

Leckerbissen für Zweidraht-Fans: Antennentuner AT1500BAL

MARTIN STEYER – DK7ZB

Wer eine symmetrische Antenne mit Zweidrahtspeiseleitung und entsprechender Leistung betreiben will, findet in diesem Antennentuner das passende Bindeglied zwischen der PA und der Feederleitung („Hühnerleiter“). Ein weiterer Abstimmbereich und geringe Verluste zeichnen den Palstar AT1500BAL aus, der in Piqua/Ohio gefertigt wird und nun auf dem deutschen Markt erhältlich ist.

Das Antennenanpassgerät ist ausschließlich dazu geeignet, symmetrische Antennen mit einer abgestimmten Speiseleitung zu betreiben. Ein Einsatz für unsymmetrische Antennen, z.B. mit Koaxialspeisung, ist nicht vorgesehen bzw. auch nicht möglich. Am Eingang befindet sich eine frequenzkompensierte SWR-Brücke, die zum Messen der vor- und rücklaufenden Leistung dient und umschaltbar auf 300/3000 W ist.

Die Anzeige erfolgt über ein Kreuzzeigerinstrument, das auf der linken Seite die Ausgangsleistung und auf der rechten die reflektierte Leistung darstellt.



Bild 1: Frontansicht des symmetrischen Antennentuners

Dann schließt sich ein Strom-Balun mit einem Übertragungsverhältnis von 1:1 (unsymmetrisch/symmetrisch) an, sodass der Tunereingang immer 50 Ω reell und balanciert „sieht“. Es folgen in Reihe zwei dicke Rollspulen mit jeweils 23 μH Induktivität. Der Abstimmendrehko mit 460 pF Kapazität kann wahlweise dem Ausgang oder dem Eingang parallel geschaltet werden. Um den Abstimmbereich vor allem auf den Low-Bands zu vergrößern, kann ein zusätzlicher Festkondensator mit 460 pF den Kapazitätswert verdoppeln.

Die Umschaltung erfolgt wegen der Spannungsfestigkeit und der kurzen Leitungswege über zwei dicke Leistungsrelais. Daher benötigt der Tuner im Betrieb eine Gleichspannung von 12 bis 14 V, die auch gleichzeitig für eine abschaltbare Beleuchtung des Messinstruments sorgt.

Das Blockschaltbild des Tuners wird aus den Bildern 2 und 3 deutlich. Die Variante

mit Drehkondensator im Ausgang entspricht einer Aufwärtstransformation für Impedanzen > 50 Ω am Ende der Speiseleitung. Ist der Drehkondensator gemäß Bild 3 dem Eingang der Rollspulen querschaltet, so können niederohmige Impedanzen < 50 Ω angepasst werden.

Die Schaltung entspricht als symmetrische Ausführung dem bekannten, unsymmetrischen L-Glied, bestehend aus einer Induktivität und einer Kapazität, mit dem man einen 50-Ω-Eingang auf einen einzelnen Draht abstimmen kann.

Auch dabei gibt es die Möglichkeit der Aufwärts- und Abwärtstransformation, je

nachdem, wie der Drehkondensator geschaltet ist.

Der Abstimmbereich variiert mit der Frequenz. Von 160 bis 20 m kann ein Widerstand am Ausgang von $(2500 \pm j2500) \Omega$ angepasst werden, auf 15 m liegt er bei $(1000 \pm j1000) \Omega$ und bei 10 m bei $(500 \pm j500) \Omega$. Der Grund für den eingeschränkten Abstimmbereich auf den höheren Frequenzen ist in der unvermeidbaren Anfangskapazität des Abstimmendrehkos zu suchen, der aus mechanischen Überlegungen (Spannungsfestigkeit!) etwa 40 pF nicht unterschreiten kann.

■ Mechanischer Aufbau

Kurz und knapp könnte man die mechanische Realisierung des Tuners mit dem Prädikat „Schiffsfunk“ charakterisieren. Wer die solide Technik einer inzwischen leider vergangenen Funkepoche noch kennt, weiß, was damit gemeint ist.

Technische Daten des AT1500BAL

Anzeige:	Kreuzzeigerinstrument mit frequenzkompensiertem SWR-Koppler
Anzeigebereich:	300/3000 W, umschaltbar
Frequenzbereich:	alle KW-Bänder 160 m bis 10 m
Leistung:	1,5 kW PEP, 1 kW Einton
Abstimmbereich (Reelle Last):	20 Ω ... 2500 Ω
Abstimmbereich, komplexe Last:	$(2500 \pm j2500) \Omega$ @ 160 m...20 m $(1000 \pm j1000) \Omega$ @ 15 m, 17 m $(500 \pm j500) \Omega$ @ 12 m, 10 m
Abmessungen	
B × H × T:	173 mm × 322 mm × 368 mm, mit Füßen
Masse:	5 kg

Der Drehkondensator ist mit großem Plattenabstand für 4,5 kV ausgelegt, er ist elektrisch „heiß“ und wird mit einer Fiberglas-Achse über einen Feintrieb 1:6 betätigt. Dieser und die Skala von 1...100 ermöglichen ein sehr sauberes Abstimmen und eine hohe Wiederkehrgenauigkeit.

Die Rollspulen bestehen aus senkrecht stehendem und 5 mm starkem, versilbertem Kupferbandmaterial. Die Schleifer arbeiten großflächig über Doppel-Messerkontakte. Dabei habe ich mich gefragt, wie man eine Rollspule aus senkrecht stehendem Bandmaterial fertigt, dies ist im Eigenbau praktisch unmöglich.

Bild 6 vermittelt einen guten Eindruck von der Solidität der wichtigsten Bauteile. Die synchrone Abstimmung beider Spulen geschieht über einen Glasfaser-Zahnriemen. Mit einem Kurbelknopf ist ein relativ schnelles Auffinden des Resonanzpunkts möglich. Ein mechanisches Zählwerk dient als Abstimmanzeige mit einem Bereich von 0...368.

Die Relais zum Umschalten der Kapazitäten befinden sich im hinteren Teil des Tuners. Direkt an der Antennenbuchse sitzt in einem abgeschirmten Gehäuse die SWR-Schaltung.

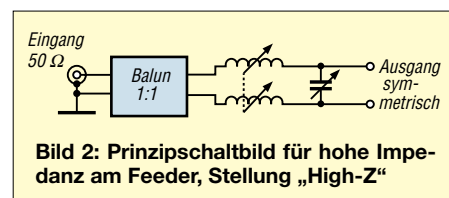


Bild 2: Prinzipschaltbild für hohe Impedanz am Feeder, Stellung „High-Z“

Eine separate Platine an der Frontseite trägt die Schalter und Bauteile für die Leistungsumschaltung und die Relaissteuerung. Die Innenansicht Bild 4 zeigt die beschriebenen Bauteile. Die Frontplatte trägt rechts den Kurbelknopf für die Rollspulen, darüber das mechanische Zählwerk, und in der Mitte den Drehknopf mit Fein-

trieb für den Drehkondensator. Nur zwei Abstimmeelemente machen einen Frequenzwechsel sehr schnell möglich, vor allem wenn man sich in einer Tabelle die Bandabstimmpunkte notiert hat.

Unten sind vier Druckschalter für die Skalenbeleuchtung (An/Aus), die Leistungsanzeige (300/3000 W), den Parallel-Kondensator zum Vergrößern des Kapazitätsbereichs und die Relaisbetätigung High-Z/Low-Z angeordnet.

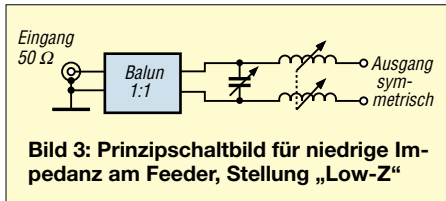


Bild 3: Prinzipschaltbild für niedrige Impedanz am Feeder, Stellung „Low-Z“

An der Rückseite finden sich die Buchse für 12 V Gleichspannung, die beiden Anschlüsse mit Flügelmutter für die Zweidrahtleitung an dicken Isolatoren und eine Erdungsschraube. Es ist dringend anzuraten, eine gute Masseleitung mit dem Antennentuner zu verbinden.

Das Chassis und der Gehäusedeckel sind aus 2 mm starkem Aluminiumblech und mit mattschwarzem Kräusellack versehen, was hohe Steifigkeit bei geringem Gewicht ermöglicht und einen professionellen Eindruck vermittelt.

Wissenswertes zur Theorie von Antennen-Anpassgeräten

Vor dem Einsatz eines Antennen-Anpassgeräts sollte man sich einige Gedanken zu den verwendeten Antennen machen. Dabei geht es nicht nur darum, dass effektive Antennen möglichst hoch und frei angebracht werden müssen, vor allem sind die Verhältnisse am Antennenspeisepunkt und am Einkopplungsende der Zweidrahtspeiseleitung („Feeder“) einer näheren Betrachtung wert.



Bild 4: Das Innere des Palstar AT1500BAL

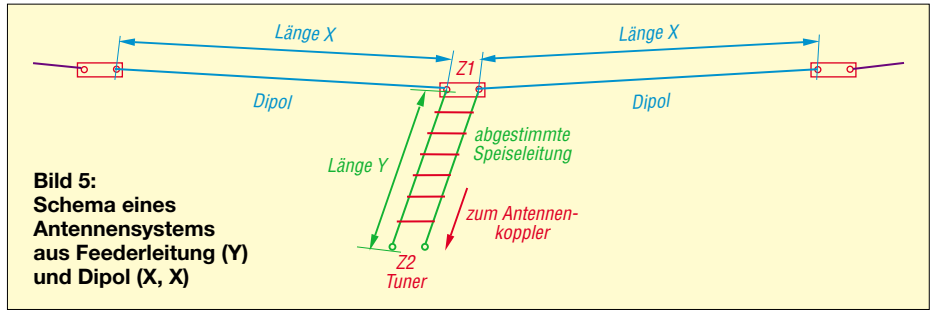


Bild 5: Schema eines Antennensystems aus Feederleitung (Y) und Dipol (X, X)

Die Technik von Dipol und abgestimmter Speiseleitung war aus zwei Gründen früher weit verbreitet. Einmal lagen die Frequenzbänder harmonisch zueinander (10 m, 20 m, 40 m, 80 m und 160 m), zum anderen war Koaxialkabel für den Amateur kaum erhältlich. Die Speiseleitung wurde direkt an den Schwingkreis der mit Röhren bestückten Endstufe angekoppelt. Die ursprünglichen verwendeten Längen und Verhältnisse von Dipol und Speiseleitung kann man sich anhand von Bild 5 vor Augen führen.

Sind die Abschnitte X so bemessen, dass sie einer Viertelwellenlänge oder ungeradzahligem Vielfachen davon entsprechen, so ist der Impedanzpunkt Z1 niederohmig mit einem Strombauch und einem Spannungsknoten. Genau umgekehrt sind die Verhältnisse bei Längen von X, die einer Halbwelle oder Vielfachen davon entsprechen. Bei Z1 liegt dann ein hochohmiger Impedanzpunkt mit Spannungsbauch und Stromknoten vor.

Je nach den gewünschten und realisierten Kombinationen von X und Y konnten die Anpassnetzwerke für Stromkopplung oder Spannungskopplung ausgelegt werden. Wer sich für diese inzwischen überholte Technik interessiert, wird in allen Ausgaben des „Rothammel“ [1] fündig.

Dann ist in den 50ern das 15-m-Band hinzugekommen, seit 1980 sorgen die WARC-Bänder 12 m, 17 m und 30 m dafür, dass die frequenzharmonischen Verhältnisse bei einer Multibandantenne nicht mehr gegeben sind. Aus diesem Grund liegen weder bei Z1 noch bei Z2 klare Verhältnisse vor. Daher können wir den Dipol so bemessen, wie es die Aufhängungspunkte ermöglichen, und auch die Speiseleitung erhält die Länge, die vom Speisepunkt der Antenne bis zum Tuner vorgegeben ist.

So ist bei Z2 mit allen Werten des reellen Anteils am Speisewiderstand zwischen nieder- und hochohmig zu rechnen. Zusätzlich wird praktisch immer ein komplexer Anteil vorliegen.

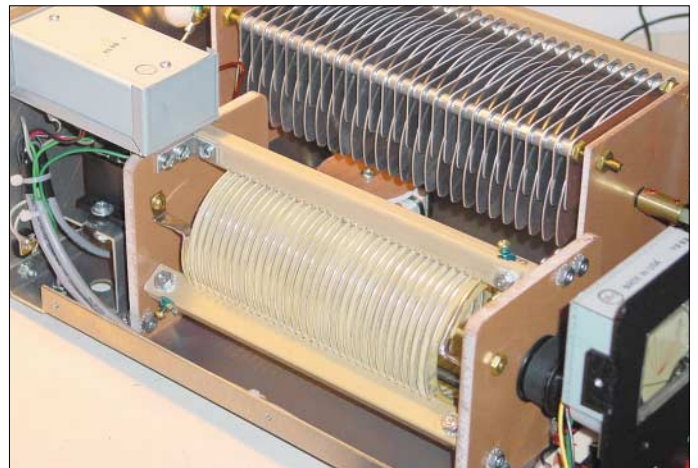


Bild 6: Rollspule und Abstimm-drehkondensator

Hat die Speiseleitung eine Länge Y von einer Viertelwellenlänge oder ungeradzahligem Vielfachen davon, so tritt durch die Phasenverschiebung von 90° eine Impedanztransformation ein. Je nach den Verhältnissen bei Z1 tritt dann bei Z2 im Einkopplungspunkt der Zweidrahtleitung ein niederohmiger, reeller Widerstand auf. Wenn die Leitungslänge einer Halbwelle oder Vielfachen davon entspricht, ist die Phasenverschiebung 180° und bei Z2 treten dieselben, reellen Impedanzen wie bei Z1 ohne Transformation auf.

Ist das System aus Dipol und Speiseleitung für die Betriebsfrequenz zu lang, liegt ein induktiver Blindanteil vor (+j), ist es zu kurz, haben wir einen kapazitiven (-j). Beide Probleme müssen vom Antennenkoppler gelöst werden: Anpassung des reellen Widerstandsanteils an die 50Ω des Senderausgangs und die Kompensation des komplexen Anteils mit Hilfe von C und L im Tuner. Analog gelten natürlich die gleichen Beziehungen, wenn man andere symmetrische Antennen benutzt. Zum Vergleich schauen wir uns ein anderes, preiswerteres

Prinzip zur Anpassung an die symmetrische Speiseleitung an, wie es in Bild 7 zu sehen ist.

Es handelt sich um die weit verbreitete T-Match-Schaltung, die zunächst unsymmetrisch mit zwei Drehkos und einer variablen Induktivität die Abstimmung bewerkstelligt und dann im Ausgang mit einem Balun 1:1 oder 1:4 auf die Zweidrahtleitung übergeht.

Im Gegensatz zum AT1500BAL oder vergleichbaren, echten symmetrischen Tunern liegen hier ganz andere Verhältnisse vor.

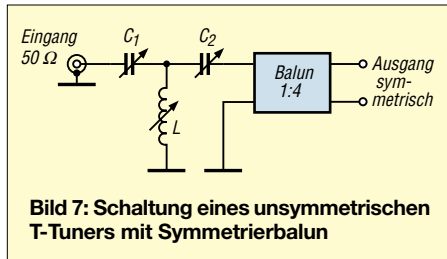


Bild 7: Schaltung eines unsymmetrischen T-Tuners mit Symmetrierbalun

Wie Bild 2 zeigt, hat der Balun dort immer dieselben, definierten Übertragungseigenschaften, nämlich 50 Ω reell unsymmetrisch auf 50 Ω reell symmetrisch. Die reellen Widerstandsanteile können im Eingang des Baluns zwischen wenigen Ohm und einigen hundert Ohm variieren, entsprechend sieht es auf der Sekundärseite aus. Zusätzlich werden aber auch die Blindanteile über den Balun übertragen, weil sie ja erst hinter dem Balun „weggestimmt“ werden. Das kann zu mehr Verlusten führen, außerdem ist der nutzbare Abstimmbereich des unsymmetrischen Tuners deutlich kleiner.

■ **Der Palstar AT1500BAL in der Praxis**

Gegenüber den T-Match-Tunern fällt sofort der größere Abstimmbereich auf, der auch in kritischen Fällen noch eine Anpassung ermöglicht. Dank der hohen Güte der verwendeten Bauteile ergibt sich durch den 848 € (UVP) teuren Tuner eine recht gute Vorselektion, die den Empfänger-eingang spürbar entlastet. Die heutigen Transceiver mit Breitbandeingängen im Frontend danken dies mit deutlich weniger Intermodulationsprodukten.

Mit verschiedenen Antennenlängen und Speiseleitungslängen von Dipolen, im neueren Sprachgebrauch allgemein wieder als „Doppel-Zepp“ bezeichnet, hatte der Palstar keine Probleme. In keinem Fall kam es zu Spannungsüberschlägen im Drehkondensator, wie es mit für ähnliche Leistungen vorgesehenen T-Tunern schon vorgekommen ist.

Auch ein einzelner DJ4VM-Quadranten [1, 2] lässt sich hervorragend anpassen. Notiert man sich die Abstimmungspunkte, so ist ein Bandwechsel mit Neuabstimmung in wenigen Sekunden erledigt.

Kommt es tatsächlich einmal vor, dass kein Abstimmungspunkt zu finden ist, was übrigens mit allen Tunern der verschiedensten Schaltungen auftreten kann, so gibt es eine in Bild 8 gezeigte elegante Möglichkeit, dem abzuweichen. Mit zwei bzw. vier Relais oder entsprechenden Schaltern wird ein zusätzliches Stück Feederleitung mit einigen Metern Länge (ausprobieren!) eingeschleift, das zu anderen Impedanzverhältnissen am Tunereingang führt.

Weitere Antennen, die sich für den AT1500BAL anbieten, sind liegende Quadschleifen, Lazy-H- oder W8JK-Antennen. Ersetzt man den Balun und das Koaxialkabel im Eingang einer Trap-Yagi durch eine symmetrische Speiseleitung, z.B. das 450- Ω -Wireman-Kabel entsprechend Bild 10, kann der Strahler für weitere Frequenzen genutzt werden, und man hat zumindest einen Rotary-Dipol in entsprechender Höhe zur Verfügung, ohne dass die Beam-Eigenschaften auf den ursprünglichen Bändern verloren gehen.

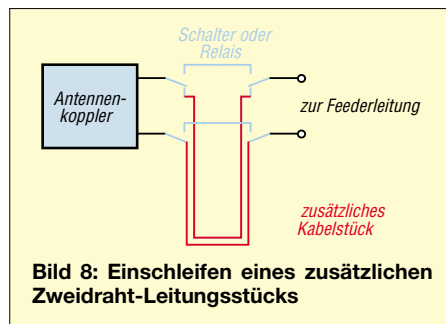


Bild 8: Einschleifen eines zusätzlichen Zweidraht-Leitungsstücks

Gerade mit dem Damoklesschwert der BEMFV im Nacken kann diese Lösung deutlich günstiger sein als weitere Antennen, die ungünstiger angebracht sind und an kritischen Punkten höhere Feldstärken aufweisen. Der Strahler eines FB-33 lässt sich so z.B. für die Bänder 12, 17, 30 und 40 m nutzen, ohne dass die Antenne selbst verändert werden muss. Diese Variante hatte ich mit sehr gutem Erfolg vor einigen Jahren testweise in Betrieb, allerdings nur mit einem 100-W-Tuner.

Eine andere Lösung für eine kompromisslose Multiband-Richtantenne besteht aus einer Quad mit einem Fullsize-20-m-Strahlerrahmen nach dem DJ4VM-Prinzip mit zentraler Zweidrahtspeisung und fünf resonanten Ganzwellen-Reflektorschleifen für die Bänder 10 m, 12 m, 15 m, 17 m und 20 m, wie ich sie in ähnlicher Form als DK7ZB-Quad schon beschrieben habe [3] und wie sie bei Titanex [4] als kommerziell gefertigte Lösung erhältlich ist. Dafür ist der AT1500BAL das ideale Anpassgerät. Die verbesserte DK7ZB-Quad beabsichtige ich demnächst in einem getrennten Bericht vorzustellen.

Zum Abschluss möchte ich noch auf eine selbstgebaute, hoch belastbare, aber sehr



Bild 9: Selbstgebaute Feederleitung
Fotos: DK7ZB

leichte Feederleitung hinweisen. Dazu wird ein PVC-Installationsrohr in 8 cm lange Stücke gesägt. Jeweils 1 cm von jedem Ende wird ein Loch gebohrt, durch das die beiden Leitungen zu fädeln sind. Damit liegen die beiden Drähte 6 cm auseinander. Der Abstand der Spreizer kann 30 bis 40 cm betragen.

Dann lötet man jeweils ein Stück 1-mm-Kupferdraht rund um jede Leitung bei jedem Spreizer als verschiebungssichere Befestigung an.

Bild 9 zeigt die Einzelheiten bei einer unisolierten, 2 mm dicken Litze, wobei ich die Spreizer zum Fotografieren enger gesetzt habe. Ähnlich kann man mit isolierter Litze verfahren, wobei die Befestigung mit umwickeltem Nylon-Seil oder auch dünnem Blumenbindendraht erfolgen kann. Der Aufwand lohnt sich allemal, weist doch Zweidrahtleitung nur einen Bruchteil der Dämpfung auch bester Koaxialkabel auf.

Wer das aus USA stammende Wireman-Kabel bevorzugt, sollte die stärkere Variante CQ552 für 2 kW wählen, bei der die Leiter aus dicker, aber flexibler Kupferlitze besteht. Die preiswertere Ausführung hat einen dünneren, massiven Leiter, der bei kritischen Windbewegungen leichter bricht.



Bild 10: Kommerzielles Fensterkabel mit 2 kW Belastbarkeit (Wireman, USA)

Abschließend möchte ich mich bei der Fa. Communication-Systems Rosenberg (CSR) [5] bedanken, die den getesteten Tuner mit der Serien-Nummer 03553 zur Verfügung stellte.

dk7zb@darf.de

Literatur- und Quellenangaben

[1] Krichke, A., DJ0TR: Rothammels Antennenbuch. 12. Auflage, DARC Verlag, Baunatal 2001
 [2] Boldt, W., DJ4VM: Die DJ4VM-Multiband-Quad. DL-QTC 39 (1968) H. 9, S. 515-526
 [3] Steyer, M., DK7ZB: Leistungsfähige Quadantenne nach DK7ZB. FUNKAMATEUR 44 (1995) H. 1, S. 69-71
 [4] Fa. Titanex, Burgstall, D-93339 Leiblfing, Tel. (0 94 27) 90 21 80, www.titanex.de
 [5] Fa. Communication Systems Rosenberg, Marienbader Str. 14a, D-61273 Wehrheim/Taunus, Tel. (0 60 81) 5 93 93, www.palstar.de