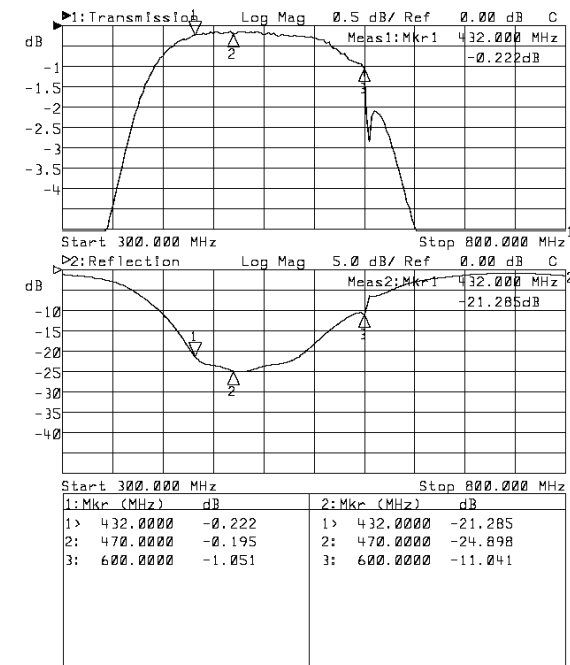


Modifikation von Zirkulatoren

Wolf-Henning Rech
DF9IC
Eisinger Str. 36/2
75245 Neulingen

<http://www.df9ic.de>



Nichtreziproke Bauelemente



Reziprok = Umkehrbar = Übertragungssymmetrisch bedeutet:

Jede Übertragungsfunktion ist richtungsunabhängig

- Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Leitungen und Schaltungen daraus sind immer reziprok
- Transistoren, Vakuumröhren und damit aufgebaute Verstärker sind nichtreziprok

Nichtreziproke Bauelemente



Passive lineare nichtreziproke Bauelemente:

- Einwegleitung (Isolator)
- Drei- oder Viertor-Zirkulator
- (Faraday-Effekt in anderen Medien, z. B. Ionosphäre)

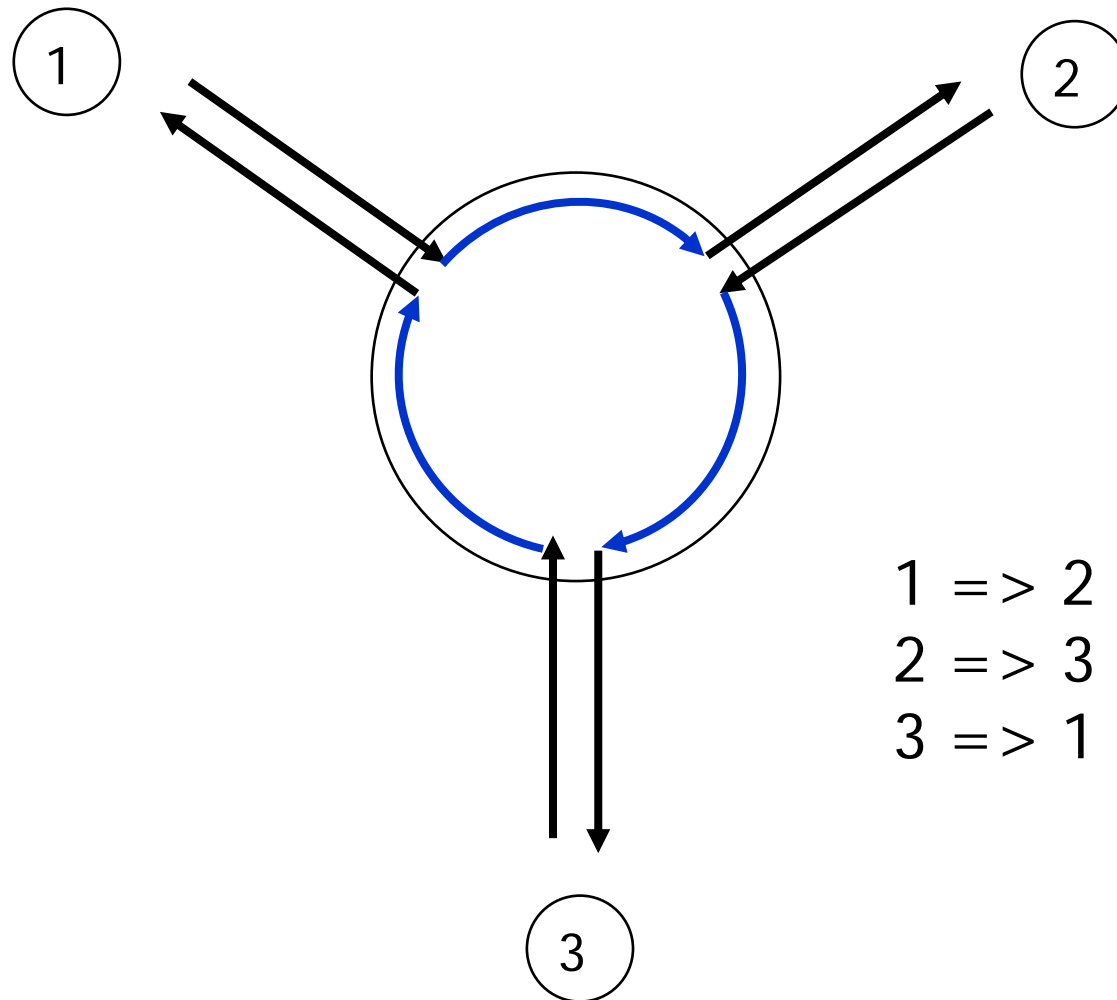
Prinzip: Nutzung des gyromagnetischen Effekts in einem Material, in dem der Elektronenspin durch ein Gleichmagnetfeld vorausgerichtet ist

Larmorfrequenz



- Spin (magnetisches Moment) der Elektronen im Material führt bei HF-Anregung eine Kreiselbewegung (Präzessionsbewegung) aus
- Drehrichtung durch Richtung des Gleichmagnetfelds vorgegeben
- Resonanzfrequenz = Larmorfrequenz
- Zirkulatoren funktionieren nahe bei (oberhalb oder unterhalb) der Larmorfrequenz

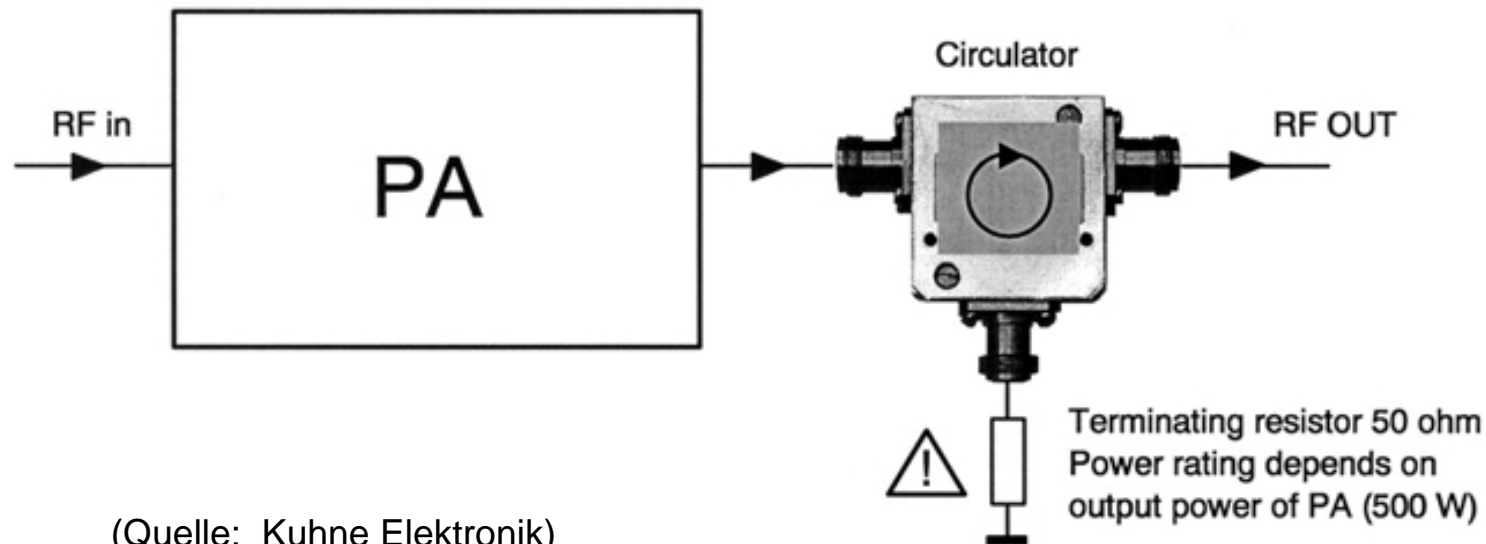
Signalfluß im Dreitorzirkulator



Anwendung zum PA-Schutz

L - BAND CIRCULATOR 1250 ... 1300 MHz 500 W CW

Produktinformation / Product information



(Quelle: Kuhne Elektronik)

Zirkulatoren aus Surplus



- Teilweise direkt verwendbar:
 - 70 cm-Band
 - Richtfunk S-Band 2,5 GHz (\Rightarrow 2320 MHz)
 - WiMAX 3,4-3,5 GHz (\Rightarrow 3400 MHz)
 - Richtfunk C-Band 5,9-6,4 GHz (\Rightarrow 5760 MHz)
 - Richtfunk X-Band 10,7-11,7 GHz (\Rightarrow 10368 MHz)
- Teilweise Neuabgleich nötig:
 - 2-m-Band
 - UHF-TV Band IV (\Rightarrow 432 MHz)
 - DAB L-Band (\Rightarrow 1296 MHz)

Beispiel: Band-IV-Zirkulator

- Philips/Valvo VAF 163A

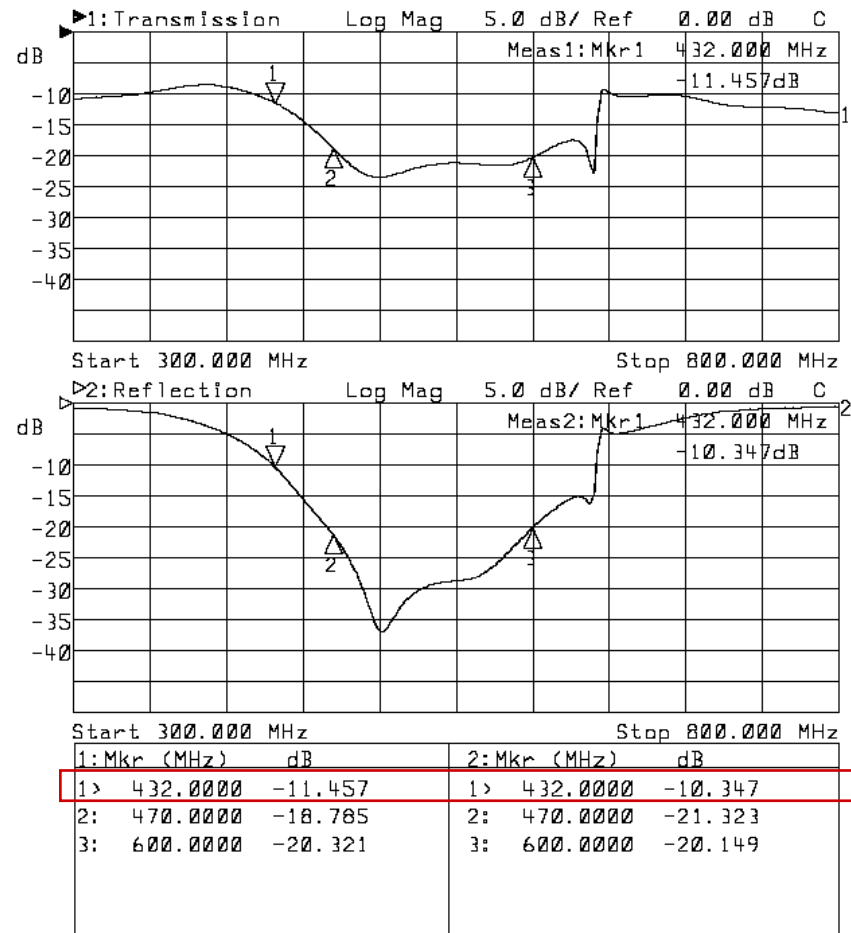
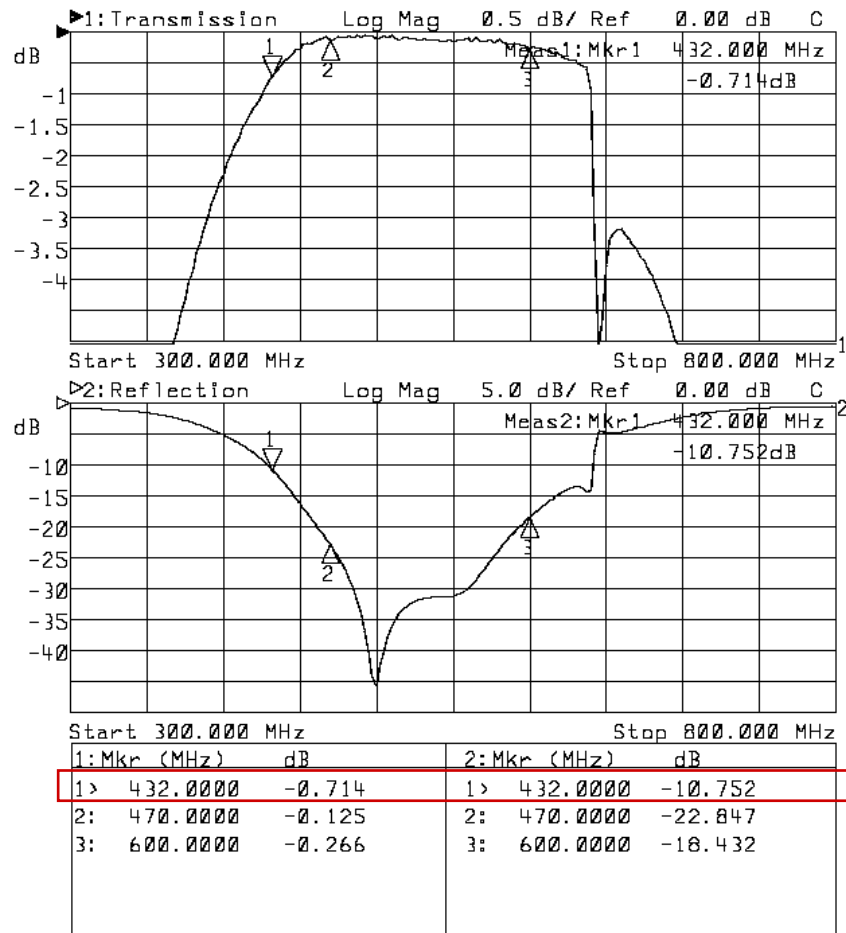


470-600 MHz

7/16-Buchsen

nominell 300 W

VAF163A: Originalzustand



0,71 dB Einfügungsdämpfung, 10 dB Reflexionsdämpfung, 11 dB Isolation

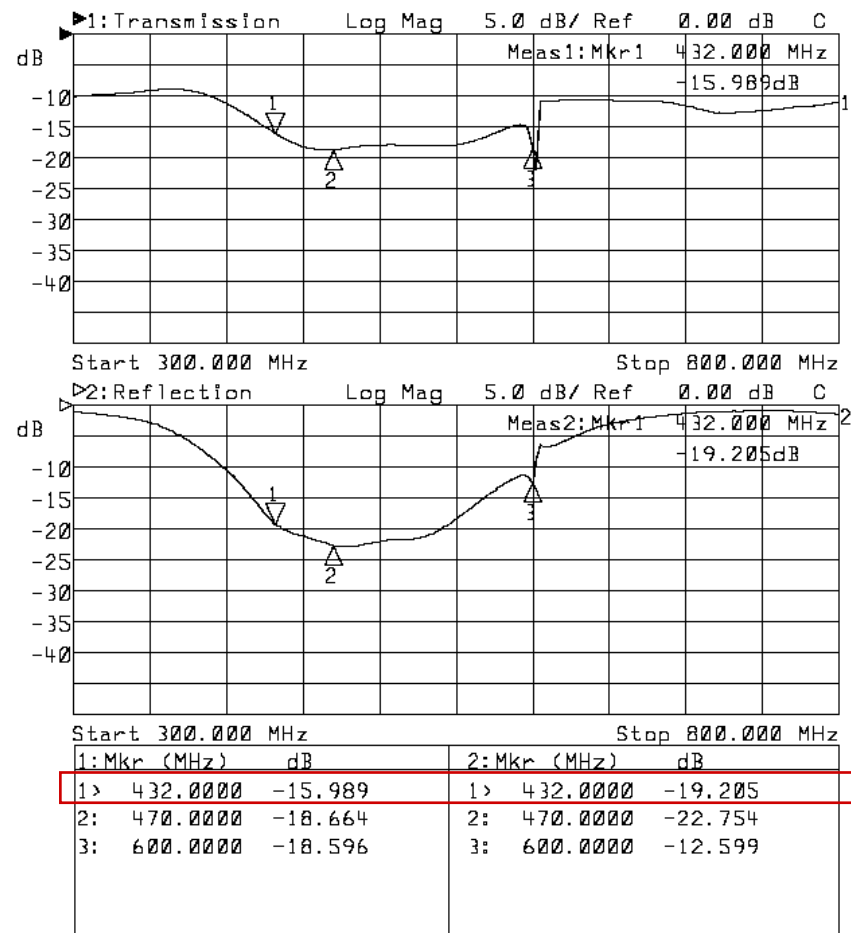
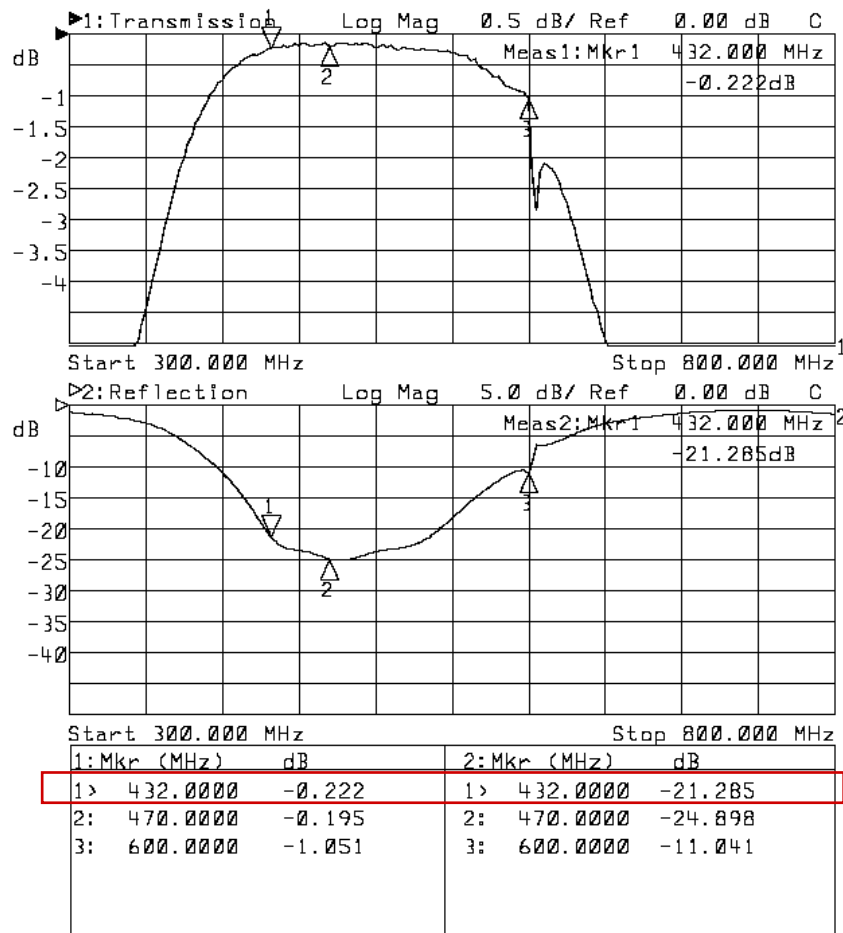
VAF163A: Umbau

- Schwächeres Magnetfeld => niedrigere Larmorfrequenz



Ms-Blech 0,3 mm
+ Beilage Alufolie

VAF163A: Ergebnis



0,23 dB Einfügungsdämpfung, 19 dB Reflexionsdämpfung, 16 dB Isolation

VAF163A: Ergebnis



- Kleiner Aufwand, große Wirkung
- Besser: zusätzliche Kapazitäten an den inneren Streifenleitungen
- Aber: Gefahr der Beschädigung bei vielfacher Montage und Demontage
- Ersatzlösung: externe Zusatzanpaßelemente

VAF163A: Belastbarkeit

- 0,23 dB Einfügungsdämpfung = 5,2% Verlust; davon:
 - 2,5 % durch 16 dB Isolation
 - 0,8 % durch 21 dB Reflexiondämpfung
 - d. h. ca 2% thermische Verluste
- nominell: 300 W Belastbarkeit:

Article No	Type	Function	Temp	Power	Frequency	InsLoss	Isol	VSWR	L	W	D	Conn
			°C	W (cw)	MHz	dB	dB		mm			
2722 162 01632	VAF 163A	Circulator	-10 - 60	300	470 - 600	0,35	20	1,25	66	74	37	7/16" (3xfemale)

- real ca. 1 kW (dann 20 W Verlustleistung)
- Test mit 400 W über 1 h ergibt 20°C Temperaturerhöhung

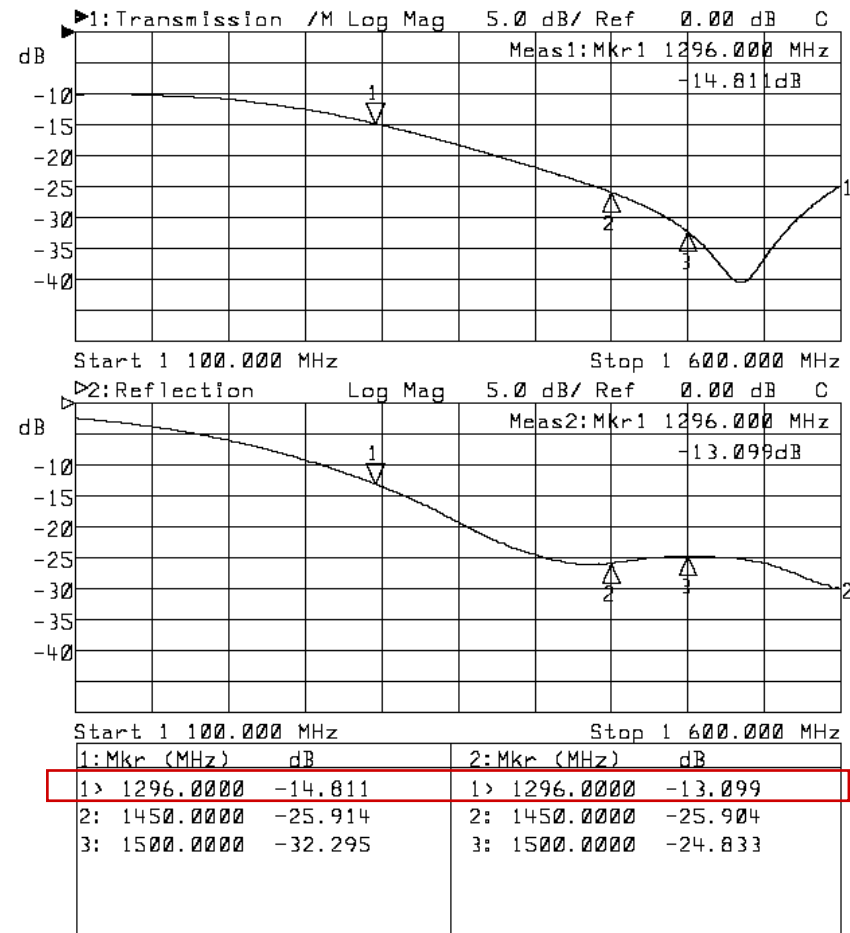
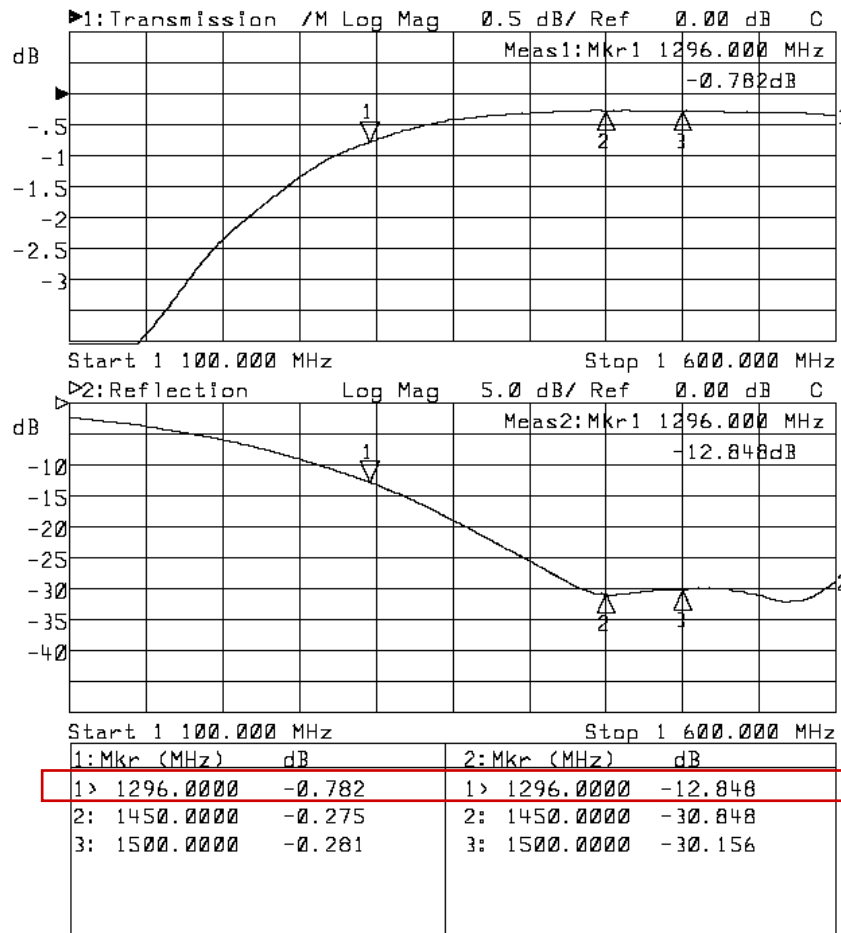
Beispiel: L-Band-Zirkulator

- Philips VAO 1001



1400-1450 MHz
N-Buchsen
nominell 130 W

VAO1001: Originalzustand



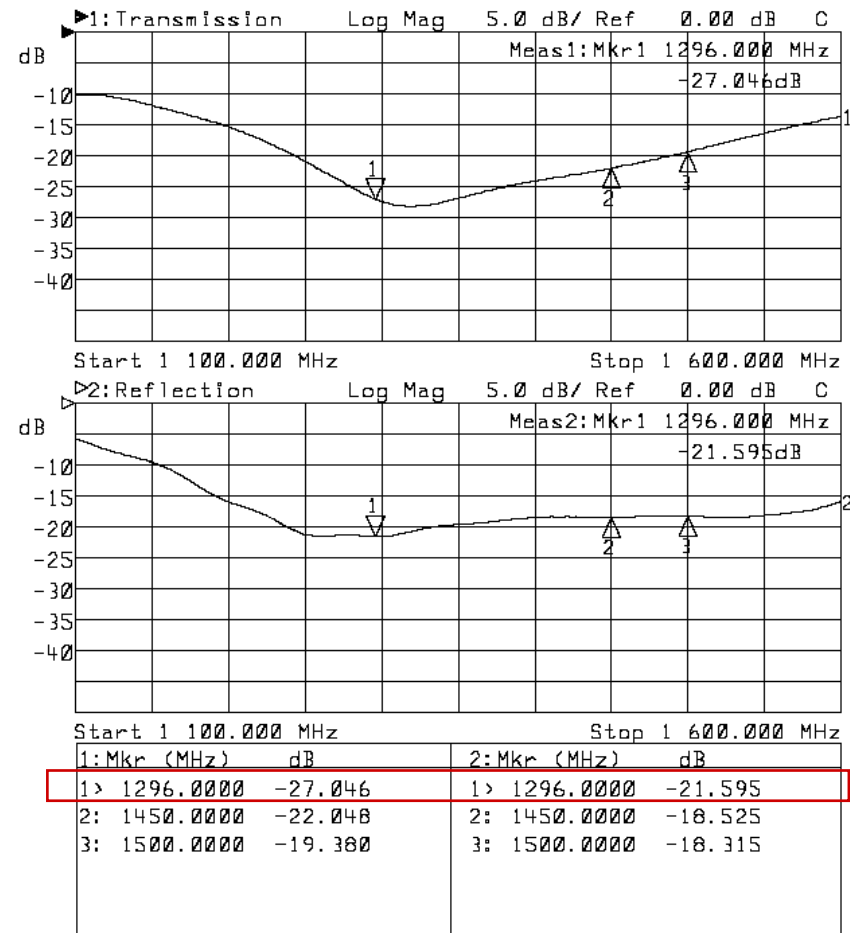
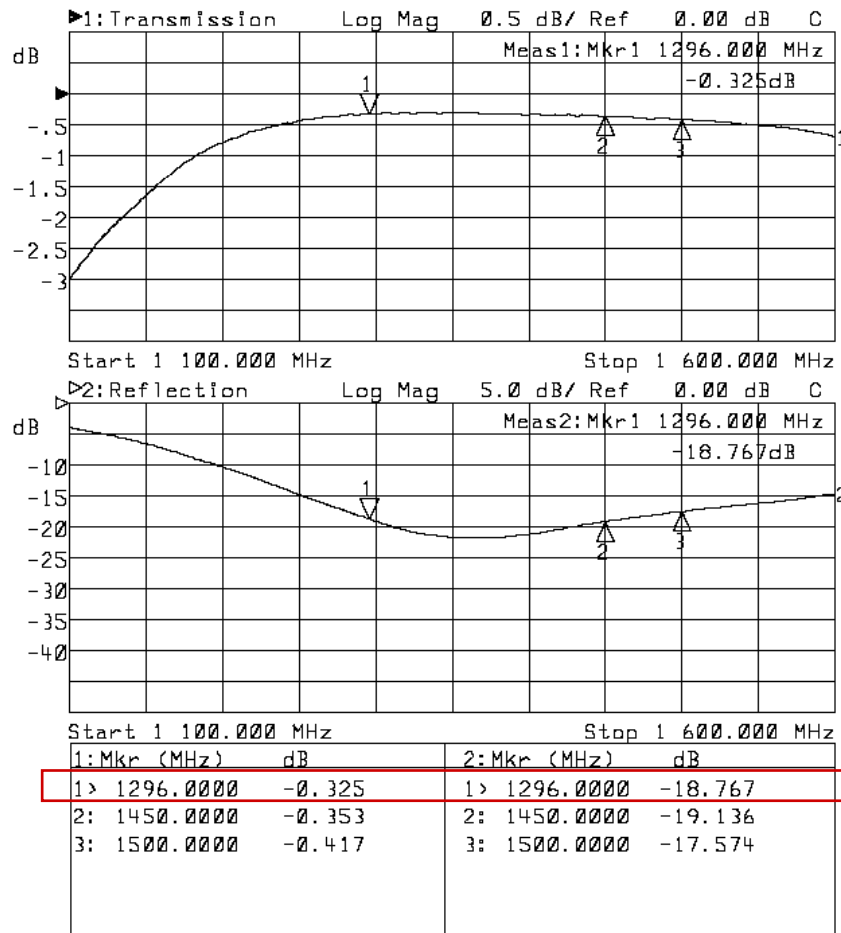
0,78 dB Einfügungsdämpfung, 13 dB Reflexionsdämpfung, 14 dB Isolation

VAO1001 : Umbau 1. Schritt

- Schwächeres Magnetfeld => niedrigere Larmorfrequenz

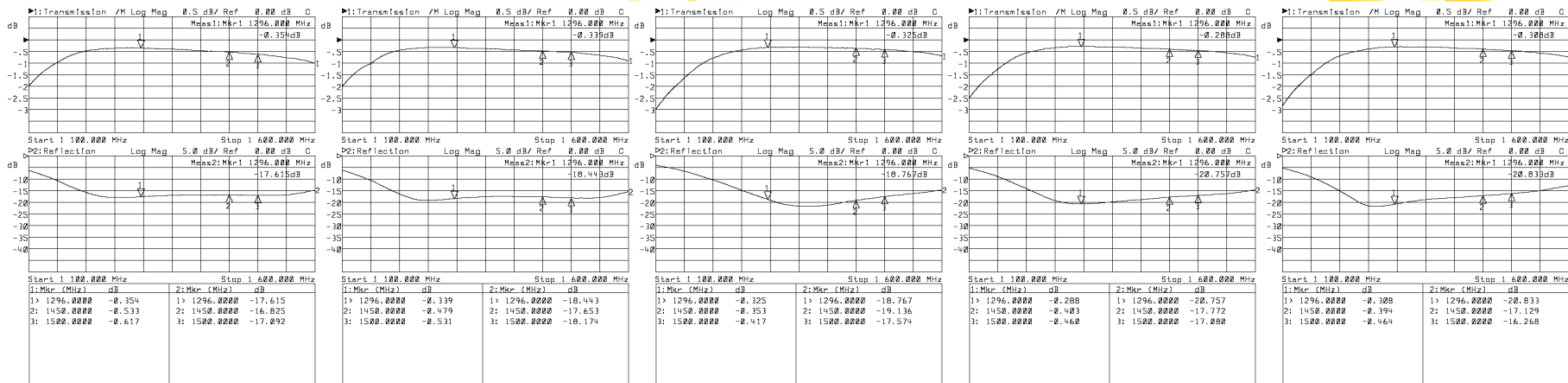


VAO1001: nach 1. Schritt



0,33 dB Einfügungsdämpfung, 18 dB Reflexionsdämpfung, 22 dB Isolation

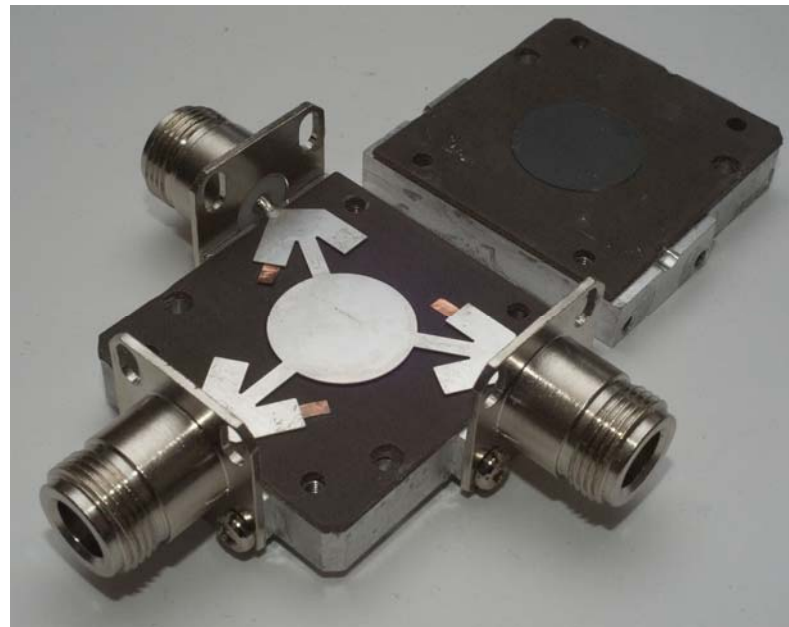
VAO1001: Umbau 5 Exemplare



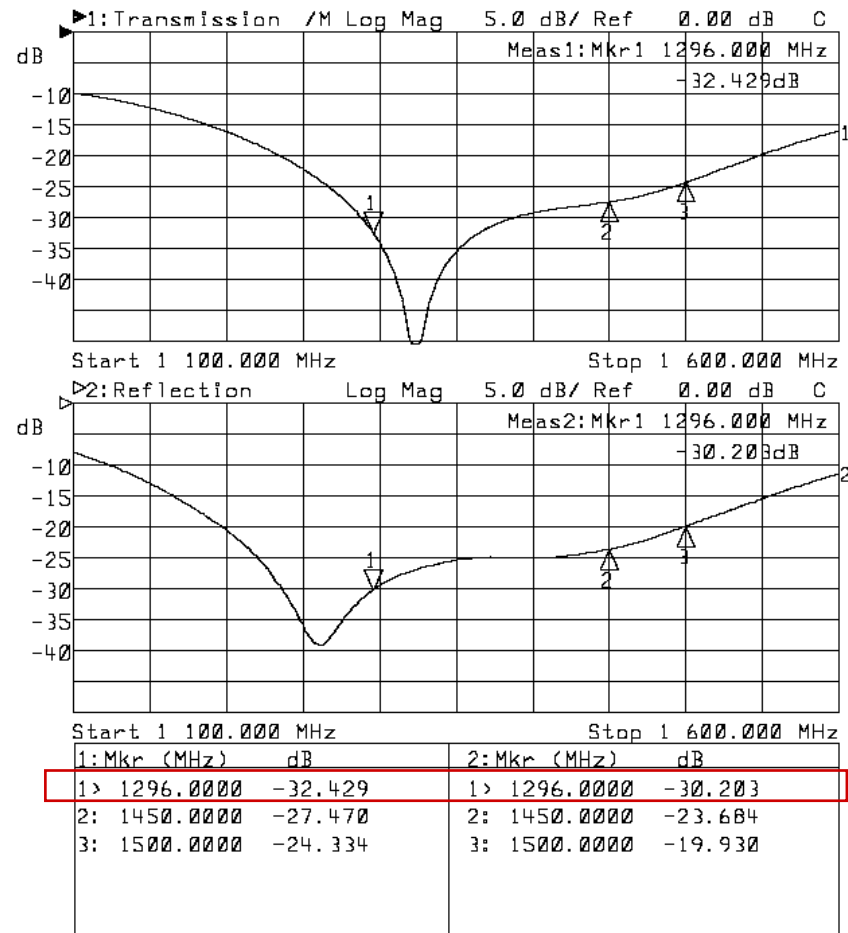
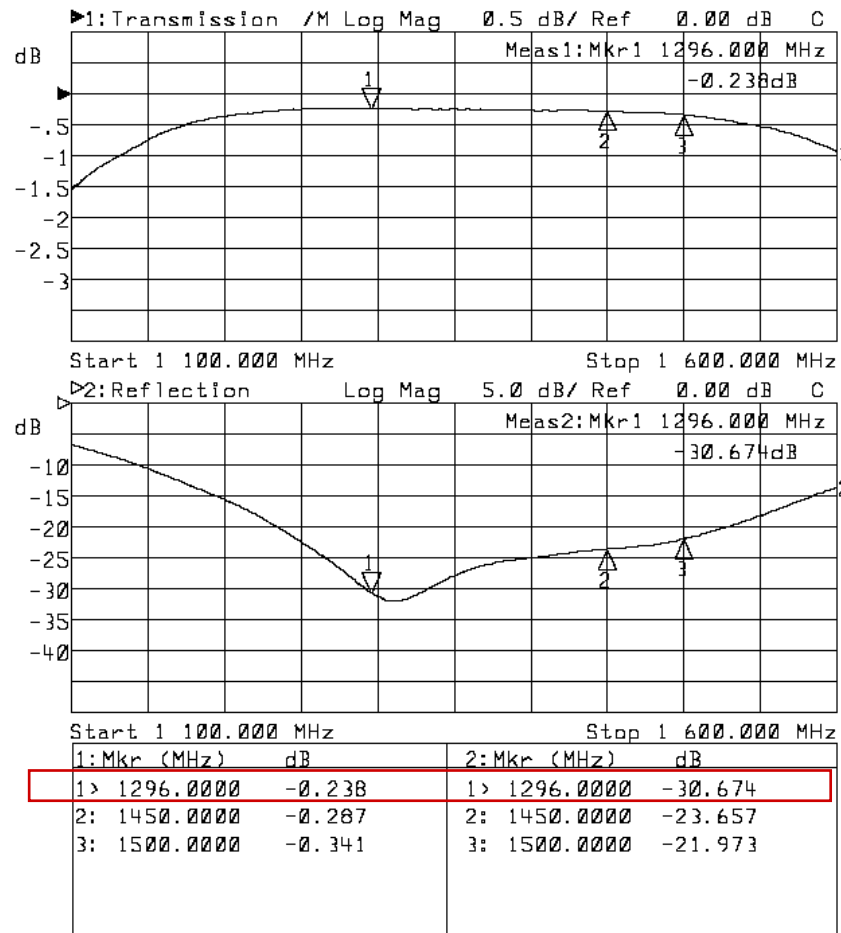
- Umbau nach „Kochrezept“ ohne individuelle Optimierung
- Einfügedämpfung: 0,29...0,36 dB
- Isolation: 21....27 dB
- Reflexionsdämpfung: 16...22 dB

VAO1001 : Umbau 2. Schritt

- Zusatzkapazität reduziert Reflexion (und damit indirekt Isolation und Einfügungsdämpfung)



VAO1001: Ergebnis



0,24 dB Einfügungsdämpfung, 30 dB Reflexionsdämpfung, 32 dB Isolation

VAO1001 : Belastbarkeit

- 0,24 dB Einfügungsdämpfung = 5,4% Verlust; davon:
 - 0,06 % durch 32 dB Isolation
 - 0,1 % durch 30 dB Reflexiondämpfung
 - d. h. ca 5,2% thermische Verluste
- nominell: 130 W Belastbarkeit:

Article No	Type	Function	Temp	Power	Frequency	InsLoss	Isol	VSWR	L	W	D	Conn
			°C	W (cw)	MHz	dB	dB		mm			
2722 162 10011	VAO 1001	Circulator	0 - 50	130	1.450 - 1.500	0,25	23	1,15	49	52	27	N (3xfemale)

- real ca. 200 W (dann 10 W Verlustleistung)
- Test mit 200 W über 30 min. ergibt 25°C Temperaturerhöhung

Zusammenfassung



- Umbau von Band-IV- und L-Band-Zirkulatoren zur Nutzung im 23-cm- und 70-cm-Amateurfunkband
- Einfacher Umbau nur durch Veränderung des Magnetfelds liefert brauchbare Ergebnisse
- Optimierung durch Änderung der Streifenleitungsstruktur
- Erprobung in Kleinserie nach „Kochrezept“ erfolgreich