

”4X Diamant” antenne for 1296 MHz

Av Jan Henning Holmedal Lustrup - LA3EQ
Stavanger, April 2007



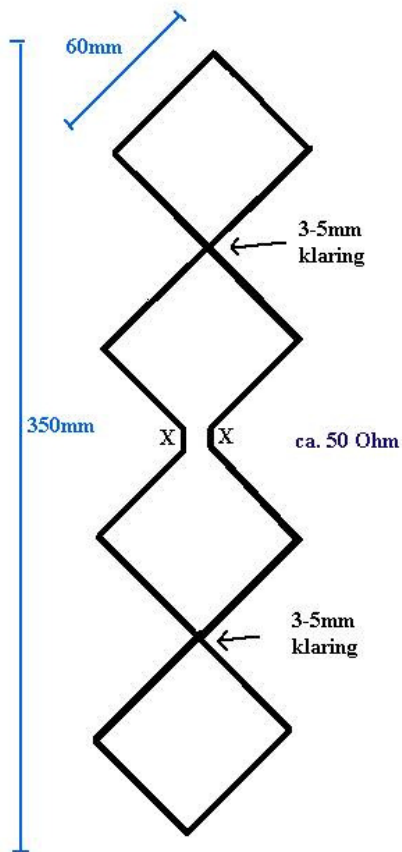
Fig 1 4X-diamant antenne prototype

Jeg surfet på internett en dag og kom over noen nettsider⁽⁵⁾ om en antenne for 432MHz som het ”Double Diamond”.

Så tenkte jeg at denne kunne være fin som radiofyr antenne for 23cm (LA5SHF/b), men jeg ønsket litt mer gain, så jeg dobblet like godt antall looper fra to til fire og endte opp med følgende konstruksjon som bildet i fig 1.

Den midterst delen er identisk med en ”Double Diamond”, med det er lagt til looper i endene som begge er snudd 180° for å holde fasen i orden. I prinsippet kunne en øket på med 8 eller 16 looper eller mer, men det er en viss fare for at unøyaktigheter vil ødelegge fase tilstanden, så jeg bestemte meg for å stoppe med fire stykker totalt.

Jeg har døpt antennen ”4X diamant”. Du kan tenke egentlig tenke deg denne som fire quad looper faset sammen, 35mm foran en 350mm x 150mm reflektor.



4x Diamant antenne 14dBi
 (C) LA3EQ
 Fig 2 diagram

Begynn med en 1meter lang tråd av stiv kobber ledning eller aluminium.
 Skyv "sukkerbiten" til den er ca halv veis på tråen og skru den fast. (Dette blir den ene X punktet.)

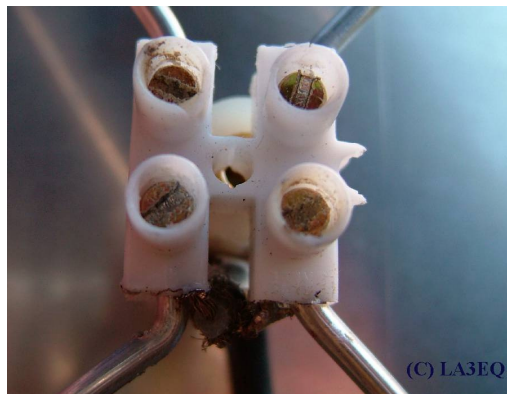


Fig3 sukkerbit

Alle sidene er $\lambda/4$ (60mm) lange og der tråden krysser hverandre passer en på å ha ca 3mm til 5mm klaring for å unngå kortslutning. Vær nøye med lengdene og ta høyde for diameteren på ledningen når du bøyer. Husk at unøyaktigheter akkumulerer seg for hver ledd, så derfor er det viktig å ha litt god lengde til å starte med, så du ikke ender opp med for kort stubb til sukkerbiten.

Så bøyer du til all sidene, og husk at alle vinkler skal være 90° og at fire av sidene er dobbelte så lange (der sidene krysses). Når begge ender er ferdig bøyet ender du opp med litt lange lengder som skal kuttes ”stu i stu” og skrues fast i den andre enden av sukkerbiten ved det andre X punktet.

Tips: Er du perfektjonist så lager du en mal ved hjelp av et tre planke og spiker der ledningen skal bøyes 90°. Det er utrolig lett å bomme og få ulike og skeive sider.

På punktene ”X-X” kobler du til en 50Ω koaksialkabel med kortes mulig ledninger, eller enda bedre, lodd en N-kontakt direkte på istedenfor sukkerbit.

Antennen festes mekanisk øverst og nederst i RF spennings ”null punktene” med to 35mm lange plast/nylon avstandsstykker (isolatorer) som er skrudd fast i reflektoren. Strøm/spennings fordeling er slik som på en Quad, med minimum spenning /maks strøm i toppen, og omvendt ved hjørnene langs sidene.

Egentlig skal det ikke være spenning i disse ”null punktene” og en kunne brukt avstandstykker av metall, men pga den høye frekvensen kan små unøyaktigheter føre til faseforskyvninger som resulterer i at ”null punktet” vil forskyves noe. Skal du bruke avstandstykker i metall, så sjekk nøyaktig hvor ”null punktene” befinner seg i antennen.

Beliggenhet av ”null punktene” kan kontrolleres ved å føre ett skrujern langs antennetråden mens du ser på VSWR meteret under sending. Hvis alt er bra vil du ikke ser noen forskjell på SWR meteret når du berører ”null punktet” med skrujernet.

En del amatører har rapportert RF på utsiden av koaksialkabelen på ”Double Diamond” antenner beregnet for 70cm båndet, men jeg har ikke merket noe til dette selv p på 23cm versjonen min. I så fall kan du bruke en 1:1 balun, (for eks. en $\lambda/4$ jordet slott), noe som burde løse problemet, eller en kan vikle en drossel av noen tårn av koaksialkabelen.

Den mest gunstige avstanden mellom antenne og reflektor fant jeg ut ved å sende med en halv Watt RF og måle signalet på en test antenne koblet til en HP 432 power meter på ca.3 meters avstand, så ser du hvor maks signal er. Velger du å justere avstanden for best ”front to back” vil du miste noe av forsterkningen fremover.

Som kabel brukte jeg 3,5mm aluminiums tråd antennetråd (Radioshack, AL. Grounding wire), og en stor ”sukkerbit” ved ”X-X ” punktet for tilkobling av koaksialkabelen.

Antenne måling:

For å kunne måle gain skikkelig bør vi benytte oss av en teknikk som kalles for **Ratiometri**⁽²⁾. Som fig 4 viser oss, så har vi en test antenne, men også en referanse antenne som vi bruker for å overvåke og eventuelt justere inn en konstant signal kilde nivået. Test antennen vil da for målt sitt signal opp mot referanse antennen, og endringer grunnet jordrefleks og signalkilde variasjoner vil ikke påvirke slutt målingen. Referanse antenne bør være en standard antenne med en kjent gain som vi da bruker til å sammenligne med og den bør være innenfor 10dB av forventet gain av test antennen. En hjemmelaget NBS⁽⁴⁾ dobbelt dipol ($\lambda/4$ avstand mellom

dipolene og de er $\lambda/4$ over jordplanet) er et godt valg. Den er lett å lager og gir nøyaktig 9.9 dBi gain. Under ingen omstendigheter må du bruke en dipol antenne som referanse, da den er veldig utsatt for reflekser fra alle retninger, og måle resultatene blir helt ubrukelig.

En annen ting er avstanden mellom rest antennen og signal kilden. Dersom denne avstand er for kort (nærfelt) vil det oppstå fase forskjeller innenfor åpnings vinkelen til test antennen og måle resultatet vil bli feil, så da må vi komme oss over i fjern feltet til antennen ved å benytte oss av Rayleigh's formel⁽⁶⁾.

Rayleigh sier om "far field": Avstanden mellom test antennen og signal kilden bør være "antenne diameteren² gange to, delt på bølgelengden". For små antenner er dette ingen problem, men hvis du skal måle en 3 meters parabol trenger du en avstand på flere kilometer!

$$\text{Rayleigh avstand} = \frac{2D^2}{\lambda}$$

Så er det høyden på antennene. Det beste er om jord reflekterte signalet fikk en vinkel på 45°. Men dette kan være upraktisk, så for å holde oss innenfor 0,5dB variasjon bør antennen være fire ganger antenne diameteren. Signalkilden la du ligge så lav som praktisk mulig.

Mål opp og ned og til siden for å finne ett bra plassering (stabil og jevn signal styrke) til test/ref antennene. Du bør ikke ha mer enn maks1 dB i variasjon når du beveger antennen .

En mulighet jeg har bruk er å la signal kilden være rett bak noen busker, slik at test antennen kan akkurat ser signalkilde antennen. Busker og grønne blader demper godt mikrobølger og da vil jord reflekser bli svake. Husk å ha test og referanse antennene pekende litt på skrå nedover mot signalkilden.

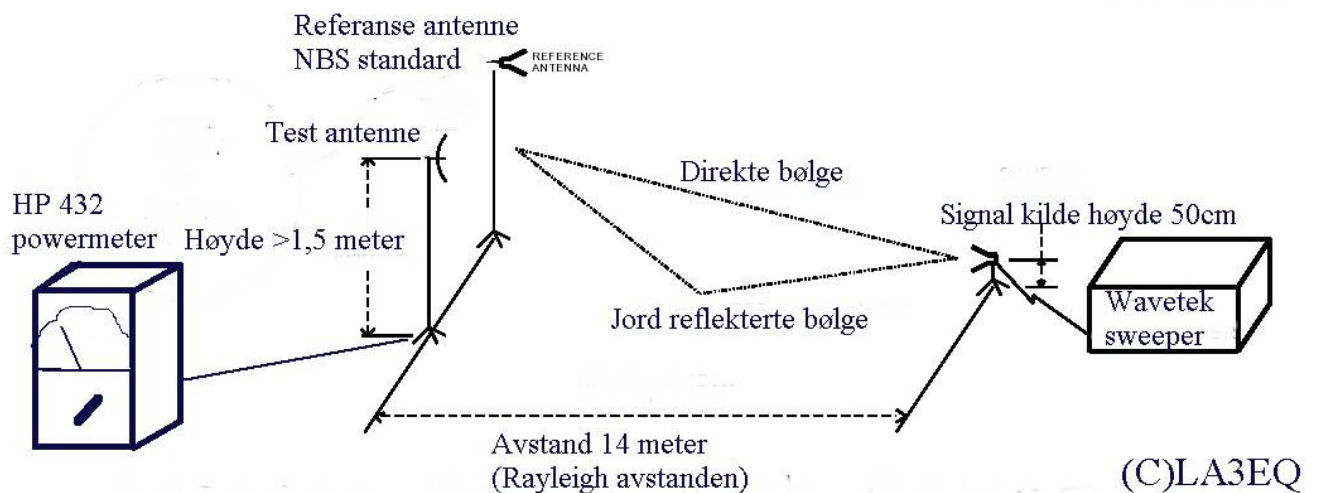


Fig 4. Ratiometri måle oppsettet

Måle utstyr:

18GHz HP spektrumsanalysator, 2,5GHz Wavetek 2002 signal sweeper, Narda microwave directional coupler, Bird 43 watt meter og en HP 432 power meter m/ 18GHz detektorhode.

Antennens båndbredde:

Den ble målt ved hjelp av en Wavetek 2,5GHz "signal sweeper" og HP 8565A spektrumsanalysator. Jeg satte så opp en rotor i hagen med den nye antennen og 15 meter borte satt jeg opp sveiperen på en plast stol med en Log-periodisk test antenne som dekker 100MHz-1500MHz opp på en busk. Sweiperen ga ut et signal på stabilt +10dBm (10mW) og sveipet gikk fra 500MHz til 1600MHz.

Antenne gain:

For å måle antenne gain (antenneforsterkningen), sammenlignet jeg signal styrken målt med en HP 432 power meter mot en hjemmelaget NBS referanse antenne på 9,9dBi.

Polarplot diagramer:

For å plote H og E kurvene brukte jeg en TS-2000X rig og WindowsXP m/PC'ens lyd kort. Software er "Polar Plot V2.1.02" av G.R. Freeth, G4HFQ. ⁽³⁾

En må huske å skru av RX'ens AGC'en, ellers vil LF signalnivået være nesten konstant!

VSWR/return loss:

Til dette brukte jeg en retningskobler⁽¹⁾ av type Narda 3004-20. Den er egentlig beregnet for området 4GHz til 10GHz, men den gir nesten 30dB i retnings evne på 23cm båndet.

Måle Resultater:

VSWR:

VSWR på 1,2:1@1296,2MHz. Return loss lå på -22dB (se fig 13), og beste VSWR 1,15:1 som ble målt ved 37mm til reflektor. VSWR holdt seg innenfor 2,5:1 i området 1240MHz-1380MHz.

Gain:

Størst gain fikk jeg ved 33mm avstand til reflektor. En god kompromiss ble 35mm, noe som ga nesten 15 dBi gain og ett brukbart VSWR.

F/B:

Front/Back ble målt til bare ≈ 14 dB da den ikke ble optimalisert for dette. F/B forbedres ved å endre avstanden til reflektoren, men da på bekostning av gain fremover.

Båndbredde:

Antennen har et noenlunde flat og jevn gain (+- 1 dB) og en 1240MHz til 1380MHz @-3dB båndbredde (se fig 12).

Utstrålingsdiagram:

En Polarplot ble tatt både i Azimut(H) så vel som Elevasjons planet (E). Som forventet hadde antennen er bred utstrålings lobe i "H" planet(se fig 8).

I "E" planet var hoved loben smal og fin (fig 9), også som forventet.

F/B var heller dårlig , men da dette skal bli en SHF fyr, er det godt med litt signal bakover også. Det sees ingen fremadrettet sidelober.



Fig5. Antennen og AZ/EL rotoren før den er blitt plassert opp på et bord..



Fig 6. Signalkilden.. Log periodisk antennen og Wavetek 2022 sweep generatoren.



Fig 7. NBS standard antenne

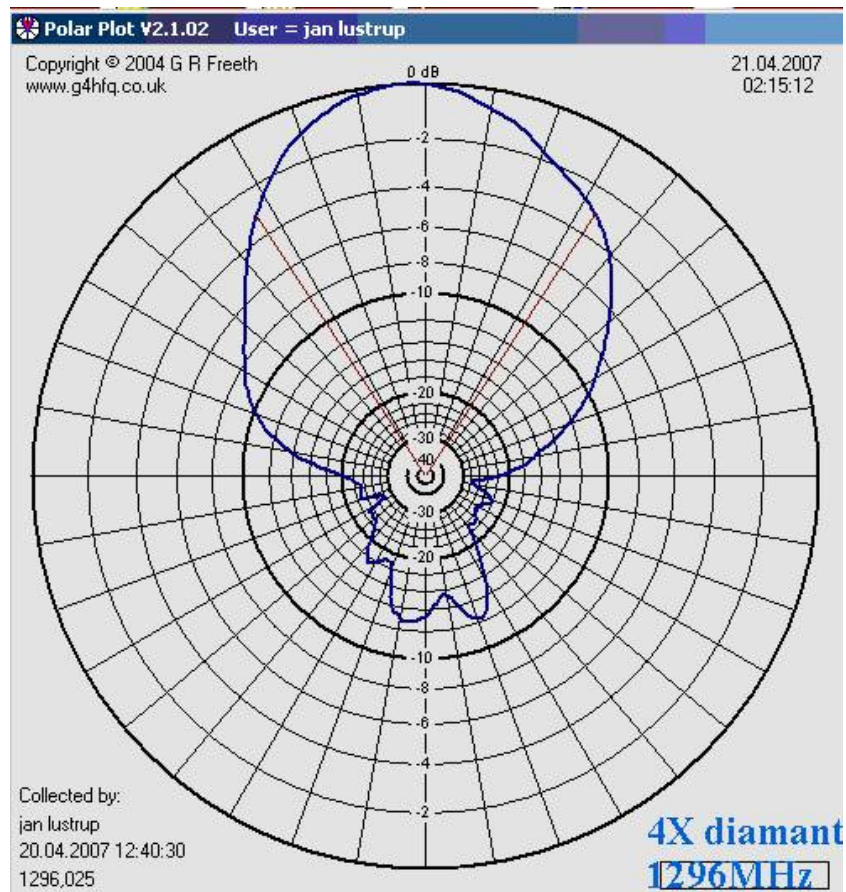


Fig 8. Ovenfor ser du utstråling diagramet i H planet med antennen horisontal.

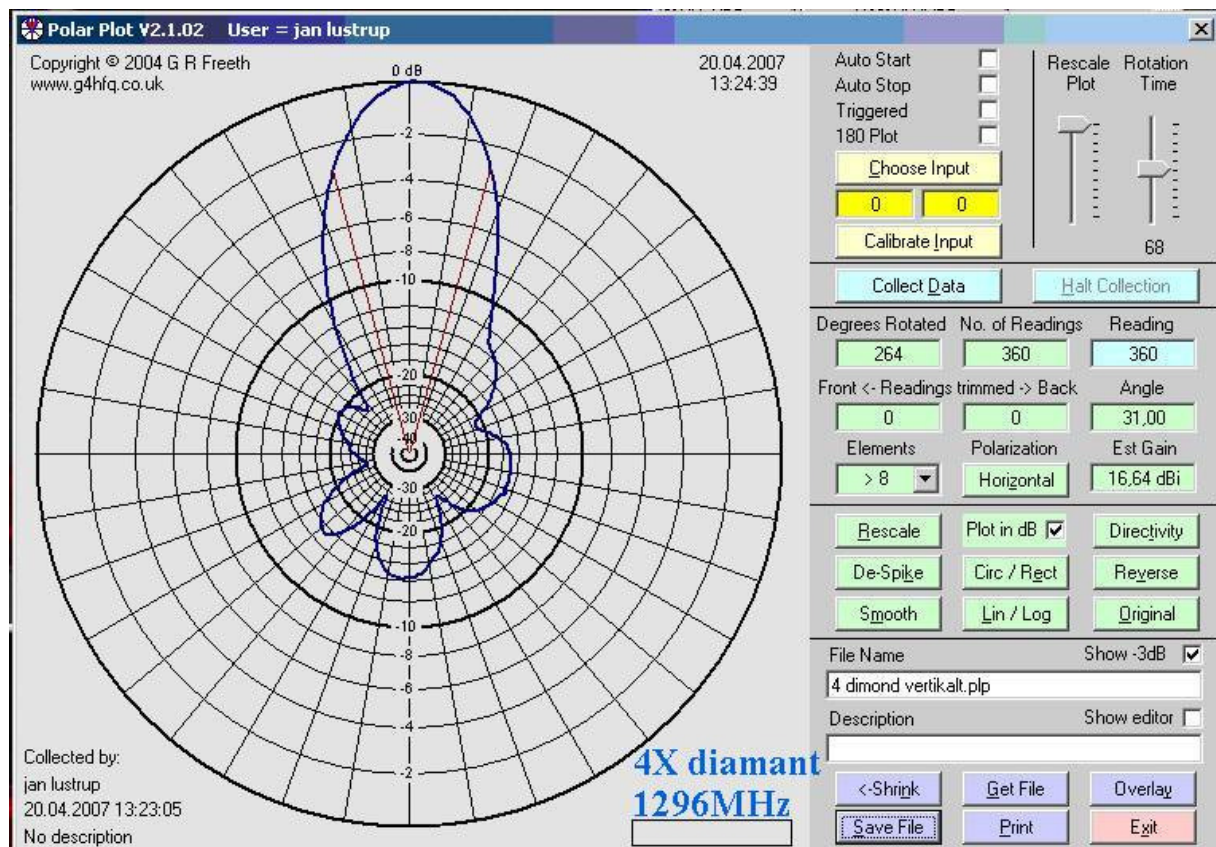


Fig 9. Her ser du utstrålingsdiagramet i H planet målt med antennen vertikal.

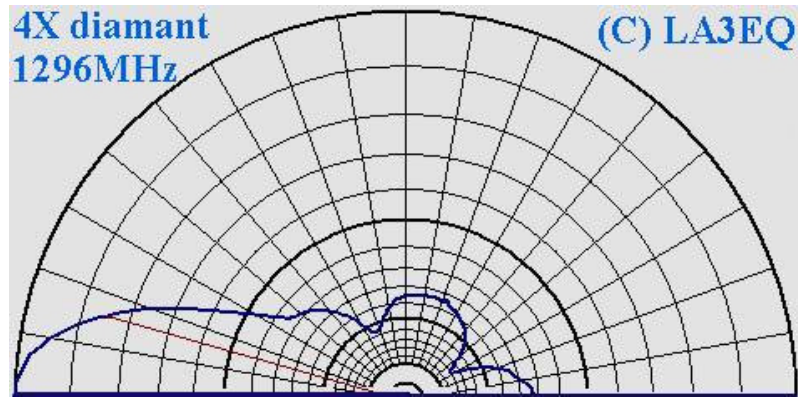


Fig 10. Her er E felt målingen i vertikal planet med antennen 1,5 meter over bakken.

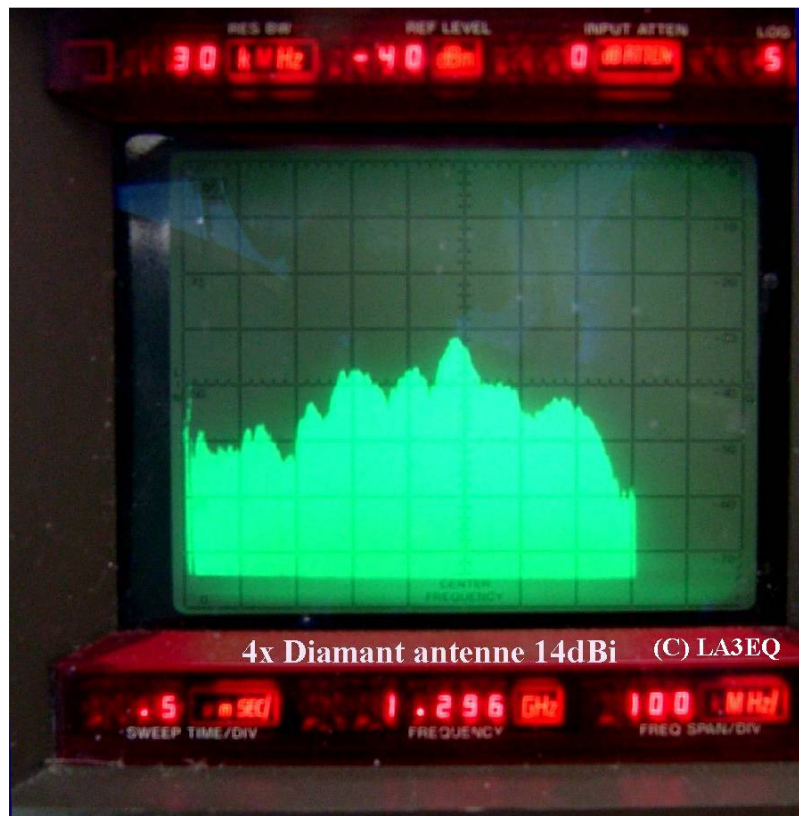


Fig 11. Her ser du frekvens/gain plott. Målingen er en sveip fra 800MHz til 1600MHz, 5dB pr rute

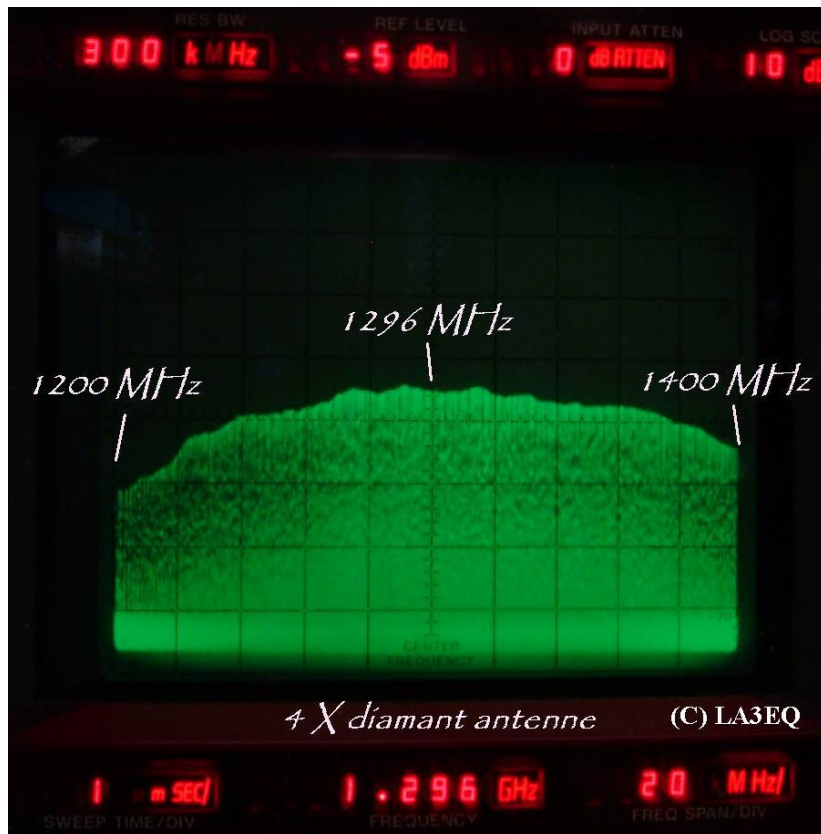


Fig12. Antenne Gain: Denne er zomet inn til 20MHz og 10dB pr rute.

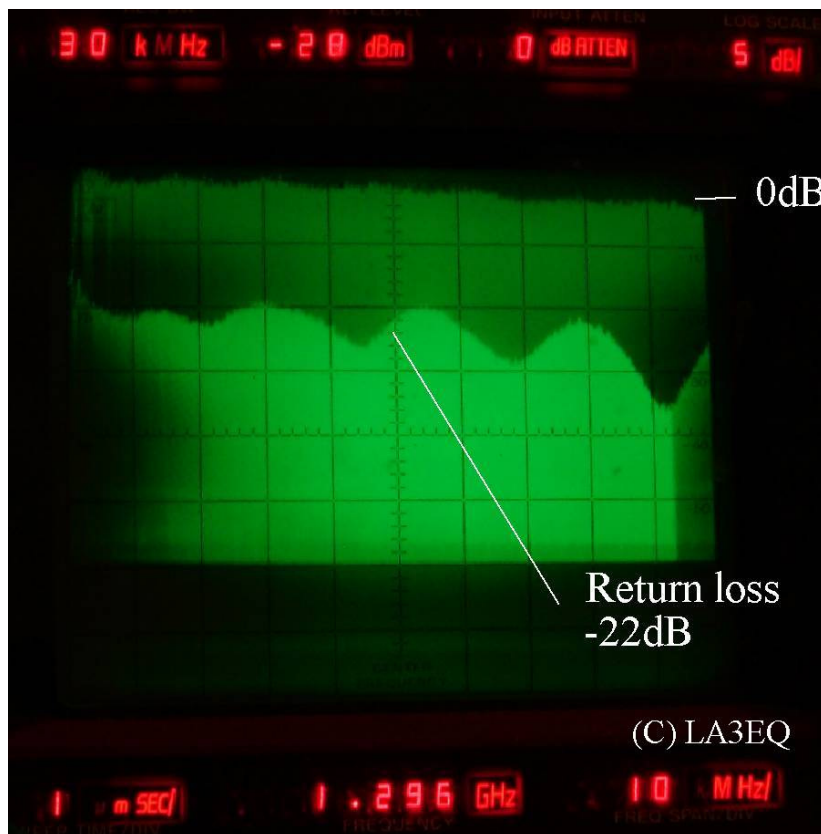


Fig13. SWR/return loss målt med Nadar retningskopler.

Literaturliste

- 1) Directional Couplers used for VSWR and power measurement, K2RIW, Dick, <http://www.k5rmg.org/3cM-dir-cplrs.html>
 - 2) Antenne range mesurments, chapter 9, Paul Wade, N1BWT, microwave handbook 1994-1998
 - 3) Polar Plot, G4HFQ Dave freeth, <http://www.g4hfq.co.uk/index.html>
 - 4) IEEE, "Standard Definitions of terms for antennas", IEEE Std. 145-1993.
 - 5) <http://www.cebik.com/vhf/ddq.html>
 - 6) <http://eryptic.net/unisold/antenna.html>
-