

Over de MiniWhip en de CMMA

rev 2 - 26 aug 2024

We gaan het hebben over twee bijzondere antenneconcepten, die op het eerste gezicht niets met elkaar te maken lijken te hebben, maar bij nadere inspectie verrassend verwant blijken te zijn, en zelfs vrijwel hetzelfde elektrische vervangschema hebben.

In 2017 publiceerde ondergetekende, Hans van Bruggen (PA3AZA), eigenaar van ElegAnt Solutions Antenna & RF Design, in het blad High Frequency Electronics ([link*](#)) een nieuw concept voor een elektrisch korte monopoolantenne met interne matching, de **HighAnt© 'Compact Matched Monopole Antenna'**, afgekort **CMMA**. Uiterlijk lijkt deze antenne op de klassieke monopool met topload, maar dan met twee platen i.p.v. één (zie Fig. 1).

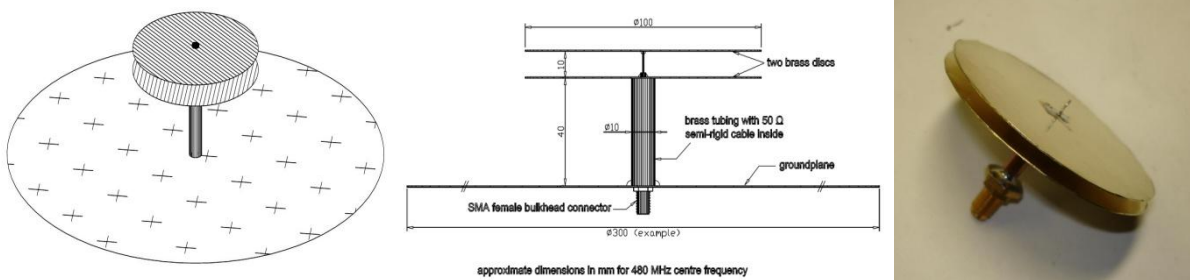


Fig. 1 Voorbeeld van een HighAnt© CMMA, voor 480 MHz.

Tien jaar eerder introduceerde Roelof Bakker (PA0RDT) een nieuw concept voor een actieve antenne voor ontvangst in de LG-MG-KG-banden: de **'MiniWhip'**. Eigenlijk is de MiniWhip geen antenne, maar slechts de 'aankoppeling' op een monopool-antenne die wordt gevormd door de mantel van de coaxkabel waarmee de MiniWhip wordt aangesloten op de ontvanger. De MiniWhip bestaat simpelweg uit een klein geleidend vlakje, waarvan de RF-spanning wordt 'gesenst' en via de coaxkabel doorgegeven naar de ontvanger (zie Fig. 2).

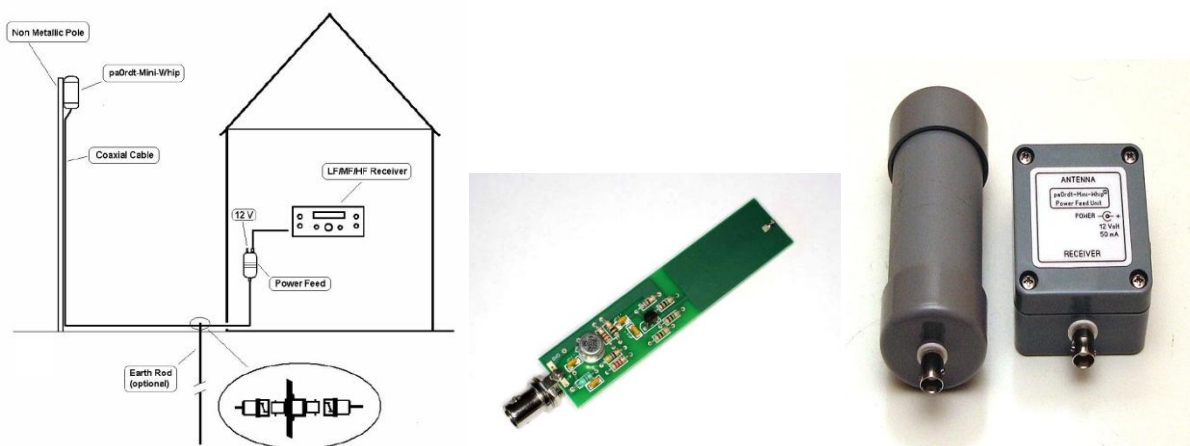


Fig. 2 Basisidee en voorbeeld van de PA0RDT MiniWhip.

Interessant genoeg blijken nu de monopool-met-MiniWhip (kortweg: MiniWhip) en de CMMA verwant te zijn. In dit artikel bespreken we de overeenkomsten en verschillen tussen de twee en proberen we enkele misverstanden over de terecht populaire MiniWhip weg te nemen. Disclaimer vooraf: de auteur heeft zelf geen praktische ervaring met de MiniWhip!

In principe hebben we het bij de MiniWhip en de CMMA over verticaal gepolariseerde antennes boven een aardvlak. Het is om te beginnen belangrijk het misverstand weg te nemen dat het vlakje van de MiniWhip de antenne is. Dat vlakje is niets anders dan een enkele condensatorplaat, die capacitief koppelt met de feitelijke antenne ónder de MiniWhip. De RF-spanning van het vlakje wordt 'gesenst' en naar de ontvanger gestuurd.

De belangrijkste overeenkomst tussen MiniWhip en CMMA is, dat de coaxiale voedingslijn niet alleen dient voor doorgifte van het RF-sigitaal. De *buitenmantel* (de afscherming) ervan fungeert namelijk, vanaf een zeker aardpunt onderaan, tot bovenaan bij het uiteinde van de coax, als monopoolantenne (de 'straler' of 'radiator'). Ook de straler van de CMMA, het verticale deel onder de platen, is een coaxiale leiding ook al zie je het niet.

Een belangrijk verschil tussen de twee is echter, dat de *actieve* MiniWhip alleen bedoeld en geschikt is voor ontvangst, terwijl de *passieve* CMMA geschikt is voor zowel zenden als ontvangen. Daarbij is de MiniWhip-configuratie *breedbandig* en *ongematcht*, en de CMMA juist *smalbandig* (resonant) en *gematcht*.

De CMMA en MiniWhip worden *niet* zoals bij een monopool te doen gebruikelijk aan de voet gevoed, maar - via de coaxiale voedingslijn - aan de top, en wel door middel van het aanleggen van een capacitieve tap op de RF-spanning over de lengte van de mantel van de coax, de straler. Als we het actieve deel van de MiniWhip even vergeten, wordt het elektrische vervangingscircuit geldig voor beide antennes getoond in Fig. 3.

Simplified equivalent circuit of CMMA and also MiniWhip

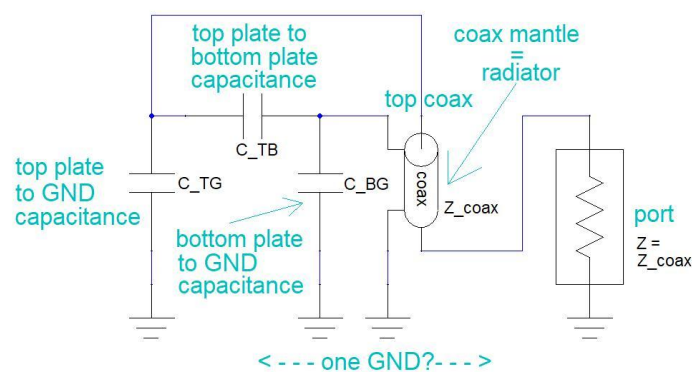


Fig. 3 Vereenvoudigd vervangingscircuit voor zowel CMMA als MiniWhip.

De opmerking “One GND?” met een vraagteken, onderaan in Fig. 3, slaat op de belangrijke vraag wat bij deze antennes nu eigenlijk ‘antenne-aarde’ (GND) is. Is het, zoals bijvoorbeeld bij een CMMA voor VHF en hogere frequenties meestal een goed gedefinieerd geleidend grondvlak, of zoals in veel gevallen bij de MiniWhip juist de onduidelijke, minder goed geleidende ‘echte’ aarde, al dan niet met aardpin? We komen hier nog op terug.

In het geval van de CMMA wordt de capacitieve tap gevormd met behulp van twee parallelle condensatorplaten, aangesloten over het feitelijke voedingspunt aan de top van de coaxiaal uitgevoerde straler. Door de aldus gevormde ‘topload’ kan de CMMA korter en compacter zijn dan de standaard kwartgolf monopool. De platen hoeven niet even groot te zijn. Fig. 4 toont het RF-model voor de CMMA met waarden voor de 480 MHz-versie uit Fig. 1.

RF-model of CMMA

(approx. values for $f = 480$ MHz and $L_{\text{coax-to-GND}} = 40$ mm)

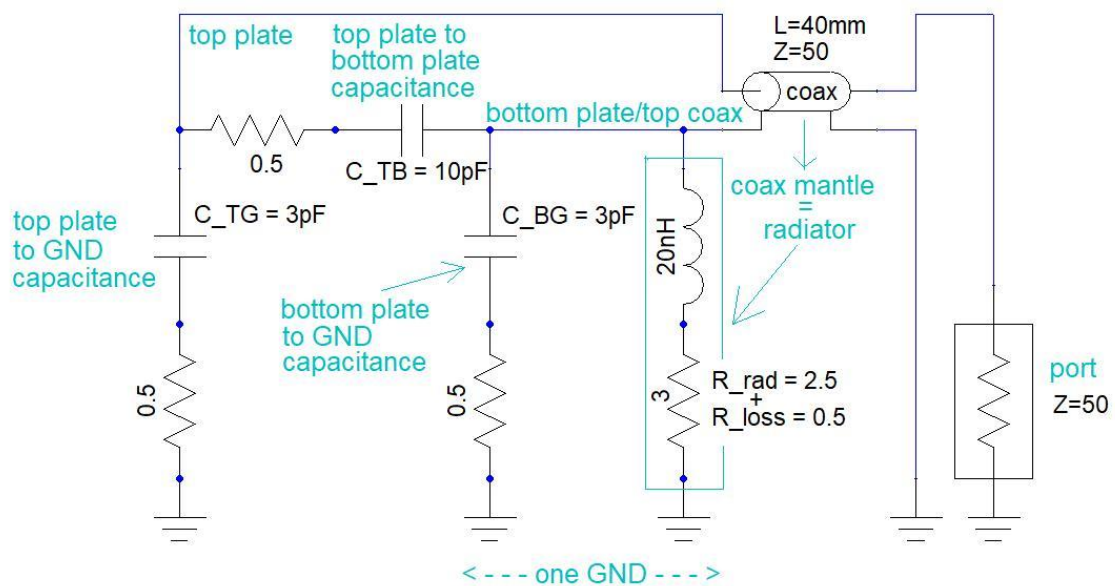


Fig. 4 RF-model voor de CMMA uit Fig. 1.

De platen, hun afmetingen en afstand, kunnen bij een zekere gekozen stralerlengte zo worden gedimensioneerd, dat een 50 Ohm impedantie ontstaat van zowel het feitelijke voedingspunt bovenaan, als het verlegde aansluitpunt onderaan de CMMA. Fig. 5 toont resultaten van matchingmetingen aan het fysieke model. De -10dB S11-bandbreedte is in dit voorbeeld 25 MHz, bij 480 MHz, wat laat zien dat de CMMA een smalbandige antenne is.

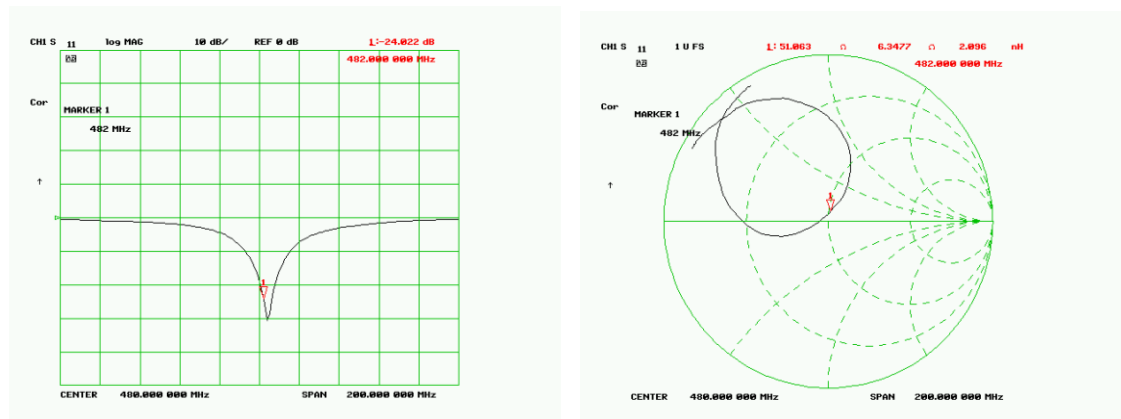


Fig. 5 Gemeten LOGMAG S11 en Smith Chart voor de CMMA uit Fig.1.

In het geval van de MiniWhip wordt de capacatieve tap gevormd met slechts één enkele plaat, een t.o.v. de golflengte zeer klein geleidend vlakje, bovenaan de top van de antenne als geheel, dat enerzijds capacitief koppelt met de top van de straler er vlak onder (zijnde het uiteinde van de mantel van de coax, tevens de massa van het actieve deel) en anderzijds met 'antenne-aarde' ergens helemaal onderaan het geheel. De twee capaciteiten naar aarde C_{TG} en C_{BG} zijn in vergelijking met de CMMA minuscuul klein, reden waarom het door capacatieve spanningsdeling opgewekte signaal op het vlakje niet belast mag worden en wordt toegevoerd aan de zeer hoogohmige ingang van een actieve impedantieconverter, die het signaal 'sens' en via de coaxverbinding naar de ontvanger doorstuurt. Fig. 6 toont het RF-model voor een MiniWhip met een stralerlengte van 2 meter, bij ontvangst op 10 MHz. De gegeven capaciteitswaarden zijn slechts schattingen.

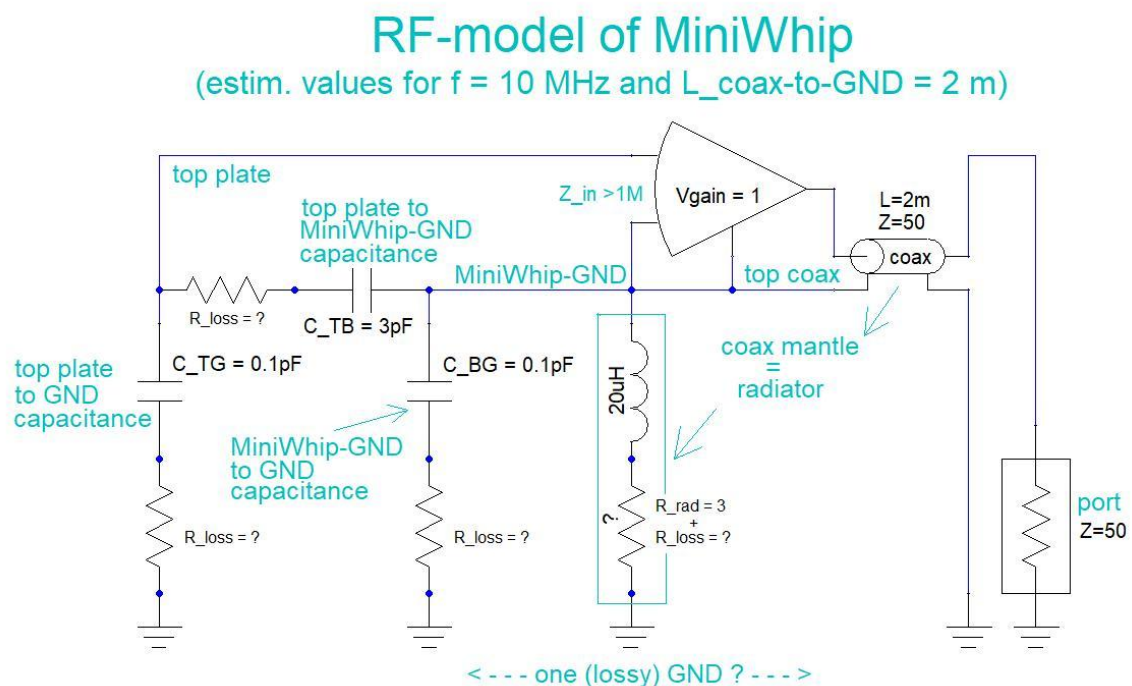


Fig. 6 RF-model voor de MiniWhip.

Opgemerkt moet worden, in het geval van de MiniWhip, dat een verhoging van de waarde van C_{TB} , de capaciteit tussen het geleidend vlakje en de top van de straler (zijnde het uiteinde van de mantel van de coax, tevens de massa van het actieve deel) de sterkte van het ontvangen signaal *verlaagt*, terwijl een verhoging van de waarde van C_{TG} , de capaciteit van het vlakje naar antenne-aarde, de signaalsterkte juist *verhoogt*.

Dit mag verklaren, waarom de signaalsterkte beter kan worden, als de top van de antenne wordt teruggebogen naar aarde en het vlakje van de MiniWhip dichterbij antenne-aarde wordt gehouden. Wat er dan gebeurt, is dat C_{TG} toeneemt en de capacitieve tap zich in gunstige zin wijzigt. Hierbij zij aangenomen, dat het stralende deel van de antenne (de mantel van de teruggebogen coax) in die situatie nog steeds signaal oppikt. Het kan ook een kwestie van een betere S/N zijn, door een 'schonere' aarde ter plaatse. Legt men de héle antenne (d.w.z. coax + MiniWhip) plat op de grond, dan zal er helemaal geen ontvangst zijn.

Ook interessant om op te merken, is dat de RF-spanning op het vlakje van de MiniWhip, dus helemaal bovenaan de antenne als geheel, net als de spanning op de bovenste condensatorplaat van de CMMA, ten opzichte van antenne-aarde niet (nog) *hoger* maar juist iets *lager* is dan de spanning aan de top van de straler er vlak onder (het uiteinde van de mantel van de coaxiale leiding bovenaan).

Als er bij de MiniWhip geen coaxkabel zou zijn die als straler kan fungeren, bijvoorbeeld als deze wordt vervangen door een alternatieve niet-elektrisch-geleidende verbinding, dan is er geen ontvangst mogelijk. In dat geval echter kan een geleidende mast, met daar bovenop de MiniWhip gemonteerd, *de massa-aansluiting verbonden met de top van de mast*, de stralerfunctie overnemen.

Is er *wel* een coaxkabel, dan zal het voor de ontvangst weinig uitmaken of die coax langs een geleidende of isolerende mast wordt geleid. Wat wel uit kan maken, is een aardpin. Hetzij onderaan een geleidende mast, of aan de coaxmantel ergens op grondniveau zoals in Fig. 2. De keuze van de plaats ervan bepaalt waar de straler ophoudt ('antenne-aarde') en kan helpen om de invloed van lokale stoorsignalen op de ontvangst te verminderen.

Vervangen van het vlakje van de MiniWhip door bijvoorbeeld een spriet zal alleen dan effect hebben (positief dan wel negatief), als de capacitieve tap op de straler daardoor op de een of andere manier wijzigt. Het komt erop neer dat voor maximaal signaal het streven is om C_{TB} te minimaliseren, en C_{TG} te maximaliseren (zie Fig. 6).

De MiniWhip en de CMMA zijn niet per se verticaal gepolariseerd. Een verbinding met de echte aarde is ook niet noodzakelijk, een flinke tegencapaciteit voldoet. Zo moet een MiniWhip ook op het balkon van een flatwoning kunnen werken, door een zo lang mogelijke

antenne te maken, met de MiniWhip bovenaan, en het geheel schuin omhoog naar buiten te steken, met een metalen balustrade of andere zo groot mogelijke tegencapaciteit *verbonden met de mantel van de coax en/of mast onderaan de antenne als 'antenne-aarde'*.

En dan het 'nabije veld' van de antennes, en de antennestromen. Simulaties geven een indruk. We moeten onderscheid maken tussen zelf opgewekte velden voor zenden (alleen CMMA) en de interactie met inkomende golven uit het 'verre veld' voor ontvangst (MiniWhip en CMMA). *We kijken naar de velden in een vlak dat de antennes verticaal doorsnijdt.*

Fig. 7 (L) toont het opgewekte veld van de CMMA uit Fig. 1, op een goedgeleidend cirkelvormig aardvlak. De veldsterkte is het hoogst aan de rand van de platen, tot wel 200 V/m (pk) bij aansturing van de antenne met 1V (pk), overeenkomend met 10 dBm in de 50 Ohm antenne (schaal 200V pk). Rechts de stromen op de antenne, tot wel 1A (pk).

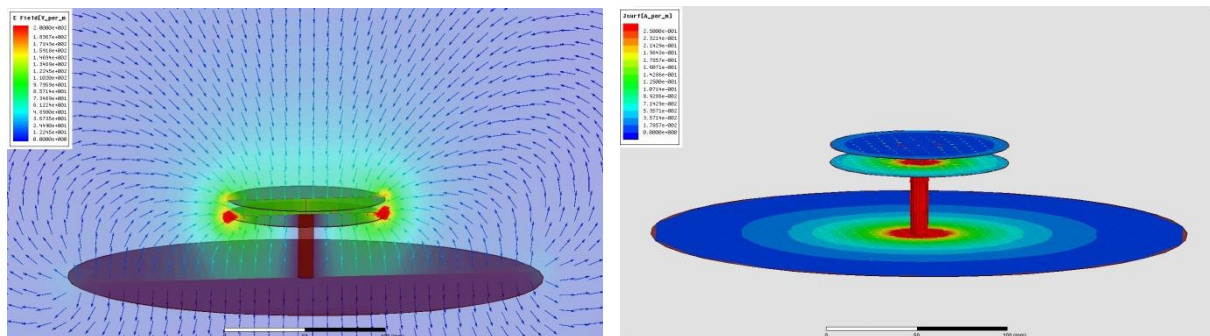


Fig. 7 (L) Opgewekt veld rond een CMMA, (R) oppervlaktestromen.

In Fig. 8 zien we de reactie van de CMMA op een zich van links naar rechts horizontaal voortplantende inkomende vlakke golf met veldsterkte 1V/m (pk), boven een oneindig groot perfect geleidend aardvlak. Links een beeld van het geïsoleerde inkomende veld (schaal 1V pk), rechts het resulterende totale veld (schaal 2.5V pk). Let op, dit zijn *momentopnames*, op het tijdstip dat de inkomende golf een maximum heeft precies bij de antenne.

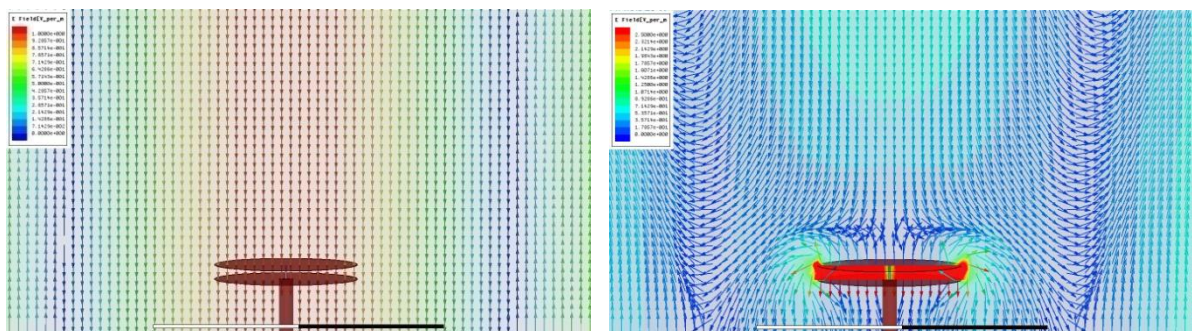


Fig. 8 (L) de geïsoleerde inkomende golf, (R) het resulterende veld rond de CMMA.

Het is lastig om iets over het beeld van het resulterende veld te zeggen, en eigenlijk moet je daarvoor ook een animatie zien over een hele periodetijd van de golf. Op de schaal van Fig. 8 (R) missen ook details, zoals de velden direct rond de straler die niet haaks op de geleider lijken te staan (bij inzoomen wel). De maximale veldsterkte is ruim 4V/m (pk) tussen de platen en aan de randen ervan, bij een inkomend veld van 1V/m (pk) en 50 Ohm belasting.

Doen we hetzelfde voor een MiniWhip bovenop een straler van 2 meter hoogte en bij een frequentie van 10 MHz, dan krijgen we toch wel een heel ander beeld te zien (Fig. 9). Bedenk, dat ook dit weer *momentopnames* zijn, net als in Fig. 8 ook weer op het tijdstip dat de inkomende golf een maximum heeft ter plaatse van de antenne. Ondanks een even sterk inkomend veld (1 V/m pk) is de schaal van het resulterend veld heel anders dan in Fig. 8.

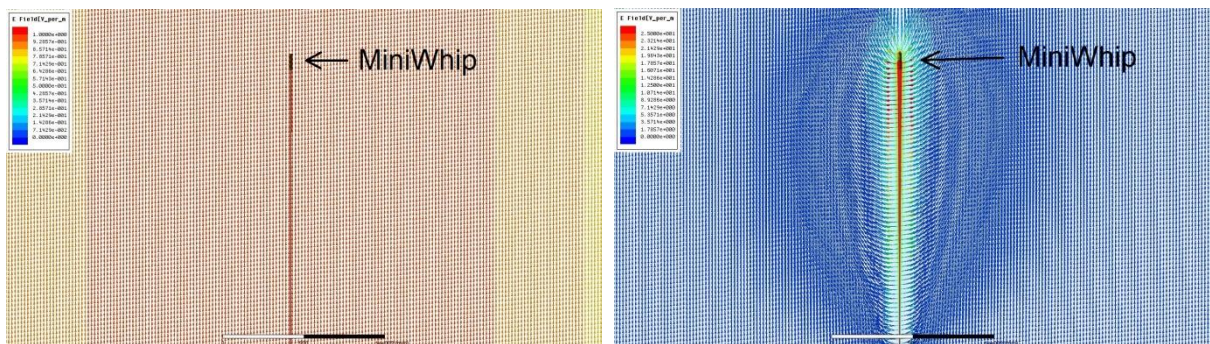


Fig. 9 (L) de geïsoleerde inkomende golf, en (R) het resulterende veld rond de MiniWhip.

In vergelijking met Fig. 8 (L) verandert de fase van het veld van de inkomende golf in Fig. 9 (L) bij 10 MHz ondanks de grotere fysieke afmetingen van de antenne relatief langzaam (te zien aan bijna één rode kleur van links naar rechts, schaal 1V pk). Het resulterende veld (R) rond de antenne is nog lastiger goed in beeld te brengen dan bij de CMMA (schaal is 25V pk). Zie Fig. 10 voor een close-up van de MiniWhip bovenaan de straler.

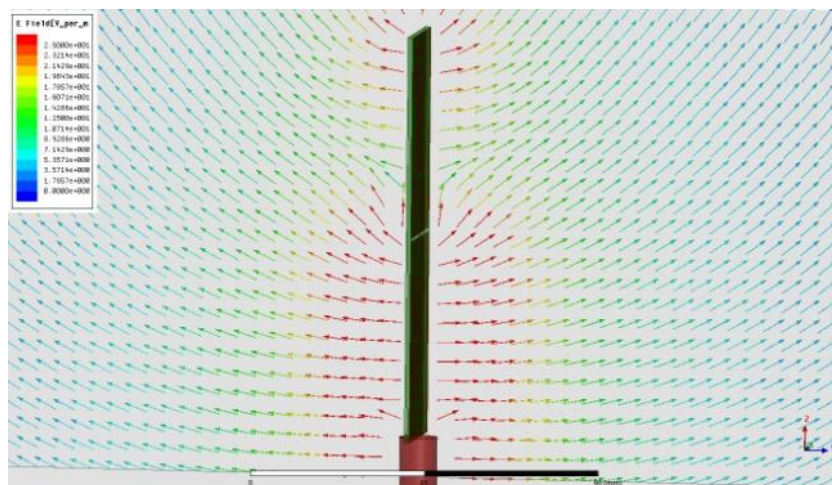


Fig. 10 Close-up van het resulterende veld rond de MiniWhip.

De MiniWhip is in deze simulatie gemodelleerd als twee kopervlakjes van 30 X 50 mm met 1 mm tussenruimte, op een standaard enkelzijdige FR4-printplaat (groen), bovenaan het uiteinde van de straler, gemodelleerd als een koperen cilinder van 2 meter lengte en 10 mm diameter (bruin). Het bovenste vlakje wordt hier belast met een impedantie (weerstand) van 1 megaohm naar het onderste vlakje, dat model staat voor het actieve gedeelte van de MiniWhip, met een (aangenomen) ohmse ingangsimpedantie van 1 megaohm.

Het is misschien niet zo realistisch om in deze simulaties van de MiniWhip een oneindig grote perfect geleidende aarde te veronderstellen. Maar in die omstandigheden loopt de veldsterkte rond de top van de straler (dus bovenaan bij de MiniWhip) volgens de simulatie op tot maar liefst 50 V/m (pk) bij 1V/m (pk) inkomend veld.

Eveneens niet zo realistisch is wellicht dat de inkomende golf in deze simulaties exact horizontaal aan zou komen (een echte 'grondgolf'). Op kortegolffrequenties of nog lager hebben we immers vaker te maken met 'scherende inval' (schuin van boven) na reflectie van golven tegen de ionosfeer, soms zelfs bijna loodrecht van boven.

Ondanks deze kanttekeningen geven de simulaties toch in elk geval een idee hoe een en ander er uit kan zien.

Tot zover dit artikel over de opmerkelijke overeenkomsten maar ook verschillen tussen twee bijzondere antennes, de CMMA en de MiniWhip, en uitleg over de werking van beide. De MiniWhip wordt succesvol toegepast voor de WebSDR op de Universiteit Twente (<http://websdr.ewi.utwente.nl:8901/>).

De lezer wordt aangemoedigd om de auteur op- of aanmerkingen te sturen, en ook vragen zijn welkom. Goed mogelijk dat er bij nieuwe inzichten een herziene versie van het artikel verschijnt. Reacties graag aan Hans van Bruggen (PA3AZA) op info@elegantsolutions.nl.

Er is ook een Engelstalige versie beschikbaar. Publicatie alleen via ElegAnt Solutions' website: <http://www.elegantsolutions.nl/Nederlands/Nieuws.htm>

*)https://www.highfrequencyelectronics.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1693:breaking-the-monopoly-on-base-fed-short-monopoles-meet-the-cmma&catid=156&Itemid=189