

# N.V.I.S.: Near Vertical Incidence Sky Wave

*adapté par ON4UN d'après un texte de ON5MZ  
herwerkt door ON4UN naar een tekst van ON5MZ, vertaald door ON4AGY*

*Ce texte est basé sur des documents d'information en provenance du Réseau d'Urgence Radioamateur du Hainaut (dans le cadre du réseau d'urgences UBA – Croix Rouge). Ce document sert un document de travail visant l'étude et l'application du NVIS, dans le cas spécifique de communications pendant des d'Opérations de Secours. Il s'agit là de communications à courte distance (dans un rayon de quelques centaines de km) sur les bandes HF (80 et 40m). Dans le cas d'un terrain accidenté (relief) ou en cas d'absence de points hauts, une telle communication peut être impossible en VHF, ne qui nécessite une communication en HF.*

La traduction du terme Anglais "NVIS" est "onde de ciel à incidence quasi verticale". Il s'agit d'un mode de propagation par réflexion dans les couches ionisées F de l'ionosphère. Par l'utilisation d'antennes particulières, on obtient un angle de radiation dans le plan vertical de quasiment 90 degrés (donc droit vers le ciel). Il en suit que l'onde est réfléchié tout près du point d'émission, ce qui élimine une "zone morte" ou "zone de skip" ainsi que des zones ombrées causées par des obstacles dans le relief (souvent un problème en VHF dans le cas de terrain accidenté), puisque la radiation arrive droit "du ciel". Tout cela est évidemment important pour une communication fiable à courte distance.

## La théorie

Une antenne dipôle installée horizontalement à une demi-onde ou plus au dessus du sol, ne présente pas de lobe de rayonnement à la verticale (à 90 degrés), puisque l'onde directe et l'onde réfléchié (par le sol sous l'antenne) sont en opposition de phase à exactement une demi onde de hauteur (ou près d'opposition de phase pour des hauteurs tout près d'une demi onde ou plus grandes) quand on considère l'onde émise à 90 degrés (donc à la verticale). Par contre, dans ce même cas et si l'on considère un angle de radiation nettement plus bas, l'onde directe et l'onde réfléchié seront bien en phase, ce qui résulte dans un lobe de rayonnement nettement plus bas, ce qui favorisera le trafic à grande distance (le DX).

Si l'antenne dipôle est érigée tout près du sol, et considérant la radiation à 90 degrés (donc à la verticale), l'onde directe et l'onde réfléchié par le sol seront "presque" en phase (pour être totalement en phase il faudrait qu'il y ait une onde réfléchié SUR le sol). Si l'on "oublie" de prendre en considération les pertes causées dans le "champ proche", dans le sol (qui est vraiment "très" proche) on pourrait dire qu'une telle antenne érigée à 0,1 – 0,2 l du sol montre un "gain" de 6.7 dBi et cela pour un angle de radiation (dans le plan vertical) de 90 degrés. dBi veut dire par rapport à un dipôle isotopique, donc une antenne fictive (théorique) qui, dans l'espace libre, rayonne dans toutes les directions (dans tous les plans) avec un même gain (de 0 dBi). Le dipôle réel démontre, sans tenir compte des pertes dans le sol, le gain (à un angle de radiation de 90 degrés) le plus important pour une hauteur se rapprochant de zéro (quand l'onde directe et l'onde réfléchié sont en "parfaitement" en phase). Mais pour compléter l'histoire il faut ajouter que dans le cas d'hauteurs très réduites, les pertes dans le sol peuvent facilement excéder 8 dB, cela entre autres en fonction de la "qualité" du sol!

Il est également important de mentionner qu'une antenne dipôle, érigée à une hauteur réduite (0,25 l ou moins) ne représente quasiment aucune directivité dans le plan horizontal, et certainement pas une directivité en forme de figure "8" qui n'est d'application que dans l'espace libre ou à très grande hauteur. Une antenne dipôle, érigée à faible hauteur peut être considérée comme antenne omnidirectionnelle.

Il est indiscutable qu'une antenne dipôle érigée à faible hauteur rayonne toute son énergie pratiquement "droit vers le ciel". Puisque, lors de la réflexion dans l'ionosphère, l'angle de l'onde réfléchié (avec la verticale) est le même que l'angle de l'onde incidente, il en résulte que les signaux reçus seront le plus fort dans l'environnement immédiat du site d'émission. Dans le cas d'une antenne dipôle érigée à "grande" hauteur, l'angle sous lequel l'énergie est radiée (avec la plus grande intensité) sera nettement plus bas (30 degrés pour une hauteur d'une demi onde). Il en résulte que la réflexion dans l'ionosphère ne se fera plus à la verticale du site d'émission, mais à quelque distance, et que l'onde réfléchié retournera au sol à une distance qui est proche du

*Deze tekst is gebaseerd op een infodocument afkomstig van her Radionoodnet van de Henegouwse radioamateurs (Réseau d'Urgence Radioamateur du Hainaut), binnen het kader van de samenwerking UBA – Rode Kruis. Dit document dient als werkinstrument voor het bestuderen van NVIS ten einde het gebruik ervan te stimuleren en te optimaliseren bij een welbepaalde soort communicatie in noodsituaties. Het betreft communicatie op de HF banden (80 en 40m) binnen een straal van een paar honderd kilometer. Het kan belangrijk zijn dergelijke communicatie op HF te doen daar waar een geaccidenteerd terrein (relief) dergelijke communicatie op VHF onmogelijk maakt.*

NVIS handelt over een vorm van propagatie via de ionosfeer (weerkaatsing op de F-lagen), waarbij gebruik gemaakt wordt van een gereflecteerde golf met quasi-verticale stralingshoek. Door het gebruik van specifieke antenne-opstellingen wordt deze quasi-verticale afstralinghoek bekomen. Dit heeft als gevolg dat de door de F2-laag weerkaatste golf ook dicht bij het zendpunt wordt weerkaatst en ontvangen, waardoor er geen "dode zone" of "skip zone" is, noch schaduwzones veroorzaakt door obstakels in het reliëf (een probleem op VHF in geval van een geaccidenteerd terrein), vermits de straling van "recht omhoog" komt. Beide zijn uiteraard belangrijke aspecten voor contacten op korte afstand.

## De theorie

Een horizontale dipoolantenne opgesteld op minstens een halve golf boven de grond, vertoont geen verticale stralingsglobe (recht omhoog) in de buurt van 90 graden stralingshoek, omdat de rechtstreeks golf en de op de onderliggende grond weerkaatste golf volledig (op precies ½ golf hoogte) of gedeeltelijk uit fase zijn voor een stralingshoek van 90 graden. Daarentegen zullen voor lagere stralingshoeken de rechtstreekse en de op de grond weerkaatste golf wel in fase zijn, waardoor deze hoog opgestelde dipoolantenne wel goed zal stralen op lagere hoeken dan 90 graden en dus beter zal zijn voor verbindingen op lange afstand (DX) dan de laag opgestelde dipoolantenne.

Als de dipoolantenne dicht bij de grond is opgesteld zullen de rechtstreekse en de weerkaatste golf "bijna" in fase zijn (om volledig in fase te zijn zou de dipool op de hoogte van de grond dienen te zijn opgesteld) als we een verticale opstralingshoek van 90 graden bekijken. Als we geen rekening houden met de verliezen veroorzaakt in het nabije veld in de grond (die hu heel "nabij" is), zou men kunnen stellen dat voor een hoogte tussen 0.1 en 0.25  $\lambda$  de dipoolantenne een "winst" vertoont van 6.7 dBi onder een verticale stralingshoek van 90 graden. dBi wil zeggen ten opzichte van een theoretische antenne (die niet bestaat), de isotrope dipool, die in de vrije ruimte even goed in alle richtingen straalt. Onze echte dipoolantenne heeft de grootste "winst" op 90 graden verticale stralingshoek als de dipool OP de grond ligt (dan zijn de rechtstreekse en de weerkaatste golven volledig in fase). Maar men moet het volledige verhaal vertellen, en het ook hebben over de verliezen veroorzaakt in de "nabije" grond. Op deze lage hoogtes, en afhankelijk van de soort grond, kunnen deze makkelijk 8 dB en meer bedragen.

Terloops, het is belangrijk te weten dat een dipoolantenne, opgesteld op dergelijke kleine hoogte praktisch geen enkel horizontaal richtingseffect heeft, en zeker geen uitgesproken "figuur-8" stralingspatroon heeft, dat er wel is op grote hoogte. Een dergelijke laag-opgestelde dipoolantenne is quasi onmindirectioneel.

Juist is, dat een (zeer) laag opgestelde dipoolantenne al zijn energie quasi verticaal afstraalt. Vermist bij weerkaatsing in de ionosfeer de hoek van de weerkaatste golf dezelfde is als deze van de opgestraalde golf, wil dit zeggen dat ontvangst van de signalen het sterkst zullen zijn in de onmiddellijke omgeving van de zender. In het geval van een hoog opgestelde dipoolantenne, is de hoek waarop het meeste vermogen wordt afgestraald laag (ca 30 graden voor een hoogte van 0.5  $\lambda$ ). Dit brengt mede dat de reflectie in de ionosfeer niet langer meer recht boven de zendlocatie zal plaatsgrijpen, maar op enige afstand, en dat de naar de grond weerkaatste golf sterkst zal zijn op

double de cette première distance. En plus, cette situation peut provoquer une zone de silence (ou zone "skip") entre la zone (tour près de l'émetteur) servie par l'onde de U sol, et la zone ou la première onde réfléchie retourne vers la terre. Ceci est évidemment très mauvais dans le de communications à courte distance. Ceci est également la raison pourquoi nous faisons les émissions de ON4UB en 80 m avec un dipôle horizontal à une hauteur de 20m, donc avec une antenne provoquant la situation "NVIS".

Le principe de réflexion sur les couches ionisées est connu des radioamateurs. Le mode NVIS cependant demande une attention particulière dans le choix de la fréquence de travail. En effet, les couches F (les plus hautes de la ionosphère) ont un comportement variable en fonction de plusieurs facteurs liés à l'activité solaire. Les bandes qui rentrent en ligne de compte pour ce genre de communication sont: essentiellement les 160, 80 et 40 mètres.

Dans le but de pouvoir établir des prédictions de propagation, des centres de sondage de l'ionosphère sont répartis partout dans le monde. Nous possédons en Belgique un de ces centres: à Dourbes près de Nimes (vallée du Viroin). Ces centres étudient le comportement de l'ionosphère, et cela en utilisant des ionosondes. Le principe de l'ionosonde est proche de celui de l'échosondage. Une antenne d'émission envoie des salves d'énergie HF à la verticale du site. Au même site on reçoit les échos de ces signaux, et en utilisant des ordinateurs puissants on y calcule les hauteurs des différentes couches E, F1 et F2. Les signaux des ionosondes sont envoyés sur des fréquences comprises entre 1 et 20 MHz de sorte qu'il est possible de déterminer de nombreux paramètres tels que: la fréquence critique de chacune de ces couches.

La fréquence critique (foF2 pour la couche F2) pour un endroit précis et la fréquence maximale réfléchie par l'ionosphère. Au delà de cette fréquence critique, l'énergie traversera la couche et sera perdue. Le centre d'étude de Dourbes diffuse gratuitement sur Internet des ionogrammes, qui sont mis à jour toutes les deux minutes.

Le paramètre important à surveiller dans notre cas est foF2. La fréquence de travail maximum devra toujours être inférieure à la fréquence critique; typiquement 85 % de cette dernière.

## L'histoire

Dans les années récentes on a donné un nom (NVIS) à ce que l'on connaît depuis le début de la radio: des liaisons HF à courte distance moyennant des antennes à faible hauteur. Les radioamateurs connaissent très bien le NVIS – pas sous ce nom là – depuis très longtemps. Peu sont d'ailleurs les radioamateurs qui ont un dipôle pour 80m à une telle hauteur qu'elle n'est pas une antenne "NVIS".

Il paraît que pendant la seconde guerre mondiale, l'armée Allemande utilisait ce mode de propagation. Il y a peu de traces écrites quant à des études ou recherches dans ce domaine mais des photos montrant des véhicules avec des antennes HF horizontales placées fort proches du sol laissent supposer que ce mode était déjà utilisé. Par contre, des études sérieuses ont été réalisées par l'armée Américaine en particulier pendant la guerre du Vietnam. Le problème était que ce pays accidenté n'est pas propice au mode de propagation en direct (onde de sol en HF ou VHF) trop de collines, de montagnes... De plus, les troupes étaient trop proches pour utiliser un mode de propagation par onde de ciel à cause de la "Skip Zone". Dès lors, le concept du NVIS a été étudié et appliqué sur le terrain, ce que les radioamateurs faisaient déjà depuis très longtemps, sans toutefois avoir donné un nom à ce phénomène!

## La pratique

L'onde rayonnée par une antenne NVIS frappe la couche F2 avec des angles compris entre 75° et 90°. Puisque l'angle de l'onde réfléchie est égale à l'angle de l'onde incidente, l'onde arrive au sol avec ces mêmes angles par rapport à la verticale. On comprend alors que même si une antenne est située dans un endroit encaissé: une vallée profonde ou en milieu urbain, si l'antenne "voit le ciel", il est possible de communiquer, et cela dans un rayon jusqu'à plus de 200 km autour du point d'émission, pu sur 40m ou sur 80m.

Signalons que, si les deux stations utilisant ce mode sont "trop" proches, l'onde de ciel et l'onde de sol (encore puissante à courte distance) peuvent interagir et créer un phénomène connu sous le nom de "multipath fading". Les ondes arrivant à l'antenne de réception par des chemins différents et donc avec des retards différents peuvent provoquer des annulations en cas de phases opposées.

ca. 2 x die afstand. Daarenboven kan er tussen de zone in de onmiddellijke nabijheid van de zendlocatie, waar de grondgolf nog primeert, en de zone waar de weerkaatste golf speelt, een zogenaamde dode zone of skip zone ontstaan, wat dus zeer slecht is voor communicatie op korte afstand. Dit is ook waarom we de uitzendingen van ON4UB doen met een dipoolantenne op ca 20m hoogte, met een zogenaamde NVIS antenne dus.

De reflectie op de geïoniseerde lagen is door de radioamateurs gekend. Niettemin, vraagt de NVIS "mode" een bijzondere aandacht voor wat betreft de keuze van de werkfrequentie, inderdaad, de F-lagen (de hoogste van de ionosfeer) hebben wisselend gedrag in functie van de zonneactiviteit. De banden die aan aanmerking komen voor optimale communicatie over korte afstand zijn 80 en 40 m. Teneinde aan propagatievoorspellingen te doen bestaan er wereldwijd centra's voor ionosferische peilingen. België bezit een dergelijk centrum, opgesteld in Dourbes bij Nismes (Vallei v/d Viroin). Men onderzoekt er de ionosfeer door middel van een ionosonde, wat werkt zoals een echosonde.

Van op de site te Dourbes zendt een antenne HF energiesalvo's af onder een opstralingshoek van 90 graden. Men ontvangt er de "echo's" afkomstig van de verschillende ionosfeerlagen, en een computer berekent de hoogte van deze lagen. Deze RF peilsignalen worden uitgezonden op frequenties tussen 1 en 20 MHz. Dit maakt het mogelijk o.a. de kritische frequenties voor elk van de lagen (E, F1 en F2) te kennen.

De kritische frequentie is de hoogste frequentie waarop een radiogolf, die onder een hoek van 90 graden (perfect verticaal) wordt uitgezonden, nog door de ionosfeer wordt weerkaatst. Op hogere frequenties gaan de golven dwars doorheen te ionosfeer. Het studiecentrum van Dourbes verspreidt gratis via internet grafieken, genaamd "ionogrammen" die de verschillende waarnemingen samenvatten. Deze worden om de 2 minuten bijgewerkt.

Een belangrijk te volgen parameter is de foF2, de kritische frequentie is van de F laag, ter plaatse van het observatorium. Normaal zal men de maximum werkfrequentie op ongeveer 85 % van de kritische frequentie nemen.

## De historiek

In recente jaren heeft men aan het maken van korte-afstand-verbindingen, die gebruik maken van laag opgestelde dipoolantennes een naam gegeven: NVIS. De radioamateurs kennen NVIS, weliswaar niet bij naam, al sedert het begin van de radio. Wie is immers de radioamateur die op 80 meter een dipool heeft die hoog genoeg is opgesteld om geen NVIS antenne te zijn?

Tijdens de tweede wereldoorlog zou het Duitse leger deze mode gebruikt hebben. Daarover bestaat er weinig literatuur of studies, nochtans bestaan er foto's waarop voertuigen te zien zijn met antennes opgesteld dichtbij de grond. Deze foto's getuigen dat deze mode reeds voordien werd gebruikt. Tijdens de Vietnam oorlog werden door de Amerikanen betrouwbare studies gerealiseerd. De oorzaak hiervan was dat het Vietnamees landschap alles behalve vlak was waardoor bepaalde transmissiemodes uitgesloten waren (VHF, HF-skipzone, grondgolf), ook de nabijheid van de troepen was een probleem.

Het gevolg hiervan was dat het NVIS principe werd uitgewerkt en effectief en nu met kennis van de achtergrond werd en wordt gebruikt, heel lang nadat de radioamateurs het, weliswaar naamloos, reeds waren gaan toepassen!

## Praktisch

De radiogolf uitgestraald door de NVIS antenne (dipoolantenne op een hoogte van minder dan  $\frac{1}{4} \lambda$  boven de grond) bereikt de F2 laag onder een hoek van 75° tot 90°. Vermits de weerkaatsingshoek gelijk is aan de invalshoek wordt de radiogolf weerkaatst naar de aarde onder eenzelfde hoek (ten opzichte van de verticale).

Zoals het steeds het geval is met gelijk welke antenne op HF, waarbij men werkt met propagatie via de ionosfeer, dient de antenne de "hemel" te zien waar de reflectie zal plaatsvinden. In het geval van NVIS-propagatie volstaat het dus dat de antenne "de hemel" juist boven de antenne ziet. In het algemeen zal men onder dergelijke omstandigheden, en afhankelijk van de tijd van de dag (D-laag absorptie) verbindingen kunnen realiseren op ofwel 40, 80 of 160m in een straal gaande tot 200 km.

Er dient opgemerkt te worden indien de twee stations te dicht bij elkaar gesitueerd zijn, er een wisselwerking kan ontstaan tussen de weerkaatste golf en de grondgolf, dat aanleiding kan geven tot zogenaamde (multi path) fading, een fenomeen goed gekend op de middengolven, vooral bij

Ce phénomène est bien connu dans la radiodiffusion sur onde moyenne. L'écoute de stations de radiodiffusion de pays limitrophes au lever et au coucher du soleil est parfois difficile suite à des évanouissements profonds (le "fading") ou de très fortes distorsions (parfois assourdissantes).

Le NVIS n'est pas que la dénomination d'un mode de propagation bien particulier (une onde radio en HF radio radié et reçu à un angle d'élévation de près de 90 degrés). C'est également la dénomination d'un système de communication, basé sur le principe NVIS.

Ce système NVIS comporte plusieurs éléments qui ont tous leur importance.

a. L'antenne

Dans la plus part des cas l'antenne sera une antenne dipôle établie en parallèle avec le sol (soit un dipôle monobande, raccourci ou non, avec ou sans trappes)

b. La hauteur de l'antenne

L'antenne ne peut être montée plus haute qu'un quart d'onde maximum. En dessous d'une hauteur de 0,1  $\lambda$  les pertes dans le sol peuvent devenir excessives. Les chiffres de "gain" de l'antenne entre 0,1 et 0,25  $\lambda$  varient de moins de 1 dB, ce qui est tout à fait négligeable dans cette application.

c. Choix des fréquences de travail

Ce point est capital, et il faut se forger une certaine expérience afin de faire le bon choix. On peut également se baser sur des résultats de programmes de prédiction de propagation sophistiqués. Sans rentrer dans les détails concernant les mécanismes gouvernant cette propagation, nous pouvons préconiser le choix suivant:

40m: pendant la journée, de quelques heures après le lever du soleil jusqu'à quelques heures avant le coucher du soleil

80m: pendant la nuit, et le matin jusqu'à quelques heures après le lever du soleil, et le soir à partir de quelques heures avant le coucher du soleil.

Les ionogrammes de Dourbes sont très utiles évidemment; pour rappel, la fréquence de travail doit toujours se situer sous la fréquence critique de la couche F2 (paramètre foF2).

d. La puissance d'émission

On utilisera la puissance la plus faible possible et cela pour atteindre trois objectifs.

1. rencontrer la réglementation en vigueur
2. limiter le plus possible l'effet néfaste de l'onde de sol
3. dans le cadre des communications d'urgence: économiser l'énergie

zonsopgang en zonsondergang als de door de ionosfeer weerkaatste golven sterk worden.

NVIS is geen niet alleen de beschrijvende term voor een bijzondere propagatiemodus (een HF-radiogolf die onder een bijna verticale hoek wordt opgestraald of ontvangen). Op dit principe van de quasi verticale golf is een communicatiesysteem gebaseerd dat de bedoeling heeft efficiënte communicatie op korte afstand enkele honderden kilometer) te kunnen voeren op HF. Gevolg daarvan is dat de term NVIS ook gebruikt wordt om dit communicatiesysteem te identificeren.

De essentiële elementen van een dergelijke systeem zijn:

a. De antenne:

De antenne is in de meeste gevallen een halve-golf dipool antenne zijn (al dan niet "full-size, monoband of multiband, met of zonder trappes)

b. De hoogte van de antenne:

De antenne mag niet hoger dan 0,25  $\lambda$  zijn. Lager dan 0,1  $\lambda$ , worden de grondverliezen zeer hoog. 0,2  $\lambda$ , lijkt wel optimaal. De verschillen in "winst" cijfers tussen hoogte van 0,1 en 0,2  $\lambda$ , zijn minder dan 1 dB en door niemand waarneembaar, dus totaal irrelevant.

c. De keuze van de werkfrequentie:

Men kan hier voortgaan op ervaring, of ook zich baseren op gesofisticeerde programma's die propagatie kunnen helpen voorspellen. In het algemeen zullen we ons voor beperken tot de 80 en de 40m band. Zonder in detail te gaan over de verschillende mechanismen die de keuze van de frequenties bepaalt, kunnen we stellen:

40m: over dag, van een paar uur na zonsopgang tot een paar uur voor zonsondergang

80m: gedurende de nacht, en overdag tot een paar uur na zonsopgang en na een paar uur voor zonsondergang.

De ionogrammen van Dourbes kunnen ook helpen bij de keuze. Vergeet niet dat de werkfrequentie zich steeds beneden de kritische frequentie van de F moet bevinden (parameter foF2).

d. Het zendvermogen:

Men zal het kleinst mogelijk vermogen gebruiken teneinde drie doelstellingen te bereiken

1. de geldende reglementering in acht nemen.
2. de schadelijke invloed van de grondgolf tot het minimum beperken.
3. bij noodgevallen: energiebesparing.

## SERVO - CV pour antenne loop magnétique SERVO - CV voor magnetische loop antenne

par/door ON7NU

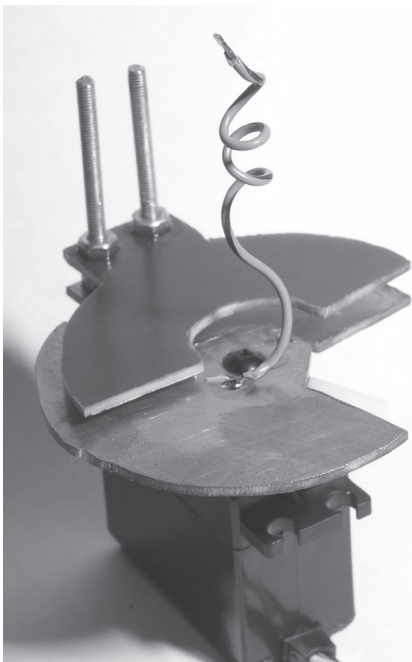
vertaling: ON5UK

Le but de cet article n'est pas de décrire le montage complet d'une antenne magnétique dont on trouve suffisamment de description sur le Web.

Après avoir déjà réalisé plusieurs antennes loop magnétique, j'ai constaté que la réalisation du condensateur variable, n'est pas chose aisée. La réalisation mécanique demande beaucoup de précision et en cours d'utilisation, le réglage du R.O.S. est très pointu et demande pas mal de dextérité.

Voici un CV monté directement sur l'axe d'un servo-moteur pour modélisme (figure 1). L'asservissement permet de régler de façon précise l'accord de l'antenne sans passer en émission.

Fig. 1. CV avec asservissement



Het is geenszins de bedoeling in dit artikel de volledige constructie te beschrijven van een magnetische antenne. Daarvan vindt men voldoende beschrijvingen op het Web.

Naar aanleiding van de bouw van meerdere magnetische loops stelde ik vast dat het maken van de variabele capaciteit geen klein bier was. De mechanische opbouw eist veel precisie en tijdens het gebruik vraagt de regeling van de SGV, die zeer scherp is, heel wat behendigheid.

Figuur 1 toont een CV die rechtstreeks op de as van een servomotor voor modelbouw gemonteerd is. De directe koppeling tussen de motor en de CV maakt een zeer nauwkeurige afstemming van de antenne mogelijk zonder dat dat de zender ingeschakeld moet worden.

Fig. 1. CV met servokoppeling