

Spinner Messrichtkoppler BN 108135

Wilhelm, DL6DCA 18.12.2020



Spinner Messrichtkoppler BN 108135 an Spinner Dummyload BN 527766

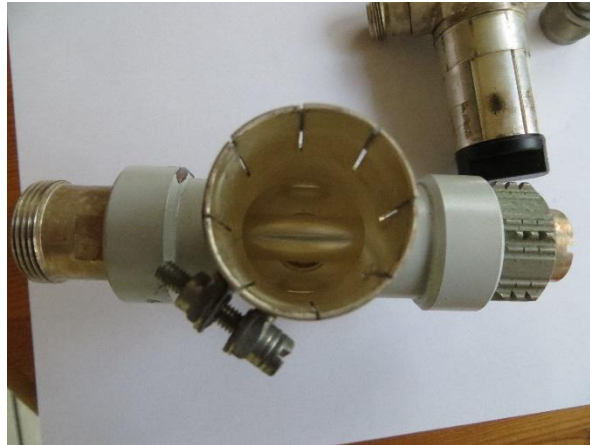
In meiner Beschreibung der Spinner Dummy-Load hatte ich darauf hingewiesen, dass beim Erwerb eine Koaxarmatur beigefügt war, mit der man eine geringe Leistung aus dem Hauptzweig auskoppeln kann. Diese und eine weitere Ausführung möchte ich hiermit vorstellen.

Diese koaxial aufgebauten Gerätschaften werden Messrichtkoppler oder Auskoppelsonden genannt. Hin und wieder findet man auch den reinen Begriff Richtkoppler, der aus meiner Sicht aber hier nicht zutreffend ist. Die zur Spinner Dummyload gelieferte Auskoppelsonde besteht aus schwer versilberten Messing und bringt mit einem 7/16" zu N-Norm Übergang und einem kleinen 50Ω Abschlusswiderstand ein stolzes Gewicht von 1182 gr. auf die Waage.



Ansicht Messrichtkoppler

Das Prinzip ist recht einfach. In ein als 50Ω ausgeführtes koaxiales festes Leitungsstück wird durch ein T-Stück eine externe Sonde an den Innenleiter herangebracht und kapazitiv / induktiv eine geringe Leistung aus dem Hauptzweig ausgekoppelt.



Blick in den „Sondenschacht / T-Stück“

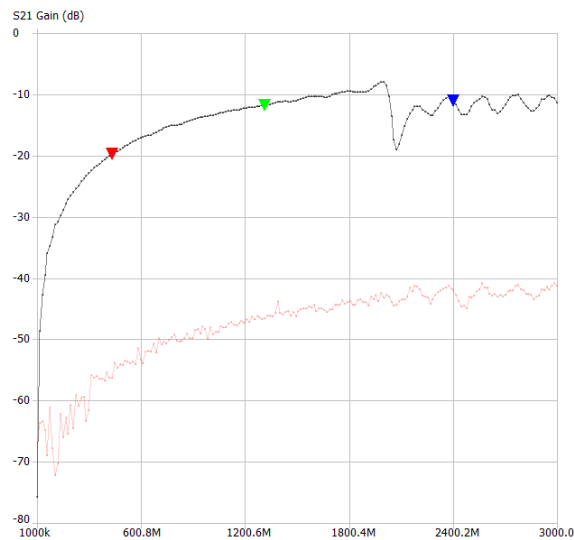


Herausgezogene Koppelsonde

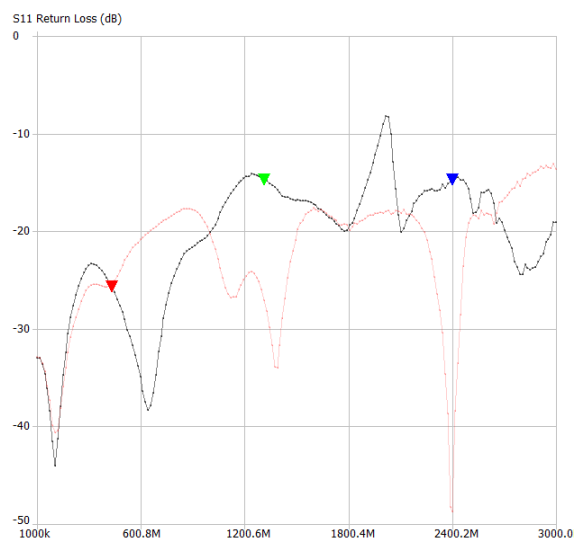
Auf dem Bild sieht man die herausgezogene Sonde und man kann erahnen, dass von der linken N-Norm Buchse eine koaxiale Leitung nach unten zur schwarzen Kappe verläuft. Hinter der schwarzen Kappe ist diese Leitung halb vom Mantel befreit, sodass der Innenleiter parallel zur Hauptleitung zu liegen kommt. Dieses Stück Innenleiter greift nun kapazitiv und induktiv eine geringe Leistung ab. Hinter der quasi halbfreien Leitung geht es in geschlossener koaxialer Form wieder nach oben zu einer weiteren N-Norm Buchse, auf die ein 50Ω Abschlusswiderstand aufgeschraubt wird. Das bedeutet, dass die Sonde insgesamt eine Impedanz von 50Ω aufweist und somit Messgeräte wie z.B. Spektrumanalyser, Zähler oder auch Leistungsmesser impedanzrichtig mit geringem VSWR angeschlossen werden können. Dadurch ist eine wiederkehrend genaue Messung möglich. Bei dieser Koppelsonde kann das Maß der ausgekoppelten Leistung durch Veränderung des Abstandes der (schwarzen) Sonde zum Hauptleiter beeinflusst werden. Wie die Messungen noch zeigen werden, ist ab ca. 1200 MHz der Koppelgrad zwischen 10dB und 40dB einstellbar. Bei den Frequenzen unterhalb 1200 MHz ist der Auskoppelgrad noch geringer; dieses ist bedingt durch die relativ kurze Länge der „offenen“ Sonde.

Die Spinner Dummyload kann mit bis zu 400W belastet werden. Bei einem Koppelgrad von 10dB werden dann 40W, bei 40dB nur noch 40mW ausgekoppelt. Im Regelfall wird eine Leistung von 40mW (= +16dBm) von Spektrumanalysern, Zählern und Leistungsmessern mit entsprechendem Messkopf problemlos verarbeitet (BITTE IMMER VOR DEM TEST IM EINZELFALL PRÜFEN, ZERSTÖRUNGSGEFAHR). Im Zweifelsfall aber lieber noch ein weiteres Dämpfungsglied zum Schutz der Messgeräte in die Messleitung einfügen!

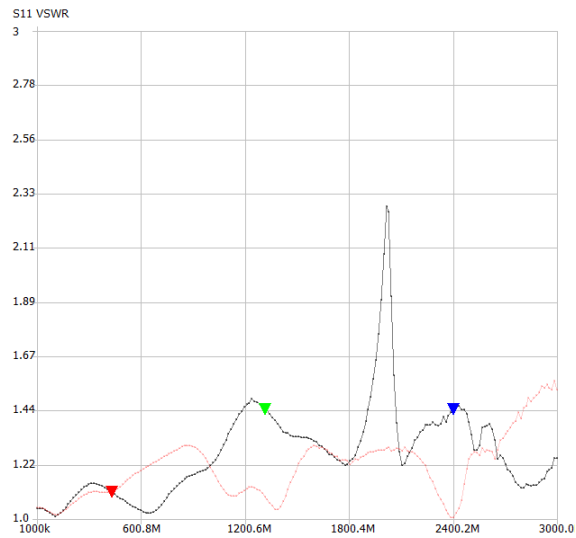
Das Heranführen der Koppelsonde durch das T-Stück stellt ja quasi ein Loch in der „Haupt-, Koaxleitung dar, was sich auch auf das SWR auswirkt. Die nachfolgenden Messungen verdeutlichen dieses deutlich. Wie üblich wurde mit dem NanoVNA V2, Software NanoVNA Saver 0.3.3, Kalibration einschließlich der Sucoflex 100 Kabel mit SOLT Kit CC600 von Chauvin Arnoux / Tornado, gemessen. Die rote Kurve zeigt die geringst mögliche Auskopplung (Sonde also herausgezogen), die schwarze Kurve die höchst mögliche (Sonde also komplett eingeführt).



S21 Frequenzabhängige Dämpfung der Auskopplung s.a. Text



S11 RL



S11 VSWR

Marker 1

Frequency: 433.692 MHz	VSWR: 1.064
Impedance: 50.6-j3.09 Ω	Return loss: -30.110 dB
Series L: -1.1339 nH	Quality factor: 0.061
Series C: 118.77 pF	S11 Phase: -77.81°
Parallel R: 50.758 Ω	S21 Gain: -0.134 dB
Parallel X: 441.75 fF	S21 Phase: -95.56°

Marker 2

Frequency: 1.31400 GHz	VSWR: 1.250
Impedance: 52.5+j11.2 Ω	Return loss: -19.083 dB
Series L: 1.3545 nH	Quality factor: 0.213
Series C: -10.831 pF	S11 Phase: 71.15°
Parallel R: 54.887 Ω	S21 Gain: -1.337 dB
Parallel X: 31.214 nH	S21 Phase: 70.40°

Marker 3

Frequency: 2.40318 GHz	VSWR: 1.435
Impedance: 60-j17.2 Ω	Return loss: -14.961 dB
Series L: -1.1384 nH	Quality factor: 0.286
Series C: 3.8528 pF	S11 Phase: -50.93°
Parallel R: 64.925 Ω	S21 Gain: -3.152 dB
Parallel X: 292.23 fF	S21 Phase: -174.19°

Übersicht schwarze Kurve, Sonde eingeschoben

Marker 1		
Frequency:	433.692 MHz	VSWR: 1.110
Impedance:	49.3-j5.15 Ω	Return loss: -25.646 dB
Series L:	-1.8889 nH	Quality factor: 0.104
Series C:	71.298 pF	S11 Phase: -94.57°
Parallel R:	49.856 Ω	S21 Gain: -19.812 dB
Parallel X:	768.18 fF	S21 Phase: -7.08°

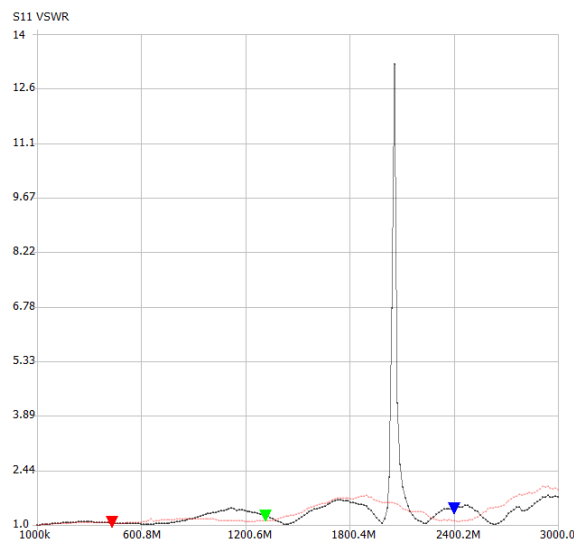
Marker 2		
Frequency:	1.31400 GHz	VSWR: 1.450
Impedance:	48.3+j18.3 Ω	Return loss: -14.714 dB
Series L:	2.2163 nH	Quality factor: 0.379
Series C:	-6.6195 pF	S11 Phase: 84.75°
Parallel R:	55.235 Ω	S21 Gain: -11.735 dB
Parallel X:	17.661 nH	S21 Phase: 157.44°

Marker 3		
Frequency:	2.40318 GHz	VSWR: 1.451
Impedance:	62.8-j16.6 Ω	Return loss: -14.709 dB
Series L:	-1.0998 nH	Quality factor: 0.264
Series C:	3.9881 pF	S11 Phase: -44.01°
Parallel R:	67.187 Ω	S21 Gain: -10.987 dB
Parallel X:	260.67 fF	S21 Phase: -86.41°

Rote Kurve, Sonde rausgezogen

Man sieht recht schön, wie der Auskoppelgrad frequenzabhängig ist und auch das Eingangs SWR der Dummyload sich verändert. Der „Zacken“ bei ca. 1900 MHz weist auf eine Eigenresonanz hin, die zur Baulänge der Sonde passen könnte. Auf den Bildern sieht man unterhalb der Hauptleitung eine Schraube. Mit dieser kann eine kapazitive Beeinflussung zur Anpassungsverbesserung stattfinden, jedoch nur in einem schmalen Frequenzbereich. Hiervon wurde kein Gebrauch gemacht.

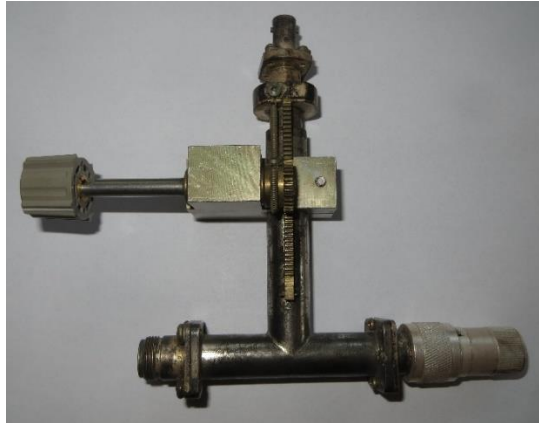
Natürlich habe ich auch das SWR der Sonde, die ja mit 50 Ω abgeschlossen ist, einmal gemessen.



S11 VSWR der Sonde

Auch hier erkennt man wieder das Eigenresonanzverhalten.

Ich habe noch eine andere Konstruktion, die wesentlich einfacher ausgeführt ist. Hier sind Dämpfungen von über 60dB möglich, die aber durch den Messbereich des NanoVNA nicht mehr erfasst werden können. Mittels SDR-Empfänger und Messender wurden über 100dB ermittelt. Auf den Bildern erkennt man das gleiche Messprinzip, die Sonde ist aber einfacher, wie ein Stück Koaxialkabel mit Brückenschluss, ausgeführt.

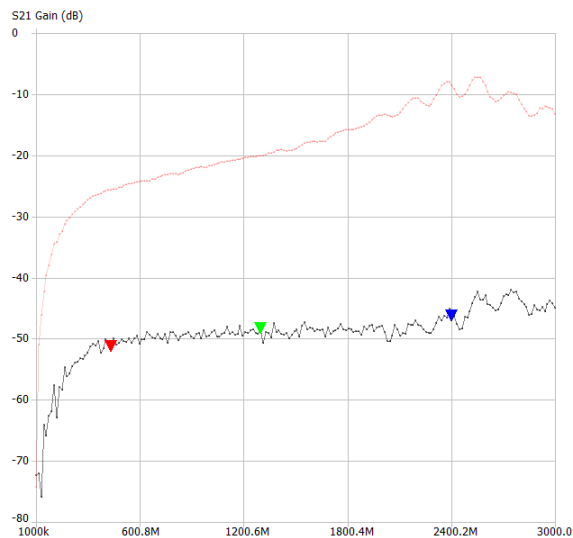


Ansicht Messrichtkoppler #2

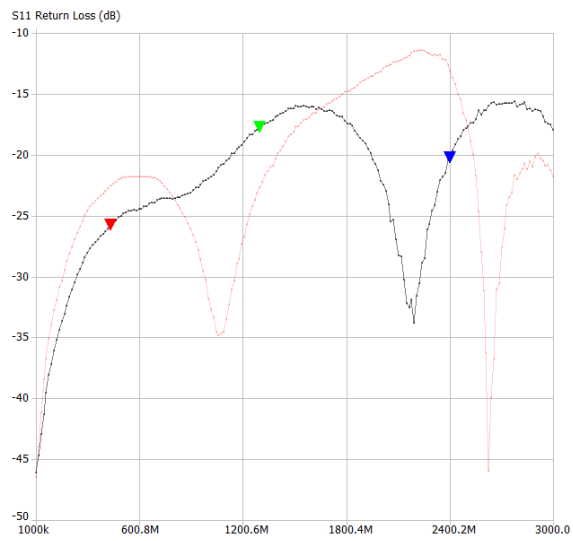


Koppelsonde aus MRK #2

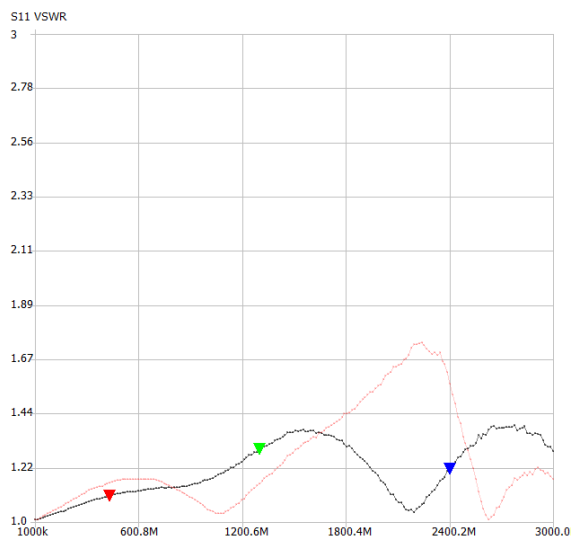
Auch zu dieser Sonde einmal den Dämpfungsverlauf und das SWR der Sonde. Achtung: anders als zuvor hier in rot die höchste Auskopplung und in schwarz die geringste.



S21 Dämpfungsverlauf, in rot rausgezogen, in schwarz eingesteckt



S11 RL



S11 VSWR

Marker 1	
Frequency: 433.692 MHz	VSWR: 1.108
Impedance: 53.9-j3.63 Ω	Return loss: -25.782 dB
Series L: -1.3333 nH	Quality factor: 0.067
Series C: 101 pF	S11 Phase: -40.83°
Parallel R: 54.164 Ω	S21 Gain: -51.204 dB
Parallel X: 456.56 fF	S21 Phase: -25.36°

Marker 2	
Frequency: 1.29907 GHz	VSWR: 1.297
Impedance: 43.9+j10.6 Ω	Return loss: -17.756 dB
Series L: 1.2989 nH	Quality factor: 0.242
Series C: -11.556 pF	S11 Phase: 113.50°
Parallel R: 46.454 Ω	S21 Gain: -48.260 dB
Parallel X: 23.563 nH	S21 Phase: -173.33°

Marker 3	
Frequency: 2.40318 GHz	VSWR: 1.216
Impedance: 60.1-j3.56 Ω	Return loss: -20.236 dB
Series L: -235.87 pH	Quality factor: 0.059
Series C: 18.595 pF	S11 Phase: -17.55°
Parallel R: 60.323 Ω	S21 Gain: -46.258 dB
Parallel X: 65.045 fF	S21 Phase: 21.10°

Übersicht Koppler rausgezogen

Marker 1	
Frequency: 433.692 MHz	VSWR: 1.162
Impedance: 53.6-j6.9 Ω	Return loss: -22.520 dB
Series L: -2.5306 nH	Quality factor: 0.129
Series C: 53.218 pF	S11 Phase: -58.81°
Parallel R: 54.459 Ω	S21 Gain: -25.602 dB
Parallel X: 867.4 fF	S21 Phase: -8.88°

Marker 2	
Frequency: 1.29907 GHz	VSWR: 1.158
Impedance: 43.8+j2.95 Ω	Return loss: -22.703 dB
Series L: 361.65 pH	Quality factor: 0.067
Series C: -41.503 pF	S11 Phase: 152.77°
Parallel R: 43.991 Ω	S21 Gain: -20.091 dB
Parallel X: 79.954 nH	S21 Phase: -138.38°

Marker 3	
Frequency: 2.40318 GHz	VSWR: 1.568
Impedance: 35.8-j12.9 Ω	Return loss: -13.104 dB
Series L: -854.42 pH	Quality factor: 0.36
Series C: 5.1333 pF	S11 Phase: -129.21°
Parallel R: 40.442 Ω	S21 Gain: -8.508 dB
Parallel X: 590.27 fF	S21 Phase: 12.95°

Übersicht Koppler eingeschoben

Kommerziell werden solche Sonden auch in Antennenzuleitungen eingebaut um die Sendeleistung zu beobachten und ggfs. gegenzusteuern; also nicht nur im Messlabor oder auf dem Messplatz in Zusammenhang mit Abschlusswiderständen.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen.

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

vy 73 Wilhelm, DL6DCA