



Meetbrug voor ferrietring

Maes Frank ON7MF

0476501034

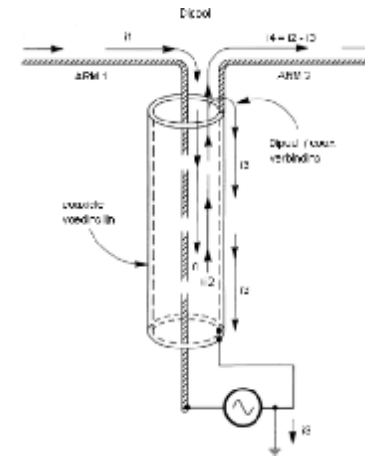
Frank.maes6@telenet.be

- Deze Ferriet ringen kom je overal tegen, maar zelden of nooit vind je een type nummer terug, waardoor je geen data 's kan opzoeken.

Multi Size Ferrietkern Cord Ring Choke Bead RFI EMI Noise Suppressor Filter voor Netsnoer Usb-kabel Antenne HDMI Audio Kabel - 7mm



- Als radioamateur zijn die Ferriet-ringen zeer handig om bv. een mantelstroom demper of mantelstroombegrenzer te maken om een symmetrische dipool te kunnen aansluiten aan een asymmetrische coax zonder gebruik te moeten maken van een 1:1 balun



Meetbrug

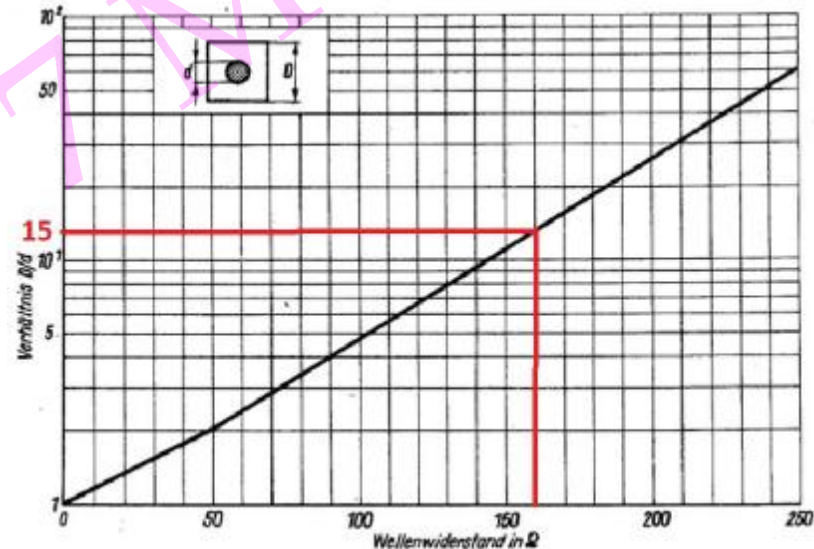
ONZINNE

• Praktische uitvoering

- Om metingen te kunnen uitvoeren op onbekende ferrietringen heb ik deze meetbrug gemaakt.
- Ik heb een aluminium profiel hiervoor gebruikt, waarop 2 N connectoren gemonteerd zijn.
- De kleinste binnen diameter is 53 mm
- De Koperen geleider is 3,5 mm koper, en met de PVC 5 mm



- Om een goeie meetbrug te kunnen maken moeten we toch liefst zoveel mogelijk rekening houden met de impedantie van de meetbrug t.o.v. de meetapparatuur, dus een 50 Ω of 75 Ω systeem
- Daarom proberen we rekening te houden met de verhouding van de diameter van de kern en de binnen diameter van de meetbrug
- We gebruiken hier een aluminium profiel met binnen diameter D van 53 mm
- We gebruiken hier een koperen stuk kabel van 10 mm² met een diameter d van 3,5 mm
- De verhouding $D/d = 53/3,5 = 15$
 - De impedantie is 160 Ω
 - Op VHF frequenties zal :
 - Ø De SWR = $160/75 = 2$
 - Ø De RL = 9 dB



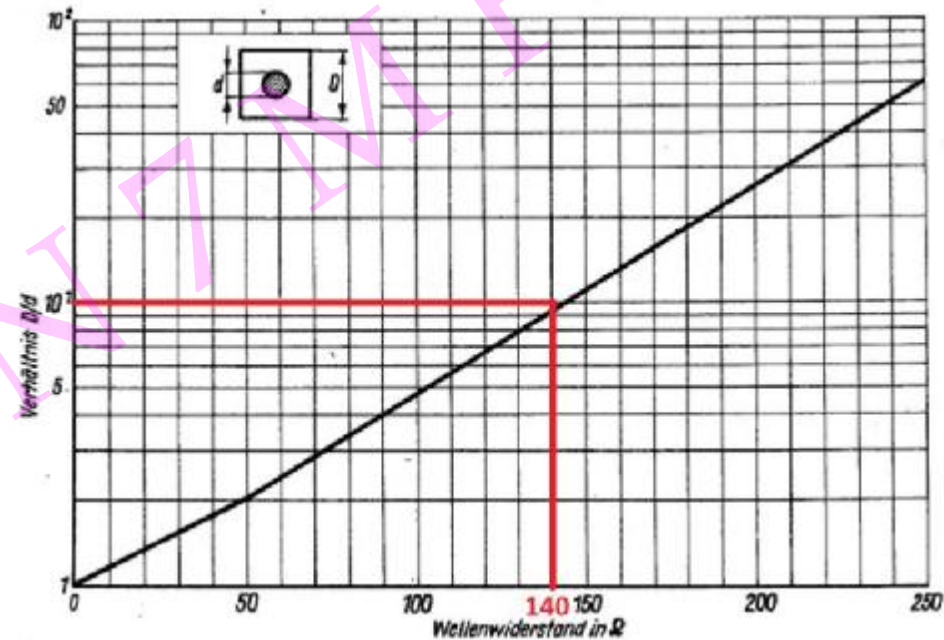
- Daar we ferrietkernen besteld hebben die over een 5 mm kabel moeten passen kunnen we de dikte van de kern d maximaal 5 mm maken
- De verhouding $D/d = 53/5 = 10$
- De impedantie is 140Ω
- Op VHF frequenties zal :
 \emptyset De SWR = $140/75 = 1,86$
 \emptyset De RL = 10 dB

In principe zal dit

Weinig verschil

Uitmaken als we

de binnen diameter
 d tot 5 mm brengen



Praktische metingen op de meetbrug



• Metingen

- Daar het eventueel in de toekomst de bedoeling is om dezelfde meetbrug te kunnen gaan gebruiken ook op 440 MHz heb ik de meetbrug eens uitgemeten tot 990 MHz.
- We weten dat door de verhouding D/d de impedantie van de meetbrug zelf ergens 160Ω is, waardoor we vanaf een bepaalde hogere frequentie toch een RL van 9 dB zullen moeten terug vinden. Ik veronderstel dat we tot 30 MHz geen probleem zullen ondervinden van de slechte D/d verhouding van de meetbrug ?



- **Doorgangsdemping van de meetbrug :**

- 3 MHz : 0,.. dB
- 30 MHz : 0,.. dB
- 146 MHz : 0,.. dB
- 440 MHz : 1 dB
- **990 MHz : 3 dB (slecht)**

- **RL**

- 3 MHz : 28 dB
- 30 MHz : 26 dB
- 146 MHz : 16 dB
- 440 MHz : 8 dB
- **990 MHz : 3 dB (slecht)**



- **Besluit :** Tot en met 440 MHz mag je nog kleien fouten maken in je constructies, maar er boven is dat ten koste van een grote doorgangsdemping !

- **Opmerking:** wanneer de lengte van onze meetbrug in de omgeving komt van een $\lambda/4$ stuk, gedraagt die zich als een $\lambda/4$ transfo ! $\lambda/4$ voor 990 MHz = 7,5 cm en dit is ongeveer de lengte van onze meetbrug !!
- Theoretisch zou de beste RL van onze meetbrug gelijk aan 9 dB. In de metingen zien we de RL

- Ø 3 MHz : 28 dB
- Ø 30 MHz : 26 dB
- Ø 146 MHz : 16 dB
- Ø 440 MHz : 8 dB
- Ø 990 MHz : 3 dB



variëren, we zien ook dat we tot 146 MHz zeker geen problemen hebben met de kwaliteit van de meetbrug, op 440 MHz is de RL 1 dB kleiner dan de berekenende 9 dB, dus vanaf hoger dan 440 MHz moet je zeker oppassen met “lange massa verbindingen”, en foutieve afmetingen in je constructie van een transmissielijn, en zijn de meetresultaten niet 100% betrouwbaar te noemen

- Als meetbrug voor onze toepassingen is dit dus een betrouwbare constructie tot 440 MHz om de kwaliteit van Feriet-ringen te controleren

- **Betere constructie met extra afscherming**
- Wanneer we 1 kant van de meetbrug gaan afsluiten met metaal, waardoor we dichter komen bij de karakteristieke impedantie van het meetsysteem zien we amper verschil (0,.. dB) in doorgangsdemping of RL op 990 MHz, waardoor het gebruik van een extra afscherming om praktische redenen geen toegevoegde waarde is tijdens de metingen.

ONZAME

Meting op de Ferriet kernen tot 30 MHz

- Ferriet type 1
- Doorgangsdemping
 - 3,5 MHz : 0,.. dB
 - 14 MHz : 2 dB
 - 28 MHz : 4 dB
- RL op ingang meetbrug:
 - 3,5 MHz : 15 dB
 - 14 MHz : 8 dB
 - 28 MHz : 6 dB



- Ferriet type 2
- Doorgangsdemping
 - 3,5 MHz : 1 dB
 - 14 MHz : 3 dB
 - 28 MHz : 5 dB
- RL op ingang meetbrug
 - 3,5 MHz : 14 dB
 - 14 MHz : 8 dB
 - 28 MHz : 6 dB



- Ferriet type 3
- Doorgangsdemping
 - 3,5 MHz : 1 dB
 - 14 MHz : 2 dB
 - 28 MHz : 4 dB
- RL op ingang meetbrug
 - 3,5 MHz : 15 dB
 - 14 MHz : 9 dB
 - 28 MHz : 7 dB



Samenvatting ferrietmetingen tot 30 MHz

- 3,5 MHz

- Ø Gemiddelde demping : 0 tot 1 dB

- Ø Gemiddelde RL : 14 dB

- 14 MHz

- Ø Gemiddelde demping : 2 tot 3 dB

- Ø Gemiddelde RL : 8 dB

- 30 MHz

- Ø Gemiddelde demping : 4 dB

- Ø Gemiddelde RL : 6,5 dB

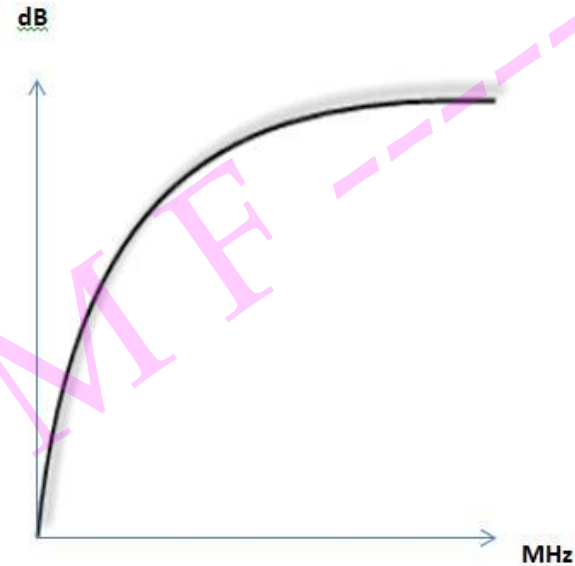
- Ø Wanneer we de antenne willen gebruiken op 3,5 MHz, en we wensen een mantelstroom demping van 6 dB, dan zullen we 10 ferriet kernen nodig hebben.

- Ø Wanneer we de antenne willen gebruiken op 14 MHz, en we wensen een mantelstroom demping van 6 dB, dan zullen we 3 ferriet kernen nodig hebben.

- Ø Wanneer we de antenne willen gebruiken op 28 MHz, en we wensen een mantelstroom demping van 6 dB, dan zullen we 2 ferriet kernen nodig hebben.

Samenvatting ferrietmetingen tot 170 MHz

- Wanneer we dan eens willen kijken hoe die ferrietringkernen zich gedragen boven de 30MHz, om te zien hoeveel mantelstroomdemping ze geven in VHF en UHF heb ik hier een samenvatting gemaakt van de metingen.
- Hier een meting van 10 MHz tot 170 MHz
- 10 MHz : 1dB
- 20 MHz : 1 dB
- 30 MHz : 3 dB
- 40 MHz : 4 dB
- 50 MHz : 5 dB
- 60 MHz : 5 dB
- 70 MHz : 6 dB
- 80 MHz : 6 dB
- 90 MHz : 6 dB
- 100 MHz : 6 dB
- 110 MHz : 6 dB
- 120 MHz : 6 dB
- 130 MHz : 7 dB
- 140 MHz : 7 dB
- 150 MHz : 7 dB
- 160 MHz : 7 dB
- 170 MHz : 7 dB



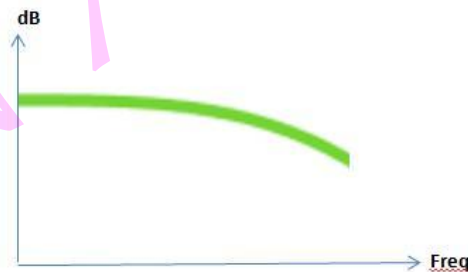
We zien eerst een vlotte lineaire stijging van de Demping tot ongeveer aan 70 MHz, en dan stijgt de Demping zeer langzaam , bijna niet meer tot 170 MHz

- Het gedrag tot 990 MHz
- Eigenlijk blijft de gemeten demping in principe gelijk tussen 130 MHz en 990 MHz
- Maar we hebben vroeger gezien dat de meetbrug zelf een doorgangsdemping heeft van :

- Ø 3 MHz : 0,.. dB
- Ø 30 MHz : 0,.. dB
- Ø 146 MHz : 0,.. dB
- Ø 440 MHz : 1 dB
- Ø 990 MHz : 3 dB

- Waardoor eigenlijk het gedrag van de ferrietkern minder demping gaat vertonen hier in ons geval boven de 440 MHz
- Gemiddelde demping van de ferrietkern boven de 146 MHz :

- 146 MHz : 7 dB
- 440 MHz : 7 dB
- 990 MHz : **6 dB**



- Ø We zien hier duidelijk dat de demping van het ferriet op 990 MHz minder is dan op 440 MHz, terwijl de demping van de meetbrug al 2 dB hoger is !

Ferrietring uitmeten met zender en Watt-meter

• Besluit :

- Meten is weten, deze eenvoudige constructie van een meetbrug laat je toe om zeer interessante metingen uit te voeren op onbekende ferriet ringen. Zeker voor de mensen die in het bezit zijn van meetapparatuur zoals een NAnoVNA enz....
- Wie enkel beschikt over een Zender en een Watt meter kan bv. deze test eens doen :
- 1) iJken van het meetsysteem zonder ringkern :



- We meten bv. 10 Watt op 30 MHz

- 2) We plaatsen een ferrietring in de meetbrug en meten opnieuw het vermogen op 28 MHz.
- Ø We meten nu bv. 5 Watt
- Ø Dit betekent een demping van $10/5 = 2$ keer = **3 dB**
- Ø **Besluit** : onze ferrietring dempt 3 dB op 28 MHz, willen we die gebruiken op de coax van een 28 MHz antenne, dan hebben we minstens 2 van dergelijke ferriet ringen nodig om aan een mantelstroomdemping te komen van minstens 6 dB



- Metingen Ferrietringen via een Watt Meter

- **ijken op 30 MHz :**
- We sluiten een "lege meetbrug " aan tussen de zender en de wattmeter



- We zetten de zender op **30 MHz** en lezen het afgegeven vermogen af : **6 Watt**



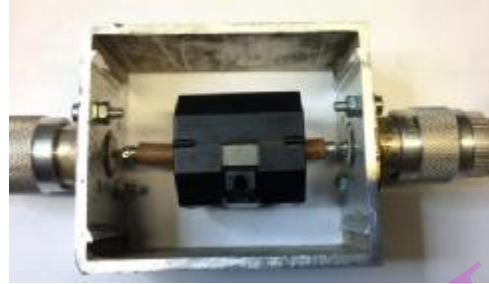
- Meten op 30 MHz :
- We plaatsen nu Ferriet 1 in de meetbrug



- We lezen het afgegeven vermogen af : 1 Watt
- Het afgelezen vermogen is nu +/- 1 Watt, wat betekend dat we een vermogensverhouding hebben van $6/1 = 6$ keer minder
- Dit is een demping van > 7 dB
- NOOT :
- De nauwkeurige aflezing van zo'n watt meter is ?? Ik zou toch voorstellen om 2 ferrietringen te gebruiken voor een dipool op 10 m



- Meten op 30 MHz :
- We plaatsen nu de zwarte Ferriet in de meetbrug



- We lezen het afgegeven vermogen af : **1 Watt**
- Het afgelezen vermogen is nu terug +/- 1 Watt, wat betekend dat we een vermogensverhouding hebben van $6/1 = 6$ keer minder
- Dit is een demping van > 7 dB
- NOOT :
- De nauwkeurige aflezing van zo'n watt meter is ?? Ik zou toch voorstellen om 2 ferrietringen te gebruiken voor een dipool op 10 m



- **Metingen Ferrietringen via een Watt Meter**

- **ijken op 14,500 MHz :**
- We sluiten een "lege meetbrug " aan tussen de zender en de wattmeter



- We zetten de zender op **14,5 MHz** en lezen het afgegeven vermogen af : **8 Watt**



- **Meten op 14,500 MHz :**
- We plaatsen nu Ferriet 1 in de meetbrug



- We lezen het afgegeven vermogen af in de schaal 30 watt : **1 Watt**
- **Het afgelezen vermogen is nu ????**
- **We gaan overschakelen naar een lagere schaalaflezing van 6 Watt**



- Meten op 14,500 MHz :
- We plaatsen nu Ferriet 1 in de meetbrug



- We lezen het afgegeven vermogen af in de schaal 6 watt : **1,2 Watt**
- Het afgelezen vermogen is nu **1,2 W**
- De verhouding = $8/1,2 = 6,6$
- In dB is dit 8 dB demping



- Meten op 14,500 MHz :
- We plaatsen nu Ferriet 2 in de meetbrug



- We lezen het afgegeven vermogen af in de schaal 30 watt : **1 Watt**
- Het afgelezen vermogen is nu ????
- We gaan overschakelen naar een lagere schaalaflezing



- Meten op 14,500 MHz :
- We plaatsen nu Ferriet 1 in de meetbrug



- We lezen het afgegeven vermogen af in de schaal 6 watt : **1,2 Watt**
- Het afgelezen vermogen is nu **1,1 W**
- De verhouding = $8/1,1 = 7,2$
- In dB is dit **> 8 dB** demping



• Besluit :

- Wanneer we deze methode gaan toepassen om onbekende ferrietringen te gaan testen, gaan we wel kunnen zien dat er een extra demping ontstaat door de toevoeging van de ferrietring, maar de meting zelf kan fout zijn !
- Dit komt omdat de zender bij toevoeging van de ferrietring in de antenne leiding geen 50Ω belasting zal zien, maar een hogere impedantie, bv. 200Ω als belasting.
- Hierdoor zakt de RL van het meetsysteem:
 - Ø *3,5 Mhz : RL 15 dB*
 - Ø *14 MHz : RL = 8 dB*
 - Ø *30 MHz : RL = 6 dB*
- Hierdoor gaat meestal de eindtrap in beveiliging en zakt het uitgangsvermogen, waardoor we de indruk krijgen dat de ferrietring méér of minder zou dempen.
- In principe zou je op dat moment ook het vermogen op de ingang van de meetbrug moeten kunnen meten, met bv. een Bird wattmeter , en ook hier ga je een verkeerde meting doen want de belasting voor die Bird is ook geen 50Ω



- Een ding is zeker,
- de ferriering dempt wel degelijk op deze testfrequenties, want we hebben minder vermogen na de meetbrug, hoeveel juist is moeilijk te meten op deze methode !!
- Nu één ding is zeker, je kan er nooit teveel ferrieringen plaatsen

ONZAME

Ferrietring uitmeten met μH meter

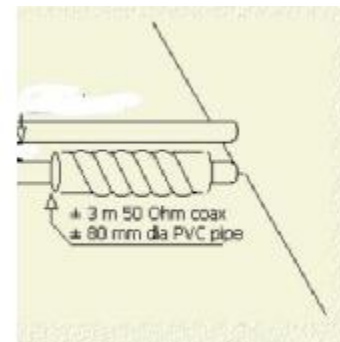
Met zelfinductie meter L

- Zoals we reeds vroeger hebben gezien moeten we streven naar een **zelfinductie van $> 16 \mu\text{H}$**

Mantel impedantie

- **Systeem 50 Ω**
- Voor een aanvaardbare goeie werking streven we naar een minimale mantelimpedantie van 4 keer de gebruikte impedantie, dus $4 \cdot 50 > 200\Omega$ op de laagste gebruikte frequentie (2 MHz)
- Voor de hogere werkfrequenties gaat deze mantelimpedantie automatisch veel hoger zijn.
- We berekenen dus alles voor een **minimale zelfinductie van 16 uH op de laagste werkfrequentie van 2 MHz**

$$L = X_L / \omega = 200 / (2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^6) = 16 \mu H$$

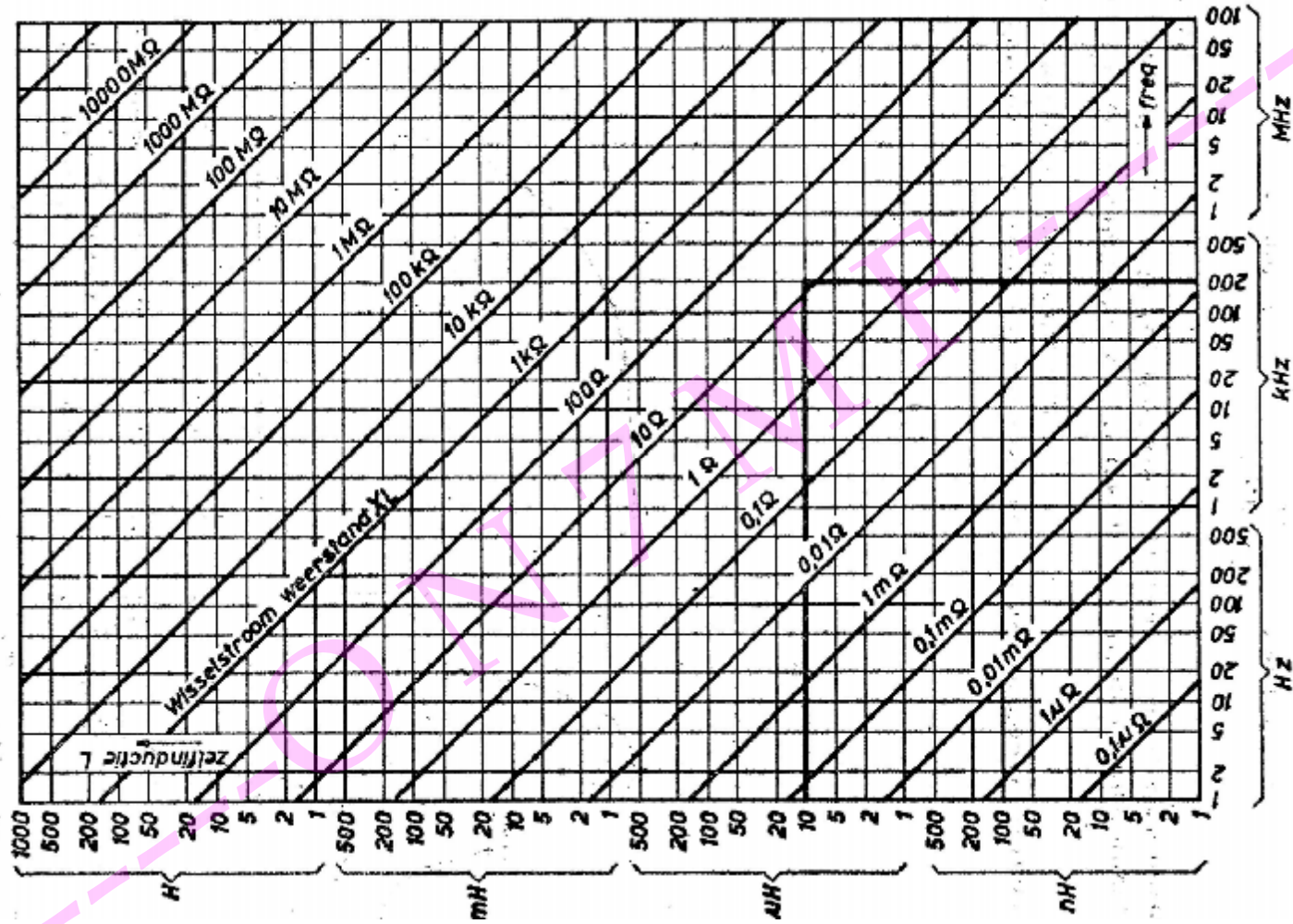


1) ijken van de μH meter

Ø 0,00 μH



- Reaktantie spoel



2) Ferriering 1

Ø 1,790 µH

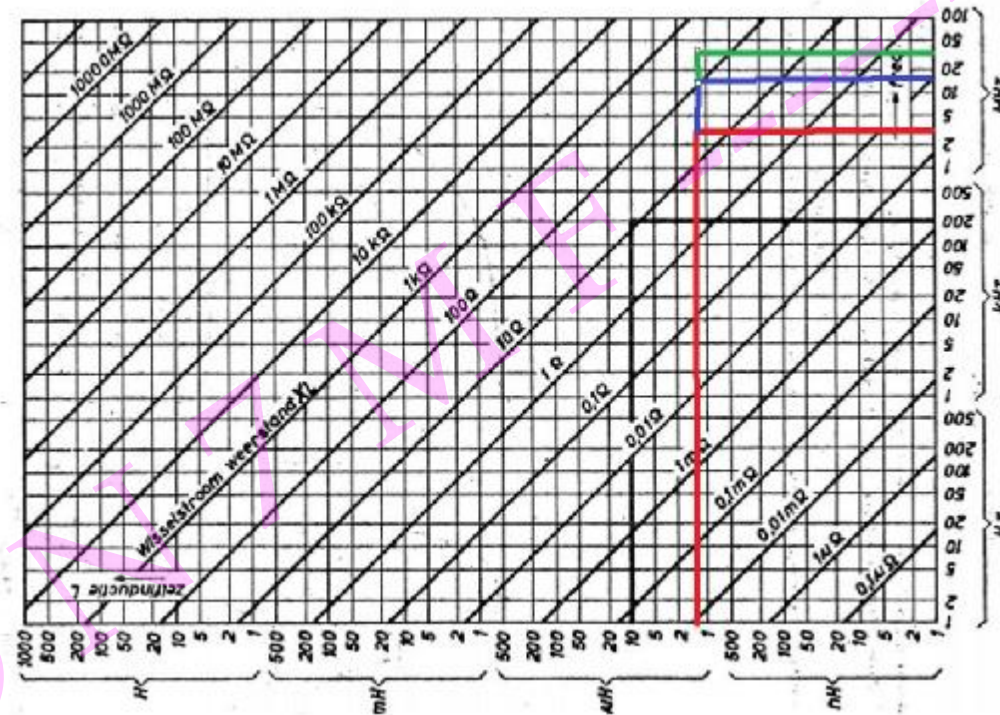


3) Ferriering 2

Ø 1,418 μ H



- Wanneer we de berekening gebruiken voor de Ferrietring 2 met een zelfinductie van $1,418 \mu\text{H}$ per stuk, dan zien we hier de verschillende impedantie :
- 3,5 MHz : +/- 30Ω
- 14 MHz : +/- 100Ω
- 30 MHz : +/- 300Ω



4) Ferriering 3

Ø 1,595 µH



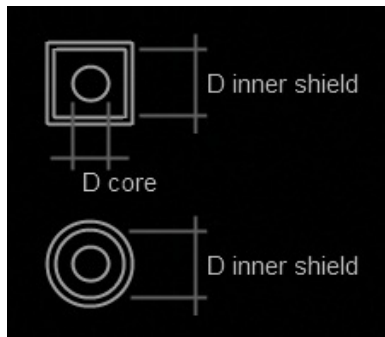
MAES Frank Meetbrug ferriering

- We hebben vroeger berekend dat we minimaal **16 μH** nodig hebben op de laagste frequentie van **2 MHz**
- We meten een zelfinductie van **1,41 μH** per ferriering type 2
- We hebben dus $16/1,41 = 11$ **stuks ferrieringen nodig** willen we voldoen voor een goeie mantelstroom begrenzer vanaf **2 MHz**
- Wanneer we enkel een mantelstroombegrenzer willen bouwen die pas goed werkt vanaf **14 MHz**, dan hebben we volgens de grafiek voldoende met 2 stuks ($100 + 100 = 200 \Omega$), dit is net op de grens, **3 stuks** ware een betere keuze. En 4 stuks nog beter !
- Wanneer we enkel een mantelstroombegrenzer willen bouwen die pas goed werkt vanaf 28 MHz, dan hebben we volgens de grafiek voldoende met 1 stuks (200Ω), dit is net op de grens, **2 stuks** ware een betere keuze. En 3 stuks nog beter !

Tabellen en grafieken

ONZINNE

- http://dg7ybn.de/Splitters/coax_online_calc.htm



Enter Numbers

Dielectricum
Permittivity ϵ_r
1.001

Coax Dimensions [mm]

Inner Dim. Shield	Core \varnothing
23.0	10.0

Shields Cross Section
Square shape ▼

Option - How long is it in wave lengths?

Freq. [MHz]	Line Length [m]
144.100	0.519

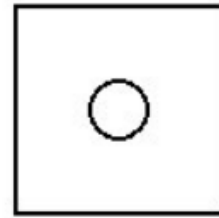
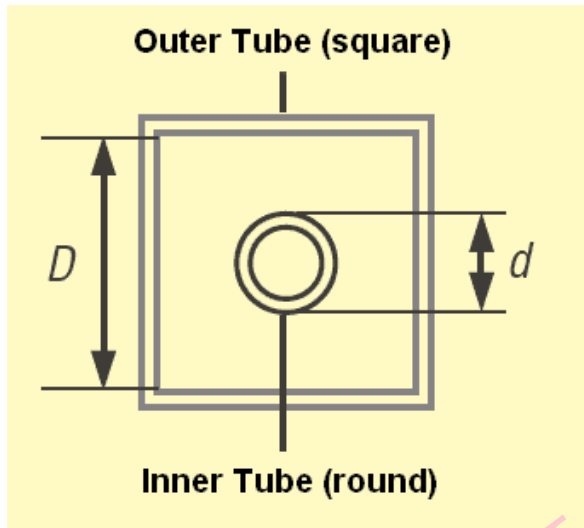
Calc.

Computed Impedance and Properties

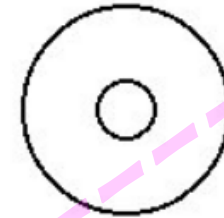
Z [ohms]
54.50

Velocity Factor	Elect. Lgth. [wl]
1.000	0.250

- a



$$Z_o = 138 \log (1.08 b/a)$$



$$Z_o = 138 \log (b/a)$$

- Antennenbuch Karl Rothammel

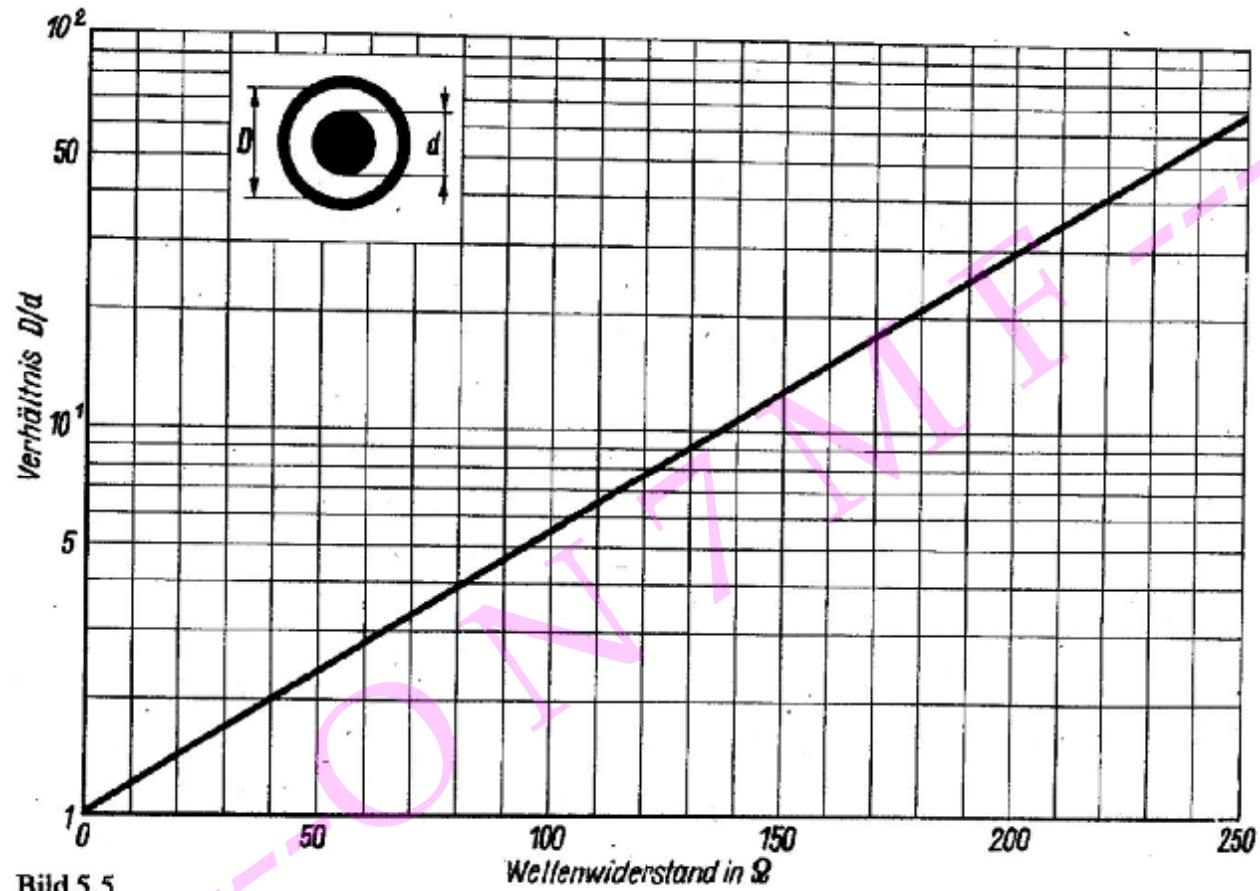


Bild 5.5
Der Wellenwiderstand einer koaxialen Leitung mit Luftisolation

- Antennenbuch Karl Rothammel

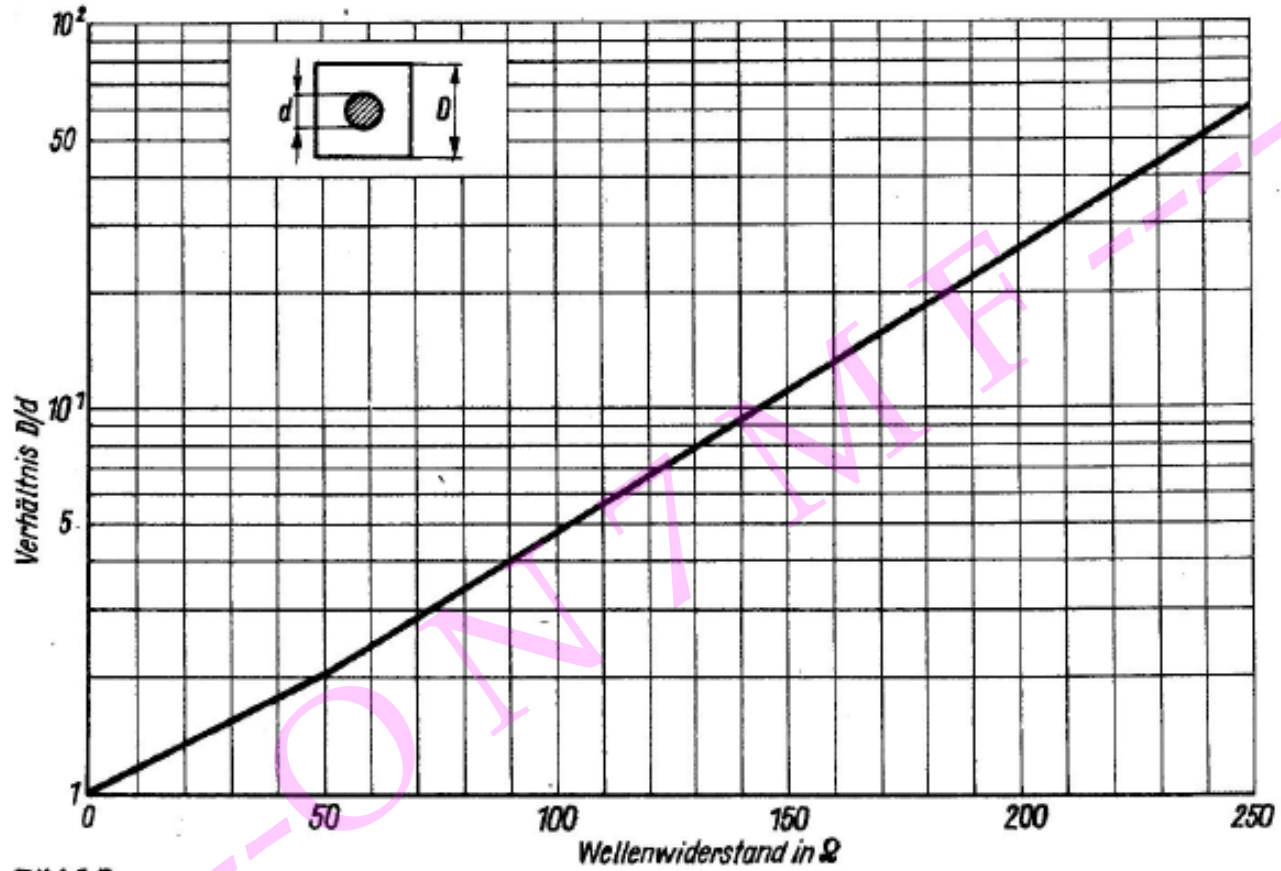
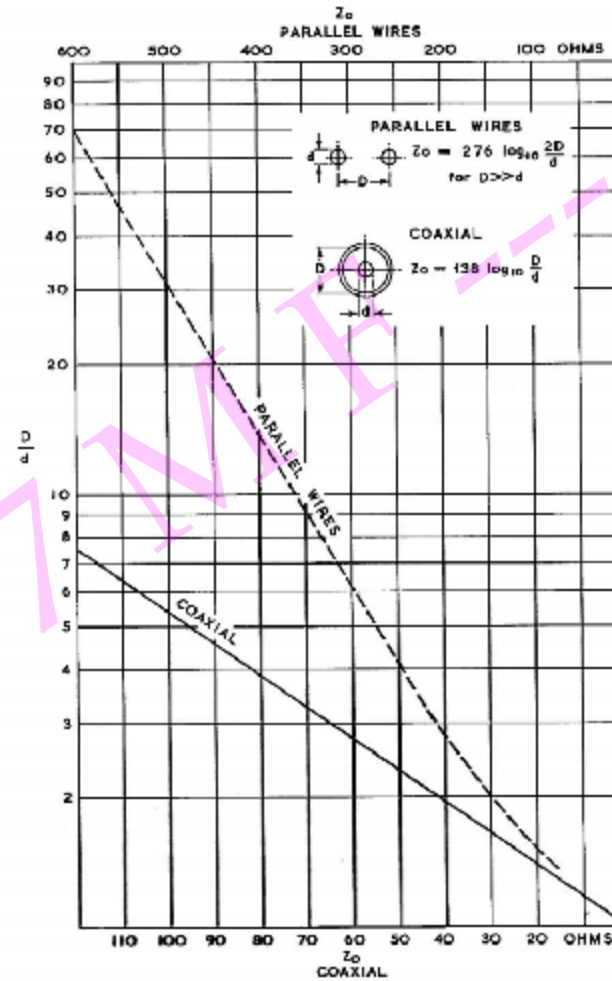


Bild 5.7
Der Wellenwiderstand einer Leitung mit Luftisolation bei rundem Innenleiter und quadratischem Außenleiter

- VHF * UHF Manual



Return Loss	Voltage Standing Wave Ratio	Reflection Coefficient
$R.L. = -20 * \log \Gamma \text{ dB}$ $R.L. = -20 * \log \left(\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \right) \text{ dB}$	$VSWR = \frac{10^{\frac{R.L.[dB]}{20}} + 1}{10^{\frac{R.L.[dB]}{20}} - 1}$ $VSWR = \frac{1 + \Gamma }{1 - \Gamma }$	$ \Gamma = 10^{\frac{-R.L.[dB]}{20}}$ $ \Gamma = \left \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \right $ $ \Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$

note: Values in gray cells were used to calculate the other two related values (rounded to 3 significant places)

RL (dB)	VSWR	Γ	RL (dB)	VSWR	Γ	RL (dB)	VSWR	Γ	RL (dB)	VSWR	Γ
46.1	1.01	0.00498	25.7	1.11	0.0521	18.0	1.29	0.126	8.0	2.32	0.398
40.1	1.02	0.00990	24.9	1.12	0.0566	17.0	1.33	0.141	7.0	2.61	0.447
36.6	1.03	0.0148	24.3	1.13	0.0610	16.0	1.38	0.158	6.0	3.01	0.501
34.1	1.04	0.0196	23.7	1.14	0.0654	15.0	1.43	0.178	5.0	3.57	0.562
32.3	1.05	0.0244	23.1	1.15	0.0698	14.0	1.50	0.200	4.0	4.42	0.631
30.7	1.06	0.0291	22.6	1.16	0.0783	13.0	1.58	0.224	3.0	5.85	0.708
29.4	1.07	0.0338	21.7	1.18	0.0826	12.0	1.67	0.251	2.0	8.72	0.794
28.3	1.08	0.0385	20.8	1.20	0.0909	11.0	1.78	0.282	1.0	17.4	0.891
27.3	1.09	0.0431	20.0	1.22	0.100	10.0	1.92	0.316	0.5	34.8	0.944
26.4	1.10	0.0476	19.0	1.25	0.112	9.0	2.10	0.355	0.0	Infinity	1.00

RL naar VSWR
omrekenen

VSWR	RL (dB)	VSWR	RL (dB)	VSWR	RL (dB)	VSWR	RL (dB)	VSWR	RL (dB)
1.001	66.025	1.060	30.714	1.138	23.608	1.485	14.264	5.405	5.255
1.002	60.009	1.061	30.575	1.140	23.696	1.490	14.120	5.600	5.106
1.003	56.461	1.062	30.439	1.142	23.571	1.500	13.979	5.800	5.025
1.004	53.997	1.063	30.303	1.144	23.457	1.520	13.708	6.000	4.928
1.005	50.484	1.064	30.171	1.146	23.308	1.540	13.448	6.200	4.827
1.006	50.464	1.065	30.040	1.148	23.235	1.560	13.200	6.400	4.737
1.007	49.149	1.066	29.912	1.150	23.127	1.580	12.964	6.600	4.652
1.008	47.955	1.067	29.785	1.152	23.020	1.600	12.736	6.800	4.573
1.009	46.575	1.068	29.661	1.154	22.914	1.620	12.518	7.000	4.499
1.010	45.064	1.069	29.539	1.156	22.810	1.640	12.306	7.200	4.428
1.011	45.240	1.070	29.417	1.158	22.709	1.660	12.107	7.400	4.362
1.012	44.469	1.071	29.298	1.160	22.607	1.680	11.913	7.600	4.299
1.013	43.798	1.072	29.181	1.162	22.507	1.700	11.725	7.800	4.239
1.014	43.159	1.073	29.066	1.164	22.408	1.720	11.545	8.000	4.183
1.015	42.564	1.074	28.952	1.166	22.311	1.740	11.370	8.200	4.129
1.016	42.007	1.075	28.839	1.168	22.215	1.760	11.200	8.400	4.078
1.017	41.485	1.076	28.728	1.170	22.120	1.780	11.039	8.600	4.029
1.018	40.993	1.077	28.619	1.172	22.027	1.800	10.881	8.800	3.983
1.019	40.529	1.078	28.511	1.174	21.934	1.820	10.729	9.000	3.938
1.020	40.086	1.079	28.405	1.176	21.843	1.840	10.581	9.200	3.896
1.021	39.667	1.080	28.299	1.178	21.753	1.860	10.437	9.400	3.855
1.022	39.267	1.081	28.196	1.180	21.664	1.880	10.296	9.600	3.816
1.023	38.885	1.082	28.093	1.182	21.576	1.900	10.168	9.800	3.779
1.024	38.520	1.083	27.992	1.184	21.489	1.920	10.042	10.000	3.743
1.025	38.170	1.084	27.892	1.186	21.403	1.940	9.904	11.000	3.704
1.026	37.833	1.085	27.794	1.188	21.318	1.960	9.768	12.000	3.664
1.027	37.510	1.086	27.696	1.190	21.234	1.980	9.666	13.000	3.629
1.028	37.198	1.087	27.600	1.192	21.151	2.000	9.542	14.000	3.592
1.029	36.895	1.088	27.505	1.194	21.069	2.020	9.499	15.000	3.558
1.030	36.607	1.089	27.411	1.196	20.988	2.040	9.519	16.000	3.527
1.031	36.327	1.090	27.319	1.198	20.907	2.060	9.094	17.000	3.498
1.032	36.055	1.091	27.226	1.200	20.828	2.080	7.707	18.000	3.466
1.033	35.792	1.092	27.135	1.210	20.643	2.500	7.360	19.000	3.915
1.034	35.537	1.093	27.046	1.220	20.679	2.600	7.044	20.000	3.869
1.035	35.290	1.094	26.957	1.230	19.732	2.700	6.755	21.000	3.790
1.036	35.049	1.095	26.869	1.240	19.401	2.800	6.490	24.000	3.724
1.037	34.816	1.096	26.782	1.250	19.685	2.900	6.246	26.000	3.666
1.038	34.588	1.097	26.697	1.260	19.789	3.000	6.021	28.000	3.621
1.039	34.367	1.098	26.612	1.270	19.499	3.100	5.811	30.000	3.579
1.040	34.151	1.099	26.528	1.280	18.216	3.200	5.617	32.000	3.543
1.041	33.941	1.100	26.444	1.290	17.949	3.300	5.435	34.000	3.511
1.042	33.763	1.102	26.361	1.300	17.692	3.400	5.265	36.000	3.483
1.043	33.526	1.104	26.279	1.310	17.445	3.500	5.105	38.000	3.457
1.044	33.341	1.106	26.198	1.320	17.209	3.600	4.956	40.000	3.434
1.045	33.150	1.108	26.109	1.330	16.977	3.700	4.815	42.000	3.414
1.046	32.963	1.110	26.020	1.340	16.755	3.800	4.692	44.000	3.396
1.047	32.780	1.112	25.930	1.350	16.540	3.900	4.556	46.000	3.030
1.048	32.602	1.114	25.864	1.360	16.322	4.000	4.437	48.000	3.962
1.049	32.427	1.116	25.721	1.370	16.114	4.100	4.324	50.000	3.947
1.050	32.256	1.118	25.681	1.380	15.936	4.200	4.217	55.000	3.936
1.051	32.089	1.120	24.943	1.390	15.747	4.300	4.115	60.000	3.920
1.052	31.923	1.122	24.809	1.400	15.569	4.400	4.018	65.000	3.907
1.053	31.762	1.124	24.675	1.410	15.385	4.500	3.926	70.000	3.948
1.054	31.604	1.126	24.544	1.420	15.211	4.600	3.836	75.000	3.932
1.055	31.449	1.128	24.415	1.430	15.043	4.700	3.755	80.000	3.917
1.056	31.297	1.130	24.289	1.440	14.879	4.800	3.677	85.000	3.904
1.057	31.147	1.132	24.164	1.450	14.719	4.900	3.596	90.000	3.892
1.058	31.000	1.134	24.042	1.460	14.564	5.000	3.522	95.000	3.883
1.059	30.856	1.136	23.921	1.470	14.412	5.200	3.388	100.000	3.874

RL

Via deze tabel kunnen we de RL aflezen :

- 1) SWR = 1, RL = > 40 dB
- 2) SWR = 1,05, RL = 32 dB
- 3) SWR = 1,04, RL = 34 dB

Return Loss (dB)	$ \Gamma_o $	VSWR	Insertion Loss (dB)	Power Transmitted (%)	Power Reflected (%)
-1.0	0.891	17.391	-6.87	20.57%	79.43%
-1.5	0.841	11.610	-5.35	29.21%	70.79%
-2.0	0.794	8.724	-4.33	36.90%	63.10%
-2.5	0.750	6.997	-3.59	43.77%	56.23%
-3.0	0.708	5.848	-3.02	49.88%	50.12%
-3.5	0.668	5.030	-2.57	55.33%	44.67%
-4.0	0.631	4.419	-2.20	60.19%	39.81%
-4.5	0.596	3.946	-1.90	64.52%	35.48%
-5.0	0.562	3.570	-1.65	68.38%	31.62%
-6.0	0.501	3.010	-1.26	74.88%	25.12%
-7.0	0.447	2.615	-0.97	80.05%	19.95%
-8.0	0.398	2.323	-0.75	84.15%	15.85%
-9.0	0.355	2.100	-0.58	87.41%	12.59%
-10.0	0.316	1.925	-0.46	90.00%	10.00%
-15.0	0.178	1.433	-0.14	96.84%	3.16%
-20.0	0.100	1.222	-0.04	99.00%	1.00%
-25.0	0.056	1.119	-0.01	99.68%	0.32%
-30.0	0.032	1.065	0.00	99.90%	0.10%
-35.5	0.017	1.034	0.00	99.97%	0.03%
-40.0	0.010	1.020	0.00	99.99%	0.01%

VSWR	Return Loss dB	Reflected Power %	Reflektions faktor %
1.01	-45.06	0.00	0.50
1.02	-40.09	0.01	0.99
1.03	-36.61	0.02	1.48
1.04	-34.15	0.04	1.96
1.05	-32.26	0.06	2.44
1.06	-30.71	0.08	2.91
1.07	-29.42	0.11	3.38
1.08	-28.30	0.15	3.85
1.09	-27.32	0.19	4.31
1.10	-26.44	0.23	4.76
1.15	-23.13	0.49	6.98
1.20	-20.83	0.83	9.09
1.25	-19.08	1.23	11.11
1.30	-17.69	1.70	13.04
1.35	-16.54	2.22	14.89
1.40	-15.56	2.78	16.67
1.45	-14.72	3.37	18.37
1.50	-13.98	4.00	20.00
1.75	-11.29	7.44	27.27
2.00	-9.54	11.11	33.33
2.25	-8.30	14.79	38.46
2.50	-7.36	18.37	42.86
2.75	-6.62	21.78	46.67
3.00	-6.02	25.00	50.00
3.25	-5.52	28.03	52.94
3.50	-5.11	30.86	55.56
3.75	-4.75	33.52	57.89
4.00	-4.44	36.00	60.00
4.25	-4.17	38.32	61.90
4.50	-3.93	40.50	63.64
4.75	-3.71	42.53	65.22
5.00	-3.52	44.44	66.67
10.00	-1.74	66.94	81.82
20.00	-0.87	81.86	90.48

VSWR	Return Loss (dB)	Reflected Power (%)	Transmission Loss (dB)	VSWR	Return Loss (dB)	Reflected Power (%)	Transmission Loss (dB)
1	∞	0	0	1.00	15.9	2.59	0.112
1.01	46.4	0.005	0.0002	1.05	15.7	2.67	0.118
1.02	40.4	0.01	0.0006	1.1	15.66	2.78	0.122
1.03	36.6	0.022	0.0018	1.15	15.70	2.9	0.126
1.04	34.4	0.04	0.0038	1.2	15.7	3.03	0.132
1.06	32.3	0.09	0.0088	1.25	15.69	3.17	0.137
1.08	30.7	0.162	0.019	1.3	15.68	3.29	0.142
1.07	29.4	0.188	0.0254	1.35	14.7	3.38	0.147
1.08	28.3	0.211	0.0336	1.4	14.6	3.4	0.152
1.08	27.3	0.241	0.0438	1.45	14.56	3.42	0.157
1.1	26.4	0.270	0.057	1.5	14.5	3.44	0.164
1.11	25.6	0.296	0.0718	1.55	14.46	3.47	0.172
1.12	24.9	0.321	0.0888	1.6	14	3	0.18
1.13	24.3	0.345	0.106	1.65	13.3	4.0	0.21
1.14	23.7	0.376	0.1245	1.7	12.6	5.5	0.24
1.16	23.1	0.408	0.1506	1.75	12.2	6.2	0.27
1.16	22.6	0.45	0.1815	1.8	11.7	6.0	0.31
1.17	22.4	0.485	0.209	1.75	11.3	7.4	0.34
1.18	21.6	0.522	0.2396	1.8	10.8	8.2	0.37
1.19	21.2	0.55	0.2718	1.85	10.5	8.0	0.4
1.2	20.8	0.588	0.3063	1.9	10.2	8.8	0.41
1.21	20.4	0.6	0.3418	1.95	9.0	10.2	0.47
1.22	20.1	0.63	0.3818	2	8.6	11	0.5
1.23	19.7	0.66	0.4263	2.1	9	12.4	0.57
1.24	19.4	0.7	0.476	2.2	8.6	13.8	0.65
1.26	18.1	0.73	0.533	2.3	8.2	16.3	0.73
1.26	18.0	0.74	0.550	2.4	7.7	16.0	0.8
1.27	18.5	0.78	0.608	2.5	7.3	18	0.88
1.28	18.2	0.82	0.671	2.6	7	18.6	0.96
1.29	17.9	0.86	0.743	2.7	6.7	20.8	1.03
1.3	17.68	0.91	0.823	2.8	6.6	22.8	1.1
1.31	17.4	0.96	0.910	2.9	6.2	23.7	1.17
1.32	17.2	0.99	0.993	3	6	24.0	1.25
1.33	17	1.02	1.087	3.5	5.8	31	1.68
1.34	16.8	1.11	1.192	4	4.4	36	1.93
1.36	16.63	1.23	1.318	5	3.8	48.0	2.27
1.36	16.3	1.31	1.458	6	3.5	48.4	2.56
1.37	16.1	1.44	1.618	6	2.0	58.8	3.88

Table 4-1. Microwave Measurement Chart
 Conversion table for Return Loss, Reflection Coefficient, and SWR with scalar values for dimensions of a small plunger x with a large plunger (only) referred expressed in $\lambda/8$ related to reference.

SWR	Reflection Coefficient	Return Loss (dB)	Reflection Coefficient Reference			Peak Ripple (dB)
			x (in $\lambda/8$)	REF - x (in $\lambda/8$)	RET - x (in $\lambda/8$)	
1.73810	.0913	1	1	3.3596	-19.1735	14.9055
1.72422	.0942	2	2	3.0188	-19.1735	14.9055
1.71033	.0971	3	3	2.6780	-19.1735	14.9055
1.69644	.1000	4	4	2.3372	-19.1735	14.9055
1.68255	.1029	5	5	2.0000	-19.1735	14.9055
1.66866	.1058	6	6	1.6668	-19.1735	14.9055
1.65477	.1087	7	7	1.3336	-19.1735	14.9055
1.64088	.1116	8	8	1.0004	-19.1735	14.9055
1.62699	.1145	9	9	.6672	-19.1735	14.9055
1.61310	.1174	10	10	.3340	-19.1735	14.9055
1.60000	.1203	11	11	.0008	-19.1735	14.9055
1.58611	.1232	12	12	1.3442	-2.3226	4.4000
1.57222	.1261	13	13	1.6886	-2.3226	4.4000
1.55833	.1290	14	14	2.0330	-2.3226	4.4000
1.54444	.1319	15	15	2.3774	-2.3226	4.4000
1.53055	.1348	16	16	2.7218	-2.3226	4.4000
1.51666	.1377	17	17	3.0662	-2.3226	4.4000
1.50277	.1406	18	18	3.4106	-2.3226	4.4000
1.48888	.1435	19	19	3.7550	-2.3226	4.4000
1.47499	.1464	20	20	4.0994	-2.3226	4.4000
1.46110	.1493	21	21	4.4438	-2.3226	4.4000
1.44721	.1522	22	22	4.7882	-2.3226	4.4000
1.43332	.1551	23	23	5.1326	-2.3226	4.4000
1.41943	.1580	24	24	5.4770	-2.3226	4.4000
1.40554	.1609	25	25	5.8214	-2.3226	4.4000
1.39165	.1638	26	26	6.1658	-2.3226	4.4000
1.37776	.1667	27	27	6.5102	-2.3226	4.4000
1.36387	.1696	28	28	6.8546	-2.3226	4.4000
1.34998	.1725	29	29	7.1990	-2.3226	4.4000
1.33609	.1754	30	30	7.5434	-2.3226	4.4000
1.32220	.1783	31	31	7.8878	-2.3226	4.4000
1.30831	.1812	32	32	8.2322	-2.3226	4.4000
1.29442	.1841	33	33	8.5766	-2.3226	4.4000
1.28053	.1870	34	34	8.9210	-2.3226	4.4000
1.26664	.1899	35	35	9.2654	-2.3226	4.4000
1.25275	.1928	36	36	9.6098	-2.3226	4.4000
1.23886	.1957	37	37	9.9542	-2.3226	4.4000
1.22497	.1986	38	38	10.2986	-2.3226	4.4000
1.21108	.2015	39	39	10.6430	-2.3226	4.4000
1.19719	.2044	40	40	10.9874	-2.3226	4.4000
1.18330	.2073	41	41	11.3318	-2.3226	4.4000
1.16941	.2102	42	42	11.6762	-2.3226	4.4000
1.15552	.2131	43	43	12.0206	-2.3226	4.4000
1.14163	.2160	44	44	12.3650	-2.3226	4.4000
1.12774	.2189	45	45	12.7094	-2.3226	4.4000
1.11385	.2218	46	46	13.0538	-2.3226	4.4000
1.10000	.2247	47	47	13.3982	-2.3226	4.4000
1.08611	.2276	48	48	13.7426	-2.3226	4.4000
1.07222	.2305	49	49	14.0870	-2.3226	4.4000
1.05833	.2334	50	50	14.4314	-2.3226	4.4000
1.04444	.2363	51	51	14.7758	-2.3226	4.4000
1.03055	.2392	52	52	15.1202	-2.3226	4.4000
1.01666	.2421	53	53	15.4646	-2.3226	4.4000
1.00277	.2450	54	54	15.8090	-2.3226	4.4000
0.98888	.2479	55	55	16.1534	-2.3226	4.4000
0.97499	.2508	56	56	16.4978	-2.3226	4.4000
0.96110	.2537	57	57	16.8422	-2.3226	4.4000
0.94721	.2566	58	58	17.1866	-2.3226	4.4000
0.93332	.2595	59	59	17.5310	-2.3226	4.4000
0.91943	.2624	60	60	17.8754	-2.3226	4.4000



6-18-02/02-61/67/67/97-OMM

Return	Reflected	Transmiss.
Loss	Power (%)	Loss (dB)
VSWR (dB)		
1.00	0.000	0.0000
1.01	0.005	0.0003
1.02	0.017	0.0015
1.03	0.032	0.0031
1.04	0.049	0.0049
1.05	0.068	0.0068
1.06	0.089	0.0089
1.07	0.113	0.0113
1.08	0.141	0.0141
1.09	0.181	0.0181
1.10	0.234	0.0234
1.11	0.276	0.0276
1.12	0.324	0.0324
1.13	0.378	0.0378
1.14	0.425	0.0425
1.15	0.463	0.0463
1.16	0.550	0.0550

Return	Reflected	Transmiss.
Loss	Power (%)	Loss (dB)
VSWR (dB)		
1.17	0.615	0.0615
1.18	0.682	0.0682
1.19	0.750	0.0750
1.20	0.816	0.0816
1.21	0.90	0.090
1.22	0.96	0.096
1.23	1.08	0.108
1.24	1.15	0.115
1.25	1.23	0.123
1.26	1.34	0.134
1.27	1.43	0.143
1.28	1.52	0.152
1.29	1.62	0.162
1.30	1.71	0.171
1.31	1.81	0.181
1.32	1.91	0.191
1.33	2.02	0.202
1.34	2.13	0.213
1.35	2.23	0.223
1.36	2.33	0.233
1.37	2.44	0.244
1.38	2.55	0.255
1.39	2.67	0.267
1.40	2.76	0.276
1.41	2.90	0.290
1.42	3.03	0.303
1.43	3.14	0.314
1.44	3.28	0.328
1.45	3.38	0.338
1.46	3.50	0.350
1.47	3.62	0.362
1.48	3.74	0.374
1.49	3.87	0.387
1.50	4.00	0.400

VSWR	Return Loss (dB)	Reflected Power (%)	Transmiss. Loss (dB)	VSWR	Return Loss (dB)	Reflected Power (%)	Transmiss. Loss (dB)
1.00	∞	0.000	0.000	1.38	15.9	2.55	0.112
1.01	46.1	0.005	0.0002	1.39	15.7	2.67	0.118
1.02	40.1	0.010	0.0005	1.40	15.55	2.78	0.122
1.03	36.6	0.022	0.0011	1.41	15.38	2.90	0.126
1.04	34.1	0.040	0.0018	1.42	15.2	3.03	0.132
1.05	32.3	0.060	0.0028	1.43	15.03	3.14	0.137
1.06	30.7	0.082	0.0039	1.44	14.88	3.28	0.142
1.07	29.4	0.116	0.0051	1.45	14.7	3.38	0.147
1.08	28.3	0.144	0.0066	1.46	14.6	3.50	0.152
1.09	27.3	0.184	0.0083	1.47	14.45	3.62	0.157
1.10	26.4	0.228	0.0100	1.48	14.3	3.74	0.164
1.11	25.6	0.276	0.0118	1.49	14.16	3.87	0.172
1.12	24.9	0.324	0.0139	1.50	14.0	4.00	0.18
1.13	24.3	0.375	0.0160	1.55	13.3	4.8	0.21
1.14	23.7	0.426	0.0185	1.60	12.6	5.5	0.24
1.15	23.1	0.488	0.0205	1.65	12.2	6.2	0.27
1.16	22.6	0.550	0.0235	1.70	11.7	6.8	0.31
1.17	22.1	0.615	0.0260	1.75	11.3	7.4	0.34
1.18	21.6	0.682	0.0285	1.80	10.9	8.2	0.37
1.19	21.2	0.750	0.0318	1.85	10.5	8.9	0.40
1.20	20.8	0.816	0.0353	1.90	10.2	9.6	0.44
1.21	20.4	0.90	0.0391	1.95	09.8	10.2	0.47
1.22	20.1	0.98	0.0426	2.00	09.5	11.0	0.50
1.23	19.7	1.08	0.0455	2.10	09.0	12.4	0.57
1.24	19.4	1.15	0.049	2.20	08.6	13.8	0.65
1.25	19.1	1.23	0.053	2.30	08.2	15.3	0.73
1.26	18.8	1.34	0.056	2.40	07.7	16.6	0.80
1.27	18.5	1.43	0.060	2.50	07.3	18.0	0.88
1.28	18.2	1.52	0.064	2.60	07.0	19.5	0.95
1.29	17.9	1.62	0.068	2.70	06.7	20.8	1.03
1.30	17.68	1.71	0.073	2.80	06.5	22.3	1.10
1.31	17.4	1.81	0.078	2.90	06.2	23.7	1.17
1.32	17.2	1.91	0.083	3.00	06.0	24.9	1.25
1.33	17.0	2.02	0.087	3.50	05.1	31.0	1.61
1.34	16.8	2.13	0.092	4.00	04.4	36.0	1.93
1.35	16.53	2.23	0.096	4.50	03.9	40.6	2.27
1.36	16.3	2.33	0.101	5.00	03.5	44.4	2.56
1.37	16.1	2.44	0.106	6.00	02.9	50.8	3.08

- ON4AW

dB	P2/P1	U2/U1 als R2=R1
100	1,00E+10	1,00E+5
90	1,00E+9	3,16E+4
80	1,00E+8	1,00E+4
70	1,00E+7	3,16E+3
60	1,00E+6	1,00E+3
50	1,00E+5	3,16E+2
40	1,00E+4	1,00E+2
30	1,00E+3	3,16E+1
20	1,00E+2	1,00E+1
10	10,00	3,16
9	7,94	2,82
8	6,31	2,51
7	5,01	2,24
6	3,98	2,00
5	3,16	1,78
4	2,51	1,58
3	2,00	1,41
2	1,58	1,26
1	1,26	1,12
0,9	1,23	1,11
0,8	1,20	1,10
0,7	1,17	1,08
0,6	1,15	1,07
0,5	1,12	1,06
0,4	1,10	1,05
0,3	1,07	1,04
0,2	1,05	1,02
0,1	1,02	1,01
0	1,00	1,00
-0,1	0,98	0,99
-0,2	0,95	0,98
-0,3	0,93	0,97
-0,4	0,91	0,95
-0,5	0,89	0,94
-0,6	0,87	0,93
-0,7	0,85	0,92
-0,8	0,83	0,91
-0,9	0,81	0,90
-1	0,79	0,89
-2	0,63	0,79
-3	0,50	0,71
-4	0,40	0,63
-5	0,32	0,56
-6	0,25	0,50
-7	0,20	0,45
-8	0,16	0,40
-9	0,13	0,35
-10	0,10	0,32
-20	1,00E-2	1,00E-1
-30	1,00E-3	3,16E-2
-40	1,00E-4	1,00E-2
-50	1,00E-5	3,16E-3
-60	1,00E-6	1,00E-3
-70	1,00E-7	3,16E-4
-80	1,00E-8	1,00E-4
-90	1,00E-9	3,16E-5
-100	1,00E-10	1,00E-5