

Verschiedene Bauformen (2)

Baluns richtig verstehen

Wolfgang Wippermann, DGØSA

Der erste Teil ging auf das Einsatzgebiet von Baluns ein und stellte die ersten Typen vor. Der zweite Beitrag zeigt weitere Bauvarianten.

Die beiden Konstrukte nach Ruthroff und Turrin sind zwar mechanisch unterschiedlich, aber elektrisch identisch, sieht man mal von der etwas unterschiedlichen Kopplung der „Magnetisierungswicklung“ zur Hauptwicklung ab.

Balun 1:1 nach DGØSA [1]

Bild 6 zeigt das Schema. Es werden zehn Windungen der Zweidrahtleitung (schwarz und rot) auf die eine Kernhälfte gelegt, weitere zehn Windungen auf die andere. Durch Parallelschaltung der beiden 100-Ω-Leitungen wird eine Impedanz von 50 Ω erreicht. Kernmaterial ist Ferrit.

SWR-Test:

Ein gutes SWR wird erreicht, wenn die Impedanzen der Einzelleitungen genau 100 Ω haben.

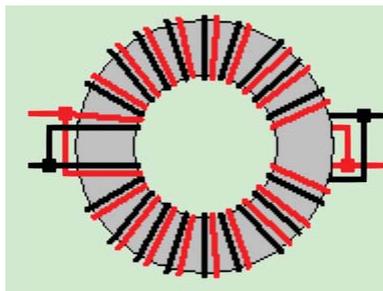


Bild 6: Balun 1:1 nach DGØSA

Trenntest:

Fällt positiv aus, denn die Gleichtaktströme, die sich auf die vier Drähte aufteilen, bauen ein magnetisches Feld in gleicher Richtung im Kern auf (alle Drähte sind magnetisch in gleicher Richtung um den Kern gewickelt, mit „rechte Hand Regel“ prüfen). Die Induktivität des Wickels ist hoch, die Sperrwirkung ebenfalls.

Balun 1:4 nach DGØSA [1]

Bild 7 zeigt das Schema. Es werden zehn Windungen der Zweidrahtleitung

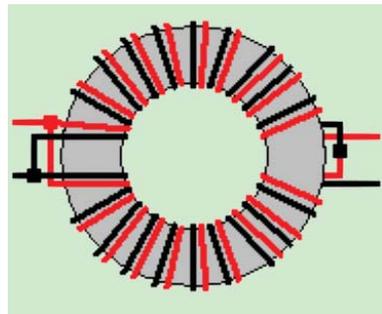


Bild 7: Balun 1:4 nach DGØSA

(schwarz und rot) auf die eine Kernhälfte gelegt, weitere zehn Windungen auf die andere. Durch Parallelschaltung der beiden 100-Ω-Leitungen auf der einen Seite wird eine Impedanz von 50 Ω erreicht, durch Serienschaltung der Leitungen auf der anderen Seite 200 Ω. Links immer rot mit rot und schwarz mit schwarz, rechts rot einer Seite mit schwarz der anderen Seite verbinden. Test mit Ohmmeter: alle Anschlüsse haben zueinander Verbindung. Kernmaterial ist Ferrit.

SWR-Test:

Ein gutes SWR wird erreicht, wenn die Impedanzen der Leitungen genau 100 Ω sind. Es liegt aber dem Eingang und dem Ausgang eine Wicklung niedriger Induktivität parallel. Der in die obere Kernhälfte verlaufende schwarze Draht macht zehn Windungen, dann wird er mit dem roten Draht verbunden, der auch zehn Windungen, jedoch in magnetisch anderer Richtung macht. Das SWR wird dadurch hin zu tiefen Frequenzen schlecht. Schwierigkeiten sind beim Einsatz unter 7 MHz zu erwarten.

Trenntest:

Fällt positiv aus, denn die Gleichtaktströme, die sich auf die vier Drähte aufteilen, bauen ein magnetisches Feld in gleicher Richtung im Kern auf (alle Drähte sind magnetisch in gleicher Richtung um den Kern gewickelt, mit „rechte Hand Regel“ prüfen). Die In-

duktivität des Wickels ist hoch, die Sperrwirkung ebenfalls.

Balun, aber schlechtes Ergebnis bei tieferen Frequenzen

Dreht man den Wickelsinn einer Seite um, so beseitigt man das Problem beim SWR und überträgt das Problem auf die Trennwirkung. Siehe Balun 1:4 nach Sevick.

Balun 1:4 nach Guanella [8]

Bild 8 zeigt das Schema. Es werden zehn Windungen der Zweidrahtleitung (schwarz und rot) auf einen Kern gelegt, weitere zehn Windungen auf den anderen Kern. Durch Parallelschaltung der beiden 100-Ω-Leitungen auf der einen Seite wird eine Impedanz von 50 Ω erreicht, durch Serienschaltung der Leitungen auf der anderen Seite 200 Ω. Links rot mit rot und schwarz mit schwarz, rechts rot mit schwarz verbinden. Test mit Ohmmeter: alle Anschlüsse müssen Verbindung haben. Kernmaterial ist Ferrit.

SWR-Test:

Ein gutes SWR wird erreicht, wenn die Impedanz der Einzelleitung genau 100 Ω hat. Es liegt auch hier dem Eingang und dem Ausgang eine Wicklung parallel. Der auf dem oberen Kern verlaufende

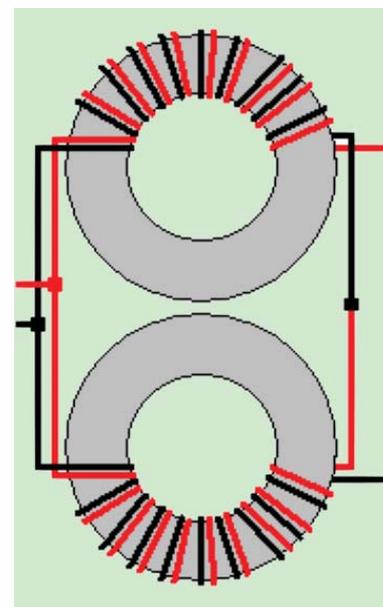


Bild 8: Balun 1:4 nach Guanella

Den Autor erreichen Sie unter: Wolfgang Wippermann, DGØSA, Lerchenweg 10, 18311 Ribnitz-Damgarten, wippermann@t-online.de

schwarze Draht macht zehn Windungen, dann wird er mit dem roten Draht verbunden, der auch zehn Windungen auf dem anderen Kern macht. Da jedoch Einzelkerne verwendet werden, ergibt sich eine hohe Induktivität als Summe der Induktivitäten beider Teilwickel, sodass das SWR bis zu sehr tiefen Frequenzen sehr gut ausfällt.

Trenntest:

Fällt positiv aus, denn die Gleichtaktströme, die sich auf die vier Drähte aufteilen, bauen ein magnetisches Feld in gleicher Richtung im Kern auf (alle Drähte sind magnetisch in gleicher Richtung um den Kern gewickelt, mit „rechte Hand Regel“ prüfen). Die Induktivität des Wickels ist hoch, die Sperrwirkung ebenfalls. Da zwei Wickel parallel wirken, ist die Sperrwirkung durch die Parallelschaltung geringer. Einige Windungen mehr gleichen das aber wieder aus.

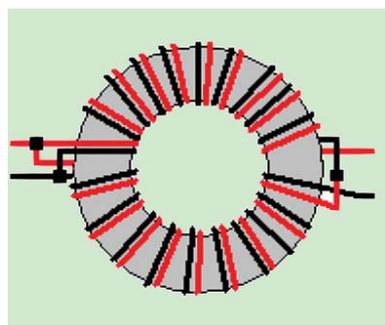


Bild 9:
Balun 1:4
nach Sevick

Balun 1:4 nach Sevick [9]

Bild 9 zeigt das Schema. Es werden auf die obere Kernhälfte zehn Windungen Zweidrahtleitung aufgetragen und in mechanisch gleicher Richtung weitere zehn Windungen. Die Verschaltung der Drähte erfolgt nach Bild 9. Kernmaterial ist Ferrit.

SWR-Test:

Ein gutes SWR wird erreicht, wenn die Impedanzen der Leitungen genau 100Ω sind. Es liegt auch hier dem Eingang und dem Ausgang eine Wicklung parallel. Der auf dem oberen Kern verlaufende schwarze Draht macht zehn Windungen, dann wird er mit dem roten Draht verbunden, der auch zehn Windungen auf der unteren Kernhälfte macht. Magnetisch ist der Wickelsinn richtungsgleich, es ergibt sich eine hohe Induktivität, die das SWR bis zu sehr tiefen Frequenzen gut ausfallen lässt.

Trenntest:

Fällt negativ aus, denn die Gleichtaktströme, die sich auf die oberen zwei Drähte aufteilen, bauen ein magnetisches Feld in einer Richtung im Kern

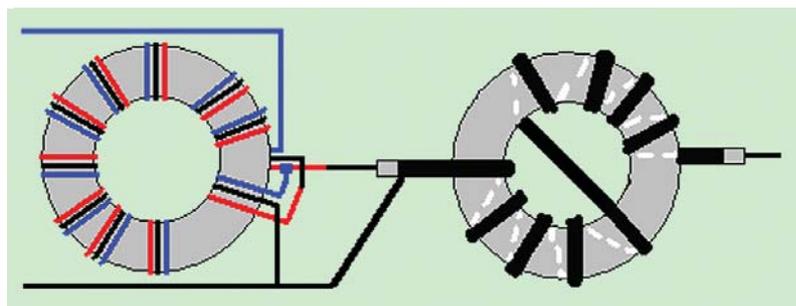


Bild 10: Balun 2,25:1 (zwei Kerne) nach Sevick

auf und die zwei Drähte unten in entgegengesetzter Richtung (die Drähte sind magnetisch nicht in gleicher Richtung um den Kern gewickelt, mit „rechte Hand Regel“ prüfen!). Die Induktivität des Wickels ist niedrig, die Sperrwirkung ebenfalls.

Balun 2,25:1 (a) nach Sevick [10]

Bild 10 zeigt das Schema. Es wird ein Breitbandtransformator mit einem Balun nach Reiser kombiniert. Der Breitbandtransformator realisiert das Übersetzungsverhältnis 2,25:1. Dazu werden zehn Windungen einer Dreidrahtleitung (blau, schwarz und rot) auf einen Kern (Ferrit) gelegt und nach Bild 10 verbunden.

Weitere zehn Windungen eines $22\text{-}\Omega$ -Koaxialkabels kommen auf den anderen Kern (Ferrit). Dieser Kern mit seiner Bewicklung realisiert den Balun.

SWR-Test:

Am SWR sind beide Kerne mit ihrer Bewicklung beteiligt. Ein besseres SWR wird erreicht, wenn die Drähte des Breitbandübertragers verdreht werden. Faustregel: Impedanz des verdrehten Drahtes in die Nähe der geometrischen Mitte aus Eingangsimpedanz und Ausgangsimpedanz bringen. Wird für den Balun eine $22\text{-}\Omega$ -Leitung (egal, ob koaxial, zweidrahtig oder mehrdrahtig) verwendet, ist auch das SWR gut.

Trenntest:

Fällt positiv aus. Der Breitbandübertrager trägt nichts zur Trennung bei, das übernimmt allein der Balun nach Reiser.

Balun 2,25:1 (b) nach Sevick [11]

Bild 11 zeigt das Schema. Es wird wiederum ein Breitbandtransformator mit einem Balun kombiniert. Der Breitbandtransformator realisiert das Übersetzungsverhältnis 2,25:1. Dazu werden zehn Windungen einer Dreidrahtleitung (blau, schwarz und rot) auf einen Kern gelegt

und wieder, wie beim Balun 2,25:1 (a), nach Sevick verbunden.

Weitere zehn Windungen eines $22\text{-}\Omega$ -Koaxialkabels kommen auf denselben Kern (Ferrit). Diese Bewicklung soll den Balun realisieren.

SWR-Test:

Kein Unterschied zur Variante (a): am SWR sind beide Bewicklungen beteiligt. Hinweise zur Verbesserung siehe Balun 2,25:1 (a) nach Sevick.

Trenntest:

Fällt negativ aus, die Kombination eines Breitbandübertragers und eines Balun auf nur einem Kern funktioniert nicht. Beim Breitbandübertrager „geht die Leistung über den Kern“. Der Balun bekommt, weil er den gleichen Kern nutzt, durch den Breitbandübertrager den Quellwiderstand und den Lastwiderstand „hinein transformiert“, das sind 50Ω von jeder Anschlussseite. So

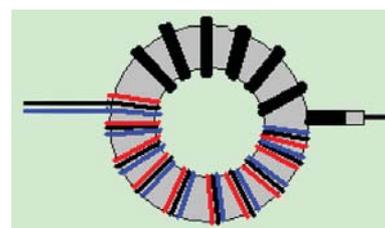


Bild 11: Balun 2,25:1 (ein Kern) nach Sevick

liegen dann 25Ω dieser Induktivität des Balun parallel, die für die Trennwirkung sorgen soll. Die Gleichtaktströme nutzen diesen Weg, umgehen so den Balun.

„Echter Balun 1:4“ nach Eric T. Red! [12]

Bild 12 zeigt das Schema. Auf der rechten Seite des Kerns (Ferrit) wird die Zweidrahtleitung für die 1:4 Transformation gewickelt, auf der linken Seite die Zweidrahtleitung, die dem Gebilde die Trennwirkung verschaffen soll.

SWR-Test:

Am SWR sind beide Bewicklungen beteiligt. Ein besseres SWR wird erreicht,

wenn auf der rechten Hälfte des Kerns die Drähte des Breitbandübertragers nebeneinander liegen und eine Impedanz von $100\ \Omega$ haben. Wird für die Bewicklung links eine $50\text{-}\Omega$ -Leitung verwendet, ist auch das SWR gut.

Trenntest:

Fällt negativ aus, die Kombination eines Breitbandübertragers und eines Balun auf nur einem Kern funktioniert nicht. Beim Breitbandübertrager „geht die Leistung über den Kern“. Der Balun bekommt, weil er den gleichen Kern nutzt, durch den Breitbandübertrager den Quellwiderstand und den Lastwiderstand „hinein transformiert“, das sind $50\ \Omega$ von jeder Anschlussseite. So liegen dann $25\ \Omega$ dieser Induktivität

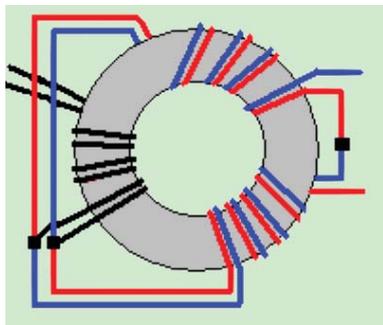


Bild 12: „echter“ Balun nach E. T. Red

des Balun parallel, die für die Trennwirkung sorgen soll. Die Gleichtaktströme nutzen diesen Weg, umgehen so den Balun.

Balun 1:9 „MTFT“ [13]

Bild 13 zeigt das Schema. Es werden zehn Windungen einer Dreidrahtleitung (blau, rot und schwarz) auf einen Kern (Ferrit) gelegt und nach Bild verbunden. Die oft zu sehende Bewicklung (primäre Wicklung nur über einen Teil des Kernumfangs) und die Verwendung eines Pulverisenkerns verleiht dem Gebilde zusätzlich den Effekt ei-

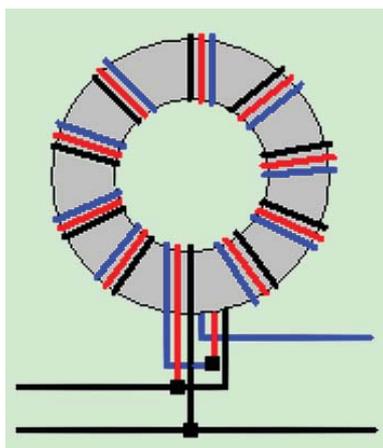


Bild 13: Balun 1:9 „MTFT“

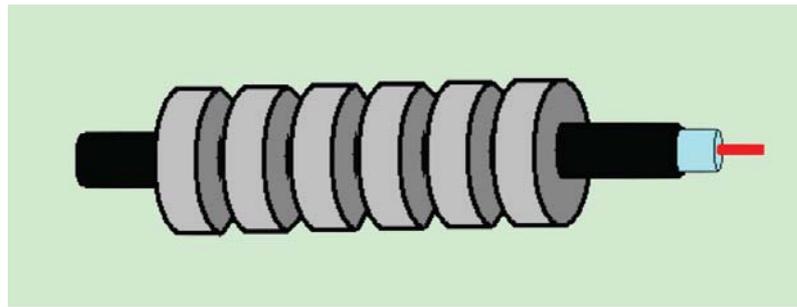


Bild 14: Balun nach Maxwell

ner „Verlängerungsspule“ durch die erhebliche Streuinduktivität.

SWR-Test:

Das beste SWR wird erreicht, wenn die Drähte des Breitbandübertragers nebeneinander mit etwas Abstand liegen. Dies wird durch Verwendung von Drähten mit relativ dicker Isolation erreicht.

Trenntest:

Fällt negativ aus, die Erdverbindung im MTFT lässt Gleichtaktströme ungehindert vom Eingang zum Ausgang bzw. umgekehrt fließen. In der Praxis wird an den „MTFT“ nur ein einzelner Draht angeschlossen. Die Stromaufteilung erfolgt auf diesen Draht und den Koaxialkabelmantel. Aber auch dann, wenn man den Erdanschluss nicht nutzt, wird der Trenntest negativ ausfallen, der Quell- und Lastwiderstand wird in den Wickel hinein transformiert, Gleichtaktströme fließen darüber ab.

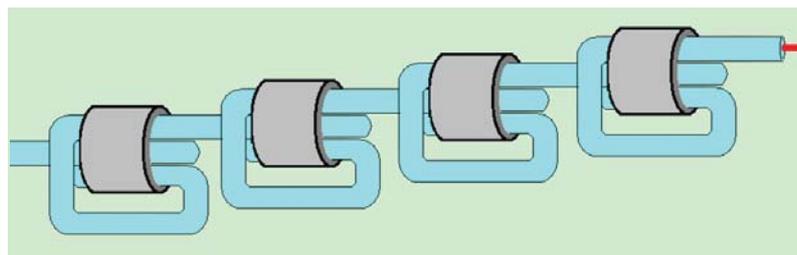


Bild 15: Balun nach Kellermann

Balun nach Maxwell [14]

Bild 14 zeigt das Schema. Auf ein Koaxialkabel werden eine große Anzahl Ferritringkerne oder Ferrithülsen aufgebracht.

SWR-Test:

Die Verwendung von Koaxialkabel mit gleicher Impedanz wie die Abschlusswiderstände lässt das SWR über weiteste Frequenzbereiche sehr gut ausfallen.

Trenntest:

Fällt positiv aus, wenn nur genügend viele Ferritringkerne aufgefädelt werden. Die Sperrwirkung wächst linear mit der Anzahl, was letztlich zu einem hohen Materialverbrauch führt. Zehn

Windungen auf nur einem Kern haben die gleiche Wirkung wie 100 Ferritringkerne! Bei höheren Frequenzen ist die Maxwell-Lösung der Ein-Kern-Lösung überlegen.

Balun nach Kellermann [15]

Bild 15 zeigt das Schema. Das Koaxialkabel wird durch einen Kern (Ferrit) mehrmals hindurchgeführt, mehrere dieser bewickelten Kerne liegen in Serie und werden räumlich hübsch angeordnet, sodass Ausgang und Eingang weit auseinander liegen.

SWR-Test:

Die Verwendung von Koaxialkabel mit gleicher Impedanz wie die Abschlusswiderstände lässt das SWR über weite Frequenzbereiche sehr gut ausfallen.

Trenntest:

Fällt positiv aus. Man kommt gegenüber dem Maxwell-Balun mit weniger Kernen aus, denn ein Kern mit drei

Durchfädungen ist so wirksam wie neun Kerne in Serie mit nur jeweils einer Durchfädung. Die Induktivität der Anordnung ist bei einer genügenden Anzahl von Kernen hoch, die Sperrwirkung ebenfalls.

Der dritte und letzte Teil beschreibt abermals weitere Balun-Typen, darunter ein Bandfilter-Balun nach DGØSA, einen T²LT-Balun und einen Mess-Balun nach DGØSA. Weiterhin lesen Sie dort ein abschließendes Fazit der Messungen und Informationen zu einem Schnelltest, ob ein Balun auch als solcher funktioniert.

(wird fortgesetzt)

