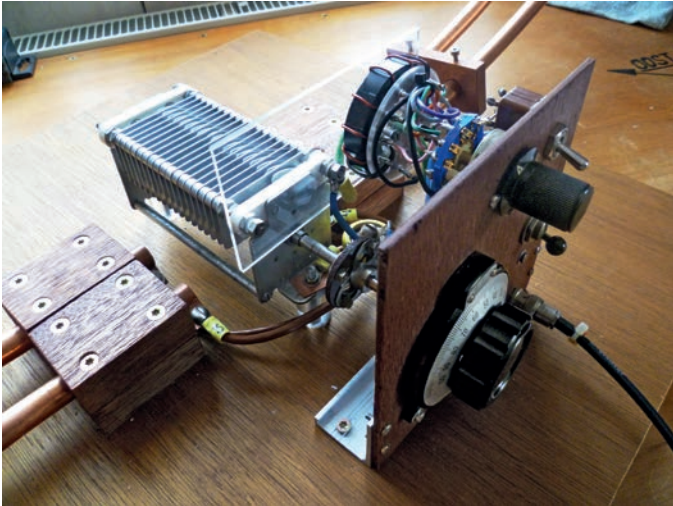


Dubbelringantenne ON4APZ

door ON4APZ Guido Poupaert

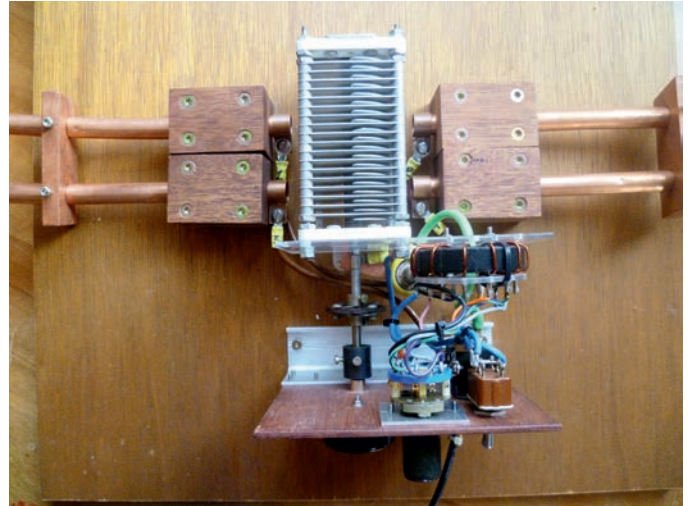
Deze magnetische dubbele ring (Engels = loop) multiband antenne is in feite een afstembare kring (schema 1) met een hoge Q-factor en resonanceert o.m. op 160m, 80m, 60m, 40m en 30m. Ze is, zoals de meeste multiband antennes, het resultaat van een compromis, ze wijkt sterk af van de traditionele uitvoering, onder meer de koppeling met de transceiver, maar deze antenne doet prima wat ze moet doen: de ganse wereld werken en dit zelfs met de antenne in de shack.



Antenne à double anneau de ON4APZ

par ON4APZ Guido Poupaert – traduit par Lucienne Larmuseau

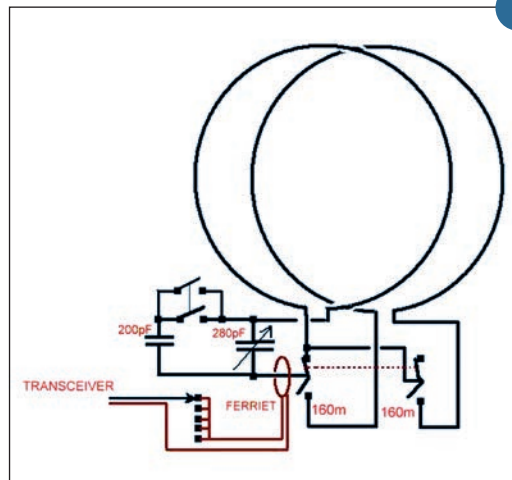
Cette antenne à double boucle (en anglais = loop) est en fait un circuit résonnant de haute qualité (1) qui résonne, entre autre, sur 160m, 80m, 60m, 40m et 30 mètres. Elle est, comme la plupart des antennes multibandes, un compromis. Elle est d'une construction différente des autres loops, notamment par le couplage avec le transceiver. Mais cette antenne fait ce qu'elle doit faire : des QSO's avec le monde entier et, cela, même avec l'antenne dans le shack.



Het richteffect van de antenne kan, evenals het smalbandige ervan, een voordeel zijn en dit vooral in een storingsrijke omgeving. Daar deze antenne relatief klein is, kan ze een oplossing bieden voor amateurs met weinig plaats of erger, zelfs zonder mogelijkheid om een antenne te plaatsen.

Het "probleem" bij zulke antenne is dat bij het veranderen van de frequentie van de transceiver de antenne ook moet bijgesteld worden. In de 160m band van 1810 kHz naar 2000 kHz is dit 29 verdelingen op een schaal van 100, voor 40m is dat nog slechts 2 à 3 verdelingen en op 30m minimaal. De afstemming is kritisch, een vertragingmechanisme en een afleesschaal zijn hierbij geen overbodige luxe (foto 2).

Afstemmen kan reeds op het gehoor bij ontvangst, het ruisniveau gaat sterk omhoog en daarna geeft U korte pulsen met laag vermogen terwijl U de VSWR in het oog houdt. Een tabel opstellen met standen en frequenties is zeer handig. Een netwerkanalyser kan hier natuurlijk zeer goed dienst doen, vooral bij de allereerste proefnemingen. Zelf gebruikte ik hiervoor de VNWA van DG8SAQ: een meettoestel waarop old man Mario ON4AML mij attent maakte, waarvoor nogmaals dank en dat naar mijn mening elke radioamateur – die experimenteert – zou moeten bezitten (<http://www.sdr-kits.net/>). Metingen m1 t.e.m. m12: naast de curves vindt u de toegepaste frequentie, de gemeten VSWR, S11 en IZI.



1

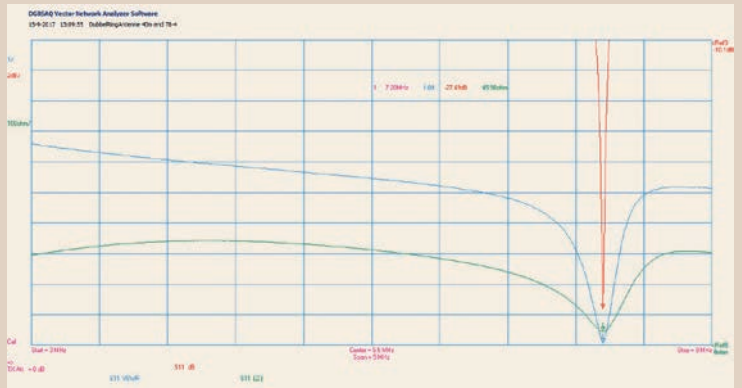
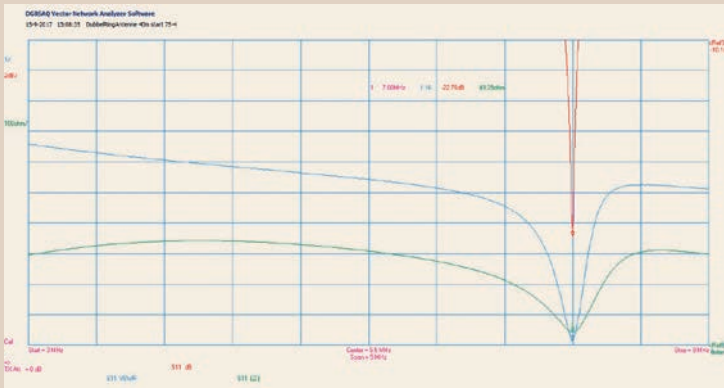
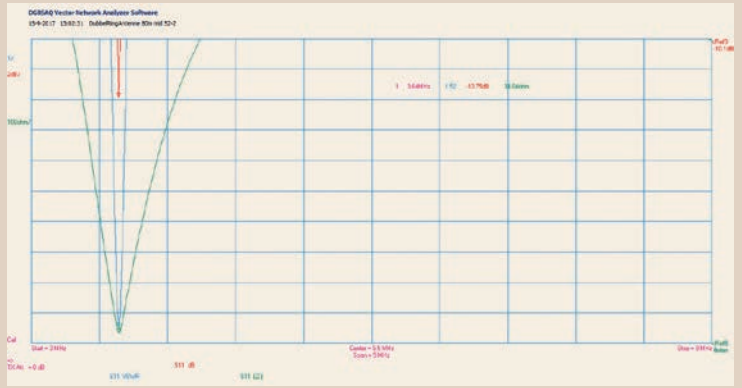
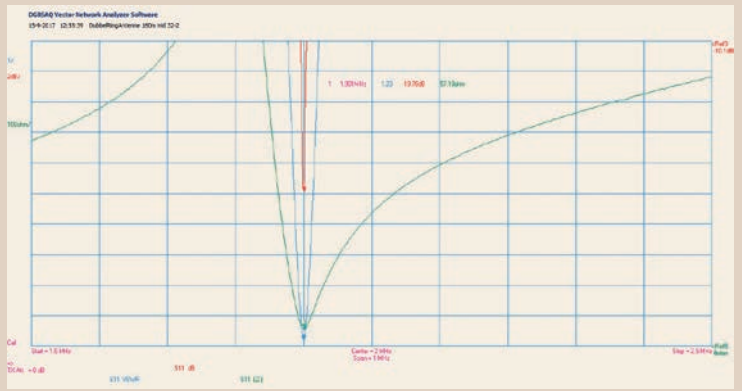
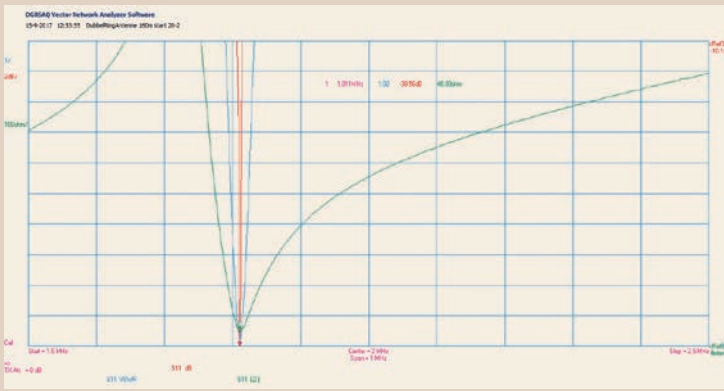
L'effet directionnel et la bande passante étroite de l'antenne peuvent être favorables, surtout dans les environnements très perturbés. Du fait que cette antenne est relativement petite, elle peut être la solution lorsqu'on n'a pas la place pour installer des antennes pour ces bandes, ou, pire, là où on ne peut pas du tout en installer.

Le "problème" de cette antenne est qu'on doit retoucher la capacité variable d'accord (CV) chaque fois qu'on change la fréquence du transceiver. Pour la large bande des 160m, la variation entre 1810 kHz et 2000 kHz est de 29 divisions sur 100. Pour le 40m, elle n'est que 2 à 3 divisions et pour le 30m, de presque rien. L'accord de l'antenne étant critique, un mécanisme démultiplicateur et un cadran ne sont donc pas du tout un luxe (photo 2).

2



L'accord de l'antenne peut se faire à l'oreille, le niveau de bruit augmentant forcément. Ensuite, donnez de courtes impulsions de petite puissance et regardez le TOS-mètre pendant l'ajustement du CV de l'antenne. Dressez un tableau avec les fréquences et les positions du CV correspondantes ainsi que la position du commutateur de couplage. Ce sera très pratique. Un analyseur d'antenne est aussi très pratique, surtout pour les premières mesures. Personnellement, j'utilise le VNWA de DG8SAQ, un magnifique appareil de mesure dont Mario ON4AML m'a révélé l'existence (et pour lequel je voudrais une fois encore le remercier). A mon avis, chaque amateur qui expérimente les antennes devrait le posséder (Voir <http://www.sdr-kits.net/>). Les mesures m1 jusqu'à m12 : à côté des courbes on trouve, pour la fréquence appliquée, le TOS, S11 et IZI.



Experimenteren met de koppeling naar de transceiver op de klassieke wijzen gaf niet op alle banden hetzelfde aanvaardbaar resultaat, daarom deed ik proeven met een magnetische koppeling door middel van verscheidene ferrietringkernen.

Uiteindelijk bleek via een goede (!) ringkern een bijna perfecte aanpassing op alle banden mogelijk, de koppeling is zeer eenvoudig en gebeurt in een oogwenk via een goede (!) vijfstanden draaischakelaar.

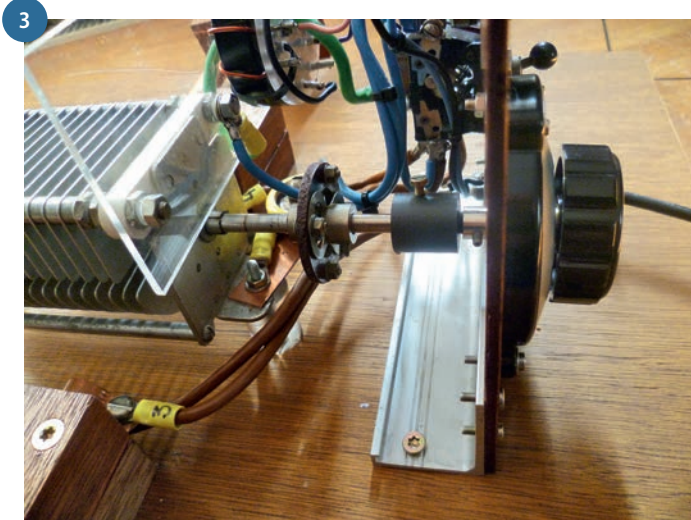
Des expériences avec les couplages classiques avec le transceiver ne m'ont pas du tout donnés des résultats satisfaisants sur les différentes bandes. C'est pourquoi j'ai expérimenté le couplage à l'aide de différents tores en ferrite. Finalement j'ai trouvé un couplage simple et presque parfait avec un tore en ferrite de bonne qualité. Le couplage se fait maintenant en un clin d'œil à l'aide d'un commutateur rotatif à 5 positions (de bonne qualité également !).

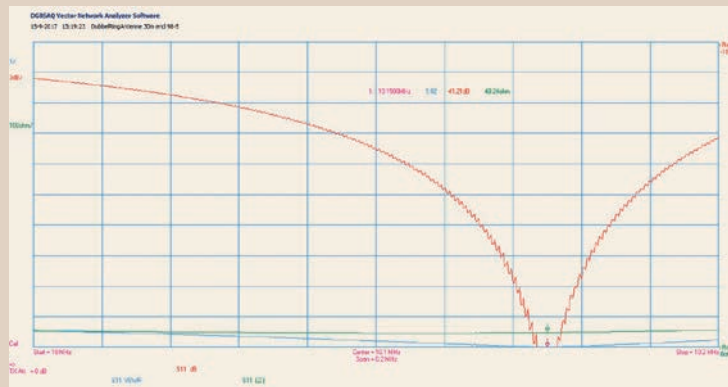
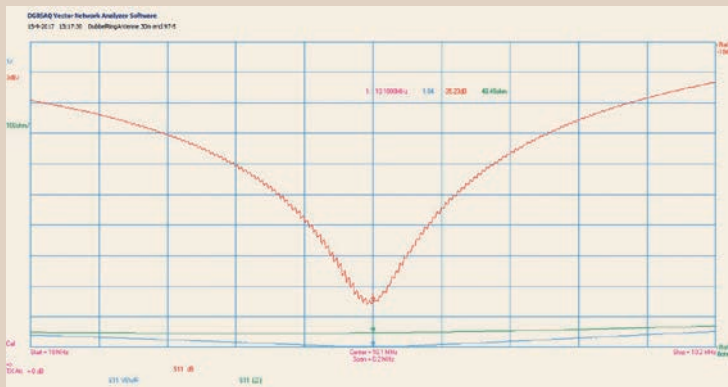
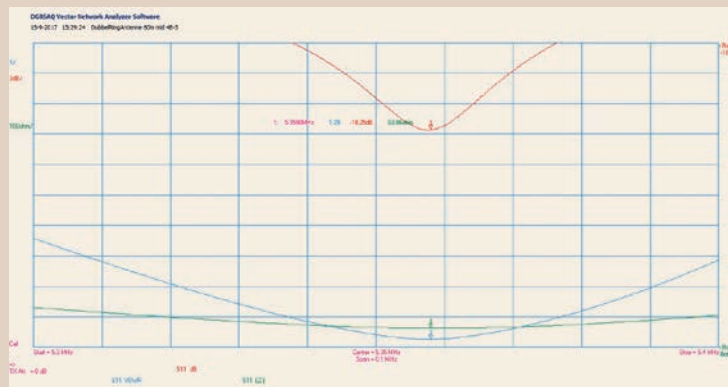
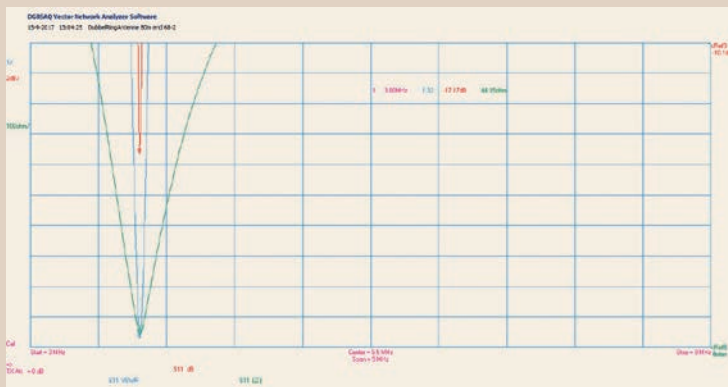
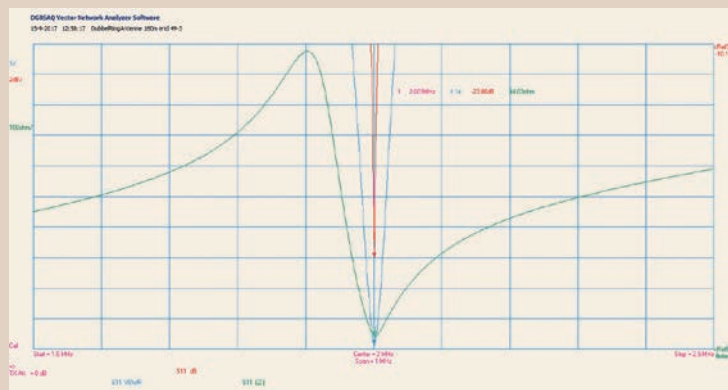
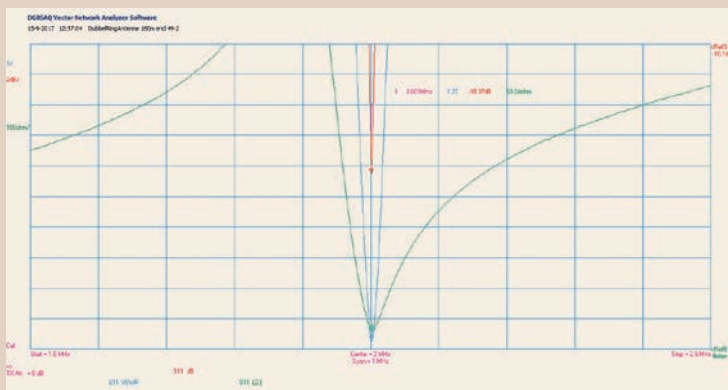
La seconde boucle est nécessaire pour travailler sur la bande de 160m, elle est placée en série avec la première boucle à l'aide d'un interrupteur.

Quand un seul anneau est en service, vous pouvez travailler sur toutes les bandes à l'exception du 160m. De cette façon, l'antenne est beaucoup plus simple à construire mais il faut savoir que la bande des 160m est très intéressante pendant l'hiver (le Canada avec 15 W grâce à la zone grise !). Pendant l'été et l'automne, il est aussi régulièrement possible de faire des QSO de plus de 2000 km et, faire cela à puissance limitée et avec l'antenne dans le shack a quelque chose de particulier, je pense... non ?

Pour que le résultat de l'antenne soit un succès, tous les composants doivent être de bonne qualité mais aussi pour la sécurité de l'opérateur et du transceiver.

En émission, il existe une haute tension sur le CV ; il doit donc y avoir une distance assez grande entre les lames pour éviter des arcs. Avec quelques Watts, on mesure déjà 150 V et à 20 W cette tension dépasse les 1000 V ! L'axe du rotor du CV est doublement isolé du bouton démultiplicateur par





De tweede ring is nodig om de antenne te gebruiken op 160m, deze ring wordt met een schakelaar in serie geplaatst met de enkele ring.

Wanneer de antenne slechts één ring heeft kunt U dus op al deze banden werken behalve op 160m, ze is dan veel eenvoudiger om te bouwen, weet wel dat 160m vooral in de wintermaanden (grijze zone) zeer interessant is (met 15 W Canada). Ook tijdens zomer en herfst zijn verbindingen 's avonds over 2000 km regelmatig mogelijk en dit doen QRP en vanuit de shack, heeft toch iets speciaals, denk ik... neen?

Opdat het resultaat van de antenne niet zou ontgoochelen moeten alle onderdelen van goede kwaliteit zijn en dit eveneens voor de veiligheid van de operator en transceiver.

Bij het zenden ontstaat er over de afstemcondensator een zeer hoge spanning en deze moet daarom voldoende plaatstand hebben om doorslag te vermijden: met enkele Watts staat er al 150 V over de platen en bij 20 W gaat deze reeds ruim boven 1000 V. De draais van de afstemcondensator wordt dubbel geïsoleerd verbonden met de draaiknop via een soepele en isolerende koppeling plus een adapter in plastic, bv. Ertalon (zie foto 3).

De radioamateur moet dus goed weten waarmee hij bezig is en de nodige voorzichtigheid aan de dag leggen!! Binnenshuis gaat de magnetische straling van deze antenne, over geruime afstand met weinig hinder door muren heen, tenzij U in een bunker woont. Blijf er ook steeds van bewust de nodige afstand te houden i.v.m. de straling!

un joint d'accouplement souple et isolant et un joint adaptateur en plastique (par ex. en ertalon, voir photo 3).

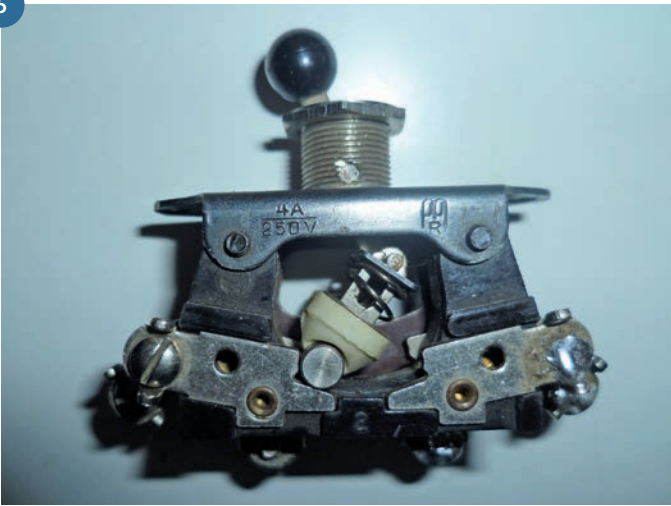
L'amateur doit être conscient du danger et rester prudent ! A l'intérieur de la maison, le rayonnement magnétique passe facilement au travers les murs sur une distance considérable (si vous n'habitez pas dans un bunker). Au sujet de ce rayonnement, pensez toujours à vous tenir à bonne distance.

	MHz	Schaal Cadran	Pos.	VSWR
160m	1.810	20	2	1,02
	1.900	32	2	1,23
	2.000	49	2	1,27
80m	3.500	40	1	1,46
	3.640	52	2	1,52
	3.800	68	2	1,32
60m	5.358	46	3	1,28
40m	7.000	76	4	1,16
	7.200	78	4	1,09
30m	10.100	97	5	1,04
	10.150	98	5	1,02

4



5



Geschikte afstemcondensatoren van 280 pF tot 350 pF met een afstand van minstens 2 mm tussen de platen (foto 2), voorzien van goede sleepcontacten en met een kleine minimum capaciteit, zijn regelmatig te vinden op hambeurzen (foto 4, La Louvière 2017) of misschien kan je er wel zelf een maken.

De dubbele wisselschakelaar om de tweede ring in serie te plaatsen moet voldoende robuust zijn (zie foto 5), alsook de schakelaar die de eventuele vaste condensator parallel plaatst met de afstemcondensator.

De stroom door de gesloten contacten van de schakelaar is zeer groot en kan, indien deze niet voldoen, de schakelaar in brand doen vliegen! Tip: De schakelaars zouden niet warm mogen aanvoelen NA het zenden, trouwens geen enkel onderdeel van de antenne mag opwarmen zoniet voldoen ze niet.

De tweede ring, nodig voor 160m, is zwevend wanneer U op een andere band werkt. De twee ringen steeds in serie zetten en omschakelen naar een enkele lijkt wel eenvoudiger maar brengt problemen mee (zie Principe). Onder meer de minimumcapaciteit van de kring verhoogt op die manier en kan de 30m buiten bereik brengen. Vermijd ook, het monteren van metalen platen, ze veroorzaken bijkomende capaciteit waardoor U met de afstemcondensator zelfs op minimum, opnieuw niet de 30m kan werken. De ring verkorten kan dan de oplossing hiervoor bieden, maar mogelijk krijgt U nu problemen op 80m & 160m en het rendement van de antenne daalt zeer snel.

Wanneer U een onstabiele VSWR zou meten tijdens het zenden, is de oorzaak zeer waarschijnlijk dat er zich ergens in de afgestemde kring, een slechte verbinding voordoet, een schakelaar aan het sterven is of dat er vonken overspringen tussen de platen van de afstemcondensator.

De eventueel bijgevoegde condensator van 200 pF moet bestand zijn tegen de hoge stroom en spanning, gebruik daarom alleen een daarvoor geschikt

Des condensateurs variables (CV) adéquats, de 280 à 350 pf, avec un espacement d'au moins 2 mm entre les lames fixes et les lames mobiles (voir photo 2), pourvu de bons contacts et d'une faible capacité résiduelle, sont régulièrement trouvables dans les foires radioamateurs (photo 4, La Louvière 2017) ou, peut-être, pouvez-vous en fabriquer un vous-même.

Le double inverseur doit être assez costaud pour pouvoir ajouter le deuxième anneau (voir photo 5). De même que l'interrupteur qui ajoute éventuellement la capacité en parallèle au CV.

Le courant dans les contacts peut être très grand et, lorsque l'interrupteur ne convient pas, il peut prendre feu ! Les interrupteurs ne peuvent pas chauffer pendant l'émission. D'ailleurs aucune partie de l'antenne ne peut chauffer, sinon elle ne convient pas.

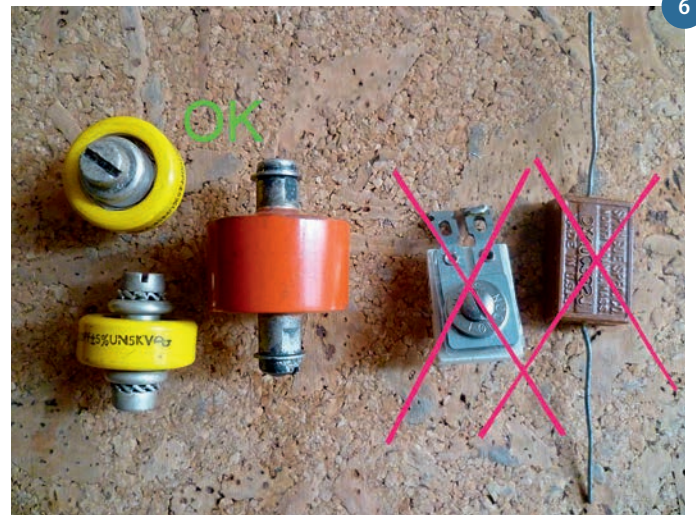
La seconde boucle, nécessaire pour 160m, est flottante quand on travaille sur une autre bande : la mise en série des deux boucles et n'en sélectionner qu'une seule avec un inverseur peut provoquer des problèmes. Entre autre, la capacité minimum du circuit qui augmente et qui peut rendre impossible l'accord sur le 30m. Raccourcir la boucle peut résoudre ce problème mais on aura alors des difficultés avec le 80m et le 160m. De en plus, le rendement de l'antenne diminue très rapidement à cause de cela.

Quand vous constatez un TOS instable pendant l'émission, la cause en est probablement un mauvais contact dans le circuit oscillant, un interrupteur qui est en train de mourir ou des arcs entre les plaques du CV.

Le condensateur éventuellement ajouté doit être capable de supporter un courant et une tension élevés. Utilisez donc uniquement un modèle adéquat (voir photo 6). Un tel condensateur ne peut qu'être fixé d'une façon très ferme d'un côté, l'autre connexion devant être montée d'une façon souple (par ex. par un fil ou une tresse) : il ne doit pas être soumis à des contraintes mécaniques ! Ce condensateur est nécessaire pour les 80m et 160m quand la capacité du CV est inférieure à +/- 300 pF. Cela rend la construction plus compliquée ainsi que le changement de bande, mais rend l'accord plus facile. Un CV de valeur nominale supérieur à 500 pF n'a pas besoin du condensateur supplémentaire mais rend la recherche de l'accord sur les bandes supérieures plus critique.

Les deux boucles ont une circonférence de 5 m et sont faites de tubes en cuivre recuit (ou en aluminium). On peut également employer des lames car c'est la surface qui compte (*effet de peau*) mais un tube est plus stable. N'employez pas, par ex., un gros fil, parce que, même quand vous mesurez un bon TOS et que la **réception** a l'air d'être très bonne, le rendement de l'antenne devient très faible (voir photo 5 OM-80m). En fait, vous avez construit une sorte de mauvaise dummy load... (voir photo 7). Aussi, est-il conseillé de vernir les boucles (Incralac est un bon choix) pour les tenir propres et pour éviter l'oxydation (mais, évidemment, pas sur les bouts ou on va appliquer les connexions). Des tubes en cuivre proprement emballés, de 15 mm de diamètre. (et plus gros) et de 5 m de longueur sont disponibles dans les magasins de bricolage. Les boucles ont la forme d'un cercle ; c'est la forme idéale pour une longueur déterminée du tube. Toute autre forme fait diminuer l'efficacité de l'antenne ! Un polygone est encore

6



exemplaar (zie foto 6)! Zulke condensator mag slechts aan één zijde onwrikbaar bevestigd worden, de andere aansluiting moet buigzaam zijn of soepel met een draad: deze modellen verdragen geen mechanische frictie! De condensator is nodig op 80m en 160m wanneer U een variabele condensator gebruikt van +/- 300 pF. Dit maakt de antenne inderdaad wat complexer in haar constructie en bij het omschakelen, doch soepeler in het afstemmen ervan. Met een variabele C met een nominale waarde hoger dan 500 pF is deze bijkomende C onnodig, echter dit maakt afstemmen op de "hogere" banden nog wat kritischer.

Voor de ringen gebruikt U een 5 m lange zachte roodkoperen (of aluminium) buis. Een platte lat kan ook dienen maar een buis is wat stabiel, het is hier de oppervlakte die van belang is (*skin effect*). Gebruik hiervoor bijvoorbeeld geen dikke draad, zoals een aardingsdraad, want al zou U in dat geval een perfecte VSWR meten en de **ontvangst** van stations zeer goed lijkt, is het rendement van deze antenne zo klein dat U in feite een (slechte) dummy load heeft gemaakt (zie foto 7 middengolf tot 80m). Het is aan te raden om de ringen van een laagje metaalverniss te voorzien (Incralac = goede keuze) om ze proper te houden en oxidatie te vermijden, (natuurlijk niet op de uiteinden waar de verbindingklemmen komen). Koperen buizen van 15 mm diameter (en dikker) kan U vinden in de doe-het-zelf zaken, proper verpakt in lengten van 5 m. De ringen hebben een cirkelvorm, dit is de ideale vorm voor een bepaalde buislengte, alle andere vormen doen de werkzaamheid van de antenne dalen! Een veelhoek is nog te gebruiken, een rechthoek is af te raden, zeker een smalle. Elke ring bestaat uit één ononderbroken stuk. Bij mijn antenne zijn de ringen bevestigd (elk met 4 schroeven 5 x 60 T25) op een 18 mm dikke triplex basisplaat door middel van telkens twee halve hardhouten blokken met een boring van 15 mm (zie foto 8). Door de grote hefboomwerking van de ringen komt op deze bevestigingen een niet te verwaarlozen kracht: het onderste gedeelte van elke dubbele blok wordt vastgelijmd én vastgeschroefd (telkens 2 schroeven 4,5 x 40 T20) op de basisplaat om het bewegen en loskomen ervan te vermijden. De basisplaat zelf meet 50 cm x 50 cm, dit is relatief groot maar hierdoor is het geheel wel stabiel. Om de goede totale L te bekomen is de afstand **TUSSEN** de ringen = 3 cm, de ringen worden op de juiste afstand gehouden d.m.v. acht hardhouten stukjes (zie foto 9).

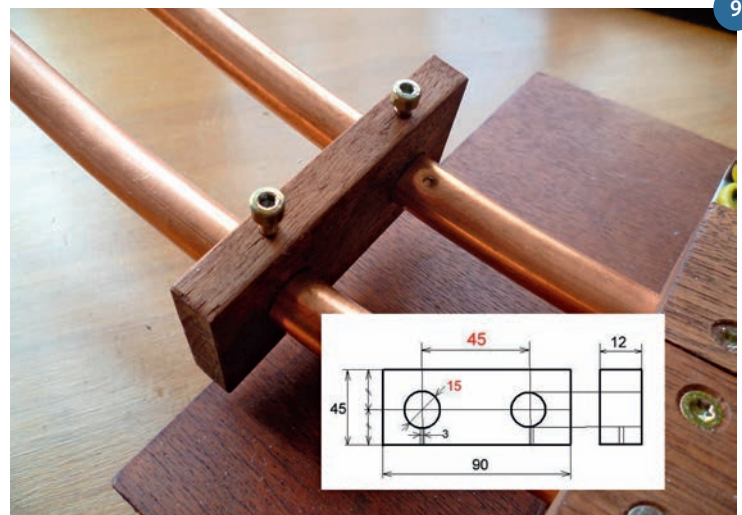
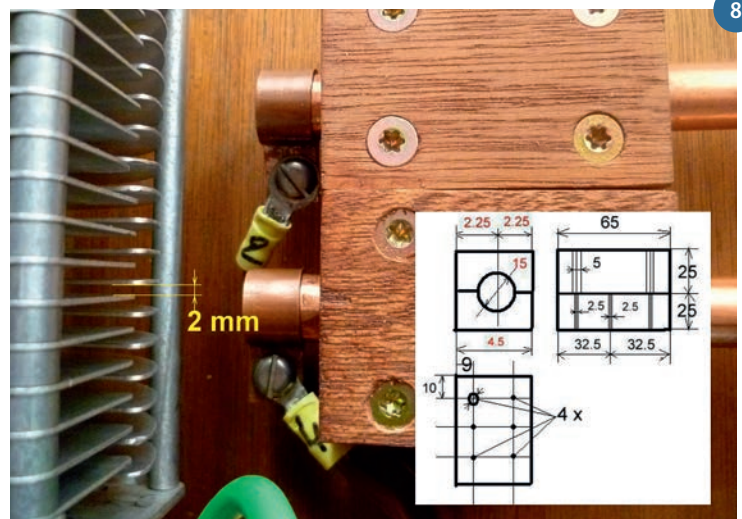
De verbindingen met de ringen gebeurt met stevige klemverbindingen en met dikke korte draden. Om mooi te ogen zou u deze draden samen kunnen binden met bandjes maar zo verhoogt u de minimum capaciteit van de kring en dit kan de 30m weer onbereikbaar maken. Door de draden verder uit elkaar te monteren verhoogt U enigszins de L van de kring, maar met een zeer klein gevolg voor de afstemming. Vermijd zoveel mogelijk te solderen in deze resonantiekring en waar het toch moet (schakelaars), gebruik dan liefst zilver-tin soldeer (= minder slecht dan lood-tin soldeer, meet eens de soortelijke weerstand en probeer daarna uw tranen te stoppen). Goede klemverbindingen zijn gemakkelijk zelf te maken van koperplaat van 1 mm dikte. Zulke goedgemaakte klemmen passen zeer goed rondom de buizen door middel van een M5 schroef en moer, (minimale overgangswaerstand) dikkere zelfgemaakte klemmen doen dit minder goed. De klemmen die U kan kopen om buizen op de muur te bevestigen gebruikt U beter niet, ze zijn niet fameus, noch mechanisch, noch elektrisch (zie foto 10).

De ferrietringkern gebruikt om de antenne aan de transceiver te koppelen moet van goede kwaliteit zijn. De goede werking van de antenne staat of valt hiermee!



7 passable, un rectangle est à éviter, surtout un rectangle étroit. Chaque boucle est faite d'une pièce entière, sans raccords. J'ai monté les deux boucles (chacune avec 4 vis de 5 x 60 T25) sur un panneau de base en triplex de 18 mm d'épaisseur, à l'aide de deux demi blocs de bois dur, percé à 15 mm (voir photo 8). Du fait que les boucles font un important levier, la force exercée sur les blocs n'est pas négligeable. La partie inférieure de chaque bloc est fixée avec du colle et des vis (chacun avec 2 vis 4,5 x 40 T20), afin d'éviter qu'ils ne bougent ou se détachent. Les dimensions de la plaque de base sont de 50 cm x 50 cm. Cela semble relativement grand, mais cela rend l'ensemble suffisamment stable. Afin d'obtenir la bonne inductance, la distance **ENTRE** les boucles est de 3 cm, les deux boucles étant maintenues à la bonne distance par huit pièces en bois dur (voir photo 9).

Les connexions avec les boucles se font à l'aide de bagues de serrage et avec des fils courts et gros. Pour que tout soit joli, vous pouvez lier les fils ensemble, mais cela fera augmenter la capacité minimum du circuit et cela peut parfois rendre le 30m impossible à accorder. Les séparer fait augmenter un peu l'inductance du circuit mais avec une influence minime sur l'accord. Évitez les soudures dans le circuit oscillant et, quand la nécessité s'impose (interrupteurs), utilisez de préférence la soudure étain-argent (= moins mauvaise que le plomb-étain. Suggestion : mesurez-en la résistance caractéristique et essayez de ne pas pleurer...). De bonnes bagues de serrage sont faciles à fabriquer soi-même à l'aide d'une tôle en cuivre rouge de 1 mm d'épaisseur. Ces connexions tiennent très bien autour du tube à l'aide d'une vis et d'un écrou M5 (résistance minimale). Les bagues "de





De hiervoor geschikte ferriet ringkern is: FT240-31 "speciale mix 31" met afmetingen 61x36x13 mm. Hij is te verkrijgen bij old man Hugo Cnudde ON7FU (www.bloggen.be/on7fu).

Wikkel de draad omheen de ringkern (zie foto 11) zodat hij niet kan bewegen, leg daarom één laag tape om de ringkern vooraleer de wikkeling aan te brengen.

Het eerste plexiplaatje houdt de aftakkingen op hun plaats en de middelste grotere boring houdt de dikke draad (met de hoge spanning) stabiel en op afstand. Verder dient het tweede plaatje nog om de ringkern stevig te bevestigen (zie ook foto 12). Dit alles opdat u telkens opnieuw de zelfde instelling en resultaat zou bekomen.

Enkele metingen met laag vermogen vertellen snel welke aftakking (hier met Starfix zonder plastic gedaan, zie foto 13) U neemt voor de laagste VSWR, deze zal zelden boven 1.5/1 komen in de juiste stand.

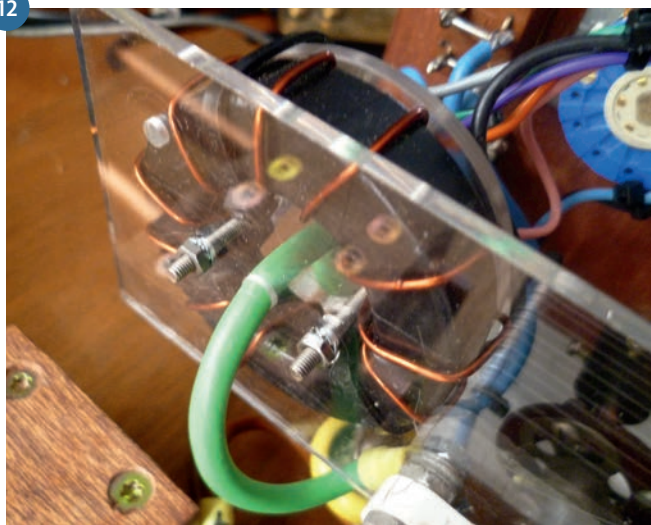
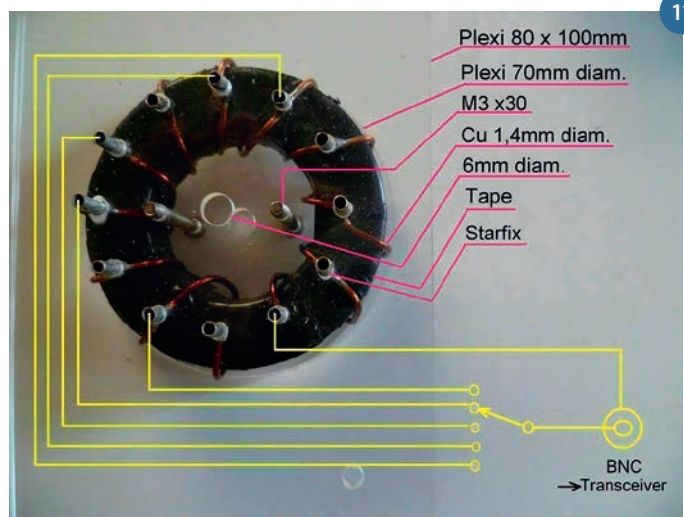
Het kan goed zijn dat U de beste koppeling vindt, die verschillend is bovenaan en onderaan de 80m en 160m band. Zie meting m3 en m4, de cijfers links boven 20-2: het eerste cijfer geeft de stand op de schaal van 0 tot 100

fabrication maison" de 2 mm ont plus de difficulté à serrer correctement. Les bagues de serrage qu'on peut acheter pour monter les tubes sur les murs, ne conviennent pas, ni électriquement, ni mécaniquement (voir photo 10).

Le noyau de ferrite utilisé pour coupler l'antenne au transceiver doit être de très bonne qualité. Le bon fonctionnement de l'antenne dépend énormément de lui !

Le noyau de ferrite conçu pour l'adaptation est le FT240-3, mix spécial n°31, d'une dimensions de 61x36x13 mm. Il est disponible chez Hugo Cnudde ON7FU (www.bloggen.be/on7fu).

Bobinez le fil sur le noyau de ferrite (voir photo 11), de façon à ce qu'il ne puisse pas bouger. Pour cela, mettez d'abord une seule couche de tape autour du noyau avant de bobiner le fil.



van de variabele C, het tweede cijfer de stand van de 5 standen schakelaar. Wanneer nodig kan een draaischakelaar met meer dan 5 standen gebruikt worden, in dit geval meten we 1.27 en 1.14 en is de omschakeling niet nodig.

Wanneer de antenne buiten wordt geplaatst, worden de hardhouten onderdelen natuurlijk best vervangen door kunststof materiaal, het onderste gedeelte van de antenne moet afgeschermd worden in een waterdichte behuizing (denk daarbij weer aan de bijkomende capaciteit), de schakelaars worden dan vervangen door geschikte relais en de afstemming gebeurt dan op veilige afstand (stappenmotor + Arduino).

Bijkomende info:

<https://dubbelringantenneon4apz.blogspot.be/>
(klik onderaan op Bouwinformatie)

Contact: on4apz@skynet.be



La première plaque en plexi tient les connections en place et le grand trou au milieu tient le gros fil (haute tension) fixe et à bonne distance. L'autre plaque en plexi sert à monter la ferrite d'une façon sûre (voir aussi photo 12). Tout cela, pour que vous retrouviez à chaque fois les mêmes conditions. Quelques mesures QRP raconteront rapidement quelle connexion (ici faites avec des Starfix sans plastic, voir photo 13) donne le meilleur TOS. Le TOS mesuré sera rarement plus grand que 1.5/1 dans la bonne position.

Il est possible de trouver la meilleure position qui est différente en bas d'en haut des bandes 80m et 160m (voir mesure m3 et m4. Le premier chiffre à gauche, en haut, donne la position

du CV sur le cadran de 0 à 100, le deuxième chiffre donne la position du commutateur d'adaptation). En cas de nécessité, on peut employer un commutateur à plus de 5 positions : on mesure ici 1.22 et 1.14, donc la nécessité ne s'impose pas vraiment.

Quand l'antenne est montée à l'extérieur, les composants en bois seront, évidemment, remplacés par des pièces en plastique. La partie inférieure doit être montée dans un boîtier étanche (attention à la capacité ajoutée !). Les interrupteurs seront remplacés par des relais appropriés et le réglage du CV se fera à distance (Arduino + moteur à pas).

Information supplémentaire (photos) :

allez voir sur : <https://dubbelringantenneon4apz.blogspot.be/> et cliquez en bas sur "Bouwinformatie".

Contact: on4apz@skynet.be