

Bericht über Isolatoren / Zirkulatoren

Wilhelm, DL6DCA 10.12.2020

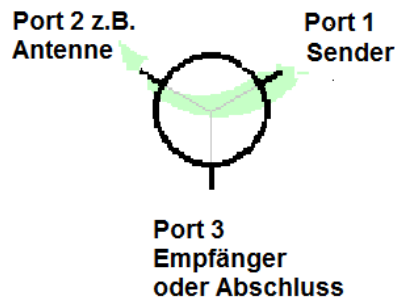


Mittig 50Ω Abschluss, deshalb Isolator

Für einige Funkamateure wird sich die Frage stellen, was Isolatoren / Zirkulatoren überhaupt sind. Eine einfache Erklärung habe ich in einem Prospekt der Firma Telemeter Electronic gefunden, die u.a. solche Bauteile im Lieferprogramm hat:

*Sobald empfindliche Geräte vor reflektierter Leistung zu schützen sind, werden **Isolatoren** oder **Zirkulatoren** benötigt. Die Funktionsweise eines Zirkulators lässt sich einfach erklären: Speist man an Port 1 ein Signal ein, so teilt sich dieses in zwei gleich große Teile. Durch das Ferrit breiten sich diese Teile mit unterschiedlicher Geschwindigkeit aus, wodurch die Signale am Port 3 mit gegenteiliger Phase anliegen und sich somit auslöschen. Am Port 2 liegen beide Signalteile gleichphasig an, wodurch sich wieder das Signal vom Port 1 ergibt.*

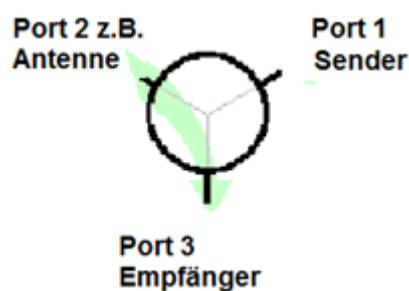
Analog dazu wird ein an Port 2 eingespeistes Signal am Port 1 ausgelöscht und am Port 3 ausgegeben. Diese Funktionsweise erlaubt beispielsweise die Verwendung einer **Antenne** zum **simultanen Senden und Empfangen**. Ein Isolator ist eine Sonderform des Zirkulators, da bei diesem einer der drei Anschlüsse bereits mit einem Abschlusswiderstand abgeschlossen ist.



Die in Port 1 eingespeiste Sendeleistung tritt an Port 2 wieder aus, an Port 3 liegt idealerweise keine Leistung an.

Ist die Antenne defekt oder nicht angeschlossen wird die von Port 1 zu Port 2 fließende Sendeleistung reflektiert und erscheint an Port 3. Wenn dort ein Abschlusswiderstand angebracht ist, wird dort die Leistung durch Umsetzung in Wärme eliminiert und der Sender geschützt. Man spricht dann von einem Isolator. Auch kann von anderen am gleichen Standort betriebenen Sendeanlagen keine Energie zur Endstufe kommen und dort für unerwünschte Intermodulationsprodukte sorgen. Solche Schutzmaßnahmen findet man häufig auch bei AFU-Relaisfunkstellen, die an kommerziell betriebenen Standorten mit vielen anderen gleichzeitig betriebenen, teilweise sehr leistungsstarken, Sendern integriert sind (Fernmeldetürme).

Ist an Port 3 ein Empfänger angeschlossen und die Antenne ist voll funktionsfähig, werden die an der Antenne ankommenden Empfangssignale an Port 3 weitergeleitet, nicht aber das Sendesignal von Port 1. Hier spricht man vom Zirkulator.



Diese Anwendung findet im Amateurfunk eher selten statt, eher im Bereich der Radartechnik.

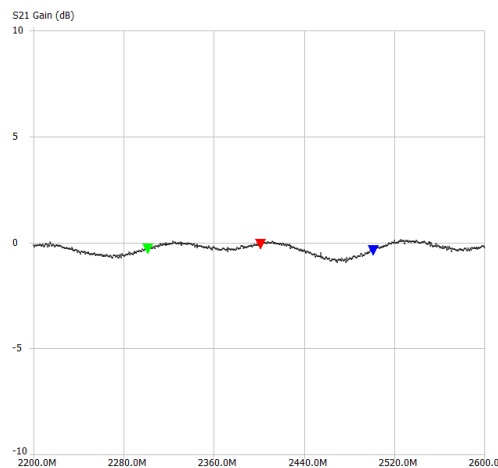
Wer sich weiter über diese durchaus interessante Technik informieren möchte, findet zahlreiche Beiträge im Internet. Ein Bericht von Henning, DF9IC, beschreibt sehr anschaulich mit zahlreichen Bildern des Innenlebens ein solches Bauteil:

http://www.df9ic.de/doc/2013/dorsten_2013/dorsten13_zirkulatoren.pdf

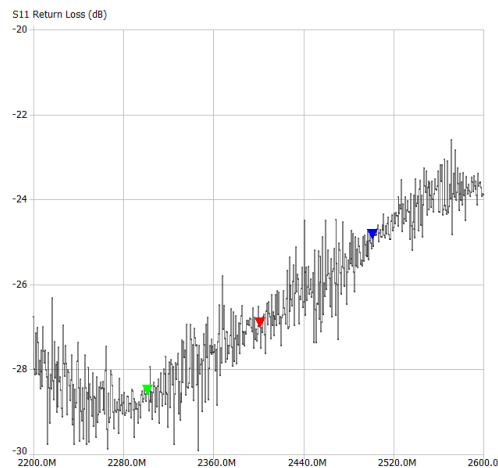
Ich habe mir einen solchen Isolator kommen lassen, um meine Endstufe in der qo100 Anlage zu schützen. Die bisherige Endstufe soll durch eine leistungsstärkere für den DATV Betrieb ausgewechselt werden, wo solche Schutzmaßnahmen durchaus Sinn machen. Aber auch bei den 20W PA`s ist es durchaus sinnvoll, wenn z.B. durch Feuchtigkeit in der Antenne extrem schlechte Anpassung auftritt. Ein solcher Isolator kostet gebraucht nur ein Fünftel einer kleinen Endstufe.....!?

Für den vorliegenden Isolator liegen nur Angaben des Surplus Verkäufers, nicht aber Herstellerangaben vor. Es handelt sich um ein Exemplar des Herstellers UTE Microwave CT3240-OT welches im Bereich von 2 – 4 GHz einsetzbar ist. Die Isolation wird mit $> 18\text{dB}$, die Einfügedämpfung mit $< 0,5\text{ dB}$ und das SWR mit max 1,3:1 angegeben. Impedanz 50Ω . Angeblich waren diese Bauteile in Bundeswehrgeräten verbaut.

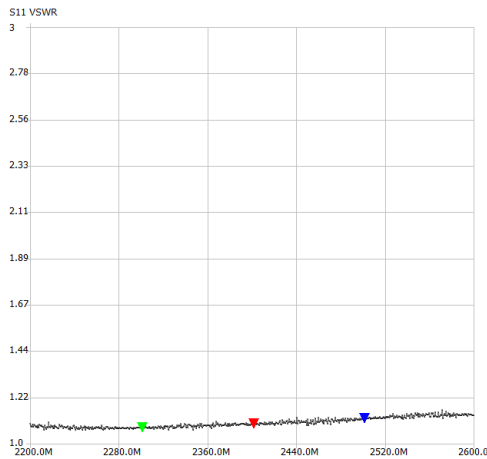
Die eigenen Messungen wurden wieder mit NanoVNA V2 und der Software NanoVNA-Saver 0.3.3 durchgeführt. Die Kalibration erfolgte mit einem SMA SOL Kalibriersatz 6 GHz von Amphenol.



S21 (Durchlassdämpfung) Port 1 nach Port 2



S11 RL an Port 1



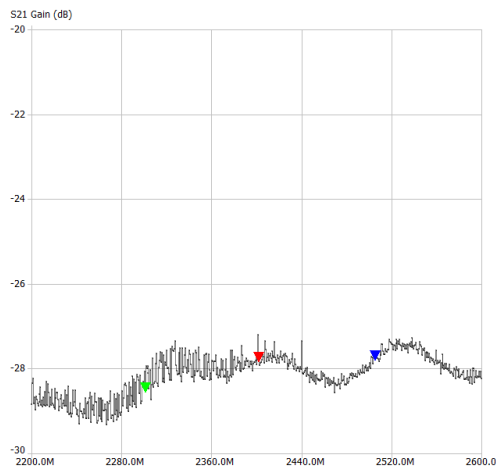
S11 VSWR Port 1

Marker 1	
Frequency: 2.40165 GHz	VSWR: 1.095
Impedance: 46.4+j2.38 Ω	Return loss: -26.906 dB
Series L: 157.54 pH	Quality factor: 0.051
Series C: -27.876 pF	S11 Phase: 145.48°
Parallel R: 46.476 Ω	S21 Gain: -0.082 dB
Parallel X: 60.055 nH	S21 Phase: -34.91°

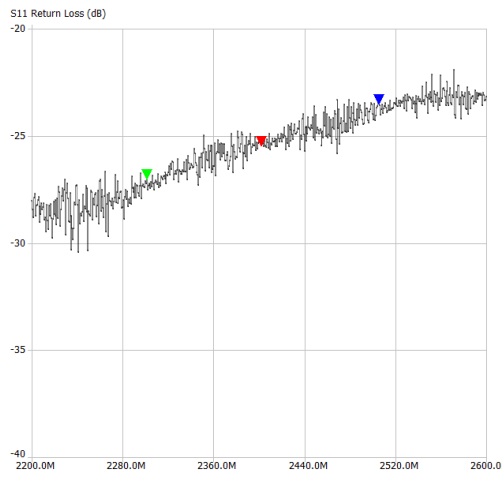
Marker 2	
Frequency: 2.30116 GHz	VSWR: 1.078
Impedance: 47.6+j2.76 Ω	Return loss: -28.498 dB
Series L: 190.61 pH	Quality factor: 0.058
Series C: -25.096 pF	S11 Phase: 129.71°
Parallel R: 47.736 Ω	S21 Gain: -0.328 dB
Parallel X: 56.996 nH	S21 Phase: -15.39°

Marker 3	
Frequency: 2.50149 GHz	VSWR: 1.122
Impedance: 45.4+j2.96 Ω	Return loss: -24.823 dB
Series L: 188.06 pH	Quality factor: 0.065
Series C: -21.525 pF	S11 Phase: 145.56°
Parallel R: 45.582 Ω	S21 Gain: -0.390 dB
Parallel X: 44.533 nH	S21 Phase: -52.75°

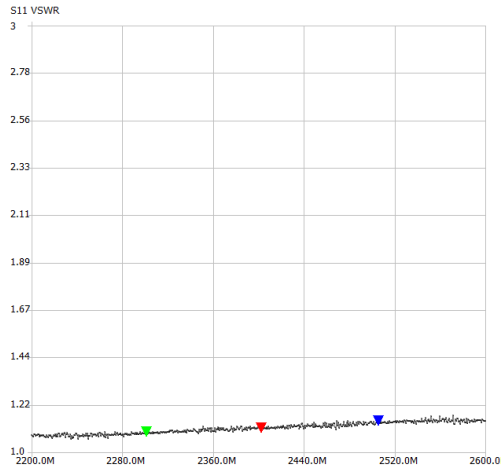
Übersicht Messungen von Port 1 zu Port 2



S12 (Durchlassdämpfung = Isolation Port 2 zu Port 1)



S22 RL Port 2



S22 VSWR Port 2

Marker 1			
Frequency:	2.40231 GHz	VSWR:	1.115
Impedance:	44.9+j958m Ω	Return loss:	-25.271 dB
Series L:	63.479 pH	Quality factor:	0.021
Series C:	-69.143 pF	S11 Phase:	168.75°
Parallel R:	44.936 Ω	S21 Gain:	-27.743 dB
Parallel X:	139.55 nH	S21 Phase:	-110.85°

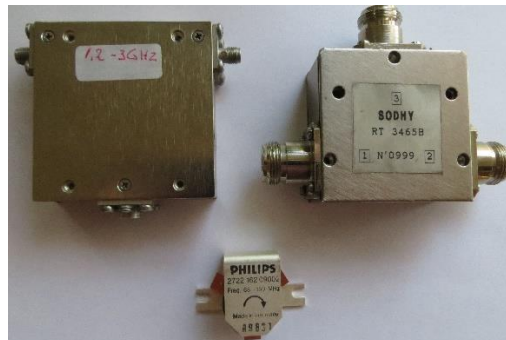
Marker 2			
Frequency:	2.30116 GHz	VSWR:	1.095
Impedance:	45.9+j1.63 Ω	Return loss:	-26.829 dB
Series L:	112.73 pH	Quality factor:	0.035
Series C:	-42.434 pF	S11 Phase:	157.14°
Parallel R:	46.001 Ω	S21 Gain:	-28.459 dB
Parallel X:	89.682 nH	S21 Phase:	-93.55°

Marker 3			
Frequency:	2.50545 GHz	VSWR:	1.146
Impedance:	43.8+j1.7 Ω	Return loss:	-23.331 dB
Series L:	107.76 pH	Quality factor:	0.039
Series C:	-37.446 pF	S11 Phase:	163.58°
Parallel R:	43.899 Ω	S21 Gain:	-27.698 dB
Parallel X:	72.056 nH	S21 Phase:	-130.31°

Übersicht Messungen von Port 2 nach Port 1

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vom Verkäufer gemachten Angaben für den QO100 typischen Frequenzbereich nicht nur eingehalten, sondern deutlich besser sind.

Zum Abschluss noch ein paar Fotos anderer vorliegender Exemplare:



Links oben Isolator für 1,2 – 3 GHz, daneben Zirkulator für 430 MHz, darunter Zirkulator für 144 MHz.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen.

Kontakt bitte per Mail dl6dca@darç.de oder Ortsfrequenz 144,575 MHz.

vy 73 Wilhelm, DL6DCA