

Een 'gemakkelijke' aanpassing van een Magnetic Loop Antenne

door ON3DAG Dirk en ON7GT Jean-Marie

Une adaptation 'facile' d'une antenne loop magnétique

par ON3DAG Dirk et ON7GT Jean-Marie – traduit par ON5FM Guy

Er zijn 2 elementen die deze antenne minder aantrekkelijk maken om ze zelf te bouwen. Te weten:

- een draaibare condensator geschikt voor hoge spanning
- het steeds bijtunen van de condensator bij iedere frequentieverandering

Gebruikmakend van een microcontroller en stappenmotor, hebben we volgende oplossingen met succes uitgetest.

Een antenne analyser (vb. merk MFJ) is wel een noodzaak.

1. Draaibare condensator

Men heeft maar enkele picofarad nodig om een bepaalde bandbreedte te bestrijken.

Daarom kan men **2 afzonderlijke** condensatoren gebruiken: **een grote vaste, parallel met een kleine variabele** condensator. Beiden moeten uiteraard wat kilovolt aankunnen.

a) Als **vaste condensator** neemt men een stuk coax met een waarde in de nabijheid van de totale capaciteit die nodig is. Zie foto 1.

De capaciteit en dus de lengte van de coax wordt bij goede benadering berekend aan de hand van het programma van KI6GD 'Magnetic Loop Antenna Calculator'. Gratis te downloaden van het net.

Waarde van de capaciteit van een coax: bvb. RG 213=1 pF / cm.

Om de frequentie te verhogen, moet de capaciteit kleiner worden = coax verkorten. Door de coaxlengte met kleine stukjes te verkorten is het gemakkelijk de juiste lengte proefondervindelijk te bereiken met behulp dus van de antenne analyser. Het is dus aangewezen om het stuk coax lang genoeg te nemen om het nadien te kunnen verkorten.

b) De **draaibare condensator** is ook niet zo moeilijk zelf te realiseren.

Tussen 2 vast gefixeerde alu platen laat men een halve cirkel van Teflon (of iets van die aard) draaien. Zie foto 2.

Dit is dus een condensator met een *mobiël* diëlektricum!

Deux éléments rendent le montage par soi-même difficile :

- le condensateur variable supportant un voltage élevé de l'ordre de quelques kilovolts pour 100 W à l'émission
- le fait de devoir ajuster le condensateur à chaque changement de fréquence

Les solutions suivantes ont été testées avec succès à l'aide d'un microcontrôleur et d'un moteur pas à pas.

Un analyseur d'antenne est indispensable. (p.ex. celui de la marque MFJ).

1. Condensateur variable

Quelques picofarads sont seulement nécessaires pour couvrir une certaine bande passante. C'est ainsi qu'une utilisation de deux condensateurs **séparés** est envisageable : un **grand**, d'une valeur fixe et en parallèle un **petit**, variable.

a) Comme **condensateur fixe**, on utilise un coax dont la longueur approche celle de la valeur totale souhaitée. Voir photo 1.



La capacité et donc la longueur du coax se calcule avec le programme de KI6GD "Magnetic Loop Antenna Calculator". A trouver sur le net et libre d'accès.

Valeur de la capacité d'un coax, p.ex. RG 213 = 1 pF / cm.

Pour augmenter la fréquence, il faut diminuer la capacité.

En écourtant celui-ci pas à pas on parvient aisément à trouver la bonne longueur à l'aide bien entendu d'un analyseur d'antenne.

Prévoir une longueur de coax suffisamment longue afin de pouvoir le raccourcir en fonction des mesures effectuées.

b) La construction du **condensateur variable** ne nécessite point de compétences poussées.

Fixer deux plaques en aluminium et laisser tourner entre ces deux plaques un demi-cercle de Teflon (ou un matériau similaire). Voir photo 2.

Ceci est donc un condensateur avec un diélectrique *mobiël* !

Foto 1: Coax als vaste condensator

Photo 1 : Coax comme condensateur fixe

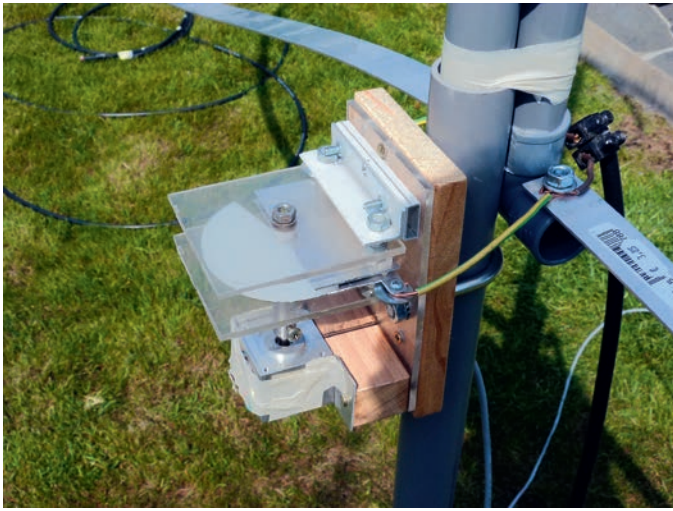


Foto 2: Close-up draaibare condensator

Photo 2 : Close-up du condensateur variable

De voordelen hiervan zijn:

- geen sleepcontact nodig: dus efficiënter contact met minder verlies.
- de afmeting van de condensator, nodig voor die enkele picofarad, blijft klein daar de diëlektrische constante van Teflon groter is dan die van lucht.

Enkele gegevens voor de condensator:

- de breedte van de spatie tussen de platen bepaalt het aantal kV (1 kV per mm)
- de Teflon kan ook wel tegen een duwtje: 15 à 17 kV / mm en zijn diëlektrische constante: 2,1.
- waarde van de capaciteit (met 2 platen) in picofarads = $0,009 \times \text{diëlektrische Cte} \times (\text{oppervlakte plaat in mm}^2 / \text{afstand tussen platen in mm})$.

Berekening voor de condensator zie 66pacific.com.

2. Apparaat om condensator automatisch te tunen naar een minimale swr

In CQ QSO werd reeds de microcontroller Arduino voorgesteld. Die werd ook hier gebruikt.

Het toestel bestaat uit drie onderdelen (zie foto 3):

- Een klavier om de laatste drie cijfers van de frequentie in te stellen en de motor manueel te regelen.
- Drie LCD's om de ingetikte frequentie te controleren.
- De Arduino zelf om de stepper motor van de variabele condensator te laten draaien tot de minimale swr voor de gekozen werkfrequentie.

Om de werking hiervan uit te leggen, gebruiken we voor de klaarheid een cijfervoorbeeld.

We nemen de 7 MHz en in die band gaat de foniefrequentie van 7,060 tot 7,200 MHz.

De werking gebeurt in 2 fasen:

- 1) De eerste fase dient om de Arduino manueel in te stellen. Soort ijking. Hier is een antenna analyser weer aangewezen.
- 2) De tweede fase is de automatische werking.

Eerste fase:

Hier laat men de microcontroller het aantal pulsen kennen die nodig zijn om van 7,060 MHz tot 7,200 MHz te gaan.

- 1) Men zet de analyser op 7,060 MHz en tikt in het klavier 060 (= 3 laatste cijfers). Op de LCD's staat 060. Daarna zet men manueel – met behulp van de toetsen A en B (deze doen de motor naar rechts of naar links draaien, zie foto 2) – de swr op zijn minimum.
- 2) Men zet nu de analyser op 7,200 MHz en in het klavier 200. Op de LCD's staat 200. Terug manueel regelen met toetsen A en B tot swr op zijn minimum staat.

Les avantages en sont :

- on évite des contacts frottants. Donc moins de perte.
- la dimension du condensateur, pour obtenir les quelques picofarads, est réduite vu que la constante diélectrique du Teflon est plus grande que celle de l'air.

Quelques données pour le condensateur :

- l'espace entre les plaques détermine les kV admis : 1 kV / mm
- le Teflon n'a pas peur d'être secoué par ces kV : 15 à 17 kV / mm et sa constante diélectrique est 2,1.
- valeur de la capacité (2 plaques et en picofarads) = $(0,009 \times \text{Cte diélectrique} \times \text{superficie 1 plaque en mm}^2) / \text{distance entre les plaques en mm}$.

2. Appareil électronique pour ajuster le condensateur

Nous avons jeté notre dévolu sur le microcontrôleur Arduino dont l'éloge fut déjà fait dans CQ-QSO.

Cet appareil se compose de 3 éléments. Voir photo 3.

- Un clavier numérique pour introduire les 3 derniers chiffres de la fréquence et pour régler le moteur manuellement.
- Trois LCDs pour contrôler la fréquence introduite.
- L'Arduino pour commander le moteur pas à pas du condensateur variable afin d'ajuster celui-ci sur un TOS minimum pour la fréquence choisie.

Afin de rendre l'explication de son fonctionnement plus claire, nous donnerons un exemple chiffré.

Preons le 7 MHz. La phonie s'étend de 7,060 à 7,200 MHz.

La marche à suivre est divisée en deux phases.

- 1) La première phase sert à introduire manuellement les paramètres dans l'Arduino. Disons un calibrage de l'appareil. L'analyseur d'impédance est de nouveau incontournable.
- 2) La deuxième phase est la partie automatique.

Première étape :

Nous apprenons au microcontrôleur le nombre d'impulsions dont il a besoin pour couvrir la fréquence de 7,060 MHz à 7,200 MHz.

- 1) On met l'analyseur sur la fréquence 7,060 MHz et on introduit 060 sur le clavier.

Les LCDs font apparaître 060. Ensuite, à l'aide des touches A et B, on recherche le TOS minimum.

(les touches A et B font tourner le moteur à droite ou à gauche, voir photo 3)

- 2) On met l'analyseur sur 7,200 MHz et sur le clavier 200.

Les LCDs font apparaître 200. On recherche de nouveau le TOS minimum à l'aide des touches A et B.



Foto 3: Apparaat om condensator automatisch te tunen

Photo 3 : Appareil électronique pour ajuster le condensateur

Deuxième étape :

On met l'émetteur sur la fréquence choisie.

P.ex. : 7,132 MHz.

Sur le clavier, on introduit 132. Les LCDs affichent 132.

L'Arduino calculera le nombre d'impulsions à donner au moteur (soit à droite, soit à gauche) afin de mettre le TOS au minimum sur la fréquence de 7,132 MHz.

Pour changer de fréquence, on répète simplement la deuxième étape et le tour est joué.



Foto 4 / Photo 4 : Loop 20M



Foto 5 / Photo 5 : Loop 40M

Tweede fase:

Men zet de zender op de frequentie waarop men wil werken en tikt op het klavier de kHz.

Voorbeeld: zender op 7,132 MHz en op het klavier 132. De LCD's geven 132.

De Arduino zal nu berekenen hoeveel pulsen er naar rechts of naar links moeten gegeven worden om de swr voor 7,132 MHz op zijn minimum te zetten.

Wil men nu veranderen naar een andere frequentie, gewoon de tweede fase herhalen.

Belangrijke tips voor de swr regeling van de magnetic loop

Als begin moet de variabele condensator op zijn maximum staan (= Teflon volledig tussen de platen) en de frequentie op zijn laagst (bv. 7,060 MHz).

Kleine lus moet **recht tegenover** de condensator staan.

Kleine lus tegen grote lus plaatsen. Door deze kleine lus wat ovaler te maken i.p.v. rond kan men ook de swr beïnvloeden. Uit te testen indien nodig.

Vaste coax recht en vast langs de bevestigingspaal (in kunststof) van de loop bevestigen.

Efficiëntie van een loop

1) De efficiëntie van een loop hangt in grote mate af van de omtrek van de grote lus en de breedte van het materiaal gebruikt voor die lus. Koper geeft een beter resultaat volgens de berekening van KI6GD, maar is veel duurder en ook veel zwaarder.

Het gebruik van een lint in aluminium is even goed als een aluminium buis en is veel makkelijker te plooiën.

Onze loop bestaat uit een platte strook aluminium van 2 m lengte, 3 cm breedte en een dikte 2 mm. Te vinden in eender welke doe-het-zelf zaak.

Voor 14 MHz is de omtrek van deze loop 4 meter (= 2 stroken, foto 4) en voor 7 MHz 6 meter (= 3 stroken).

Voor de 7 MHz werd de derde strook tussen de 2 andere gezet zoals op de foto 5 te zien is.

De draaibare condensator verandert niet, maar men moet alleen de coax (= de vaste condensator aangepast aan de gewenste frequentieband) vervangen.

Remarques importantes pour régler le TOS au minimum

Pour commencer le réglage le condensateur variable doit avoir sa valeur maximale (= Teflon entre les plaques) et mettre la fréquence la plus basse (p.ex. 7,060 MHz).

La petite boucle doit se trouver **à l'opposé** du condensateur.

La petite boucle doit être fixée contre la grande boucle. En lui donnant une forme ovale on peut également jouer sur le TOS. Un moyen pour obtenir un TOS aussi bas que possible. A tester si nécessaire.

Le coax doit être fixé le long du mat interne en matériau synthétique.

L'efficacité de cette loop magnétique

1) L'efficacité d'une loop dépend en grande partie de la circonférence de la grande boucle et de la largeur du matériau utilisé. Le cuivre (selon les calculs de KI6GD) donnerait un meilleur résultat mais est fort cher et bien plus lourd.

L'utilisation d'un ruban en aluminium est aussi bon qu'un tuyau en aluminium mais est plus aisément pliable.

Le ruban utilisé a une longueur de 2 m, une largeur de 3 cm et une épaisseur de 2 mm (facilement trouvable dans n'importe quel centre de bricolage).

Ainsi pour le 14 MHz, la circonférence est de 4 m (= 2 rubans, photo 4) et pour le 7 MHz, 6 m (= 3 rubans).

Le 3^{ème} ruban fut mis entre les deux autres comme montré sur la photo 5.

Le condensateur variable reste le même mais il faut simplement changer le coax qui est adapté à la fréquence de travail.

Suivant les calculs de KI6GD, l'efficacité pour le 20m avec une circonférence de 4 m est 70,5 % et avec 6 m 89 %.

Pour le 40m avec une circonférence de 4 m est 17,5 % et pour 6 m 41,7%.

La petite boucle est un coax RG 213 de 35 cm de diamètre aussi valable pour la bande des 20 et 40m. Voir photo 6.

Une attention est aussi donnée au fait de pouvoir transporter facilement cette antenne. Voir photo 7.

2) Nous voulions également comparer la performance de la loop avec une antenne verticale BB7V et une antenne filaire G5RV (version raccourcie). Voir photo 8.

De kleine lus is een coax RG 213 met 35 cm diameter zowel bruikbaar voor de 20 als voor de 40m band. Zie foto 6.

Volgens de berekeningen van KI6GD is de efficiëntie voor de 20m met een omtrek van 4 m 70,5 % en met 6 m 89 %.

Voor de 40m met een omtrek van 4 m 17,5 % en met 6 m 41,7 %.

Wat ook in aanmerking werd genomen, is de eventuele transporteerbaarheid van de loop antenne. Zie foto 7.

2) Graag wilden we ook de efficiëntie van deze loopantenne vergelijken met een verticale BB7V en een draadantenne G5RV (verkorte versie). Zie foto 8.

Daarvoor werd er op eenzelfde namiddag tussen 15 en 16 uur, met hetzelfde toestel Kenwood TS 480 SAT, met hetzelfde uitgangsvermogen van 5 W, op dezelfde frequentie, telkens met een swr van 1 door ON3DAG in morse een CQ uitgezonden en dit op de drie antennes eerst de loop, dan de verticale en ten slotte de draadantenne.

De loop stond richting NO zoals de G5RV antenne.



Foto 6: Kleine lus
Photo 6 : Petite boucle



Foto 7: Loop in 2 delen
Photo 7 : Loop en 2 pieces

Met het programma **Reverse Beacon Network** werden volgende uitslagen genoteerd (zie tabel rechts).

Dit zijn de objectief gemeten resultaten gegeven door het Reverse Beacon Network.

We laten ons niet in de verleiding brengen om hier conclusies uit te trekken maar schijnbaar werkt een magnetic loop antenne wel wat beter dan wat men hierover her en der kan lezen.



Foto 8: Een verticale BB7V en een draadantenne G5RV
Photo 8 : Une antenne verticale BB7V et une antenne filaire G5RV

73's

ON3DAG Dirk, dag.decoaster@skynet.be
ON7GT Jean-Marie, devriendtjm@gmail.com

Pour cela, ON3DAG a émis le même après-midi entre 15 et 16h avec le même émetteur Kenwood TS-480SAT, la même puissance d'émission de 5 W, sur la même fréquence et avec un TOS de 1:1, un signal CQ en morse sur les 3 antennes ; d'abord sur la loop, ensuite la verticale et puis la filaire.

La loop était dirigé NE comme la G5RV.

A l'aide du programme **Reverse Beacon Network** les résultats suivants furent notés :

14.040 MHz			
Loop	HA6PX	SALGOTARIN Hongarije	1243 km
	DF2JP	MEERSBUSCH Duitsland	241 km
	SK3W	KNIVSTA Zweden	1345 km
	HB9BXE	ADLIGENWIL Zwitserland	575 km
	DK9IP	KARLSRUHE Duitsland	439 km
	OH6BG	VAASA Finland	1745 km
	SE5E	VALLINGBY Zweden	1327 km
BB7V	DQ8Z	NEUSTADT Duitsland	420 km
	DJ9IE	UNNA Duitsland	329 km
	F5RRS	SAINT PIERRE EN FAUCIGNY Frankrijk	591 km
G5RV	WZ7I	UPIPERVILLE USA	5900 km
	DL1RNN	WOLFSBURG Duitsland	557 km
	HB9DCO	BOTTMINGEN Zwitserland	498 km
	DQ8Z	NEUSTADT Duitsland	420 km
	DF2JP	MEERSBUSCH Duitsland	248 km
7.020 MHz			
Loop	GW8IZR	WESTHOUGHTON Engeland	578 km
BB7V	nihil		
G5RV	GW8IZR	WESTHOUGHTON Engeland	578 km

Ceci sont les données enregistrées objectivement par le Reverse Beacon Network.

Nous résistons bien entendu à la tentation de tirer des conclusions de cet exercice mais, apparemment, une antenne loop magnétique semble bien meilleure que ce qu'on peut en lire à son sujet.

ON3DAG Dirk : dag.decoaster@skynet.be
ON7GT Jean-Marie : devriendtjm@gmail.com