadelen en met meetgegevens en praktijkervaring. Je kunt ze meteen op dak toepassen. Zie voor meer info daarover de antenne infosheets.

Trafo type-1, gemaakt met de standaard duoset 3E25 + 4C65 (27+23mm), is bedoeld voor een langdraad die erg laag in frekwentie moet beginnen. Het liefst onder de 100 kHz, dus één winding extra voor de 50Ω kant t.o.v. de standaard methode. Dat wordt dan 6 windingen ipv 5. Vanwege die lage f wens is ook voor 3E25 gekozen ipv 3C11 of FTxx-77, hoog A_L-ferriet geeft wel iets meer moeilijkheden op hoge frekwenties. Om toch zo hoog mogelijk te komen en de max. f niet te bederven, NIETS twisten, wel de ring goed "bedekken" en zeer capaciteits arm wikkelen. Konstruktie details hebben een zeer grote invloed op het uiteindelijke resultaat. Het zijn niet voor niets de parasitaire effecten die de max. frekwentie bepalen. Het wikkelen gaat zo: eerst komt de 50Ω wikkeling = 2x 6 windingen dik (0,5²) geïsoleerd montagedraad parallel, met 2 draden tegelijk netjes naast elkaar wikkelen. Totale wikkeling precies één keer rond is de bedoeling, begin en eind een klein beetje ruimte tussen houden, een opening van één of twee wikkel draden is OK. De wikkeleinden langs de buitenkant van de ring leiden en vastzetten. Mocht het erg los zitten, veel tussenruimte, of het gaat er niet allemaal op, dan NIET het aantal wikkelingen aanpassen maar een ander type wikkeldraad kiezen. Met korte stukjes goede tape (3M) door het ring-gat deze eerste laag volledig "afdichten". Daardoor kruipt de tweede laag er niet tussen en is de parasitaire C lager. De N van de tweede wikkeling is aangepast aan de iets hogere Z van de meeste langdraad antennes en heeft in totaal 20 windingen. Wikkelen met een enkele draad dun soepel en geïsoleerd montagedraad, zo goed mogelijk verdeeld over het volledige oppervlak. Hier is het nog belangrijker: begin en eind mogen elkaar in geen geval raken!

Hoe zijn we op deze winding aantallen en wikkel verhouding gekomen?

stel $f_{\min} = 100\text{kHz}$ Z minimum voor 50Ω wikkeling = $4 \times 50\Omega = 200\Omega$

aanbevolen en geteste type's zeer hoge A_L ferriet ringen:

A_L 3E25 (27mm oranje) = 6420 lekker hoge A_L waarde en redelijk goed

A_L 3C11 (30.5mm wit) = 5450 hoge A_L waarde en werkt iets beter (maar gaat ook iets minder laag in frekwentie...) Andere maten van deze materiaaltypes kunnen natuurlijk ook, maar die had ik niet om mee te testen. Zie de Philips tabel voor de A_L waardes.

$$L_{50\Omega\text{KANT}} = \frac{X}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{200}{6,28 \cdot 100 \cdot 10^3} = 0,3185 \text{ mH} \quad \text{minimum L}$$

$$N = 1000 \cdot \sqrt{L/A_L} = 1000 \cdot \sqrt{(0,3185/6420)} = 7$$

N = 7 lijkt op gevoel te veel om een zo hoog mogelijk max. f te halen. Of we moeten een ander ferriet kiezen met nog hogere A_L waarde. Maar dat geeft nog meer nadelen in het hoog! We willen te laag en te veel..... Zie de metingen pagina's voor hard proof..... Alweer een kompromis, we leveren noodgedwongen één winding in, waar is het startpunt dan ongeveer met N_{50Ω} = 6?

$$L = A_L \cdot \left(\frac{N}{1000}\right)^2 = 6420 \cdot (6 / 1000)^2 = 0,2311 \text{ mH}$$

$$f_{200\Omega} = \frac{X}{2 \cdot \pi \cdot L} = \frac{200}{6,28 \cdot 0,2311 \cdot 10^{-3}} = 137,8 \text{ kHz}$$

Bovenstaande windingsaantal (6 ipv 7) zal dan noodgedwongen zo moeten, 140 kHz gaat ook nog wel als minimum, het scheelt niet zo veel in het laag, maar WEL in het hoog.

Het testen was met trafo's 1 op 3, dat zou hier een windings verhouding 6 op 18 worden, Z verhouding 1 op $3^2 = 1$ op 9, dus 50 op 450Ω. Dat is voor deze toepassing te laag. Eén winding extra: 6 op 19 wordt $(19/6)^2 \cdot 50 = 501\Omega$, dat vind ik net iets te laag. Met 6 op 20 zou dan $(20/6)^2 \cdot 50 = 555,5\Omega$ worden. En N=21? Dat wordt 612,5Ω, zou eventueel ook nog kunnen. Door een veel te korte "longwire" zal Z secundair vast en zeker hoger uitvallen. (En grilliger impedantie variaties vertonen). Teveel windingen werkt ook hier negatief, dus houden we het maar krap op 20. Wederom spelen met compromissen!

Resumerend: de overzetting van deze trafo wordt dus 6 op 20 windingen = 1 op 3,33. Bij gebruik van 50Ω coax wordt de theoretische impedantie omzetting dus 50Ω op ±555Ω. (In de praktijk een pietsje meer). Deze trafo is wederom getest met de RF-Analyst. Sec. belasting met 2x 1K2 composiet parallel (±600Ω), aangepast aan de iets andere overzetting dan de standaard type testen (die zijn 1:3). En Z sec. valt altijd een fractie hoger uit op de meter dan berekend?... 1 op 9 geeft altijd een iets lager resultaat dan exact 50Ω primair (45 - 50Ω bij sec. 450Ω). Een test met 4x 1K8 composiet (= ± 450Ω), zoals bij alle $n_1:n_2=1:3$ omzetters gaf bij de wikkilverhouding 1:3,33 daarom meteen een minder goede SWR! Resultaat op de RF meter met 600Ω dummy: prima! Resultaat met slechts 10 meter draad op 10 meter hoogte en een NRD-515: loud en clear! Aantoonbaar beter dan het trafoetje dat er eerder aanzat en dat een beetje op de gok gemaakt was. (En met minder goed 3E2 (blauw) en 4C6 materiaal, $N_{50\Omega}$ was 10, teveel dus voor een grote bandbreedte). Zie voor nog meer konstruktie details van het geheel, samen met de antenne, de antenne infosheets.

Trafo type-2 (en type-3) is voor het veel toegepaste (Rx) antennetype, de T2FD. Deze trafo's zijn wat de keuze van het ferriet type betreft, geoptimaliseerd voor gebruik BOVEN de 1 MHz. Het aantal windingen voor de 50Ω kant is daardoor ook beperkt gebleven tot 2x 5//, en vooral NIET hoger. Ook: de streef A_L voor de laagste frekwentie omzetting is nu minder hoog dan voor de andere (langdraad) MLB gebruikelijk is. Dan werkt het nog beter op de hoogste frekwenties! Moeilijke vraag: hoe groot moet nu de A_L waarde minstens zijn (en NIET veel meer!) om de omzetter vanaf ± 1MHz redelijk te laten werken? Sommetje:

$$\text{stel } f = 1\text{MHz} \quad Z \text{ minimum } 50\Omega \text{ kant} = 4x 50\Omega = 200\Omega \quad N_{50\Omega} = 2x 5//$$

$$L_{50\Omega\text{KANT}} = \frac{X}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{200}{6,28 \cdot 1 \cdot 10^6} = 0,03185 \text{ mH}$$

De aangepaste A_L formule wordt:

$$A_{L \text{ MIN}} = L \cdot (1000/N)^2 = 0,03185 \cdot (1000/5)^2 = 1274$$

De meeste ferriet types met een A_L waarde tussen ± 1100 en max. ± 1800 zijn al voldoende voor de laagste frekwentie van 1 MHz. Meer mag wel, verliesarm ferriet met een A_L van 2000 is niet echt een probleem, maar geeft op de hoogste frekwentie meer nadelige effecten, dus liever niet.

Binnen bovenstaande grenzen van de A_L waarde is de keus voor een verliesarm ferriettype wat lastiger, want er zijn wat meer mogelijkheden. Hier komen er een paar die goed werken:

FRK 200	via Kent Electronics, merk=?	$A_L = \pm 1400$
FT114-77	(dun) van Amidon	$A_L = \pm 1230$
FT82-77	van Amidon	$A_L = \pm 1170$
3F3 (23mm)	donkerblauw van Philips	$A_L = \pm 1250$
Let op: Dit is GEEN 3E2 (blauw), die zijn voor deze toepassing niet ideaal!		
3C85 (23mm)	rood (GEEN oranje) van Philips	$A_L = \pm 1400$

Mocht je toch nog het tweede deel van de middengolf (start ± 500 kHz) mee willen pikken, hoewel de signaal afgifte daar beneden verwachting zal zijn, dan wordt de streef A_L ongeveer 2550.

FT114A-77	(dik) van Amidon	$A_L = \pm 2700$
-----------	------------------	------------------

3E1 (36mm)	lichtgroen via de Veron (Philips)	$A_L = \pm 2700$
------------	-----------------------------------	------------------

3E1 (36mm)	donkergroen via de Veron (Philips)	$A_L = \pm 3700$
------------	------------------------------------	------------------

Dit materiaal hoort blijkbaar niet meer tot het standaard leverings programma van Philips.

De volgende twee materiaal types staan wel in de huidige data boeken en zijn goede vervangers (afhankelijk van het feit of je iets meer of iets minder wilt tov 3E1):

3C85 (31,5mm)	rood (GEEN oranje) van Philips	$A_L = \pm 2530$
---------------	--------------------------------	------------------

3C85 (36mm)	rood (GEEN oranje) van Philips	$A_L = \pm 2700$
-------------	--------------------------------	------------------

3C11 (14mm)	wit van Philips	$A_L = \pm 1900$
-------------	-----------------	------------------

3C11 (23mm)	wit van Philips	$A_L = \pm 3000$
-------------	-----------------	------------------

3C11 (31,5mm)	wit van Philips	$A_L = \pm 5450$
---------------	-----------------	------------------

3C11 (36mm)	wit van Philips	$A_L = \pm 5800$
-------------	-----------------	------------------

Voor het beste resultaat op hoge frekwenties boven de 10 à 20 MHz wordt het ten zeerste aanbevolen er een tweede lage A_L ring op te plakken, die de overzetting voor dat gedeelte op zich neemt. Zelfs FTxx-77 materiaal doet het daar in z'n ééntje NIET geweldig. Zie het metingen overzicht voor bewijs.....

Een goede keuze is de 4C65 (violet of paars) van Philips. Bij het toepassen van een Amidon hoge A_L ring is het het makkelijkst een zelfde maat FTxx-61 materiaal van Amidon erbij te nemen. Dat werkt aantoonbaar exact hetzelfde als 4C65. Second source van Amidon voor FTxx-yy is de firma Fair-Rite. Er is eigenlijk geen aantoonbaar verschil met Amidon, precies hetzelfde materiaal!

Oh ja, het wikkelen van deze T2FD versie van de MLB. Dat gaat precies hetzelfde als in de openings alinea. Zo capaciteits arm mogelijk en primair en secundair goed "gescheiden" houden. En om even te herhalen: 2x 5 parallel voor de 50Ω en 1x 15 voor de 450Ω wikkeling. Ontlaadt deze antenne met gasarrestors, of aardt het midden van de 450Ω . De trafo slaat anders door bij de opbouw van statische lading.

Test van enkele direkt toepasbare trafo's													
MHz	type - 1 met comp.				type - 2 met comp.				type - 3 met comp.				
	f	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR
0,1			±50	±OK				niet				niet	
0,2			±55	OK				zin-				zin-	
0,5			50	OK				vol				vol	
1,0			50	OK									
1,1	53	1,0	53	1,0	47	1,1	47	1,0	49	1,0	49	1,0	
5	52	1,0	52	1,0	47	1,1	46	1,0	47	1,1	47	1,0	
10	51	1,1	50	1,0	46	1,2	46	1,0	47	1,3	47	1,0	
15	49	1,3	48	1,0	45	1,4	44	1,0	46	1,4	46	1,0	
20	50	1,4	47	1,0	47	1,5	47	1,0	49	1,6	49	1,0	
25	50	1,5	46	1,0	51	1,7	50	1,0	53	1,8	53	1,0	
30	53	1,7	47	1,0	56	1,9	52	1,0	57	1,9	56	1,0	
35	54	2,0	49	1,0	57	2,1	55	1,0	61	2,1	58	1,0	

1)

De speciale MLB voor een langdraad, niet slecht ja (!), omzetting 1 op 3,33, Z-omzetting 50 op 555Ω. Kerntype 3E25 (27mm oranje) + 4C65 (23mm violet). $N_{50\Omega} = 2 \times 6$ windingen parallel. Berekende $f_{min} = \pm 140$ kHz. Zonder compensatie bruikbaar vanaf 100 - 150 kHz tot ± 25 à 30 MHz. R test dummy = 600Ω. Met compensatie C's nog een stuk beter, dat ziet er inderdaad niet slecht uit. C_{HF} compensatie = gemeten ± 55 pF, 47 pF kwaliteits MICA C (> 150V) is prima. C_{LF} compensatie = gemeten ± 90 à 100 nF bij 100 à 200 kHz. Twee verschillende 47 nF types parallel (reductie in parasitaire L en resonanties!), bijv een volledig ingegoten MKH+MKT 250 of 400V types is een goede keus. Denk aan vocht bestendigheid en aan hoge spanningen.

2)

Een MLB variatie voor de T2FD antenne. Wikkel omzetting 1 op 3,0. Geeft dus een Z verhouding van 50Ω op 450Ω. Kerntype FRK200 (via Kent) 25mm + 4C65 23mm. $N_{50\Omega} = 2 \times 5$ parallel. Secundair dus N = 15. Berekende $f_{min} = \pm 900$ kHz. C_{HF} compensatie = gemeten ± 50 pF, neem 47 pF MICA C (> 150V). Berekende $C_{LF} = \pm 12$ nF, C_{LF} compensatie gemeten ± 15 nF à 18 nF bij 1 MHz. Zoals hierboven bij type-1 enkele verschillende types (ingegoten) C's parallel om aan de totaalwaarde te komen is de juiste methode.

3)

Een andere MLB variatie voor de T2FD, met andere frekwentie eigenschappen en een redelijke response! Elektrische gegevens hetzelfde als type-2. Materiaal type daarentegen: 3C11 wit (31,5mm) + 4C65 violet (23mm). Berekende $f_{min} = \pm 250$ kHz. gemeten C_{HF} komp. = ± 54 pF, standaard 47 pF werkt prima. C_{LF} komp. is voor deze toepassing niet zo zinvol, dus maar ongetest gelaten. Kijk anders even bij type-12 (blz 33), dat is een trafo met andere konstruktie, met andere 3C11 en 4C65 ringen. De LF compensatie is echter hetzelfde. (dat is alleen afhankelijk van het ringtype voor de lage f en het aantal windigen)

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

Eerst even enkele formules verklaren:

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

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

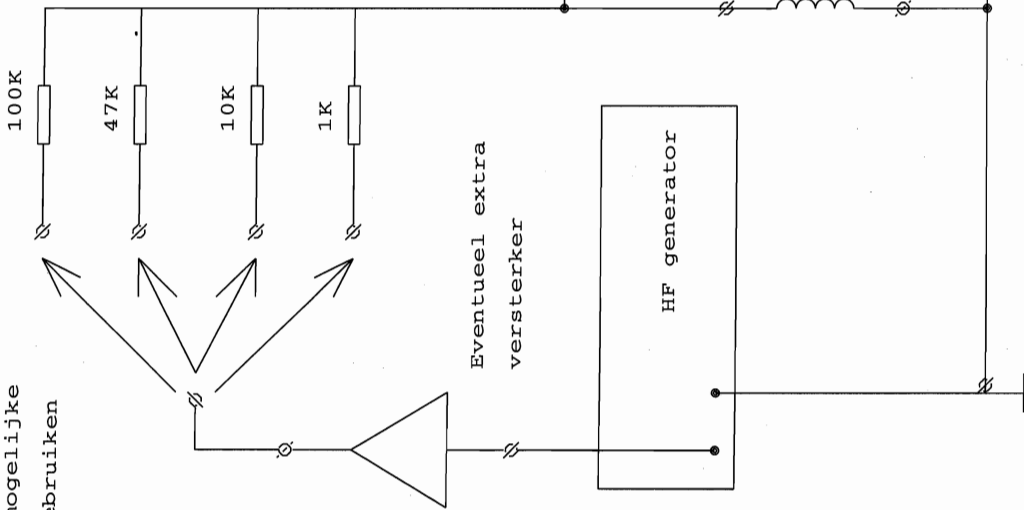
$$A_L = \frac{25,33 \cdot 10^6}{N^2 \cdot f^2 \cdot C}$$

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

Het schakelingetje om de resonantie test uit te voeren:

Bij een lange coax een terminator toepassen!

de hoogst mogelijke
R ingang gebruiken



Title

RINGKERN TESTSCHAKELINGETJE

Size | Document Number

A

get. W. GEERAERT

REV

B

Date: December 7, 1995 | Sheet 1 of 1

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 Vtt. 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. Konklusie: 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!!!

EXTRA APPENDIX: antenetrafo of magnetic balun wikkelformules:

Totaal overzicht van enkele windingsvariëaties op de 36 mm 3E1 (groen) of de nieuwe 36 mm 3E25 (oranje) en 36 mm 4C65 (paars) van Philips. Bedoeld is het samengebruik van deze twee als één dikke kern. Waar gaat het hier om:

Vanaf welke frekwentie en bij welk minimum windingsaantal is er een goede overdracht op 50 Ω coax mogelijk?

Dit dan weer uitgesplitst voor beide Philips kernen. Dan zie je ook wanneer het met de 4C65 alleen, dus zonder de 3E1 of 3E25 als duopartner, aan te passen is en wanneer NIET! Verder: welke windingsaantallen horen er bij enkele verschillende antenne impedanties. Rond de antennewikkeling windingsaantallen in de tabel zelf verder af op gehele getallen. Hier is dat niet gedaan omdat je anders het verschil niet goed meer ziet tussen naast elkaar gelegen kolommen.

Aangevuld met nog andere kern variaties.

Gebruikte gegevens en formules:

$$\begin{array}{lll} A_L \text{ van } 3E25 & = & 7400 \pm 20\% \\ A_L \text{ van } 3E1 & = & 3500 \pm 20\% \\ A_L \text{ van } 4C65 & = & 160 \end{array} \quad \begin{array}{l} Z_{\min} = 4 \times 50 \Omega = 200 \Omega \\ A_L \text{ oude } 4C6 = 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} N = 1000 \cdot \sqrt{L/A_L} & L = A_L \cdot (N/1000)^2 \\ Z = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L & f = Z / (2 \cdot \pi \cdot L) \end{array}$$

L in mH, A_L in mH/1000 wind. , bijbehorende f daardoor in kHz

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

iets duidelijker is het anders opgeschreven:

$$f = \frac{Z}{A_L \cdot N^2} \cdot \frac{10^6}{2 \cdot \pi} = \frac{Z}{A_L \cdot N^2} \cdot 159,155 \cdot 10^3 \text{ in kHz}$$

De algemene formule voor f_{\min} bij $Z_{\min} = 4 \times 50 \Omega$ wordt dan:

$$f_{\min} = \frac{200 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot A_L \cdot N^2} = \frac{31,81 \cdot 10^6}{A_L \cdot N^2} \text{ in kHz}$$

Voor één bepaalde kern ziet de formule er dan zo uit:

$$f_{\min} \text{ 3E1} = \frac{200 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 3500 \cdot N^2} = \frac{9094,57}{N^2} \text{ kHz}$$

$$f_{\min} \text{ 3E25} = \frac{200 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 7400 \cdot N^2} = \frac{4301,5}{N^2} \text{ kHz}$$

$$f_{\min} \text{ 4C65} = \frac{200 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 160 \cdot N^2} = \frac{198944}{N^2} \text{ kHz}$$

Voor de oude 4C6 is deze frekwentie weer $160/120 = 1,33x$ zo hoog.
(Dat verschil maakt niet zo heel veel uit, de materiaal toleranties zijn er ook nog!)

Achterin is nog een aanhangsel met nog meer uitgerekende voorbeelden voor de kernen die nu in de tabellen volgen. Je zou het eens kunnen narekenen!

Totaal overzicht windingsvariaties en impedantie aanpassingen met de 36 mm kernen 3E1 of de nieuwe versie de 3E25, en 4C65 van Philips.

MINIMUM BRUIKBARE FREKWENTIE VAN EEN WIKKELING BIJ AANSLUITING AAN 50Ω COAX

wind. 50 Ω kant N	36 mm kerntype en minimum frekwentie			wikkelfactor/ impedantie/ aantal windingen					
	3E25 f in kHz	3E1 f in kHz	4C65 f in kHz	2 200 Ω N	2,45 300 Ω N	3 450 Ω N	3,16 500 Ω N	3,32 550 Ω N	3,46 600 Ω N
3	478	1011	22105	6	7,35	9	9,5	±10	10,4
4	269	568	12434	8	9,8	12	12,65	13,3	13,86
5	172	364	7958	10	12,25	15	15,8	16,6	17,3
6	119	253	5526	12	14,7	18	±19	±20	20,8
7	88	186	4060	14	17,15	21	22	23,2	24,25
8	67	142	3109	16	19,6	24	25,3	26,5	27,7
9	53	112	2456	18	22	27	28,5	29,85	31,2
10	43	91	1998	20	24,5	30	31,6	33,2	34,6

Doordat er in het middengebied binnen ruime grenzen nogal wat variatie mogelijk is komt het dat een trafoetje gewoon op de gok gemaakt toch bruikbaar blijkt. Zonder al deze voorkennis werkt het bij velen dus tot tevredenheid. Wil je het onderste uit de kan hebben, een zo groot mogelijke nuttige bandbreedte, dan zul je met al deze gegevens toch terdege rekening moeten houden!

En onthoudt: bij teveel windingen begint de overdracht lekker laag, maar haal je door de te grote parasitaire capaciteit het eind van de kortegolf NIET goed meer. Kijkend naar de tabel (en in het achterhoofd de praktijkervaring) is een goede gok: niet meer dan 18 à 24 windingen in totaal voor de hoogste impedantie. (Afhankelijk van de hoogste waarde van de Z)

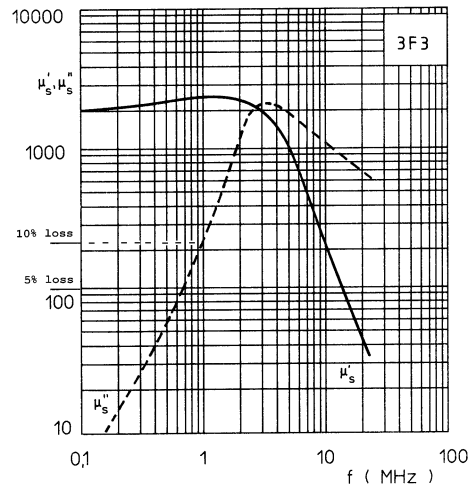
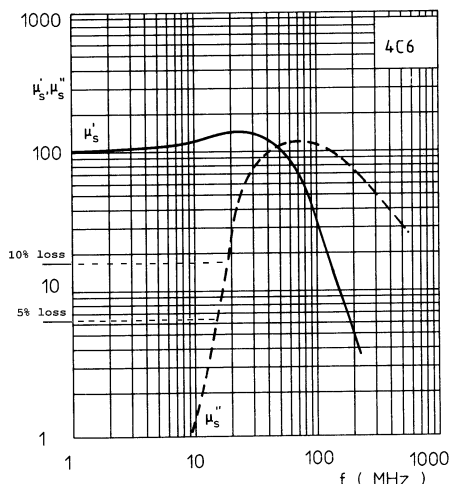
Nog meer gegevens in tabelvorm met info over de minimum bruikbare frekwentie voor vele variaties van het Amidon FTxx-77 materiaal en enkele Philips (dump?) ringkernen.

De "gewone" 3E2 komt van dumpstand's op radiomarkten, o.a. van "Willy Vervoort", door sommigen (foutief) verkocht als 4C6 (omdat het bij hogere frekwenties ook redelijk werkt!), de echte 23 mm 4C6 staat ernaast in de tabel. Die 3E2 (-2) ringen met andere (afwijkende) meetgegevens zijn van de ons allen bekende "Barend Hendriksen" afkomstig. De A_L waarde is alleen wat aan de hoge kant en begint daardoor wat eerder in overdracht en gaat bijgevolg ook wat minder hoog in frekwentie dan de andere "3E2". De Q van 3E2 (-2) is wel 30% hoger dan 3E2. De meeste leveranciers hebben ook de veel betere oranje 3E25 ringen, de Q daarvan is maar 300% beter. Die zijn hierbij aanbevolen!

Beide 3E2 versie's zijn redelijk toepasbaar voor een langegolf/middengolf magnetic balun en hemelblauw of violetblauw van kleur. Er worden ook, iets lichter getinte, 23 mm (fel)blauwe ringen aangeboden op dump markten die ook een A_L waarde hebben van ongeveer 3500. Bij de resonantie meettest om de A_L waarde te bepalen hebben ze echter een nog veel lagere Q. Soms helemaal geen resonantie punt maar een vlakke top van enkele honderden kHz breed, dus een Q ver onder de één. Deze zijn NIET geschikt voor antenne trafo's, maar meer iets om te ontstoren. Ze hebben teveel geleiding: dus puur absorbtie ferriet. Dit geldt trouwens voor 80% van de dump kernen: prima voor ontstorings toepassingen, niet geschikt om HF over te dragen over een breed frekwentie gebied.

MINIMUM BRUIKBARE FREKWENTIE IN kHz VAN EEN WIKKELING BIJ AANSLUITING AAN 50Ω COAX

AL= 50Ω N	AMIDON FTxx - 77 variaties						PHILIPS variaties door elkaar				
	2250 FT140 D=36 h=12,5	2340 FT114A D=29 h=13,9	1230 FT114 D=29 h=7,5	1170 FT82 D=21 h=6,5	1200 FT50A D=12,7 h=6,35	1100 FT50 D=12,7 h=4,8	790 3F3 D=14 h=5	82 4C6 D=23 h=7	3500 3E2 D=23 h=7	6200 3E2 -2 D=23 h=7	6420 3E25 D=±27 h=±11
3	1572	1511	2875	3023	2947	3215	4477	43131	1011	570	551
4	884	850	1617	1700	1658	1809	2518	24261	568	321	310
5	556	544	1035	1088	1061	1157	1612	15527	364	205	198
6	393	378	719	756	737	804	1119	10783	253	143	138
7	289	278	528	555	541	591	822	7922	186	105	101
8	221	213	404	425	414	452	630	6065	142	80	77
9	175	168	319	336	327	357	497	4792	112	63	61
10	141,5	136	259	272	265	289	403	3882	91	51	50



praktisch (dempings) maximum om de kern te gebruiken in filters met "afgestemde" kringen

AL WAARDE PHILIPS FERRIET RINGKERNEN (volgens 1993 MA01 databoek)									3E1 ter vergel.
KLEUR TYPE	VIOLET 4C65	ROSE 4A11	BLAUW 3F3	ROOD 3C85	WIT 3C11	ORANJE 3E25	GEEL / WIT 3E5	BEIGE 3F4	GROEN 3E1
materiaal μ =	125	700	1800	2000	4300	6000	10000	750	3800
max.f-res limiet = 5a10% loss = doorsnede/dikte	15-20 MHz	600kHz- 1 MHz	700kHz - 1 MHz	400-600 kHz	100-130 kHz	75-120 kHz	40 - 70 kHz	2 - 2,5 MHz	90-130 kHz
RC 2.5/1	13	71	180	/	/	610	920	?	
RCC 4/1.1	16	92	240	/	/	725	1120		
RCC 4/1.6	24	134	340	/	/	1050	1630		
RCC 6/2	20	114	290	/	/	890	1380		
RCC 6.3/2.5	32	177	450	/	/	1390	2150		
RCC 9/3	30	170	440	485	/	1340	2070		
RCC 10/4	52	285	740	820	1750	2250	3470		
RCC 12.5/5	64	360	900	1000	2200	2810	4340	380	
RCC 14/5	55	310	790	880	1900	2430	3760		
RCC 14/9	/	560	1430	1600	3400	4370	6760		
RCC 16/6.3	/	450	1160	1300	2700	3540	5470		
RCC 19/10	/	/	/	2330	5000	6420	/		
RCC 19/15	/	/	/	3500	7500	9630	/		
RCC 20/7	121	/	/	1950	4150	5340	8250		
RCC 23/7	87	485	1250	1400	3000	3820	/		
RCC 25/10	/	/	1840	2050	4400	5620	8680		
RCC 26/10	/	/	/	2300	5000	6420	/		
RCC 26/20	/	/	/	4700	10000	12800	/		
RCC 29/7.5	/	/	/	1300	2700	3550	/		1500 - 2400
RCC31.5/12.5	/	/	2270	2530	5450	6950	10700		
RCC 36/10	112	/	/	1800	3900	/	/		2660
RCC 36/15	170	940	2420	2700	5800	7390	11400		2800 - 3700
RCL 42/12.5	/	/	/	* 2335	5000	/	/		
RCL 58/17.5	/	/	/	* 2575	5400	# 6900	/		

Tabel rij toegevoegd: max. frekventies waarbij het verlies niet boven de 5 à 10% uitkomt. Zie plaatjes op de vorige pagina. Deze waarde lijkt het praktisch (Q-dempings) maximum om de kern te gebruiken in filters met "afgestemde" LC-kringen. Waarbij de 5% waarde een stuk beter scoort dan de 10% waarde. Probeer max. 7,5% aan te houden.

= afwijkende kleur: oranje/wit ipv oranje

* = afwijkende kleur: rood/wit ipv rood

RC = zonder coating

RCC = Polyamide 11 coating

RCL = Polyuretaan coating, ook alle 3E5 kernen polyuretaan, vandaar met /wit !

3xxx = ferriet is MnZn: hoge Al, lage f, lage ri, meer verlies

4xxx = ferriet is NiZn: lagere Al, hoge f, hoge ri, dus erg laag verlies

A_L waarde in mH per 1000 windingen = nH per 1 winding.

aantal windingen gaat zo: $N = 1000 * \sqrt{(L(\text{in mH}) / A_L)}$ of $N = \sqrt{(L(\text{in nH}) / A_L)}$

AL WAARDE PHILIPS FERRIET RINGKERNEN

(Euro types volgens de nieuwe
nummering in het 1996 MA01 databoek)

KLEUR TYPE	VIOLET 4C65	ROSE 4A11	BEIGE 3F4	BLAUW 3F3	ROOD 3C85	WIT 3C11	ORANJE 3E25	GEEL / WIT 3E5	PURPER/ WIT 3E6
materiaal μ =	125	700	900	1800	2000	4300	6000	10000	12000
doorsnede/ gat/hogte								TL ipv TNxxx	TL ipv TNxxx
T2.5/1.5/1-E	13	71	/	180	/	/	610	T 920	TC 1020
TN 4/2.2/1.1	16	92	/	240	/	/	725	1120	@ 1315
TN 4/2.2/1.6	24	134	/	340	/	/	1050	1630	@ 1915
TN 6/4/2	20	114	/	290	/	/	890	1380	@ 1620
TN6.3/3.8/2.5	32	177	/	450	/	/	1390	2150	@ 2530
TN 9/6/3	30	170	/	440	485	/	1340	2070	@ 2435
TN 10/6/4	52	286	/	740	820	1750	2250	3470	4085
TN 13/7.5/5	64	360	380	900	1000	2200	2810	4340	5095
TN 14/9/5	55	310	/	790	880	1900	2430	3760	4415
TN 14/9/9	/	560	/	1430	1600	3400	4370	6760	7955
TN16/9.6/6.3	/	450	/	1160	1300	2700	3540	5470	6430
TN 19/11/10	/	/	/	/	2330	5000	6420	/	/
TN 19/11/15	/	/	/	/	3500	7500	9630	/	/
TN 20/10/7	121	/	/	/	1950	4150	5340	8250	9685
TN 23/14/7	87	485	/	1250	1400	3000	3820	/	/
TN 25/15/10	/	/	/	1840	2050	4400	5620	8680	10200
TN 26/15/10	/	/	/	/	2300	5000	6420	/	/
TN 26/15/20	/	/	/	/	4700	10000	12800	/	/
TN29/19/7.5	/	/	/	/	1300	2700	3550	/	/
TN 32/19/13	/	/	/	2270	2530	5450	6950	10700	/
TN 36/23/10	112	/	/	/	1800	3900	/	/	/
TN 36/23/15	170	940	/	2420	2700	5800	7390	11400	/
TL 42/26/13	/	* 810	/	/	* 2335	5000	* 6425	/	/
TL 58/41/18	/	/	/	/	* 2575	5400	* 6900	/	/
T 63/38/25	/	/	/	/	/	/	15165	/	/
T 87/54/14	/	/	/	/	/	5470	/	/	/
T 102/66/15	/	/	/	/	/	5300	7900	/	/
T 107/65/18	/	/	1354	/	/	/	/	/	/
T 107/65/25	/	/	1870	4485	/	/	/	/	/

Zie voor uitleg over de "uitwendige aankleding" de tweede pagina met de andere, aanvullende (USA) types

AL WAARDE PHILIPS FERRIET RINGKERNEN

(USA (?) types volgens de nieuwe
nummering in het 1996 MA01 databoek)

KLEUR TYPE	VIOLET 4C65	----- 3D3	BLAUW 3F3	ROOD 3C85	----- 3B7	LICHT- BLAUW 3C81	GROEN 3E27	ORANJE 3E25	PURPER 3E6
materiaal μ =	125	750	1800	2000	2300	2000	6000	6000	12000
doorsnede/ gat/hoogte									
TC2.5/1.3/0.8	13	/	/	/	/	/	/	/	940
TC 2.5/1.5/1	12	70	/	/	215	/	513	/	930
TC3.5/1.8/1.3	20	110	/	/	375	/	930	/	1580
TC 4 /2/1	/	96	/	/	/	/	/	/	1260
TC3.9/2.2/1.3	18	97	/	/	325	/	575	750	1360
TC4.8/2.3/1.3	24	140	/	/	430	/	1030	/	1830
TC5.8/3.1/1.5	25	144	/	/	450	/	890	/	1960
TC7.6/3.2/4.8	103	620	/	/	1900	2200	4100	/	8350
TC9.5/4.8/3.2	55	330	/	/	1000	1200	2135	/	4390
TX10/6 / 4								/	4085
TX13/7.1/4.8	70	415	990	1100	/	1475	2750	/	5400
TX13/7.9/6.4	75	/	1100	1200	/	1620	3000	3000	5900
TX16/9.1/4.7	/	/	950	1050	/	1400	2600	/	5200
TX 22/14/6.4	75	/	1100	1220	/	1650	3055	/	6000
TX 22/14/13	/	/	2200	2440	/	3300	6110	/	12080
TX 25/15/10	/	/	1665	1850	/	2500	4650	/	8730
TX 29/19/7.6	/	/	1160	1290	/	1740	3225	3550	6340
TX 36/23/10	/	/	1635	1820	/	2455	4545	/	9090
TX 36/23/15	/	/	2450	2720	/	3670	6800	7390	13600
TX 39/20/13	220	/	3150	3480	/	4700	8720	/	16700
TX 51/32/19	/	/	3200	3555	/	4800	8890	8890	17300
TX 61/36/13	/	/	2430	2700	/	3650	/	/	13690
TX 74/39/13	200	/	2900	3220	/	4350	8060	8060	16280

TX => X = epoxy coating (0,12 mm hars)

TC => C = parylene C coating (zeer dunne laag, $\pm 12 \mu\text{m}$), GEEN kleurcode!

TN => N = polyamide 11 (=nylon) coating (0,3mm)

TL => L = polyurethaan coating, geldt ook voor alle kernen met /WIT

T => niets = ZONDER coating

N.B. voor het euro deel (andere bladzijde Philips 1996 MA01):

* = afwijkende kleur: kleur is met /WIT ipv hoofdkleur alleen. (= TL ipv TN type)

@ = TC uitvoering ipv TL

 A_L waarde is in mH per 1000 windingen = nH per enkele winding

Het gewenste aantal windingen gaat zo:

 $N = 1000 * \sqrt{(L(\text{in mH}) / A_L)}$ of zo: $N = \sqrt{(L(\text{in nH}) / A_L)}$

Voor zomaar een paar voorbeelden uit de VOGT FERROCARIT serie de A_L uitgerekend:
Wederom in mH per 1000 windingen = gelijk aan nH per winding

VOGT type no.	Fi130	Fi150	Fi212	Fi223	Fi242	Fi262	Fi292	Fi323	Fi340	Fi360
ferriettype = start μ =	NiZn 30	NiZn 50	NiZn 100	NiZn 250	NiZn 400	¡MnZn! 650	¡NiZn! 900	MnZn 2500	MnZn 4300	MnZn 6000
kern AL factor d1xd2xh										
R 6x3x3 0,41	12,3	20,5	41	102,5	164	266,5	369	1025	1763	2460
R9,4x4,2x3,5 0,56	16,8	28	56	140	224	364	504	1400	2408	3360
R 10x6x4 0,38	11,4	19	38	95	152	247	342	950	1634	2280
R 13x7x5 0,56	16,8	28	56	140	224	364	504	1400	2408	3360
R 14x9x6 0,49	14,7	24,5	49	122,5	196	318,5	441	1225	2107	2940
R 19x11x8 0,83	24,9	41,5	83	207,5	332	539,5	747	2075	3569	4980
R 23x14,8x7 0,56	16,8	28	56	140	224	364	504	1400	2408	3360
R 26x14,5x9 1,0	30	50	100	250	400	650	900	2500	4300	6000
R26x14,5x10 1,11	33,3	55,5	111	277,5	444	721,5	999	2775	4773	6660
R 29,5x19x9 0,76	22,8	38	76	190	304	494	684	1900	3268	4560
R 36x23x15 1,29	38,7	64,5	129	322,5	516	838,5	1161	3225	5547	7740
R45x23x17,5 2,35	70,5	117,5	235	587,5	940	1527,5	2115	5875	10105	14100

Ook enkele Siemens voorbeelden, moet nog wat uitgebreider worden!

AL WAARDE ENKELE STANDAARDTYPES SIEMENS SIFERRIT (Uit boekje met beperkt extract)								
MAAT doorsnede / gat / hoogte	μ = kleur TYPE	80 violet K1	750 wit M33		2300 -- N26	4300 -- N30	6000 -- T35	10000 -- T38
2.5/1.5/1	R 2,5					440		
4/2.4/1.6	R 4 (/1,6)					710		1640
6,3/3,8/2,5	R6,3 (/2,5)					1090		2540
10/6/4	R 10					1760		4100
12,5/7,5/5	R 12,5 (/5)					2210		5130
16/9,6/6,3	R 16 (/6,3)					2770	3870	
20/10/7	R 20/7					4100	5800	
25,3/14,8/10	R 25/10					4700	6100	
34/20,5/10	R 34/10					4700		
34/20,5/12,5	R 34/12,5					5300		
41,8/26,2/12,5	R 42					5000		
58,3/40,8/17,6	R 58					5400		

AL WAARDEN STANDAARDTYPES FERRONICS

(Wide band toroids)

Ferronics Incorporated - The Dexter Corporation - Magnetic materials division

MAAT doorsnede / gat / hoogte	$\mu =$		40	125	850	1500		5000
	TYPE code uncoated/coated		P	K	J	G		-- B
2.54/1.27/0.76	11-010	11-510	4.2	13.2	90.0	158		528
2.54/1.27/1.27	11-012	11-512	7.0	22.0	150	264		880
2.54/1.50/1.00	11-013	11-513	4.2	13.1	89.0	157		523
2.54/1.78/0.76	11-020	11-520	2.2	6.8	46.0	82.0		272
3.43/1.78/1.52	11-040	11-540	8.0	25.0	170	300		1001
3.51/1.30/3.25	11-032	11-532	25.9	80.9	550	971		3236
3.94/2.24/1.27	11-050	11-550	5.8	18.0	122	216		719
4.83/2.29/1.27	11-080	11-580	7.6	23.7	161	285		949
4.93/2.41/3.18	11-081	11-581	18.1	56.7	385	680		2267
4.93/2.41/6.35	11-082	11-582	36.3	113	771	1360		4534
4.14/1.60/3.18	11-090	11-590	24.1	75.5	513	950		3018
4.14/1.60/6.35	11-091	11-591	48.3	151	1026	1811		6036
5.84/3.05/1.52	11-120	11-620	7.9	24.8	169	297		991
5.84/3.05/3.05	11-122	11-622	15.9	49.6	337	595		1983
7.62/3.18/4.78	11-160	11-660	33.4	105	711	1254		4181
9.00/6.00/3.00	11-170	11-670	9.7	30.4	207	365		1215
9.53/4.75/3.18	11-220	11-720	17.7	55.2	376	663		2209
12.7/7.14/4.78	11-260	11-759 11-760	22.0 22.0	68.8 68.8	468 468	826 826		2752 2752
12.7/7.14/6.35	11-261	11-761	29.3	91.5	622	1098		3659
12.7/7.92/3.18	11-251	11-751	12.0	37.4	255	449		1497
12.7/7.92/6.35	11-250	11-750	24.0	74.9	509	898		2995
14.0/9.00/5.00	11-247	11-747	17.7	55.3	376	664		2214
15.88/8.89/4.7	11-270	11-770	21.8	68.1	463	817		2725
22.1/13.72/6.35	11-280	11-780	24.2	75.7	515	909		3028
22.1/13.72/12.7	11-282	11-782	48.5	151	1030	1817		6057
23.0/14.0/7.00	11-295	11-795	27.9	87.2	593	1046		3486

Coating:

11-510 t/m 11-759 Parylene coating
 11-760 t/m 11-795 Epoxy coating

De hierna volgende ferriet ringen zijn een bloemlezing uit het programma van NEOSID-Engeland. Dit is in mijn databoeken TOTAAL anders dan het programma uit de databoeken van NEOSID-Germany.....

AL WAARDE ENKELE HF-TOEPASBARE STANDAARDTYPES		NEOSID-England			(1)		
MAAT doorsnede / gat / hoogte	eindcode yy= Ni/Mn μ = ferriettype= TYPE-code	32 Ni 125 F16	31 Ni 220 F14	28 Mn 1200 F8	25 Mn 1600 F5	36 Mn 3500 F9	37 Mn 5000 F10
6,35/3,18/1,52	28-x01-yy	21,1	37	252		736	
6,35/3,18/3,0	28-x04-yy			499			
6,35/3,18/3,96	28-x02-yy		96	658		1920	
6,35/3,18/7,92	28-x03-yy		193	1322		3856	
9,52/4,75/3,18	28-x70-yy					1543	2212
12,7/6,35/3,18	28-x11-yy		77	527		1537	
12,7/6,35/6,35	28-x12-yy		154	1054		3074	
12,7/6,35/9,52	28-x13-yy		232			4627	
12,7/7,10/5,0	28-x17-yy					2088	
12,7/7,10/9,5	28-x15-yy					3966	
16,0/9,60/5,0	28-x59-yy					1788	
19,0/12,7/3,18	28-x21-yy		45				
19,05/12,7/6,35	28-x22-yy		91	620		1809	
19,05/12,7/9,52	28-x23-yy			930		2713	
25,0/15,0/7,0	28-x35-yy					2503	
25,0/15,0/10,0	28-x34-yy					3575	
25,0/15,0/10,0	28-x80-yy					4000	
25,0/15,0/16,0	28-x36-yy					5720	
25,0/15,0/20,0	28-x81-yy					7150	
25,4/19,05/4,75	28-x31-yy			329		960	
25,4/19,05/9,52	28-x32-yy		96				
25,5/19,05/14,3	28-x33-yy		144	985		2880	
31,5/19,0/7,0	28-x60-yy					2553	
31,5/19,0/12,5	28-x56-yy					4434	
36,0/13,0/12,7	28-x54-yy	258					
38,1/25,4/6,35	28-x41-yy		90	618		1802	

AL WAARDE ENKELE HF-TOEPASBARE STANDAARDTYPES					NEOSID-England				(2)
MAAT doorsnede / gat / hoogte	eindcode yy= Ni/Mn μ = ferriettype= TYPE-code	32 Ni 125 F16	31 Ni 220 F14	28 Mn 1200 F8		25 Mn 1600 F5	36 Mn 3500 F9	37 Mn 5000 F10	
38,1/25,4/12,7	28-x42-yy		181	1236			3604		
38,1/25,4/15,87	28-x44-yy						4504		
38,1/25,4/16,0	28-x45-yy					2075			
38,1/25,4/19,05	28-x43-yy	155	272	1861			5427		
63,0/27,0/17,0	28-x62-yy	288							
63,0/27,0/19,0	28-x53-yy	322	567						
63,0/38,0/25,0	28-x61-yy					4045	8850		

Er zijn nog meer ferriet variaties mogelijk, maar die zijn niet allen voor HF toepassing bedoeld. Die zijn dus weggelaten.

De letter "x" in de produkt code staat voor de uitwendige afwerking:

- x=0 UN-coated
- x=5 enamel - dunne lak coating
- x=6 nylon coating

De letters "yy" staan voor het ferriet type, bovenaan de kolom, en moeten dus ook nog ingevuld worden.

Nog een klein beetje info dan van NEOSID-Germany:

AL WAARDE ENKELE STANDAARDTYPES NEOSID Germany					(Uit boekje met beperkt extract)			
MAAT doorsnede / gat / hoogte	μ = Ni/Mn xx= TYPE	10 Ni 15 F100b	25 Ni 02 F40	100 Ni 05 F10b		500 Mn 06 F2	700 Mn 11 F08	1800 Mn 10 F02
R 4/1,2/3,3	xx 1340 00	6,9	/	/		/	/	/
R 4/2,3/3	xx 1347 00	3	7,4	29		73	/	/
R 8/5/5	xx 1341 00	4	/	40		/	/	/
R 9/5/1	xx 1355 00	/	/	/		28	/	/
R 9/6/3	xx 1355 10	2,3	5,8	23		57	/	/
R 10/5/2,5	xx 1342 00	3,2	/	32		79	/	/
R 14/6/5	xx 1343 10	/	/	/		/	530	1350
R 14/6/10	xx 1343 00	/	38	/		/	1050	2700
R 16/8/5	xx 1356 00	6,6	/	66		166	465	1200

(Het getal na de F in de ferrietcode is de frekwentie waar de verliezen bepaald zijn. Dit is tevens een hint voor de max. "nominale" toepassings frekwentie.)

Hobby tabel met zoveel mogelijk Amidon ferriet toroid info voor enkele veel gebruikte materiaal types voor balun toepassing.

Kerntype Amidon	Max f waarde bij Al -30 % in MHz	mat. μ	Al waarde (bij doorsnede)						
			36mm h=12,5	29mm h=13,9	29mm h=7,5	21mm h=6,5	12,7mm h=6,35	12,7mm h=4,8	9,4mm h=3,2
FT xx		xx=	-140	-114A	-114	-82	-50A	-50	-37
FT xx-77	2 à 3	2000	2250 1930	2340 2730	1270 1220	1170	1200	1100 \pm 1100	884
FT xx-43	> 10	850	953	X	603 500	557	570	523 \approx 400	420
FT xx-61 (lijkt op 4C6)	50 - 70	125	140	146	79,3	73,3	75	68,8 50 à70	55,3

Bovenstaande ferriet types hebben een goede tot redelijke Q bij een resonantie test. Dit betekent dat ze een lage absorbtie hebben en voor HF doeleinden geschikt zijn als kern voor een balun- of antenetrafo. Ze hebben geen plastic coating of kleurtje en zien er dus allemaal hetzelfde uit. Leuk als ze die na het kopen samen in een zakje doen. Alleen door meting en vergelijk met een tabel zoals deze kun je er weer achterkomen wat het voorstelt.

Bij twee vermelde waarden onder elkaar: de eerste is uit de datasheets, de tweede is zelf opgemeten. Spreiding is normaal, kan soms wel 20 - 35% schelen. De Amidon opgaves met cijfers achter de komma geven een nep nauwkeurigheid die er NIET is.

FTxx-77 lijkt wat op de donkerblauwe Philips kernen 3F3. Dit is NIET gelijk aan het blauwe 3E2 dumpmateriaal! Die zijn NIET zo goed, een drie tot vijf maal hogere A_L waarde, en hebben een veel grotere absorbtie. Ook zijn er variaties van die 3E2 met vrijwel dezelfde kleur (lichtblauw!) die helemaal NIET geschikt zijn om HF over te dragen. Het nieuwe 3E25 (oranje) valt NIET tegen, leg daar maar een voorraadje van aan. De 3C85 (rood) lijkt een veel betere vergelijkbaar type (voor FTxx-77). Maar die is weer niet in de dump....

FTxx-61 lijkt tijdens de metingen als 2 druppels water op het Philips 4C6 materiaal.

FTxx-43 lijkt vergelijkbaar met Philips 4A11 (rose) materiaal.

Niet alleen Amidon maakt bovenstaande FTxx-yy ringen. Ook de firma Fair-Rite maakt exact dezelfde. Of is het hetzelfde materiaal onder een andere handelsnaam???

Hobby tabel met zoveel mogelijk Amidon poederijzer toroid info van enkele veel gebruikte materiaal types

Poeder- ijzer kerntype Amidon T xx-y	Kleur	Aanbevolen frequentie gebied in MHz	mat. μ xx=	Al waarde in					
				36mm d=12,5	21mm d=6,35	17,5mm d=4,8	13mm d=4,8	11mm d=4	9,5mm d=3,25
				-130	-80	-68	-50	-44	-37
T xx-3	grijs	0,05 à 0,5	35	35	18	19,5	17,5	18	12
T xx-15	rood/ wit	0,1 à 2.0	25	25	17	18	13,5	16	9
T xx-1	blauw	0,5 à 5	20	20	11,5	11,5	10	10,5	8
T xx-2	rood	2 à 30	10	11	5,5	5,7	4,9	5,2	4,0
T xx-6	geel	20 à 50	8	9,6	4,5	4,7	4,6	4,2	3,0
T xx-10	zwart	30 à 100	6	X	3,2	3,2	3,1	3,3	2,5
T xx-12	groen/ wit	50 à 200	4	X	2,2	2,1	1,8	1,85	1,5
T xx-0	bruin	100 à 300	1	1,5	0,85	0,75	0,64	0,65	0,49

Alle bovenvermelde Amidon poederijzer types zijn niet zo geschikt om in een baluntrafo te gebruiken voor f's onder de 50 à 100MHz. Dit volgt uit $f_{\min} = 31,81 \cdot 10^6 / A_L \cdot N^2$, zie een aantal bladzijden terug. De A_L waarde is wat aan de lage kant. Er moeten dan veel te veel windingen op. Of de trafo moet gemaakt worden voor VHF frequenties.

Deze ringen zijn in eerste instantie bedoeld voor resonantie kringen met hoge Q of in laagdoorlaatfilters. Bijv. in antenne aanpas- of π -filters.

Let op:

De originele Amidon doc's gebruiken alléén voor deze types de A_L waarde uitgedrukt in uH per 100 windingen. Voor een juiste vergelijking van verschillende materiaal types onderling en met ferriet, heb ik alles uitgedrukt in dezelfde eenheid: mH/1000 windingen. Nu blijkt pas hoe laag de A_L waarde van poederijzer is in vergelijking met ferriet!

Op de volgende vier pagina's volgen de gekomprimeerde meetgegevens van ruim 50 (de belangrijkste) ringen / ferriet onderdelen uit het A5 verzamel mapje.

TYPE of KLEUR	Fabrikant MAAT D x d x h	Meetparameters						B/2				Opmerkingen
		N	C pF	fres kHz	AL mH/1000	f1	f2	serie R	Q tot	Q LC		
FT50-77 ongecoat	Amidon ±13 / 7 / 5	10A 10B	1030 1035	474 467	1095 1122	488 /	460,5 /		±17		mooie Q Barend / Dolstra	
FT50-43 ongecoat	Amidon 12,5/ 7 / 5	10A 10B	1030 1035	790 778	394 404	922 /	680 /		±3,3		lagere Q dan verwacht via Barend	
FT50-61 ongecoat	Amidon 12,5/ 7/ ±5	10	1030	1977	63	1992	1966	10K	±49	±80	verloopt iets temp effect....	
FT114 -43 ongecoat	Amidon 29/ 19 / 7,5	10A 10B	1030 1035	703 ±700	±498 ±500	847 /	±588 /		± 2,7		lage Q	
FT114 -77 ongecoat	Amidon 29/ 19 / 7	10A 10B	1030 1035	448,5 446	±1223 1230	436 /	464,5 /		15,7		prima Q	
FT114A-77 ongecoat	Amidon dik 29/ 19 / 14	10A 10B	1030 1030	300 298	2730 2769	281 280	320 319		7,7 7,6		beetje te duur	
FT114A-61 ongecoat	clone (Fair-Rite) 28/ 16 / 13,5	10A 10B	1030 1035	1193 1187	173 174	1204 /	1183 /	10K	±57	±240	36mm 4C65 alternat.	
FT140 -77 ongecoat	Amidon 36 / 23 / 13	10A 10B	1030 203	357 695	1930 2583	383	334,5		7,4		Waarom moet ik daar F28, -- voor bet. Dolst	
3F3 donker blauw	Philips 14,5/8,5/5,5	10	1030	552,5 -564	805,6 773,1	577	550	10K	±20	±45	Q = OK verloopt nogal....	
3H2 ?? grijs	Philips 14,5/ 9/ 5,5	10	1030	474	± 1095	438	522	10K	±5,6	± 6,9	dump via Willy	
?? donker grijs	Philips 14,5/ 8,5/5,5	10 10	1030 10000	405 133,3	1499 1426	370 132,4	436 134,8	10K 50K	6,14 ± 55,5			
?? donker grijs	Philips 24/ 14/ 7,5	10	1030	386	± 1650	363	416		± 7,3		pas op: er zijn ook minder goede.. (dump)	
3E25 oranje	Philips 14,5/ 8/ 5,5	10A 10C	1030 1030	306 328	2626 2286	383 410	253 264	10K	2,35 2,25		Eurodis/ nieuwe ringen uit zelfde batch	
3E25 oranje	Philips 27/ 13,5 / 11	10A 10B	1030 1030	192 191	6671 6741	154 166	246 228		± 2,1 ± 3,1	BAR WIL	veeeel beter dan 3E2 AL volgens Phil=6420	
3E25 oranje	Philips 37/ 22 / 15,5	10 25	1030 1035	175 72,8	7991 7388	150 63,1	205 83	10K	±3,2 3,66	±4,4		

TYPE of KLEUR	Fabrikant MAAT D x d x h	Meetparameters						B/2				Opmerkingen
		N	C pF	fres kHz	AL mH/1000	f1	f2	serie R	Q tot	Q IC		
4C6 licht- violet	Philips 14,5/ 9 / 5,5	10B 10A	200 1035	5045 2424	±50 ±42	/ /	/ /					oude test van oude type
4C65 donker violet	Philips 23,5/ 13,5/7,5	10	1030	1705	84,6	1699, 5	1711	100K	±148			prima
4C65 donker violet	Philips 36,5/22 /15	10A 10B	1030 1035	1290 1232	±148 160	1294 /	1285	100K	143			prima... nieuwe versie
4C6 licht violet	Philips 37,5/ 22/ 15,5	10	1030	±1448	±117	1453	1443, 5	100K	±152			prima, oude versie
3C11 wit	Philips 32,5/ 18/ 13	10	1030 10000	222,3 71,5	±4968 ±4955	242,5 72,3	204,5 70,9	10K 100K	5,85 51	± 10		lang onbekend geweest toch mooi spul
3E1 lichtgroen	Philips 37,5/ 22/ 11	10	1030	304	2661	268	350		3,7			via dump, Wil.
3E1 lichtgroen	Philips ±30/ 18/ 8,5	10A 10B	1030 1030	407 320	1485 ±2400	347 368	470 280	10K	3,3 3,6			dump, wil. werkt OK grote spreiding!
3E1 donker +lichtgroen	Philips 36,5/22/15,5	10A 10B	1030 1030	294 257	2845 3732	314 298	276 219		7,7 3,25			licht spreiding! donker via Veron
lijkt 3H1? rood+geel	Philips?? 23/ 14 / 7	10A 15B	1030 1030	373 251	±1768 1735	399 264	351 240	10K	7,77 10,5	11,5 18,5		Dump, is het 3H1?? goed spul....
3E2 fel lichtblauw	Philips 23,5/ 13,5/7,5	10	1030	±260	±3620	108	±600	10K	!! 0,53			De verkeerde 3E2 Q < 1
3E2 violet blauw	Philips 23,5/ 13,5/7,5	10	1035	±260	±3620	99	460	10K	0,72			Een iets betere 3E2?
? blank ferriet	?? 32/ 19 / 15	10A 10B	1030 1030	501 456	± 980 ± 1183	520 473	484 442	10K	±14 ±14,7	±25		Dumpkern met glastape Een hele goeie!
K44X830 grijs coat.	Siemens 13/ 7 /±5	10A 10B	1030 203	294 ± 660	2845 2865	358	254	10K	±2,83			via Barend H. Lijkt op 14 mm 3E25
FRK200 blank	??? 25 /15 / 8	10A 25B	1030 1035	429 170	1336 1355	421 /	437,5 /	100K	±26			via Kent Electronics Prima/ erg breekbaar
witte dumpkern	Philips 14,5/8,5/5,5	10	1030	306- 320	2626- 2400	462	208	/	±1,2			

TYPE of KLEUR	Fabrikant MAAT D x d x h	Meetparameters					B/2					Opmerkingen
		N	C pF	fres kHz	AL mH/1000	f1	f2	serie R	Q tot	Q IC		
clamp wit gat= 7,5	Kitagawa 20x20 blok l=32	10	1030	327,5	±2293	330,5	324	100K	±50		De clamp van KENT	
clamp zwart gat= 12,5	TOKIN D=29 rond l=32	10	1030	385,5	±1655	389,5	381,5	100K	±48,2	±60	De clamp van Barend	
gespleten ring clamp	Kitagawa 29 / 14 / 16	10	1030	661	±563	667	654,5	100K	±52,9		twee ringhelften in plastic jacket	
flatcable clamp 40ad	Kitagawa EFC40N 62,5x28,5	10 10	1030 1030	688 526	±520 889	693,5	681,5	100K	57,3		standaard (=losjes) extra aangedrukt	
clamp zwart gat=±6,5	Fair-Rite 19x19 blok l=33	10	1035	315	2466	/	/				Amidon second source	
mini ring groene kalk	? 11/ 5,5/ 3	10B	200	15040	5,60						Verkocht via de Veron	
mini V.neus groene kalk	l=5,8mm gat=±2 gatkant=4,3x7	10 5	1035 200	3256 14330	23 24,5	/	/				Verkocht via de Veron	
korte Vark. neus	l=8mm gat=4mm gatkant 8x14	10 5	1035 200	2780,5 5508	166 167	/	/				met violette veeg	
witte Vark. neus	l=14mm gat=4 gatkant=8,7x14,7	5	1035	4405	50,5	/	/				uit de dump heel goede Q	
gele Vark. neus	l=14mm gat=4 gatkant=8,5x14,3	5	1035	2995	109	/	/				uit de dump	
groene kalk Vark. neus	l=14mm gat=4 gatkant=7,8x14	5 5	200 1035	8845 3833	±65 ±67	/	/				verkocht via de Veron	
blank fer. Vark. neus	l=14mm gat=4 gatkant=8,5x14	10 5	200 1035	1160 1017	941 946	/	/				kijk eens aan: Hoog AL V. neus!	
oranje Vark. neus	l=14 gat=4mm gatkant=8x14	5	1035	1174	710	/	/				hoog AL Tx-eindtrap via Barend	
buis kern C	l=23 D=15 d=6	10	1035	520	905	/	/				hoog AL Tx-eindtrap via Barend	
buis kern D	l=23 D=15 d=6	10	1035	2270	±47,5	/	/				laag AL Tx-eindtrap via Barend	

Hobby (rommelige) tabel met zoveel mogelijk info over Philips toroids

Kerntype Philips	Kleur	Max f waarde bij Al -30 % MHz	mat. μ	Toep. a, b, c	Al waarde				
					36 mm d=15	d=10	26-30	23 mm d=7,6	14 mm d=5,5
3E5	geel	?	10000		11280		(30mm) d=14= 12000 d=11= ? d=8,5= 6400 d=5,5= 4350		
3E25	oranje	0,8	6000	c	± 7400		(27mm) ± 6700	3820	2430
3E2	blauw (licht)		5000		X	X		3500 à 3800	2200 à 2500
ander type 3E2?	blauw	via Barend						6200	
3E4		± 1	4700	a					
3C11	wit	0,8 à 1	4300	c	5800	3900		3000	1900
3E1	groen	± 1	3800	a	2800 à 3700	± 2600	(30mm) 1600- 2400	X	X
3H1	rood+geel	3 à 4	2300	a				1800	
3H2	donker-grijs ?	?	2300 - 3100		X	X		1700	1100 9,5mm= 600
3H3		3 à 4	2000	a					
3C85	rood	± 3	2000	b	2700	1800		1400	880
3F3	blauw	5	1800	b	2420			1250	700 - 800
3C10	?	1 à 2	1800	b					
3D3		8	750	a					
3F4	beige	8 à 9	750	b					
4A11	rose	± 10	700	c	940			485	310
4C65	paars	100	125	c	± 160	112		87	55
4C6	paars	85	100	a	± 120	X		80 à 82	40 à 48 9,5mm= 26 6,5mm= 18

Bovenstaande gegevens deels zelf opgemeten, deels overgeschreven uit oude Philips literatuur. Toepassings gebied volgens fabrikant:

- a) low signal + puls transformers
- b) power + general
- c) suppression + miscell. + puls transformers

Al waarde in mH per 1000 windingen = nH per winding

Kontrolle aanhangsel, voor het geval iemand het gedeelte over de minimum frekwentie van een ringkern wil narekenen. Ook als naslag bedoeld. De formules gelden alléén voor de 50 Ω kant. Ze gelden voor een Z_{\min} van 200 Ω .

$$\begin{aligned}
 f_{\min} \text{ FT140-77} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 2250 \cdot N^2) = 14147 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT114A-77} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 2340 \cdot N^2) = 13603 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT114-77} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 1230 \cdot N^2) = 25879 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT82-77} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 1170 \cdot N^2) = 27206 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT50A-77} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 1200 \cdot N^2) = 26525 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT50-77} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 1100 \cdot N^2) = 28937 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT114A-61} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 173 \cdot N^2) = 183994 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ FT50-61} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 63 \cdot N^2) = 505253 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3E1 36mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 3500 \cdot N^2) = 9095 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 4C65 36mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 160 \cdot N^2) = 198944 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 4C6 36mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 120 \cdot N^2) = 265258 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3F3 14mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 790 \cdot N^2) = 40292 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 4C6 23mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 82 \cdot N^2) = 388183 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 4C6 14mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 55 \cdot N^2) = 578745 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3E2 23mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 3500 \cdot N^2) = 9095 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3E2(-2) 23mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 6200 \cdot N^2) = 5134 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3E25 27mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 6420 \cdot N^2) = 4958 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3E25 36mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 7400 \cdot N^2) = 4302 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ 3C11 31,5mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 5450 \cdot N^2) = 5841 / N^2 \\
 f_{\min} \text{ KENT 25mm} &= 200 \cdot 10^6 / (2 \cdot \pi \cdot 1400 \cdot N^2) = 22736 / N^2
 \end{aligned}$$

Ferriet informatie verkregen van/via, of ingewonnen uit:

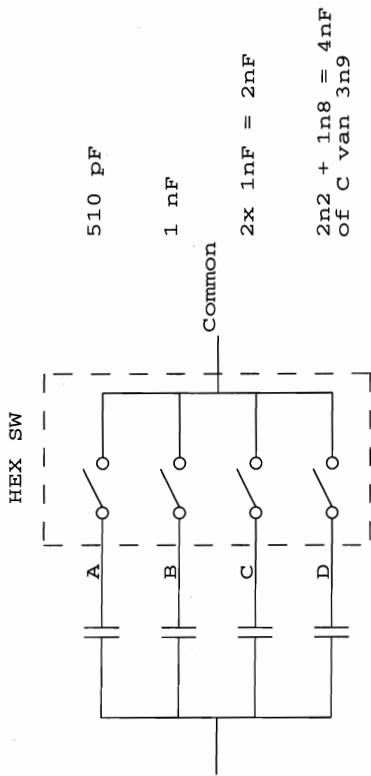
- Amidon Databoek Amidon via Fa. Dolstra, Veenwoudsterwal.
Info uit Dolstra katalogus.
Infopapier bij poederijzerringen set. Ook via Holland Electronics, Leiden.
- Philips Magnetic Products Data Handbook MA01-1993
Het nieuwe Magnetic Products Data Handbook MA01-1996
Ook: verschillende oudere Philips databoeken uit de
groene bundel, databoek serie "C4" (magnetische materialen)
Info over Philips toroids uit de Malchus katalogus
Info over Philips toroids uit de Eurodis/TEXIM katalogus (ook uit de oude)
- Fair-Rite Databoek via Acal-Auriema Nederland te Eindhoven
(Second-source fabrikant voor Amidon ferriet?)
- Kitagawa Vele manuals via Fa. Dracon B.V. te Tilburg
- Pyroferric Inductive Systems Europe N.V. via Imphy Benelux, Tilburg
Ferronics idem
- Toko div. Coil manuals, Holland Electronics, Leiden
- Kaschke Weichmagnetische Werkstoffe und Elektronische Bauteile (1987),
via (ex?) Manudax Nederland, Heeswijk Dinther
- Neosid Magnetic Components (1985), via Clofis, Den Haag
- Vogt Components Handbook 1993, via Heynen B.V., Gennepe
- Siemens Verzamel databoek vele Siemens produkten: hoofdstuk Siferrit

Fabrikant onafhankelijke info uit boeken/tijdschriften:

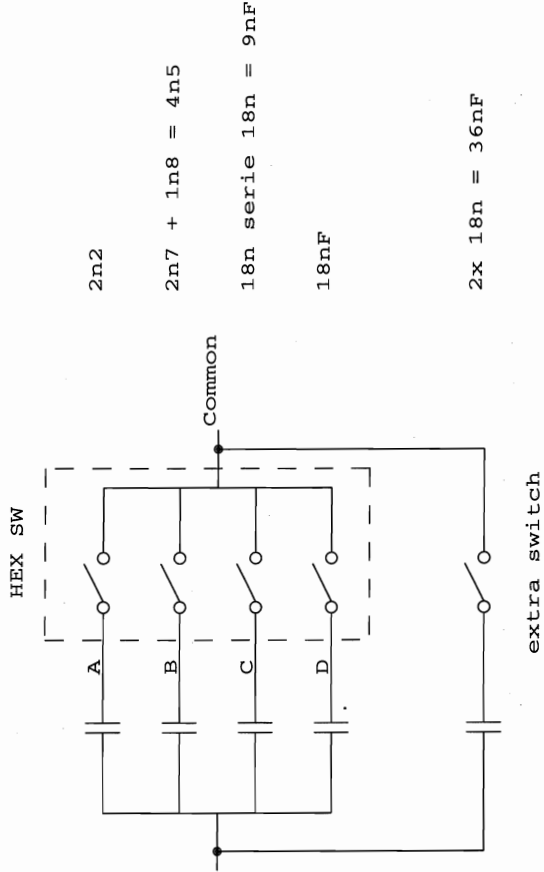
- ARRL-USA Transmission Line Transformers by Jerry Sevick, W2FMI
ARRL-USA Algemene info uit jaarlijks "ARRL-Handbook"
- Kluwer Elektronica 91/6, artikel: Zachtmagnetische ferrieten.
Formules uit het polytechnisch zakboekje
- Elektuur Elektuur 94/6, artikel: Toroide spoelen
- Veron Electron 85/11, artikel: Het ontwerpen van HF-breedbandtransformatoren.

Mijn versie van enkele hexadecimaal "decade" condensator banken.

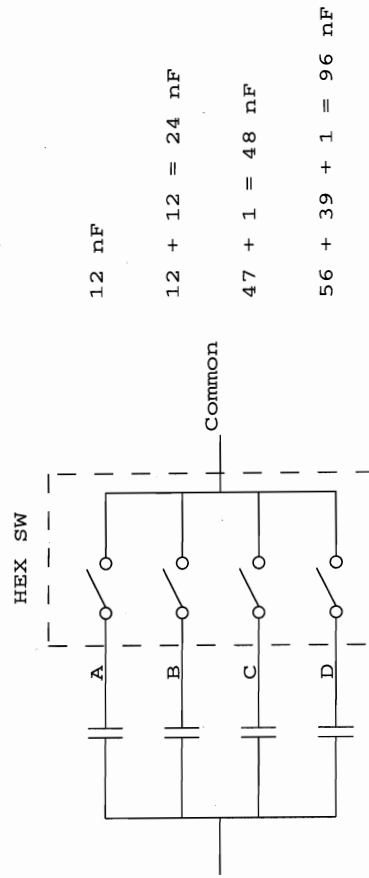
Type-1 Van 500pF - 7n5



Type-2 Van 2n2 - 70nF



Type-3 Van 12 - 180 nF



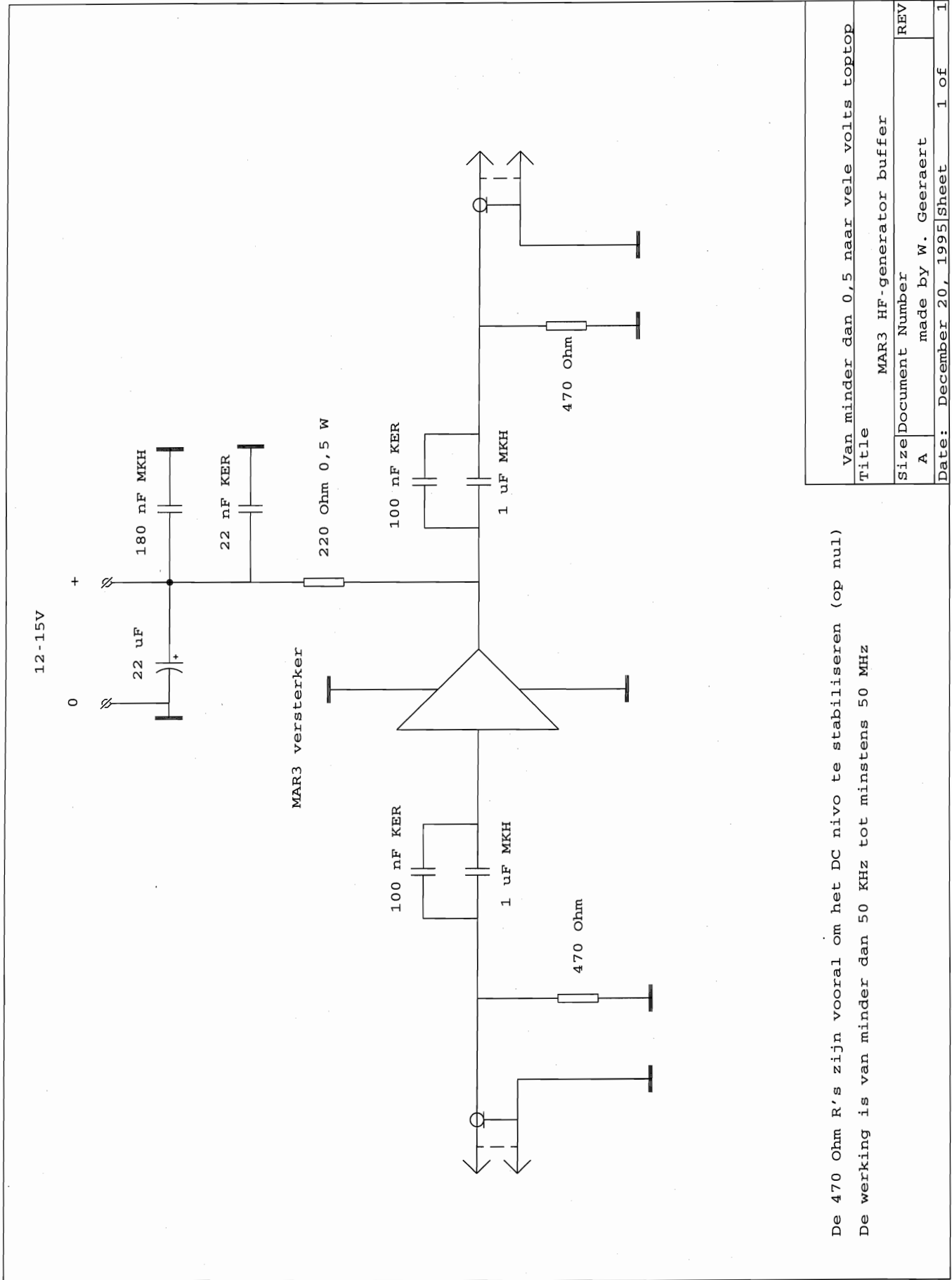
EIGENLIJK DUS EEN HEX-BANK

C waarde loopt lineair op met de waarde van de kleinste C waarde.
Daardoor 15 C-stappen (of 31 met extra sw.)
Title

HEXADECIMAAL "DECADEBANK" CONDENSATOREN

Size	Document Number	REV
A	Made by W. Geeraert	A
Date:	December 8, 1995	Sheet 1 of 1

Het MAR bufferversterkertje dat achter de HF generator geplaatst is.



De 470 Ohm R's zijn vooral om het DC nivo te stabiliseren (op nul)
 De werking is van minder dan 50 KHz tot minstens 50 MHz

Van minder dan 0,5 naar vele volts toptop
 Title

Size Document Number
 A

REV
 Date: December 20, 1995 Sheet 1 of 1

Rosmalen 18-03-06

RINGKERN/FERRIET INFOBLAD

No.

Fabrikant	Meetmethode			AL in mH/1000	B12			Serie - R	
	N	C	PF		f _{res}	f ₁	f ₂		+R
Magnetics Type / kleur ZF-42212-TC	10 A	1030		248	3990	243,5	253,3	25,3	30
	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 ± 13	1025 C	10000		81,21	3840	80,04	82,66	31	79
	1025 C	10000		81,30	3832	81,00	81,64	127	169

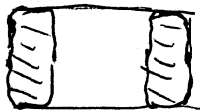
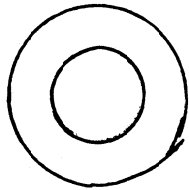
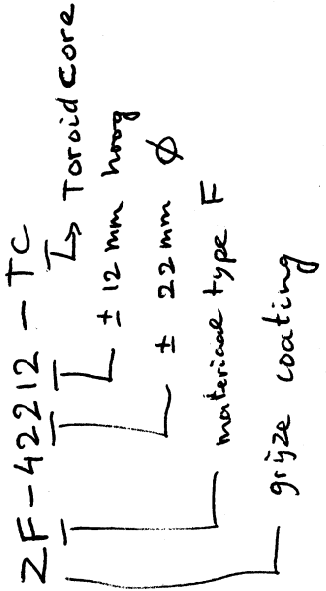
}

R = 100k →

R = 10k →

R = 100k →

Bijzonderheden



Fabrikant AL = 3624 ± 20% !!

Kernmaterial
type F

R₁




μ_{tot} / H₁

± 3000 !!
± 20% !!

3496

RINGKERN/FERRIET INFOBLAD

No.

Fabrikant	Meetmethode			AL in mH/1000	B $\sqrt{2}$		
	N	C	f _{res}		f ₁	f ₂	Q
Type / kleur	10						
	10						
	10						
Maten in mm							
Buiten 	25						
Binnen 	25						
Hoogte 							

Bijzonderheden

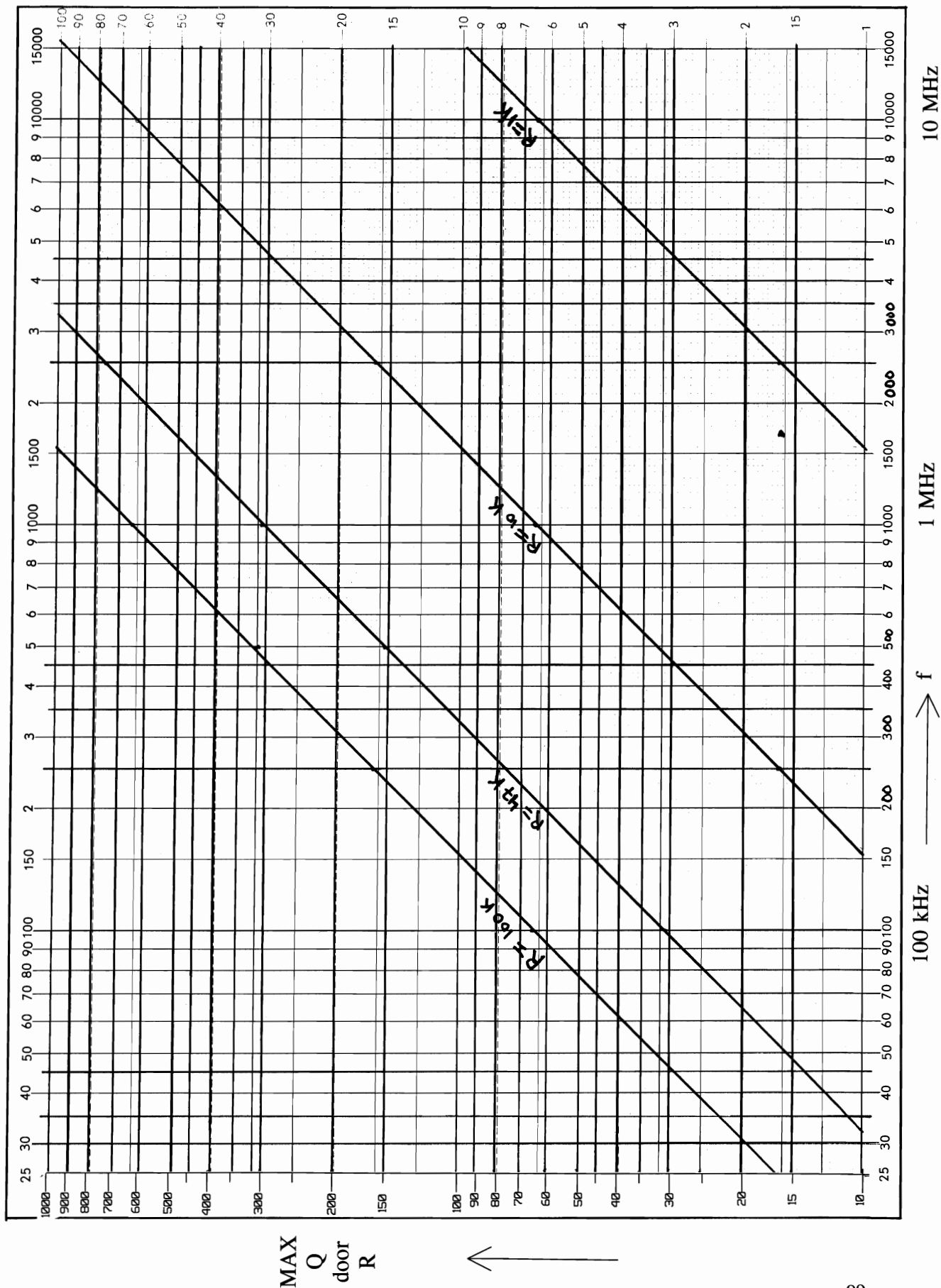
R_i

μ_{tor} / μ_i

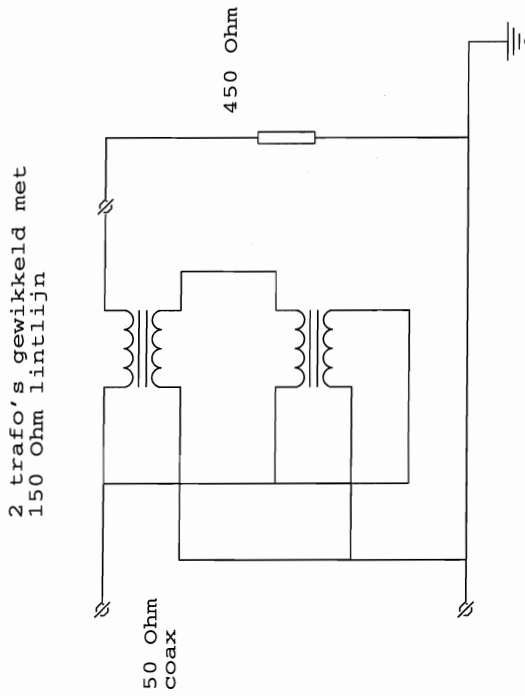
50Ω enkel/dubbel/

MHz	type - met comp.				type - met comp.				type - met comp.				
	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	Z	SWR	
0,1													
0,2													
0,5													
1,0													
1,1													
5													
10													
15													
20													
25													
30													
35													

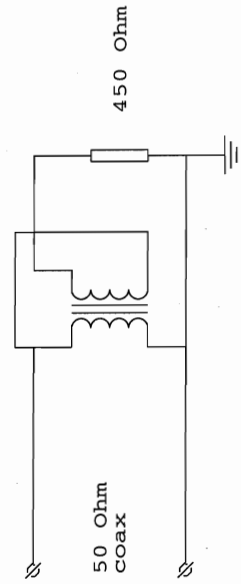
Deze grafiek hoort bij de tabel op pagina 71, bedoeld om snel een correctie factor te kunnen berekenen m.b.v. de Q formules. Geldt alleen als VOORBEELD, hoort bij een meet C van 1030 pF. Dit is inclusief de scoop probe input C!



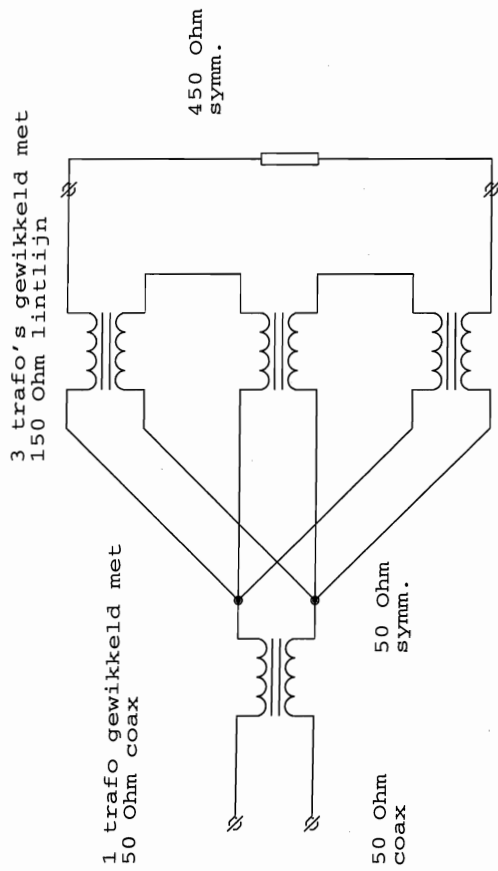
Hierbij ook nog een tekening om duidelijk te maken hoe de speciale gevallen van de antenne-rafo er ongeveer uit zien.



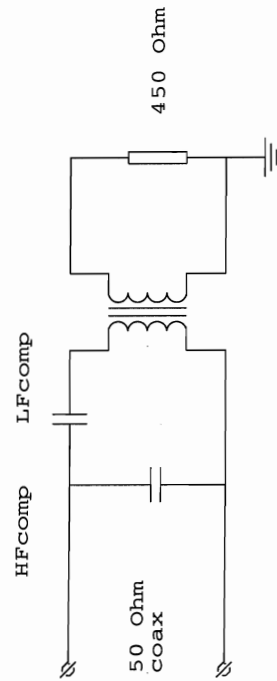
Vergelijkbare asym./asym. Ruthroff methode



Het autotrafo principe
Wikkelingen dan dus in SERIE



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



De gewone omzetter samen met compensatie C's

Title	
ANTENNE - RINGKERNTRAFO VERSCHIJNINGSVORMEN	
Size	Document Number
A	GET. W. GEERAERT
Date:	January 4, 1996
Sheet	1 of 1