

Dämpfungsglied aus Koaxkabel

Wilhelm, DL6DCA 29.10.2020



Bei den letzten Aktivitätsabenden der Distrikte Süd und Nord sowie den VHF-UHF-Mikrowellenwettbewerben habe ich feststellen müssen, dass 50 Watt auf 70cm und 10 Watt auf 23cm etwas wenig Sendeleistung sind. Wenn man berücksichtigt, dass zwischen Transceiver und Antenne ca. 25m Koaxialkabel liegen, ist klar, dass an der Antenne nicht mehr allzuviel Sendeleistung ankommt. Empfangsmäßig ist das dank vorhandener Vorverstärker kurz hinter den Antennen kein Problem. Also müssen Leistungsverstärker für den TX-Zweig her.

Für 70cm habe ich vor längerer Zeit einmal einen kommerziellen Baustein der Firma Plisch für relativ kleines Geld erstanden. Diese Endstufen werden original im Bereich von 480 bis 950MHz in Fernsehsendern eingesetzt. Dort werden 8 Stück von diesen Modulen zusammengefasst und bringen dank solidem 32V Drehstromnetzteil und einer Wasserkühlung gute 1KW Dauerleistung auf die Beine, etwas gequält und nicht mehr linear sogar 2KW. Einige große Conteststationen haben solche Geräte auf 750W limitiert im Einsatz <https://dl2ocb.de/umbau-plisch-ule1021-endstufe/>. Der sich in meinem Besitz befindliche Einzelbaustein bringt bei entsprechendem Umbau so um die 320W Spitze und linear ca. 220W. Über den Umbau werde ich nach Abschluss der Arbeiten separat berichten.

Vor dem Umbau wollte ich erst einmal prüfen, was ich denn da ersteigert habe und ob das Modul überhaupt funktioniert. Und da begann bereits das Problem, in diesem Leistungsbereich nicht messen zu können. Aber eine einfache Abhilfe war schnell gefunden und soll Gegenstand dieser Beschreibung sein.

Zur Leistungsmessung verfügen wir, also Benedikt DO4DY und ich, über ein hp-436a Power-Meter mit einem hp 8481A Power Sensor der 0,3 μ W – 100mW bis 18GHz messen kann. Zusätzlich existiert ein 30dB Dämpfungsglied der Firma Weinschel, welches bis 8,5GHz spezifiziert ist und max 150W Leistung verträgt. In der Kombination 30dB Dämpfungsglied und nachgeschaltet der hp Power Sensor sind aber nur max. 100W messbar (100W entspr. +50dBm – 30dB Dämpfung ergeben + 20dBm oder auch 100mW). Die Endstufe soll aber ca. 320W = 55,05dBm Leistung abgeben können. Wie also die restlichen 220W bzw. 23,42dBm vernichten?



Weinschel 30dB Dämpfungsglied max 150W bis 8,5GHz

Eine größere Dummy-Load bzw. Dämpfungsglied ist denkbar, aber sehr teuer. Aus diesem Grund wurde auf einen alten Trick zurückgegriffen; Koaxkabel der schlechteren Art. Beim Stationsaufbau ist man ja immer bemüht ein möglichst dämpfungsarmes Kabel zu verwenden. Hier ist genau das Gegenteil gefragt und was liegt da näher als ein mittelmäßiges preiswertes RG58 Kabel zu verwenden.

Die Dämpfungs- und Belastungswerte von RG58 je 100m:

- 4,6 dB bei 10 MHz max 600W
- 6,2 dB bei 14 MHz
- 8,0 dB bei 28 MHz
- 11,0 dB bei 50 MHz max 270W
- 17,6 dB bei 100 MHz max 190W
- 17,8 dB bei 145 MHz
- 23,0 dB bei 230 MHz
- 33,2 dB bei 432 MHz max 90W
- 36,1 dB bei 500 MHz max 85W
- 44,1 dB bei 800 MHz
- 49,6 dB bei 1000 MHz
- 64,5 dB bei 1296 MHz max 52W
- 82,5 dB bei 1600 MHz

max. Spitzenspannung 2,5kV

Hinweis: die Angaben variieren je nach Hersteller ein wenig

Auffällig ist hier die relativ geringe max. zu übertragende Leistung. Die Angaben sind für den Dauerbetrieb gemacht, was aber bei den beabsichtigten Messungen nicht vorkommen wird, allerdings beachtenswert ist. Auf 432MHz kommen von 100W nach 100m Kabellänge nur noch 50mW am Ende an, will sagen, fast die gesamte Leistung verbleibt im Kabel und sorgt für dessen Erwärmung.

Für meinen speziellen Messzweck habe ich ca. 30m RG58 von einem vorhandenen größeren Ring abgeschnitten und mit einem N-Stecker und einer N-Kabelbuchse versehen. Die Dämpfungsmessungen mittels Signalgeneratoren hp 8657B / hp 8673M und dem Power Meter ergaben folgende Werte:

28 MHz	2,63dB
50 MHz	3,93dB
70 MHz	4,76dB
144 MHz	6,96dB
432 MHz	12,69dB
1340 MHz	23,85dB
2400 MHz	35,36dB

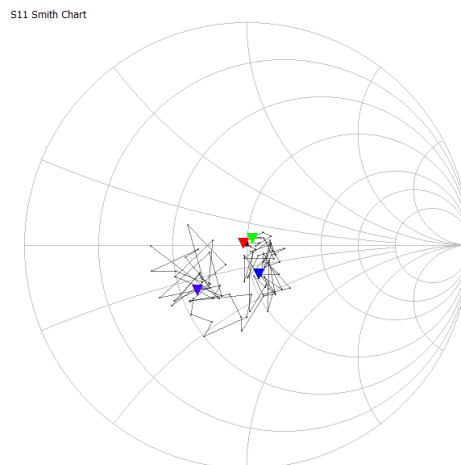
Dieses Kabel reduziert nun die von mir erwarteten 320W / 55,05dBm auf 17,22W / 42,36 dBm und kann locker von dem 30dB Weinschel Dämpfungsglied verarbeitet werden. Am Ausgang erscheinen dann 17,22W / 42,36dBm – 30dB = 20 mW, was auch von der hp Power-Probe mit seiner max. Leistung von 100mW sicher gemessen werden kann. Wie zuvor ausgeführt nicht mit Dauerleistung, sondern nur kurze Messintervalle von max. 5 Minuten und dann entsprechender Abkühlphase.



Hp 436A Power-Meter mit hp 8481A Power Sensor

Ein Wort zur Empfindlichkeit hinsichtlich Zerstörung von Leistungsmessern wie z.B. hp 8481A. Die angegebene max. Leistung sollte nie überschritten werden, sondern deutlich darunter liegen. Die Messköpfe sind amateurmäßig nicht reparabel und der Wiederbeschaffungswert liegt gebraucht bei 400,-€ aufwärts. Das gleiche gilt für die hochwertigen Dämpfungsglieder. Es empfiehlt sich eine Sicherheit von 3dB, also halbe Leistung anzustreben, um keine Fehlanpassung in der Hobbykasse zu bekommen.

Interessehalber habe ich auch einmal das SWR gemessen:

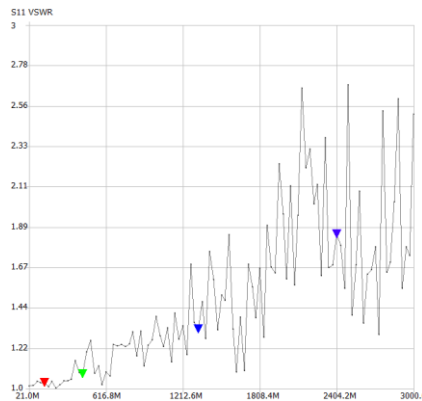


Marker 1	
Frequency: 140.160 MHz	VSWR: 1.032
Impedance: 48.7+j851m Ω	Return loss: -36.109 dB
Series L: 966.14 pH	Quality factor: 0.017
Series C: -1.3346 nF	S11 Phase: 146.09°
Parallel R: 48.725 Ω	S21 Gain: -70.683 dB
Parallel X: 3.1676 μH	S21 Phase: 161.39°

Marker 2	
Frequency: 438.060 MHz	VSWR: 1.083
Impedance: 52.4+j3.28 Ω	Return loss: -28.026 dB
Series L: 1.193 nH	Quality factor: 0.063
Series C: -110.65 pF	S11 Phase: 52.02°
Parallel R: 52.604 Ω	S21 Gain: -74.894 dB
Parallel X: 304.98 nH	S21 Phase: -73.89°

Marker 3	
Frequency: 1.33176 GHz	VSWR: 1.326
Impedance: 53.9-j14.2 Ω	Return loss: -17.061 dB
Series L: -1.6956 nH	Quality factor: 0.263
Series C: 8.4231 pF	S11 Phase: -67.03°
Parallel R: 57.589 Ω	S21 Gain: -61.454 dB
Parallel X: 546.73 fF	S21 Phase: 98.54°

Marker 4	
Frequency: 2.40420 GHz	VSWR: 1.850
Impedance: 29.8-j13.1 Ω	Return loss: -10.507 dB
Series L: -869.57 pH	Quality factor: 0.441
Series C: 5.0396 pF	S11 Phase: -137.65°
Parallel R: 35.57 Ω	S21 Gain: -58.958 dB
Parallel X: 821.04 fF	S21 Phase: -74.41°



Sehr schön sieht man, dass man das RG58 Kabel bis max. 1GHz einsetzen kann. Es erklärt auch, dass die von einigen Clubmitgliedern durchgeführten Versuche bei 2,4GHz / QO100 durchgeführten Versuche sowohl hinsichtlich der Dämpfung, aber auch der kabelbedingten Fehlanpassung zu keinen guten Ergebnissen führen konnten. Erschwerend kamen dabei die Adaptierungen von teilweise BNC auf N oder SMA mit weitreichenden Dämpfungen und Fehlanpassungen hinzu.

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass das von mir aufgebaute Dämpfungsglied aus RG58 Kabel unter Beachtung der begrenzten Leistung bis 432MHz einsetzbar ist. Darüber hinaus sollte man für die höheren Frequenzen ein besseres Kabel einsetzen.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen.

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

vy 73 de Wilhelm, DL6DCA