

De BalUn en aanpassingstrafo onder de loep

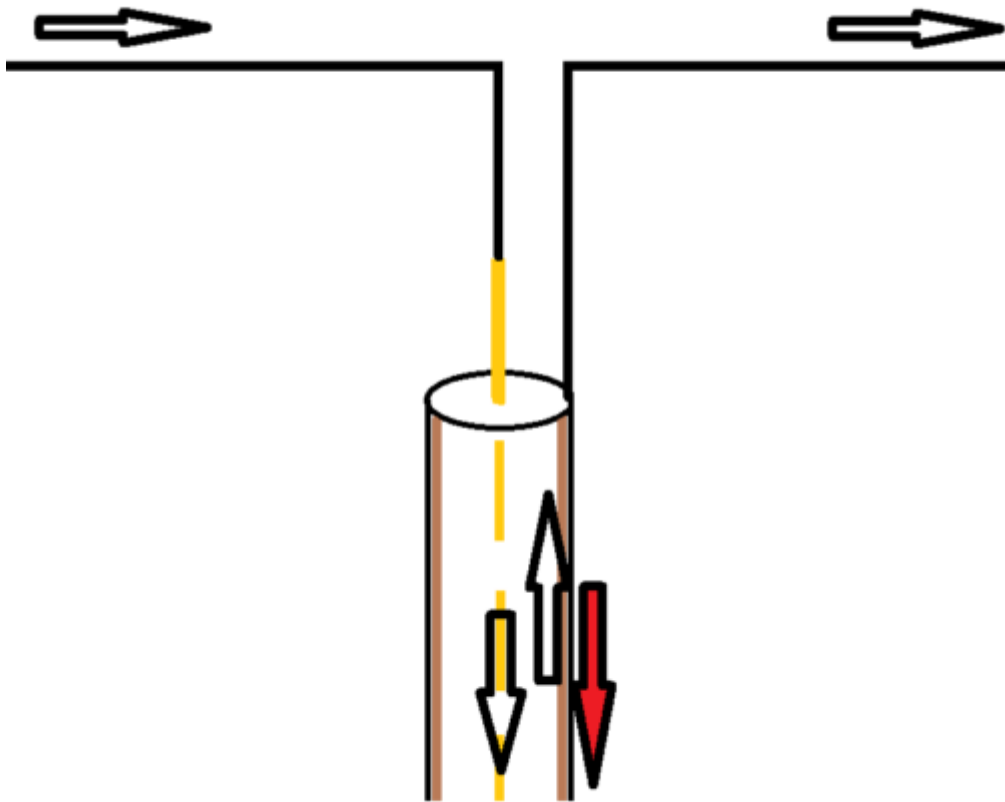
De BalUn en aanpassingstrafo hoe zit het precies?

Wat is een BalUn

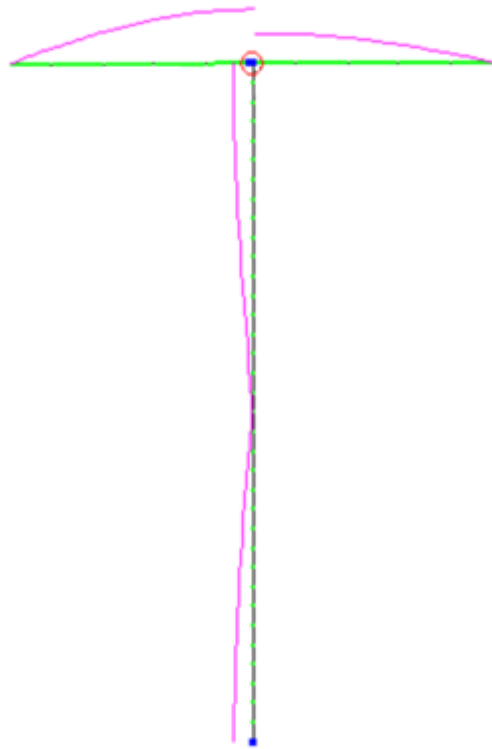
Allereerst bestaat er altijd veel verwarring tussen de BalUn en de aanpassingstrafo. BalUn staat voor Balanced - Unbalanced. Je gebruikt een BalUn bijvoorbeeld om een ongebalanceerd voedingssysteem (coaxkabel) aan te passen op een gebalanceerd (symmetrisch) antennesysteem (bijvoorbeeld dipoolantenne). Er vindt hier geen impedantie aanpassing plaats omdat de antenne en het voedingssysteem beide ongeveer 50 Ohm zullen zijn. Het gaat hier dus duidelijk om de BalUn. Vaak lees je artikelen over bijvoorbeeld een 1:4 BalUn. Dit zou betekenen dat een 1:4 BalUn twee functies voor zijn rekening neemt, namelijk de impedantie een factor 4 transformeren en de overgang vormen tussen een Balanced en Unbalanced systeem. In de meeste gevallen werkt zo'n gecombineerd systeem opgebouwd rond slechts één ferriet-kern niet bepaald optimaal. De impedantie aanpassing is vaak wel aardig maar de Balanced - Unbalanced functie laat in veel gevallen te wensen over.

Waarom een BalUn?

De belangrijkste reden om een BalUn te gebruiken is om er voor te zorgen dat de coax kabel geen onderdeel wordt van het antenne systeem en hierdoor mee gaat stralen. Dit heeft allerlei vervelende effecten tot gevolg, denk aan: interferentie, inspraak, verstoord stralingspatroon van de antenne en onrustige ontvangst. Dit laatste komt doordat niet alleen de mantel van de coaxkabel gaat stralen als er wordt gezonden maar de mantel werkt ook als ontvangstantenne. Kortom reden genoeg om een BalUn te gebruiken. In onderstaande afbeeldingen is te zien dat een deel van de antenne stroom niet kiest voor het rechter been van de dipool maar kiest voor de buitenkant van de coax kabel. Er moet worden gezorgd dat de stroom in beide dipool helften gelijk blijft en een pad naar aarde via de mantel van de coax kabel wordt geblokkeerd.



Mantelstroom over de coax kabel



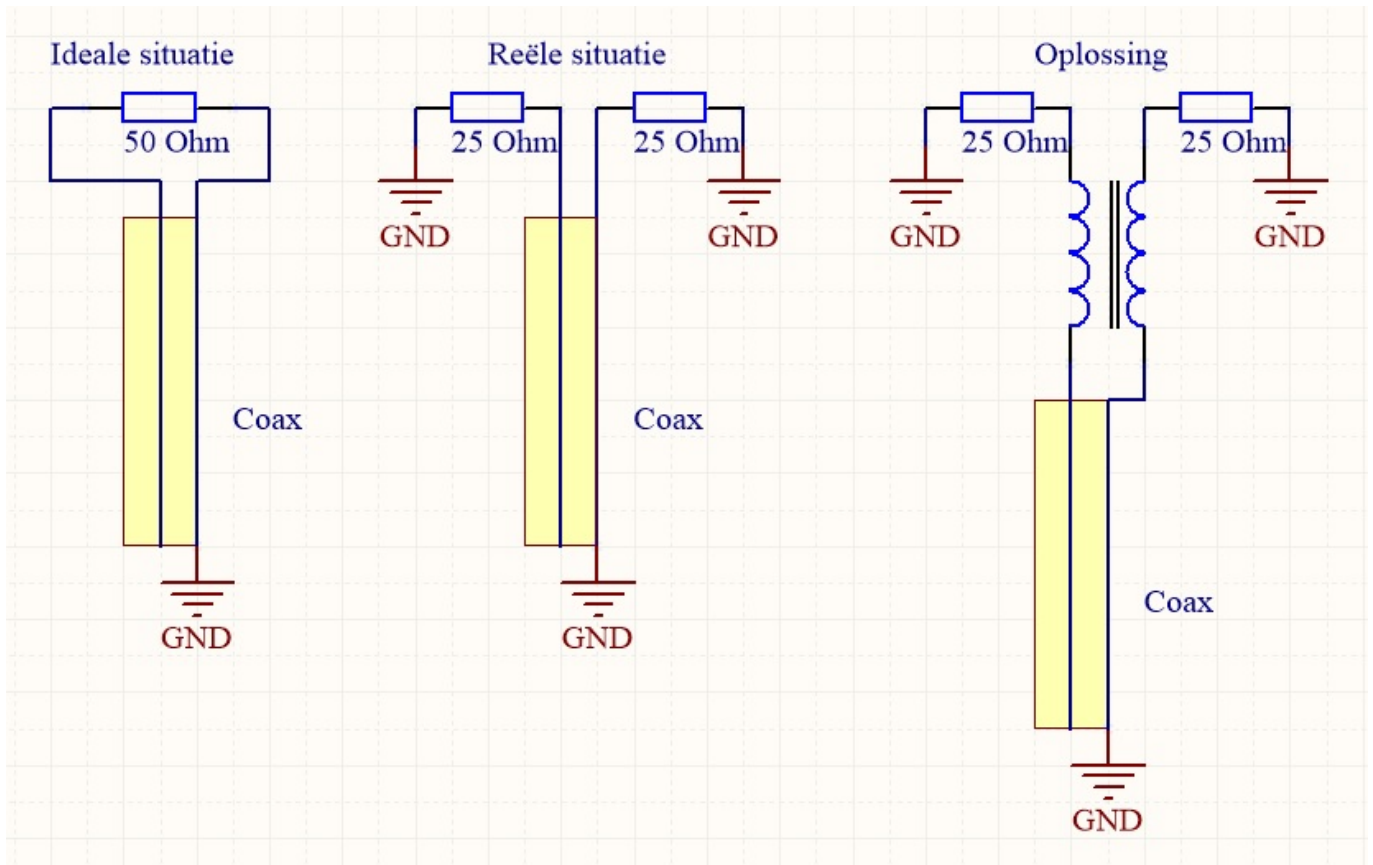
Antenne stroom bij onbalans

Nog niet overtuigd?

Kijk even naar onderstaande schematische weergaven van een dipool antenne. Links zien we een schema zoals de ideale antenne er uit zou zien. Een belasting van 50 Ohm, onafhankelijk van aarde. In werkelijkheid is er wel degelijk een verband met aarde. Ga maar na dat een dipool antenne die laag hangt een lagere impedantie heeft dan een dipool antenne die hoog hangt.

Rekening houdend met dit fenomeen lijkt het middelste schema meer op de werkelijkheid. Als we nu naar dit middelste schema kijken dan valt op dat de rechter weerstand feitelijk aan twee kanten is verbonden met aarde! Waarom zou de stroom dan nog kiezen voor deze weerstand? Stroom kiest namelijk de weg met de minste weerstand. In de praktijk zal een deel van de stroom door de rechter dipool helft lopen en een deel over de buitenkant van de coaxkabel terug naar aarde.

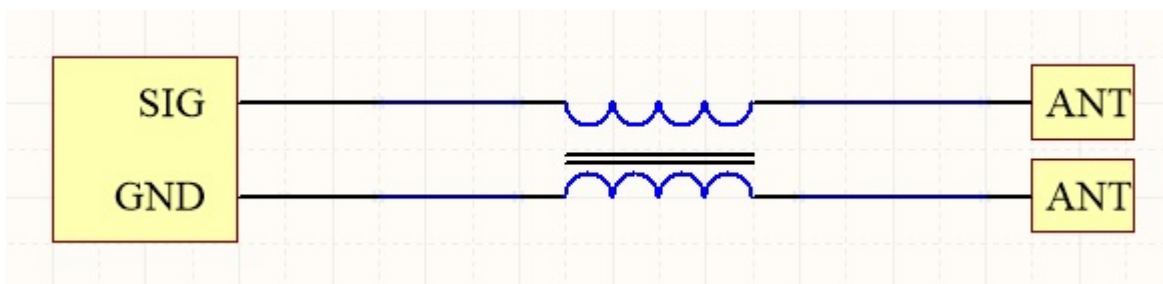
De verdeling van de stroom hangt sterk af van de lengte van de coax kabel. Een dipool antenne heeft met een halve golflengte coax kabel het grootste risico op onbalans. Er treedt dus onbalans op met alle eerder genoemde ellende tot gevolg. Er moet een oplossing worden gezocht zoals in het rechter schema, hier gaan we dan ook verder op in.



Waar moet een BalUn aan voldoen?

Een goede BalUn moet er voor zorgen dat de stroom in beide antenne helften gelijk is (in balans) en dat er geen stroom kan wegvloeien via de buitenkant van de coax kabel naar aarde. Door twee geleiders parallel te laten lopen rondom een ringkern worden beide stromen gedwongen gelijk te zijn. Zolang de ingaande en uitgaande stromen van beide geleiders gelijk zijn aan elkaar zal ook de magnetische flux zich in de kern tegengesteld gedragen en elkaar opheffen. Hierdoor heeft de BalUn geen effect op de signaal stroom. De eventuele mantelstroom reist wel in de zelfde richting als één van de twee geleiders waardoor ook de flux in de kern de zelfde richting heeft. Deze flux hoopt zich op en veroorzaakt een hoge impedantie voor de mantelstroom waardoor deze niet kan gaan lopen.

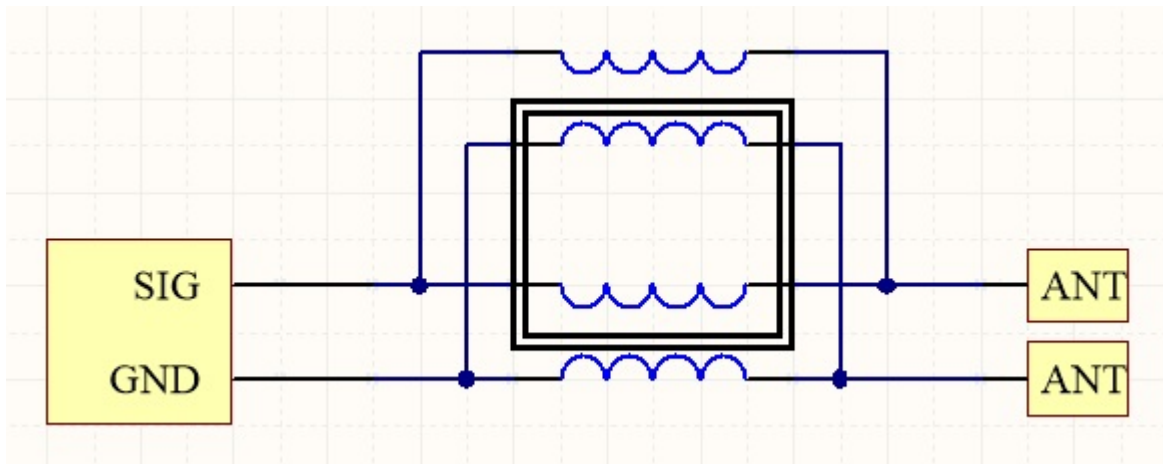
Wikkelingen van twee geleiders parallel aan elkaar worden ook wel bifilaire wikkelingen genoemd. Het is belangrijk dat beide geleiders strak naast elkaar worden gelegd omdat de karakteristieke impedantie dan ongeveer 50 Ohm is. Dit werkt dus alleen met bijvoorbeeld geëmailleerd koperdraad dat strak tegen elkaar ligt. Als er geïsoleerd draad wordt gebruikt is de onderlinge afstand net iets groter waardoor de karakteristieke impedantie eerder richting de 100 Ohm gaat. Het is ook mogelijk om coax kabel rond een ringkern te wikkelen, dan blijft de impedantie uiteraard gewoon 50 Ohm.



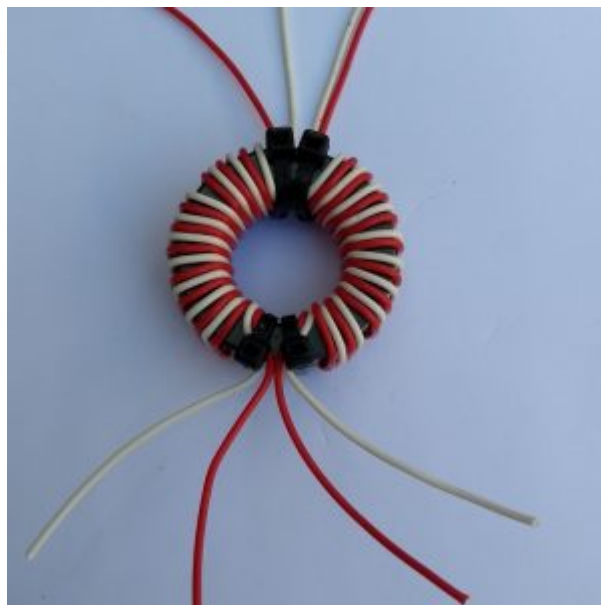
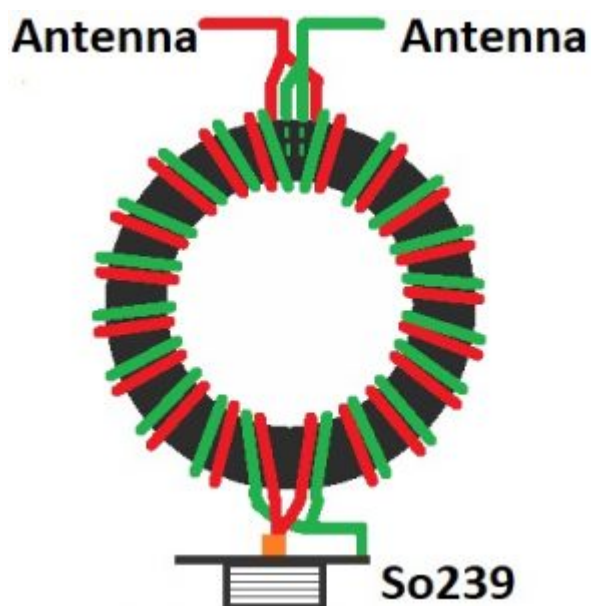
Helaas zitten er beperkingen aan geëmailleerd koperdraad bij bifilaire wikkelingen. De isolatie is minimaal en kan dan ook makkelijk doorslaan.

Hoe lossen we dit probleem op?

Het is beter om geïsoleerd draad te gebruiken. HF Kits kiest voor PTFE geïsoleerd verzilverd koperdraad. Dit wikkeldraad heeft een lage weerstand, is bestand tegen hoge temperaturen en heeft een isolatie waarde van 600 Volt. Echter is de impedantie van twee parallelle draden met isolatie ongeveer 100 Ohm. Het moet natuurlijk niet zo zijn dat de BalUn de impedantie van de voeding en antenne verstoort. Dus ook de BalUn moet een impedantie van 50 Ohm vertonen. Op onderstaande afbeelding is te zien hoe twee sets bifilaire wikkelingen rond de zelfde ringkern parallel worden geschakeld. Twee keer 100 Ohm parallel maakt namelijk 50 Ohm. Hierdoor is de impedantie van de BalUn weer zoals het moet zijn.



Praktisch ziet dat er uit zoals op onderstaande afbeelding.



Welke Ringkern

Voor een goede BalUn of Aanpassingstrafo kan het beste Ferriet worden gebruikt. IJzerpoeder materiaal heeft een te lage AL waarde, hierdoor zijn enorm veel windingen nodig om een aardig resultaat te behalen (hier kom ik later op terug). Een groot aantal windingen zorgt zeker bij een aanpassingstrafo voor veel capaciteit tussen de windingen onderling. Hierdoor wordt vooral op de hogere frequenties de impedantie beïnvloed. Er moet dus ferriet materiaal gebruikt worden dat bij een gering aantal windingen voldoende zelfinductie geeft. Het frequentie gebied waarop een ferriet

kern goed werkt is afhankelijk van het gekozen ferriet materiaal, ook hier moet natuurlijk rekening mee worden gehouden.

Enkele voorbeelden van goed kern materiaal voor breedband toepassingen:

Amidon -43 (1 / 30 MHz)

Amidon -61 (10 / 100 MHz)

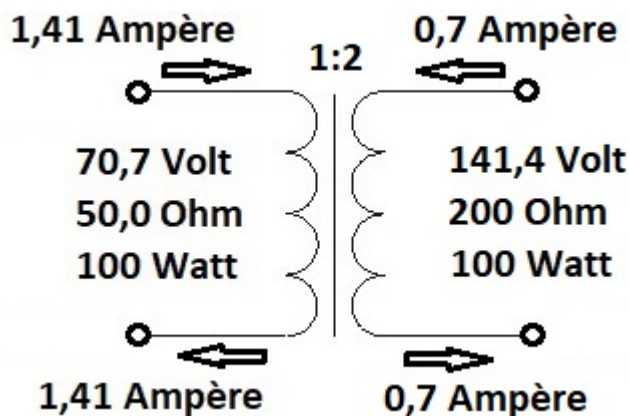
Ferroxcube 4C65 (2 / 30 MHz)

Waarom een aanpassingstrafo?

Tot zover de BalUn, maar wanneer komt de aanpassingstrafo aan bod? Aanpassen is nodig als de antenne impedantie niet overeen komt met de impedantie van de transceiver en de voedingslijn. In veel gevallen wil men met een 50 Ohm transceiver en 50 ohm coax kabel werken tot aan de antenne, als de antenne dan ook 50 Ohm vertoont kan met een BalUn worden volstaan. Stel er wordt gewerkt met een "Full wave Quad antenne" of een "Full wave Delta Loop Antenne" dan zal de antenne impedantie ongeveer 100 Ohm zijn. In dit geval zal een 1:2 impedantie aanpassing nodig zijn om 100 Ohm te transformeren naar 50 ohm. Wordt er gewerkt met een "Of Center Fed Antenne:" (Windom antenne) dan zal de impedantie tussen de 200 en 300 Ohm zijn. Nu wordt er gekozen voor een 1:4 of 1:6 impedantie aanpassing.

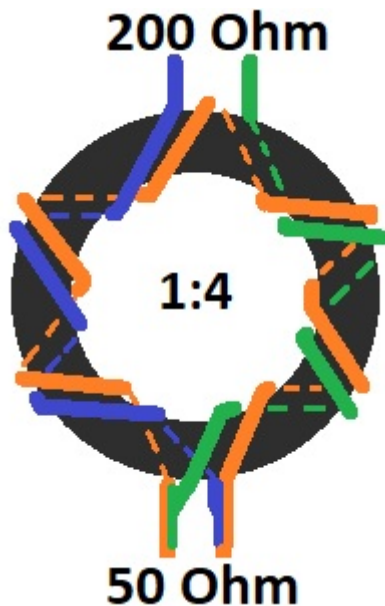
De wikkel verhouding van de aanpassingstrafo is bepalend voor de impedantie aanpassing. Wordt er gekozen voor een wikkel verhouding van 1:2 dan zal de spanning worden verdubbeld en hierdoor de stroom halveren. Dit resulteert in een impedantie aanpassing van 1:4.

Voorbeeld: 1:2 wikkelverhouding geeft 1:4 impedantie aanpassing:



In de praktijk

Hieronder is een afbeelding te zien van een gebalanceerde 1:4 impedantie aanpassingstrafo met een wikkel verhouding van 1:2. Hier worden 6 primaire windingen en 12 secondaire windingen gebruikt. Uiteraard kan er ook voor een ander aantal windingen worden gekozen als de verhouding maar correct blijft.



Aantal windingen

De wikkelverhouding mag dan bepalend zijn voor de impedantie aanpassing maar met deze verhouding zijn ontelbaar veel wikkel mogelijkheden. In ons bovenstaande voorbeeld zou men letterlijk kunnen kiezen voor één primaire winding en twee secundaire windingen. Dit geeft tenslotte een verhouding van 1:2. Een andere mogelijkheid is 10 primaire windingen en 20 secundaire windingen. Om het aantal windingen te bepalen moeten we iets dieper op de materie ingaan.

Een vuistregel die je overal tegen komt is als volgt: De reactantie XL (wisselstroom weerstand) van de trafo dient ten minste 5 maal groter te zijn dan de aan te passen impedantie. Dit is nodig om de invloed van de trafo te minimaliseren, zodat een redelijk rendement wordt behaald. De reactantie hangt af van het kern materiaal, het aantal windingen en de frequentie waarop wordt gewerkt. Het aantal windingen is hier dus van groot belang. Een 1:4 aanpassingstrafo moet aan de secundaire kant geschikt zijn voor een belasting van 200 Ohm. Nu moet volgens eerder genoemde vuistregel de reactantie (wisselstroom weerstand) van de secundaire kant van de trafo minimaal (200 x 5) 1000 Ohm zijn.

Hoe berekenen we dat?

Ieder type kern heeft een bijbehorende AL waarde. Deze waarde zegt iets over het verband tussen het aantal windingen en de zelfinductie van de trafo die ontstaat. De AL waarde hangt niet alleen af van het kern materiaal maar ook van de afmetingen van de kern.

$$L(\text{nH}) = (N^2) \times AL$$

In bovenstaande formule is L de zelfinductie in nH (nano Henry), N het aantal windingen en AL de relatieve zelfinductie van de kern.

Hier onder een voorbeeld van 8 windingen rond een 140-43 ringkern met een AL waarde van 885 nH/N²

$$L(\text{nH}) = (8^2) \times 885 = 56640 \text{ nH} \implies 56,6 \text{ } \mu\text{H}$$

Nu we de zelfinductie van de secundaire kant hebben berekend kan de reactantie voor een bepaalde frequentie worden bepaald. In de volgende berekening ga ik uit van de 80 meter band, met een frequentie van 3,6 MHz.

$$X_L = L * 2 * \pi * f \implies$$

$$X_L = (56,6 * 10^{-6}) * 2 * \pi * 3.600.000 = 1280 \text{ Ohm}$$

Er kan ook gebruik worden gemaakt van "Mini Ringkern Rechner". Dit handige programma rekent bovenstaande berekeningen automatisch uit. In dit programma kan simpelweg de ringkern worden geselecteerd waarna direct de AL waarde bekend is. Worden er nog wat aanvullende gegevens ingevoerd dan wordt ook de reactantie bij een bepaalde frequentie bepaald.

Download link naar Mini Ringkern Rechner: [Klik hier!!!](#)

Dan maar een paar windingen extra?

Het aantal van 8 secondaire wikkelingen zal in het geval van de 80 meter band voldoende zijn. 1280 Ohm is tenslotte ruimschoots boven de 1000 Ohm. Zouden we deze trafo willen gebruiken voor de 160 meter band dan komen we in de problemen. Het ligt voor de hand om nu te denken zo veel mogelijk windingen te gebruiken omdat de reactantie dan altijd ruimschoots gehaald wordt.

Onnodig veel windingen brengen helaas ook nadelen met zich mee. De wikkelingen gedragen zich namelijk ook als kleine condensatoren ten opzichte van elkaar. Meer windingen betekent meer onbedoelde capaciteit in de trafo. Dit is een ongewenst effect dat voornamelijk boven de 15 MHz zal opspelen. Het resultaat is een slechte SWR op de hoge banden. Op dit punt zal dus een compromis moeten worden gezocht. Meer windingen betekend een hogere reactantie op de lagere frequenties maar een minder gunstige SWR op de hogere frequenties.

Wanneer gebruik ik een BalUn en wanneer een aanpassingstrafo?

In het geval dat men over gaat van een ongebalanceerde voedingslijn (coax) op een gebalanceerde antenne (dipool) dan zal men een Balun moeten gebruiken. Beide systemen zijn ongeveer 50 Ohm. Hierdoor is geen impedantie aanpassing nodig en is alleen een BalUn gewenst.

Wanneer is een BalUn alleen niet voldoende? In het geval dat een ongebalanceerde voedingslijn (coax) wordt gebruikt om een gebalanceerde antenne te voeden met een afwijkende impedantie. Er moet namelijk niet alleen een overgang van ongebalanceerd naar gebalanceerd worden gemaakt maar ook de impedantie moet worden aangepast. Het is de beste methode om in dit geval beide te gebruiken, dus eerst een BalUn en daarna een symmetrische aanpassingstrafo. Er worden dus twee ringkernen gebruikt. Houd de afstand tussen de BalUn en de aanpassingstrafo zo kort mogelijk.

In het geval dat er alleen een impedantie aanpassing moet worden gemaakt maar beide systemen zijn ongebalanceerd (asymmetrische) dan is alleen een aanpassingstrafo voldoende. Denk aan een ground plane antenne, end fed antenne of long wire antenne met 1:9 BalUn. Een mantelstroom filter verderop in de voedingslijn is is dan wel aan te raden.

Interesse?

BalUn en UnUn Kits

Links naar dit onderwerp:

www.w8ji.com/common_mode_current