

Bericht über den Selbstbau einer HF-Strommesszange

Wilhelm, DL6DCA, 27.12.2022



Strommesszange mit Anzeigeeinheit

Wozu benötigt man eine Hochfrequenz-Messzange? Mit ihr lässt sich der vom Sender zur Antenne fließende Strom, aber auch Mantelwellen messen bzw. nachweisen; letzteres was mich besonders interessiert und Grund des Aufbaus sind. Zur Messung des Antennenstromes ist es erforderlich, das bei Kaoaxialleitungen die Abschirmung „geöffnet“ wird um die Messzange auf dem Innenleiter ansetzen zu können (siehe Bild). Diese Anordnung ist erforderlich, da sich ansonsten der durch den Innenleiter zur Antenne bewegende Strom und der über die Abschirmung rücklaufende Strom aufheben und zur Anzeige 0 führen. Anders bei der Messung von Mantelwellen, die sich ja auf der Außenseite des Koaxkabel befinden, wo die Zange außen aufgesetzt wird.



Leistungsmessung mit außen herum geführter Abschirmung



Mantelwellenmessung

Vorweg wieder der Gefahrenhinweis: Aufbau und Inbetriebnahme der in diesem Bericht beschriebenen Schaltungen / Geräte dürfen nur durch fachkundige Personen durchgeführt werden. Es besteht bei Kontakt mit Gleich- und Wechselspannungen sowie bei Hochfrequenzfeldern die Gefahr eines lebensgefährlichen Stromschlags bzw. von Verbrennungen. Diese können auch zu dauerhaften körperlichen und psychischen Schäden führen. Vom Autor wird keinerlei Haftung übernommen!

Das Grundprinzip besteht aus einem Ringkern, der als Transformator benutzt wird, indem die vom Sender kommende Hochfrequenz mit einer Primär-Wicklung durch den Kern zur Antenne / Dummyload geführt wird und einige aufgewickelte sekundäre Windungen als Abgriff dienen. Bei der Primär-Wicklung reicht es, diese nicht um den Ringkern zu wickeln, sondern je nach Messart nur den Inneneiter bzw. Koaxialkabel einmal durch den Ringkern zu stecken. Je nach Anzahl der sekundären Windungen bekommt man dann einen geringen Anteil des Antennenstromes ausgekoppelt, der gemessen werden kann.

DL6GL, Dr. Georg Latzel, hat auf seiner Homepage [1] eine sehr ausführliche Abhandlung mit physikalischen und mathematischen Erklärungen veröffentlicht, deren Lektüre ich empfehlen kann.

Ich habe mich für einen Ringkern FT140 – 43 mit 25 Wdg. sekundär entschieden, was einer Koppeldämpfung von ~28 dB entspricht.

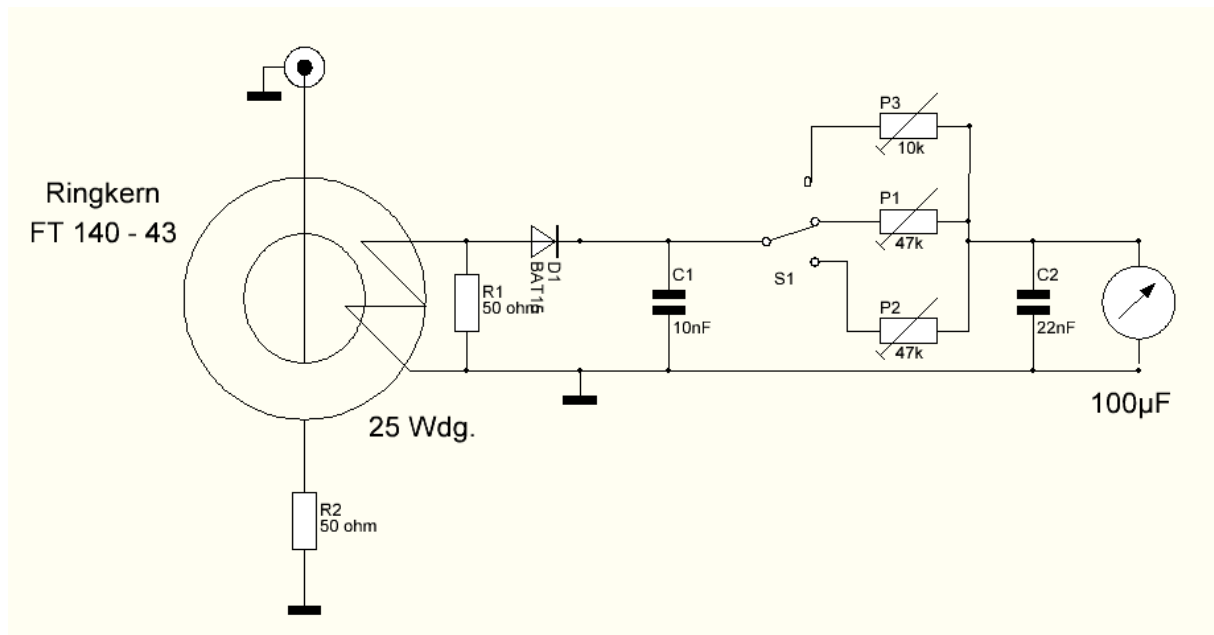
Um den Ringkern zur Messung einfach auf Antennenleitungen bzw. Koaxialkabel aufbringen zu können, habe ich mittels kleiner Proxxon-Kreissäge mit einem diamantbestückten Trennblatt den Ringkern geteilt und anschließend die Schnittkanten auf einer Tellerschleifmaschine flach geschliffen, sodass die Schnittflächen ohne großen Luftspalt aufeinander zu liegen kommen.

Der halbierte Ringkern ist mittels Heißkleber in einer Klemmzange befestigt und mit Plexiglas eingefasst. Optisch nicht ganz schön, aber es funktioniert. Die Bilder sind wohl selbsterklärend. Bei der Montage war eine 2mm Kunststoffplatte zwischen dem Zangenvorderteil, sodass jetzt ein gewisser Klemmdruck auf den Ringkernhälften lastet und diese zusammengedrückt werden.



Strommesszange Nahaufnahme

Die sekundären 25 Wdg. aus 0,5mm Kupferlackdraht sind mit einem 50 Ohm Widerstand abgeschlossen. Es folgt eine Diodengleichrichtung mit kleinem Pufferkondensator und folgenden Potis zur Einstellung des Messbereiches an einem 100µA Drehspulinstrument. Bei den Dioden sind Germanium- oder Schottky-Dioden mit geringer Schwellspannung zu bevorzugen, um möglichst geringe Ströme messen / nachweisen zu können. Die von mir eingesetzten BAT 15 sind nicht ideal, da sie nur 3 V Spannung vertragen, besser wäre BAT 62 o.ä..



Schaltplan

Bei der anschließenden Kalibrierung konnte festgestellt werden, dass über den Bereich von 1,8 MHz bis 30 MHz eine Kalibrierung bei 14 MHz ausreichend ist. Bei 50 MHz aufwärts fällt die Spannung ab. Eine Funktionsfähigkeit bis 450 MHz ist aber gegeben.

Zur Kalibrierung habe ich ein Koaxialkabel über eine Länge von ca. 4 cm vom Mantel und Abschirmung befreit, die Zange aufgesetzt und die Abschirmung mittels Verlängerung um die Zange herumgeführt (siehe Bild Leistungsmessung). Mit Sicherheit keine ideale 50 Ohm Umgebung, aber vollkommen ausreichend.

Zu beachten ist, dass die Messkurve insbesondere im unteren Messbereich nicht linear verläuft. Da das Messinstrument aber linear anzeigt, habe ich eine kleine Hilfsdatei für die höheren Messbereiche auf der Rückseite des Gehäuses zur einfacheren Auswertung angebracht. Der zweite Messbereich (S1) geht bis 1 A Antennenstrom, was einer Sendeleistung von 50 W entspricht. Der dritte Messbereich zeigt max 1,5 A an, was einer Leistung von 115 W entspricht.

Der kleinste Bereich zeigt einen Antennenstrom (primär) von max. 0,2 A an, was einer Leistung von 2 W entspricht. Bei dieser Skalierung kommt man aber auch in den Bereich, wo die Diodenschwellspannung nicht erreicht wird, bzw. die Diodenkennlinie noch sehr stark gekrümmt ist. Also eher ein Nachweis (Mantelwellen) als eine Messung und deshalb auch keine Hilfsdatei.

	S 1		S 1,5	
Skala	P	I	P	I
100	50,00	1,00	115,00	1,52
90	38,50	0,88	83,00	1,29
80	29,55	0,77	61,80	1,11
70	22,30	0,67	45,50	0,95
60	16,90	0,58	33,40	0,82
50	12,20	0,49	22,70	0,67
40	8,20	0,40	14,60	0,54
30	5,21	0,32	8,88	0,42
20	3,07	0,25	4,64	0,30
10	1,55	0,18	2,10	0,20

Hilfsdatei

Wie von Georg in [1] beschrieben, ist eine echte und exakte Messung nur in einer 50 Ohm Umgebung möglich. Bei der Leistungs-Messung bei Langdrahtantennen direkt am Antennendraht liegen 50 Ohm schon gar nicht vor und auch bei der Messung von Mantelwellen auf der Koaxkabel-Außenfläche ist die Impedanz im Regelfall unbekannt.

Auf dem Labortisch funktioniert es bestens, jetzt steht noch der Einsatz im Feld aus.

Bei Messungen, insbesondere an Langdrahtantennen / fehlangepasste Systemen, nehmt den Gefahrenhinweis besonders ernst, da selbst bei moderaten 100 W Sendeleistung erhebliche Spannungen und Ströme auftreten können!

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen. Kontakt bitte per Mail dl6dca@darc.de oder Ortsfrequenz 144,575MHz.

73 de Wilhelm DL6DCA

[1] Dr. Georg Latzel <https://dl6gl.de/hf-stromwandler.html>

Weitere Beschreibungen findet man bei <http://www.ifwtech.co.uk/g3sek/clamp-on/clamp-on.htm> oder auch bei <https://dk1kk.iimdoftree.com/navigation/antennen-messungen/>