

Messung der Eingangsimpedanz einer symmetrischen Leitung

Bei einer Doppelzepp soll die Impedanz im Speisepunkt des Dipols gemessen werden. Das ist nicht nur technisch schwierig, sondern i.d.R. auch ziemlich gefährlich.

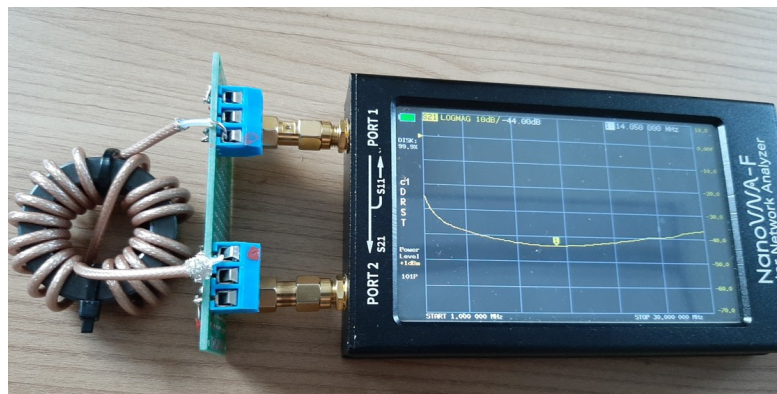
Man kann dies aber auch indirekt tun, indem man die Eingangsimpedanz des Feeders (Hühnerleiter) misst und diesen Wert dann umrechnet.

Klar sollte sein, dass Du mit Deinem NanoVNA, der ja unsymmetrisch ist, keine symmetrischen Kabel messen kannst, da muss zur Symmetrierung immer ein geeigneter "1:1 Balun undefinierter Impedanz" vorgeschaltet werden.

Für reine Messzwecke verwende ich dafür einen nach W1JR (Ferritring FT-140-43 mit 2x8 bzw. 2 x 10Wdg dünnes verlustarmes Koaxkabel RG316U).

Die Induktivität der Wicklung sollte genügend hoch sein (z.B. mehr als 200µH für Messungen bei 1,8MHz).

In einem 50Ohm System wird dann die Durchgangsdämpfung nicht deutlich schlechter als 40dB sein, das sollte man vorher überprüfen (beidseitig nur Innenleiter oder nur Schirm anschließen!):



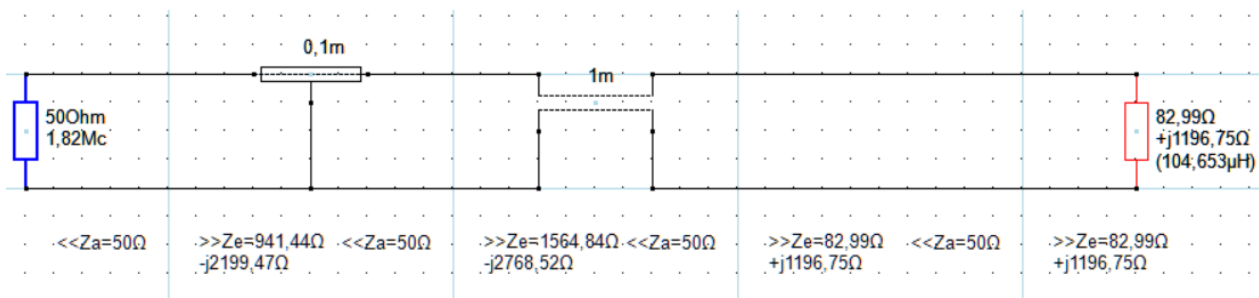
Nun kann die Messung beginnen. Du hast den ATU abgeklemmt und stattdessen den Balun (Wicklungslänge 1m) an den Feedereingang angeschlossen und dessen anderes Ende über ein 10cm langes Anschlusskabel mit dem VNA verbunden.

Wir nehmen mal an, dass die Messung auf 1,82MHz (S11-Modus des VNA) für unser Beispiel etwa folgenden Wert liefern wird:

$$Z_e(\text{Ohm}) = 942 - j2200$$

Um diese komplexe Größe auf die Eingangsimpedanz des Feeders zu transformieren verwendest Du den "[Kleinen Netzwerkanalysator](#)" KNWA (JWD-Tool 14) mit dem blauen "VNA"-Bauelement.

Im Designer wird die Messanordnung VNA-Anschlusskabel-Balun simuliert:



Unbedingte Voraussetzung für ein brauchbares Ergebnis ist die genaue Kenntnis der Kabeldaten.

Im Katalog wird die Leitungsdämpfung i.d.R. in dB/100m bezogen auf eine bestimmte Frequenz angegeben. Diese sollte möglichst nahe an der Messfrequenz liegen.

Wenn dies aber, wie hier beim RG316U nicht der Fall ist, entsteht daraus kein größeres Problem, denn das Programm korrigiert den Wert selbstständig auf Basis der bekannten Abhängigkeit der Dämpfung von der Wurzel des Frequenzverhältnisses (7dB/100m @ 5MHz => 4,22dB/100m @ 1,82MHz).

Am roten ZA"-Bauelement (ganz rechts) liest Du nach Klick auf "START" die gesuchte Eingangsimpedanz der symmetrischen Leitung ab:
 $Z_a(\text{Ohm}) = 82,96 + j1196,5$.

An den unterhalb der Schaltung angezeigten Werten erkennst Du sehr gut, welche gewaltige Impedanztransformationen sehr kurze Leitungsstücke selbst bei relativ niedrigen Frequenzen verursachen können:

Da symmetrische Messungen öfters durchzuführen sind, lohnt sich dafür dieses kleine Hilfsprogramm, welches (abgesehen von kleinen Rundungsfehlern) das gleiche Ergebnis wie der KNWA liefert aber deutlich intuitiver zu bedienen ist:

The screenshot shows a software window titled "Messung symmetrischer Leitungen". It contains four main input sections and a results section. The "VNA-Messung" section has input fields for F(MHz) (1.82), R(Ohm) (942), jX(Ohm) (-2200), and SWR (121.64). The "Verbindungskabel" section has input fields for Zw(Ohm) (50), l(m) (0.1), VF (0.69), dB/100m (7), and @MHz (5). The "Balun" section has radio buttons for 1:1 (selected) and 1:4, and input fields for Zw(Ohm) (50), l(m) (1), VF (0.69), dB/100m (7), and @MHz (5). The "Eingangsimpedanz des Feeders" section displays the results: R(Ohm) (82.96), jX(Ohm) (1196.5), and SWR (347.42). There is an "Info" button and a "START" button. At the bottom left is a checkbox "Fenster oben" and at the bottom right is the text "26_2 DL1JWD".

Section	Parameter	Value
VNA-Messung	F(MHz)	1.82
	R(Ohm)	942
	jX(Ohm)	-2200
	SWR	121.64
Verbindungskabel	Zw(Ohm)	50
	l(m)	0.1
	VF	0.69
	dB/100m	7
	@MHz	5
Balun	Ratio	1:1 (selected)
	Zw(Ohm)	50
	l(m)	1
	VF	0.69
	@MHz	5
Eingangsimpedanz des Feeders	R(Ohm)	82.96
	jX(Ohm)	1196.5
	SWR	347.42