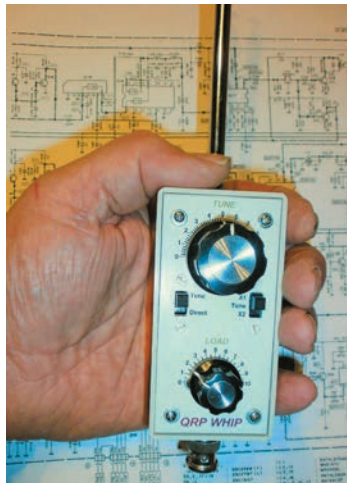


# Een miniatuur QRP antenne Une antenne QRP miniature

door/par ON5FM – vertaling/traduit par ON5EX & ON5UK

Je kent ongetwijfeld de beruchte 'Miracle Whip', een telescopische antenne met aan zijn basis een regelbare ferriet HF-transformator. De trafo wordt afgeregeld voor de laagst mogelijke SWR. Kwatongen beweren dat het een 'mirakel' is als men erin slaagt om met deze antenne iets te doen. Dat hoeft niet per se het geval te zijn, maar metingen wijzen uit dat de verliezen ten opzichte van een kwartgolf verticaal oplopen tot 30 dB, en tot 10 dB wanneer een radiaal als tegengewicht wordt toegevoegd.

We beschrijven hier een gelijkaardige, eenvoudige, zelf te maken antenne met SWR 1:1 van 80 tot 10m en hetzelfde rendement als een mobiele antenne. Het enige nadeel is dat een regelbare condensator met twee gelijke segmenten nodig is.



Vous connaissez sans doute la fameuse Miracle Whip. C'est une antenne télescopique munie, à sa base, d'un transformateur HF variable, en ferrite. On le règle pour obtenir le ROS le plus bas possible. Les mauvaises langues disent que c'est un "miracle" si on arrive à faire quelque chose avec ça et pourtant, on y arrive. Néanmoins des mesures ont montré que les pertes atteignent 30dB par rapport à une verticale quart d'onde et diminue à 10dB si on lui ajoute une radiale ou un contrepois.

Nous vous proposons une antenne similaire, qui couvre du 80 au 10m, vous donne un ROS de 1:1 sur tout ce spectre, a un rendement équivalent à une antenne mobile et est très simple à réaliser. Seul inconvénient: il faut se procurer des CV double cage et ces cages doivent avoir la même valeur.

## Oorsprong

Tijdens het op punt stellen van de 'Wide Range Z-Match' ([http://www.uba.be/sites/default/files/uploads/tech/cqqs00607\\_on5fm\\_zmatch.pdf](http://www.uba.be/sites/default/files/uploads/tech/cqqs00607_on5fm_zmatch.pdf)) werd, speciaal voor de OM's die geen long wire of dipool kunnen spannen, of voor de luisterstations, geëxperimenteerd met telescopische antennes. De resultaten waren veelbeduidend. Er werden verschillende aanpassingen voor een miniaturantenne beproefd, waaronder meerdere versies van de Miracle Whip. Uit de vergelijking kwam een subminiatur T-koppelaar als beste resultaat naar voor. Hiervoor zijn echter twee regelbare condensatoren, een schakelaar met 12 standen en een spoel met 11 aftakkingen nodig.

## Werking en schema

Het werkingsprincipe is dit van de Z-match, maar gewijzigd, vereenvoudigd en aangepast voor onze toepassing. Hij bevat een ijzerpoederringkern van het type T68-2 of T68-6, bruikbaar tot ongeveer 20 W. Voor gebruik met een FT-817 of andere 5 W TX voldoet een T50 ringkern, voor 50 W een T80-2 of -6 en voor 100 W een T106. 'Polyvaricon' type condensatoren zijn bruikbaar tot 25 W. Tot 50 W zijn miniatur luchtcondensatoren prima en voor 100 W de grotere draaicondensatoren uit oude buizenradio's.

De meeste detailgegevens zijn terug te vinden in het schema.

L1, C2a en C2b (een dubbele Cv) vormen een complexe afgestemde kring. De afstemcondensatoren worden gecombineerd met een gedeelte van de spoel (C2b) en met de volledige spoel (C2a). C2b stemt af van 10 tot 30m, C2a van 30 tot 80m.

C1 is de koppelcondensator met de TX, regelbaar om de SWR naar 1:1 te brengen.

De antenne is verbonden met de top van de afgestemde kring.

C1 is identiek met C2, maar de beide segmenten zijn met elkaar verbonden. Het is de 'LOAD' condensator, bedoeld om de SWR bij te regelen. C2 is de 'TUNE' condensator, bedoeld om de kring af te stemmen.

Men kan het schema uitbreiden met een aantal nuttige zaken. Zie hiervoor het tweede schema.

## La genèse

Lorsque nous avons mis au point le Wide Range Z-Match: [http://www.uba.be/sites/default/files/uploads/tech/cqqs00607\\_on5fm\\_zmatch.pdf](http://www.uba.be/sites/default/files/uploads/tech/cqqs00607_on5fm_zmatch.pdf), nous avons expérimenté une possibilité d'utiliser une antenne télescopique pour ceux qui ne pouvaient déployer un long fil ou un dipôle là où ils se trouvaient ou, tout simplement, faire de l'écoute. L'essai a été très concluant. Nous avons testé d'autres types d'accord d'antenne miniature, dont plusieurs versions de la Miracle Whip et nous avons, ainsi, pu comparer. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec un coupleur en T subminiature. Néanmoins, cela implique d'avoir deux CV, un commutateur à 12 positions et un bobinage à 11 prises assez difficile à réaliser.

## Le principe et le schéma

C'est celui du Z-match. Il a été modifié, simplifié et adapté à notre usage. Il utilise un simple tore en poudre de fer type T68-2 ou T68-6 qui sera valable jusque +/- 20 W. Néanmoins, pour un FT-817 ou tout autre TX de 5W, un T50 peut convenir. Et pour 50W, un T80-2 ou -6 sera suffisant. Pour 100W, il faudra un T106. Les CV miniature type "polyvaricon" conviennent jusque 25W mais cela dépend de la fabrication et plus spécialement, de l'épaisseur du film diélectrique (les feuilles de plastique entre les lames). Jusque 50W, les CV miniatures sur air seront parfait et pour 100W, ce seront les CV grand modèle des anciens BCR à lampes.

La majorité des détails sont donnés sur le schéma.

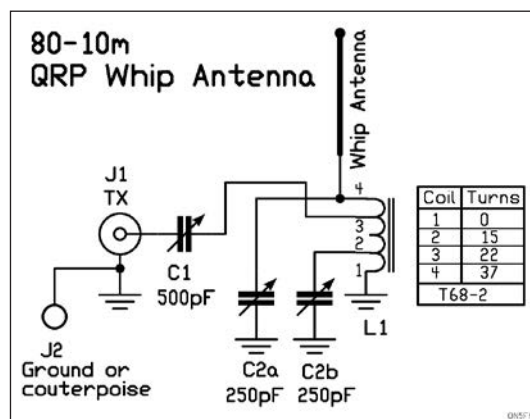
Nous avons un circuit accordé complexe composé de L1, C2a et C2b (un CV double cage). Ces CV sont les condensateurs d'accord qui tunent une partie de la self pour C2b et toute la self pour C2a. C2b accorde de 10 à 30m et C2a, de 30 à 80m.

C1 est le condensateur de couplage au TX destiné à obtenir un ROS de 1:1.

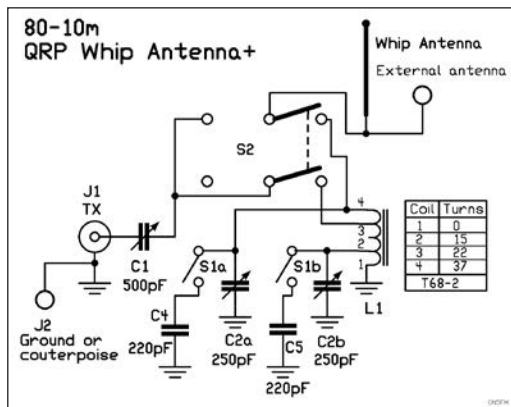
L'antenne est raccordée au sommet du circuit accordé.

C1 est le même que C2 mais les deux cages sont raccordées ensemble. Ce sera le condensateur LOAD qui règle le ROS. C2 sera le condensateur d'accord, appelé TUNE.

On peut ajouter à cela divers accessoires utiles: second schéma.



- S1a en b verdubbelen de capaciteit van C2.
- Een aansluiting 'Externe Whip' voor een veel langere uitwendige draadantenne met hogere winst. In de plaats van deze aansluiting kan de draadantenne ook met de telescopische antenne verbonden worden via een krokodillenklem. Aanbevolen is een draadlengte kleiner dan 0,2 lambda. Hetgeen op 80m toch al 16 meter betekent.
- Met S2 kan de afgestemde kring overbrugd worden, zodat enkel de LOAD condensator werkt. Het voordeel hiervan is dat op VHF de telescopische antenne niet met grote nauwkeurigheid moet uitgeschoven worden. Het volstaat om een aantal segmenten uit te schuiven tot meer dan een kwartgolf-lengte. Verder gebeurt de afstemming dan met C1, die de antenne elektrisch verkort. Voor 6m heeft men 1,8 tot 2 m nodig, voor 2m ongeveer 60 cm. 70cm wordt afgeraden wegens de hoge verliezen in de schakeling. N.B. men kan ook draad gebruiken met een lengte van een oneven aantal kwartgolven.



- S1a et b qui double la capacité de C2.
- Une prise "external whip" qui permet de raccorder un fil externe beaucoup plus long et, ainsi, d'avoir plus de gain. On peut se passer de cette prise si le fil est raccordé à l'antenne télescopique via une pince crocodile. On conseille un fil d'une longueur inférieure à 0,2 lambda. Ça nous fait quand même 16 m sur 80m!
- S2 permet de by-passer le circuit d'accord tout en conservant C1 (condensateur de Loading). Avantage: en VHF, vous ne devez plus déployer votre antenne télescopique avec une grande précision; juste le nombre d'éléments permettant de dépasser 1/4 d'onde. On accorde alors l'antenne avec C1 qui réduit électriquement sa

taille. Pour le 6m, il faut 1,8 à 2 m, pour le 2m, ce sera 60 cm environ et pour le 70cm, on vous le déconseille car les pertes dans le circuit risquent d'être excessives. Attention: on peut utiliser un fil présentant un nombre impair de 1/4 d'ondes.

### Construction

Elle est assez simple car elle ne nécessite pas réellement de circuit imprimé. Nous avons réalisé 4 prototypes qui fonctionnent tous à merveille. Vous êtes donc assurés de la reproductibilité de ce montage.

Nous partons d'un petit boîtier en plastique de chez Velleman. Le modèle G1068 n'est pas cher mais de bonne qualité et facile à travailler. C'est celui que nous avons utilisé dans les proto 1, 3 et 4.

<http://www.velleman.eu/products/view/?id=7321>

Il est conseillé d'avoir une face avant en métal pour éviter l'effet de main qui peut être très sensible. Pour notre part, nous avons remplacé le capot en plastique par un couvercle simple en circuit imprimé dont le cuivre est à l'intérieur pour servir de plan de masse.

L'antenne télescopique sera récupérée sur une vieille TV portable (de 1,10 à 1,50m), sur un gros walkie-talkie CB (en général 1.25m) ou, si vous avez de la chance, une ancienne antenne télescopique Tandy de 1,80m.

### La self

On peut utiliser des tores différents du T68-2. Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des bobinages à réaliser pour des tores différents. Vous pourrez ainsi la réaliser selon les tores dont vous disposez et selon la puissance à y développer.

Tous n'ont pas été essayés, évidemment mais les calculs sont exacts.

Les rapports des enroulements sont 2/5 pour 1-2, 1/5 pour 2-3 et 2/5 pour 3-4.

### Avantages et inconvénients des antennes

- Antenne TV: belle longueur mais assez longue encore lorsque repliée. Diamètre moyen. Elle peut rentrer dans un boîtier G1068 si les CV ne sont pas trop épais.
- Antenne CB: longueur raisonnable et petite lorsque repliée mais gros diamètre. Elle ne rentrera pas dans un boîtier G1068, il faudra le boîtier Velleman WCAH2853 qui est plus volumineux: <http://www.velleman.eu/products/view/?id=17839>.
- Antenne Tandy: très longue (1,80 m), très efficace, très fine (7 mm) mais aussi très longue repliée et plus fragile.

Pour notre dernier proto, nous avons trouvé une antenne TV de 1,10 m et d'un diamètre de 8 mm seulement. En cas de besoin, on y ajoutera un fil accroché à une tenture, un arbre ou tout autre support (comme une canne à pêche) pour l'allonger.

### Bouw

De bouw is vrij eenvoudig omdat een gedrukte schakeling niet echt nodig is. We hebben vier perfect werkende prototypes gebouwd. De nabouwbaarheid is dus verzekerd.

We vertrokken van een kleine, plastieken Velleman behuizing. Het model G1068 is niet duur, van goede kwaliteit en gemakkelijk te bewerken. Deze behuizing werd toegepast voor de prototypes 1, 3 en 4. <http://www.velleman.eu/products/view/?id=7321>

Om handeffect te voorkomen, is een metalen voorpaneel wenselijk. We hebben het plastic deksel vervangen door copperclad, met de koperzijde aan de binnenkant als massavlak.

De telescopische antenne is afkomstig van een oude draagbare TV (1,10 tot 1,50 m), van een grote CB walkie-talkie (meestal 1,25 m) of, als je geluk hebt, een oude Tandy telescopische antenne van 1,80 m.

### De spoel

De ringkern hoeft geen T68-2 te zijn. In de bijgaande tabel staan de wikkelkenmerken voor verschillende soorten ringkernen, zodat je een ringkern kan kiezen volgens beschikbaarheid en vermogen. Ze werden uiteraard niet allemaal getest, maar de berekende waarden zijn juist.

De wikkelverhoudingen zijn 2/5 voor 1-2, 1/5 voor 2-3 en 2/5 voor 3-4.

### Voordelen en nadelen van de telescopische antennes

- tv-antenne: flink lang, maar ingeschoven nog tamelijk lang. Gemiddelde diameter. De antenne past in een G1068 behuizing mits de draaicondensatoren niet te ruim uitvallen.
- CB-antenne: redelijk lang, ingeschoven kort, maar met een grote diameter. Past niet in een G1068 behuizing, wel in de grotere Velleman WCAH2853 (<http://www.velleman.eu/products/view/?id=17839>).
- Tandy-antenne: lang (1,80 m), doeltreffend, kleine diameter (7 mm), maar ingeschoven vrij lang, en kwetsbaar.

Voor het laatste prototype vonden we een tv-antenne van 1,10 m met een diameter van slechts 8 mm. Indien nodig, zullen we ze verlengen met een stuk draad, bevestigd aan een gordijnrail, boom of andere constructie (bijvoorbeeld een hengel).

Toroid	Mix	Tabs/turns		
		2	3	4
T50	2	16	24	40
	6	18	27	44
T68	2	15	22	37
	6	17	25	41
T80	2	16	23	38
	6	17	25	42
T106	2	10	15	24
	6	11	16	26
T130	2	11	16	27
	6	12	17	29
T200	2	10	15	25

Er werden drie uitgangsmogelijkheden bekeken. Als eerste een SO239 aan de voorzijde, zoals bij de Miracle Whip. Weinig praktisch voor een FT-817, die dan niet gekanteld opgesteld kan worden om de leesbaarheid te verbeteren.

Tweede mogelijkheid: de SO239 aan de benedenzijde, met een 90° koppelstuk. Hierdoor kan de antenne bijvoorbeeld op een magneetvoet geplaatst worden.

Als derde optie werd de SO239 op de benedenzijde vervangen door een BNC-connector, zodat de antenne op de BNC vooraan de FT-817 wordt aangesloten, of op de SO239 achteraan het toestel via een koppelstuk en een hoekstuk. Dit is de meest praktische oplossing, maar men moet een mannelijk BNC chassisdeel vinden.

## Gebruik

Een tegengewicht of een kwartgolfradiaal verbeteren het rendement in aanzienlijke mate: 15 tot 20 dB winst!

De bediening is eenvoudig. Met de TX in SSB en C1 (LOAD) in zijn middenpositie, regel je C2 (TUNE) voor maximum ruis. De instelling is scherp. Vervolgens met C1 de ontvangst verbeteren en met C2 bijstellen.

Het systeem bevat geen SWR-meter, zodat je de SWR-meter van de zender moet gebruiken of een externe SWR-brug tussenschakelen. Ga in CW, AM, FM of FSK over naar zenden. De SWR zal al tamelijk laag zijn, misschien meteen 1:1! Herneem de afregeling zoals voor ontvangst, maar nu voor minimum SWR. C2 regelt scherp, C1 tamelijk breed.

Kan je moeilijk 1:1 SWR bekomen, laat dan C2 (TUNE) in de laagste SWR-stand staan en regel C1 (LOAD) bij voor minimum SWR. Je keert dus de volgorde van de afregeling om.

Noteer de instellingen voor later gebruik.

In de meeste gevallen zal je TUNE moeten bijstellen wanneer de frequentie binnen de band wijzigt. Je hoeft de SWR niet opnieuw te checken. Het afstemmen op het gehoor volstaat.

Zonder volledig uitgetrokken antenne (wanneer die bv. de zoldering zou raken) blijft de LOAD instelling meestal gelijk, maar wijkt de TUNE stand lichtjes af.

Zodra TUNE in de juist afstemstand komt, hoor je de stations letterlijk uit de luidspreker springen! Deze antenne verbetert de ontvangst door het verminderen van intermodulatie en een betere onderdrukking van de spiegelfrequentie en het middenfrequent. Vooral bij wat oudere ontvangers is dit merkbaar.

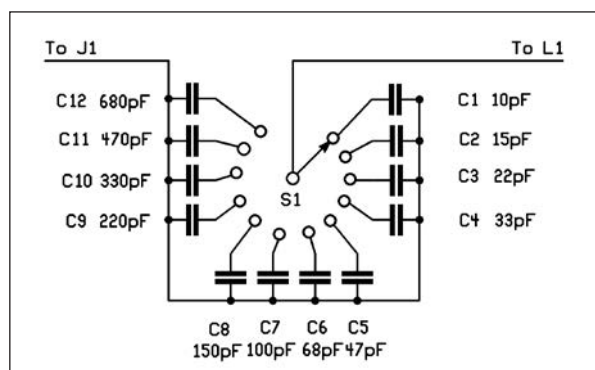
## De antenne voor ontvangst

Als de antenne enkel voor ontvangst bedoeld is, kan je C1 (LOAD) vervangen door een 12-standenschakelaar en een set keramische condensatoren, zoals in het tweede schema wordt afgebeeld. De aftakking op L1 wordt verbonden met de loper van de schakelaar. De gemeenschappelijke verbinding tussen de condensatoren ligt aan de uitgang J1.

We hebben het niet getest, maar alles wijst erop dat een aanvaardbare SWR kan bekomen worden op vele banden. Deze veronderstelling leiden we af uit de brede instelmarges voor de stand van C1 (LOAD).

## De afbeeldingen

De afbeeldingen vertellen alles. Laat je erdoor inspireren.



Nous avons testé trois possibilités de sortie. La première: une so239 fixée sur la face avant, comme la Miracle Whip. Pas pratique sur un FT-817 car on ne sait pas l'incliner pour le rendre plus lisible.

Pour la seconde, nous avons mis cette SO239 en dessous du boîtier et nous la raccordons via un coude standard à 90°. Avec ce système, on peut la monter sur une base magnétique, par exemple.

La troisième a la même disposition mais avec une BNC afin de pouvoir être placée sur la BNC de la face avant du FT-817 OU sur la SO239 de la face arrière via un adaptateur BNC-PL259 et un coude. C'est la solution la plus pratique. Néanmoins, il faudra trouver une BNC mâle de châssis.

## Utilisation

Un contrepoids ou une radiale 1/4 d'onde améliore fortement le rendement: gain de 15 à 20dB!

Il n'y a pas grand chose à faire. Le TX étant en SSB, on positionne C1 (LOAD) au centre et on cherche le maximum de souffle avec C2 (TUNE). C'est très précis et souvent pointu. Puis on essaye d'améliorer la réception en réglant C1 et en retouchant C2.

Comme il n'y a pas de ROS-mètre sur l'antenne, il faudra utiliser celui du TX ou en intercaler un provisoirement puis le retirer. Ensuite, on commute en CW, en AM, en FM ou en FSK et on passe en émission. Le ROS sera déjà assez bas, voir déjà de 1:1! Procédez comme en réception mais pour le minimum de ROS. C'est très facile et ça va vite. Le réglage de C2 est très précis alors que celui de C1 est assez flou.

Si vous n'arrivez pas à avoir rapidement un ROS de 1:1, laissez C2 (Tune) au minimum de ROS obtenu et réglez C1 (LOAD) pour une ROS minimum. En fait, vous inverserez les réglages.

Notez vos réglages pour un usage futur.

Dans la plupart des cas, il faudra retoucher TUNE pour réobtenir un bon accord en se déplaçant sur la bande. Il ne sera pas nécessaire de vérifier le ROS: ce qui aura été fait à l'oreille sera suffisant.

Si vous ne déployez pas complètement l'antenne (si elle touche le plafond), le réglage de LOAD devrait rester en général le même mais le réglage de TUNE sera légèrement différent.

A noter la brusque et presque violente apparition du bruit de la bande lorsque TUNE passe sur l'accord. Les stations bondissent littéralement du haut-parleur! Cette antenne améliore la réception en diminuant la transmodulation et en améliorant la réjection de la fréquence image et de la moyenne fréquence sur les vieux récepteurs où cela sera vraiment très audible!

## Antenne utilisée en réception

Si l'antenne est destinée à la réception uniquement (quoique...), on peut remplacer C1 (LOAD) par un commutateur à 12 positions et une batterie de condensateurs céramique comme sur le schéma ci-dessus. La prise sur L1 viendra au curseur du commutateur.

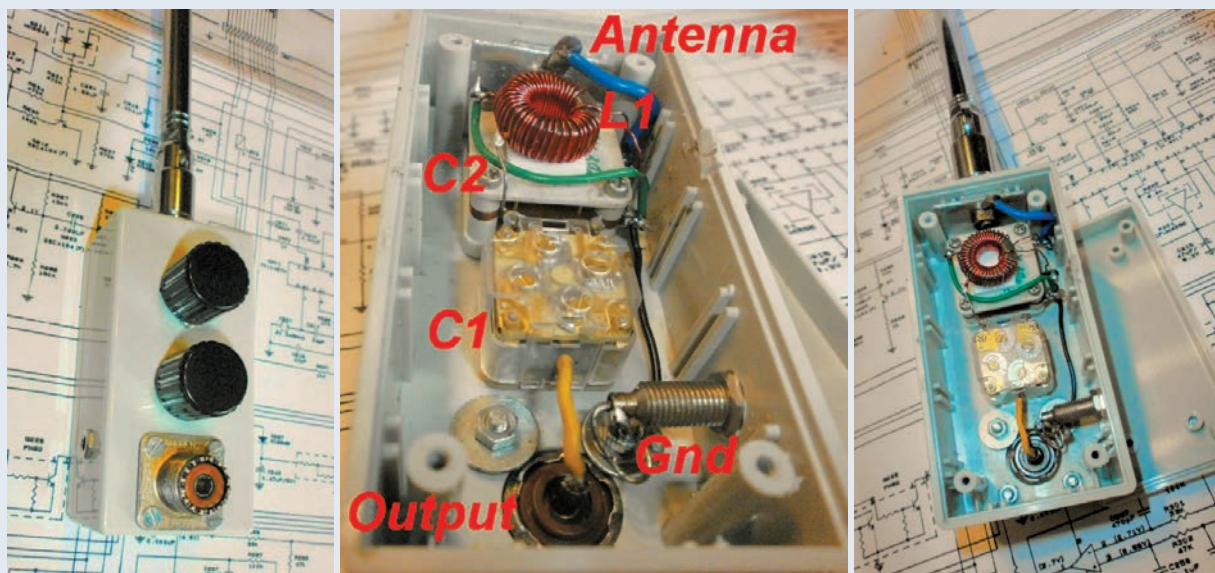
Le fil commun des condensateurs ira à la prise de sortie J1.

Il sera quand même possible d'obtenir un ROS acceptable sur beaucoup de bandes mais nous n'avons pas fait l'essai. Cette déduction est basée sur les tolérances dans la position de C1 (LOAD) qui est souvent très large.

## Les photos

C'est ici que vous allez prendre un maximum d'idées.

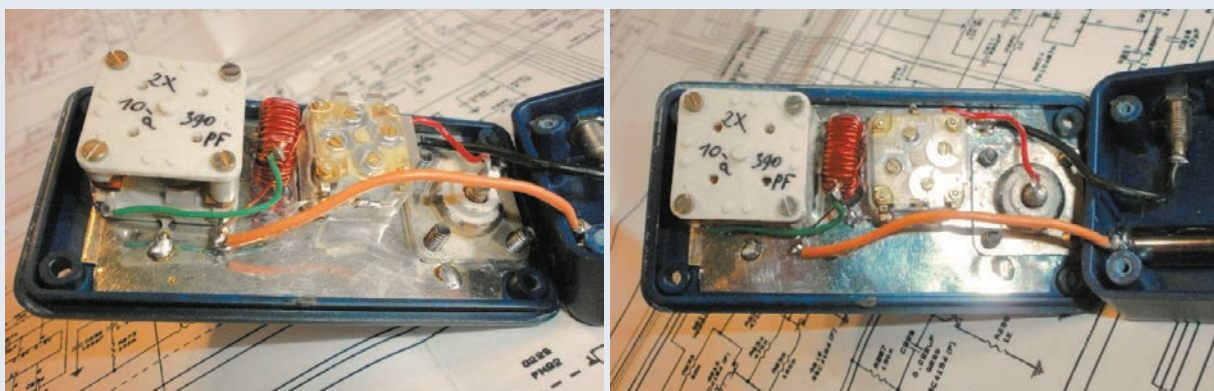
## Prototype 1 / Le premier prototype



Links: vooraanzicht zonder opdruk. In het midden: basisonwerp. Rechts: meer details.

A gauche: face avant simple, sans marquage. Au centre: ce qui doit servir de base pour votre construction et d'autres détails à droite. Il n'y a pas de plan de masse sur celui-ci.

## Prototype 2 / Le second prototype



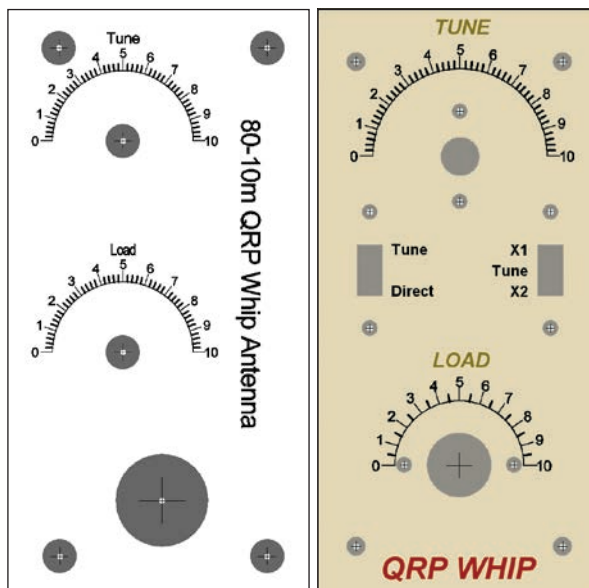
Prototype 2, ingebouwd in een oude behuizing die gelijkenis vertoont met de Velleman WCAH2855 behuizing. Aan de achterzijde van het deksel: plaat in blik voor de afscherming.

Il a été réalisé dans un ancien boîtier qui n'est plus commercialisé et correspondant +/- au boîtier Velleman WCAH2855. Il comporte une tôle en fer-blanc à l'arrière du couvercle pour le blindage.

## De boorsjablonen

Ziehier de opdruk van de voorzijde, in principe op schaal 1:1. Druk ze af in twee exemplaren. Het eerste exemplaar dient als sjabloon voor de boorgaten. Kleef dit exemplaar met een wateroplosbare lijm op de gedrukte schakeling. Na het boren wordt dit verwijderd.

Het tweede exemplaar wordt op zijn beurt op de gedrukte schakeling gekleefd, goed passend over de boorgaten. Daarover komt dan doorzichtige zelfklevende plastic zoals gebruikt voor het kaften van boeken, met 8 tot 10 mm boorden die achteraf worden afgesneden. Het voorpaneel valt 2 mm diep in de behuizing, waardoor de randen beschermd zijn.



## Les gabarits de perçage

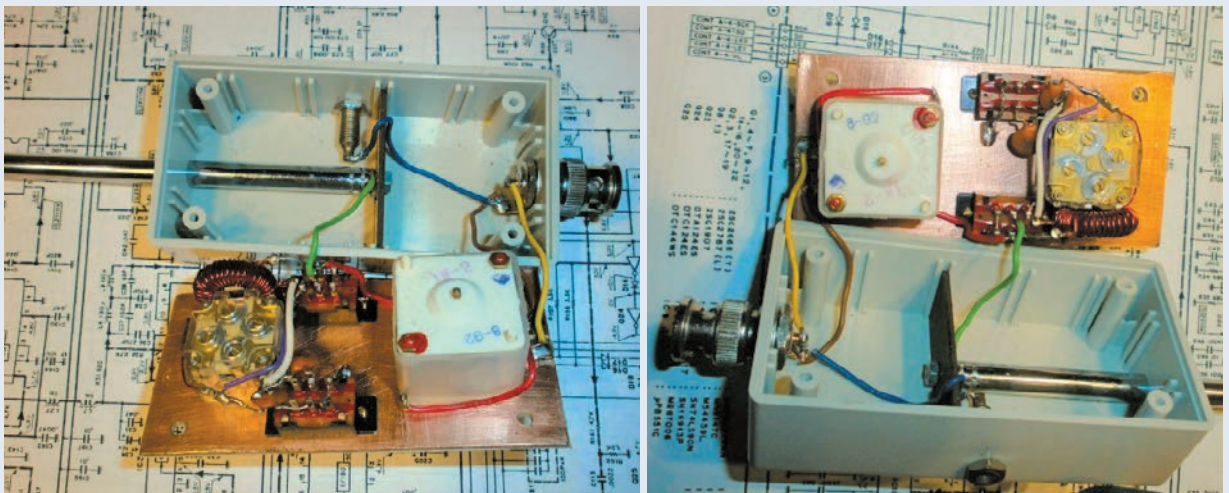
Voici la décoration des faces avant. En principe ce sera à l'échelle 1. Imprimez-en deux exemplaires. Le premier servira de gabarit de perçage. Vous le collerez sur le circuit imprimé avec une colle-tout soluble à l'eau puis vous l'enlèverez après perçage des trous.

Sur le dernier projet, la feuille définitive a été collée à son tour sur le circuit imprimé en alignant bien les trous et une feuille de plastique transparent auto-collant qui sert à recouvrir les livres a été posée avec des bords de 8 à 10 mm qui ont été rabattus ensuite. Cette face avant entre de 2 mm dans le boîtier; les bords sont ainsi protégés des coups.



*Zelfde constructie als bij het voorgaande prototype. Hier is de voorzijde uitgevoerd in printplaat, met de koperzijde naar binnen. De lay-out wordt afgedrukt op papier, geplastificeerd en op de printplaat gekleefd met dubbelzijdige kleeftape. Il est conçu comme le précédent. Ici, la face avant est réalisée en circuit imprimé, cuivre à l'intérieur. Le décor est imprimé sur du papier qui est ensuite plastifié et collé sur le circuit imprimé avec de l'autocollant double face.*

### Definitieve uitvoering (misschien...) / Réalisation finale (pas certain...)



*Zie ook de eerste foto bij het artikel. Door de grootte van de CV LOAD (van Russische makelij) moest de plaatsing van de onderdelen op de millimeter na berekend worden. De steunplaat voor de antenne is een rechthoekig stuk printplaat. La photo du projet est présentée en début d'article. Il a fallu dessiner l'emplacement des composants avec une précision au millimètre car le CV LOAD est gros (fabrication URSS). La plaque support d'antenne est un morceau de circuit imprimé où a été dégagé un rectangle de cuivre pour le contact avec la base de l'antenne.*

**Opgelet:** onder elke vijs steeds een rondje plaatsen om het plastic niet te beschadigen.

De beschreven antenne is in voldoende exemplaren uitgevoerd en getest om als 'betrouwbaar' te worden bestempeld. Het spreekt vanzelf dat zij niet kan wedijveren met een beam 30 m hoog, noch miraculeus presteert op DX-gebied (dat zou pas een mirakel zijn), maar je zal toch versteld staan! Een stuk draad met voldoende lengte op de plaats van de antenne zal altijd beter presteren, maar hetgeen we beoogden was een polyvalente antenne met kleine afmetingen die je ook op het vliegtuig kan meenemen op weg naar je vakantiebestemming.

In de komende CQ-QSO, zullen we praktische en handige accessoires voor deze antenne presenteren.

Voor opmerkingen of bijkomende info: [on5fm@uba.be](mailto:on5fm@uba.be)

Goede DX toegewenst en breng ons op de hoogte van uw ervaringen.

Guy MARCHAL ON5FM

**Attention:** Toujours intercaler une rondelle sous les vis sinon le plastique vrillera!

Cette antenne a été réalisée à suffisamment d'exemplaires que pour être considérée comme fiable. Bien entendu, elle ne rivalisera pas avec un beam à 30 m de haut et ne fera pas de miracles en DX (ou alors, c'en sera vraiment un, HI) mais vous serez surpris! Néanmoins, un fil de longueur adéquate à la place de l'antenne télescopique améliorera fortement les choses. Nous avons voulu que cette antenne soit polyvalente et de faible encombrement pour les voyages en avion.

Dans le prochain CQ-QSO, nous présenterons des accessoires pratiques et utiles pour cette antenne.

Pour tout renseignement, remarque ou info: [on5fm@uba.be](mailto:on5fm@uba.be)

Bon DX et tenez-nous au courant de vos exploits!

Guy MARCHAL ON5FM