

Warum das T- Anpassnetzwerk im Amateurfunk mit Vorsicht zu behandeln ist

Viele Amateure verwenden eine T-Hochpass-Konfiguration zur Anpassung der Antenne an den Endstufenausgang – also 2 Kondensatoren und eine Induktivität gegen Masse.

Bei Anpassung, guten Vakuumkondensatoren und falscher Einstellung können nahezu 98 % der Leistung im Tuner in Wärme umgesetzt werden. Man kann sich vorstellen was passiert, wenn z.B. 750 W erlaubter Leistung im Tuner verbleiben - trotz Anpassung mit VSWR = 1 am Eingang des Tuners!

Berechnen wir mit den bekannten Gesetzen der Elektrotechnik einen 80 m Dipol in Resonanz. Der Dipol habe 2×19.5 m und sei mit einer $Z_0 = 600 \Omega$ Zweidrahtleitung der Länge $l = 25$ m gespeist. Die Antenne habe eine Höhe von $H = 10$ m über realen Grund. Die Resonanz ist bei $f_0 = 3.69$ MHz. Die Eingangsimpedanzen der Antenne zwischen 3.5 und 3.8 MHz ergeben sich aus der Tab. 1 wie folgt

Frequenz in MHz	Ohmscher Anteil Ω	Imaginäranteil Ω
3.50	24.0	-98.0
3.60	28.4	-48.5
3.69	Resonanz: 32.2	0.00
3.80	36.7	52.25

Tab. 1 Kenngrößen eines Dipols mit 2×19.5 m in 10 m Höhe

Unter der Annahme, dass ein Amateur sich ein Vakuum-Kondensator C_2 mit möglichst geringer Anfangskapazität, sagen wir 2 pF und einer maximalen Kapazität von 500 pF besorgt hat, rechnen wir einmal die Verluste im Resonanzfall bei $f_0 = 3.69$ MHz und die dabei auftretenden Spitzenspannungen. Die Güten der Bauteile seien realistisch angenommen zu $Q_L = 100$, $Q_C = 500$.

Bei einer Rechenleistung $P = 1000$ W hat die 25 m lange Feeder-Leitung nur einen Verlust von $L = 0.19$ dB - das ist tragbar. Der Löwenanteil der Verluste entfällt auf das T-Filter mit den Elementen C_1 L C_2 .

In Tab. 2 ist Pant die Leistung, die `oben` an der Antenne ankommt und mit dem Wirkungsgrad der Antenne multipliziert, zur Abstrahlung gelangt. C_2 ist der Kondensator in Richtung Antennenzuleitung.

MHz	C_2 in pF	U_{C_1} in V	U_L in V	U_{C_2} in V	Pant/W	Wirkungsgrad
3.696	2	21906	21907	21108	39.2	3.92
3.696	10	13373	13376	11246	276	27.6
3.696	100	5062	5071	1749	667	66.7
3.696	500	3849	3862	362	737	73.7

Tab. 2 Verluste, Wirkungsgrad und Spitzenspannungen einer T-Anpassschaltung

Im ungünstigsten Fall, der Amateur hat den Vakuumkondensator C_2 zufällig auf minimaler Kapazität stehen und stellt Anpassung mit VSWR = 1 zwischen Sender und Anpassschaltung ein, dann gehen $P = 959$ W im Tuner in Leistung verloren. An den Eingang der Zweidrahtleitung gelangen gerade noch 41 W, die durch Dämpfung der Zweidrahtleitung weiter um 0.19 dB gedämpft werden. An die Antenne gelangen gerade noch $P_{ant} = 39.2$ W. In allen Fällen ist Anpassung mit einem VSWR = 1 vorhanden!

Bei der erlaubten Leistung treten an der T-Anpassschaltung u.U. enorm hohe Spitzenspannungen auf, die zu Überschlügen führen können.

Bei ungünstigen Impedanzverhältnissen, z.B. an den Bandgrenzen bei 3.5 und 3.8 MHz sind bei induktiver oder kapazitiver Last die Spitzenspannungen weit über 25.000 V und gefährlich hoch. Die Betriebsgüten errechnen sich zu $Q_b = 78.5$ bei 2 pF und $Q_b = 20.3$ bei 500 pF - viel zu hoch, d.h. der Tuner ist auch noch schmalbandig, schlecht einstellbar und zudem noch ein Hochpass.

Warum das T- Anpassnetzwerk im Amateurfunk mit Vorsicht zu behandeln ist

Grundsätzlich kann man sagen, dass schmalbandige empfindliche Einstellungen eines Kopplers auf hohe Verluste in der Anpassschaltung hin deuten. Aus dieser kurzen Darstellung ist ersichtlich, dass die T-Konfiguration mit Vorsicht zu behandeln ist – es sei denn man kennt die Zusammenhänge.

Wie sollte also die Abstimmung eines vorhandenen T - Kopplers erfolgen?

Mit einigermaßen Sachverstand kann „gesehen“ werden, dass bei kleiner antennenseitiger Kapazität C_2 die Antenne nahezu vom Koppler entkoppelt ist und die Leistung im Koppler verbleibt. Die antennenseitige Kapazität C_2 muss beim Abstimmen erst auf den maximalen Wert gestellt und sollte mindestens $C_2 = 1000$ pF sein. Danach ist mit C_1 und L Resonanz d.h. ein VSWR von 1 am Eingang des Tuners zu suchen. Wird keine Resonanz erreicht, erst dann ist die ausgangsseitige Kapazität schrittweise zu verkleinern und der Vorgang zu wiederholen. Besser ist natürlich gleich ein LC-Koppler in Tiefpass-Konfiguration mit nur 2 Blindelementen. Deren Abstimmung ist immer verlustärmer, einfacher und eindeutig in der Abstimmung (siehe die Ausführung von DKXX über den fernabstimmbaren LC-Tuner auf dieser Internet Seite. Dieser Tuner in symmetrischer Ausführung hat nur scheinbar 3 Blindelemente. Die beiden Spulen liegen in Reihe und zählen als ein Element – es ist also eine lupenreine LC-Anpassschaltung.

DL3LH, Walter
schau@rs-systems.info
www.rs-systems.info

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.