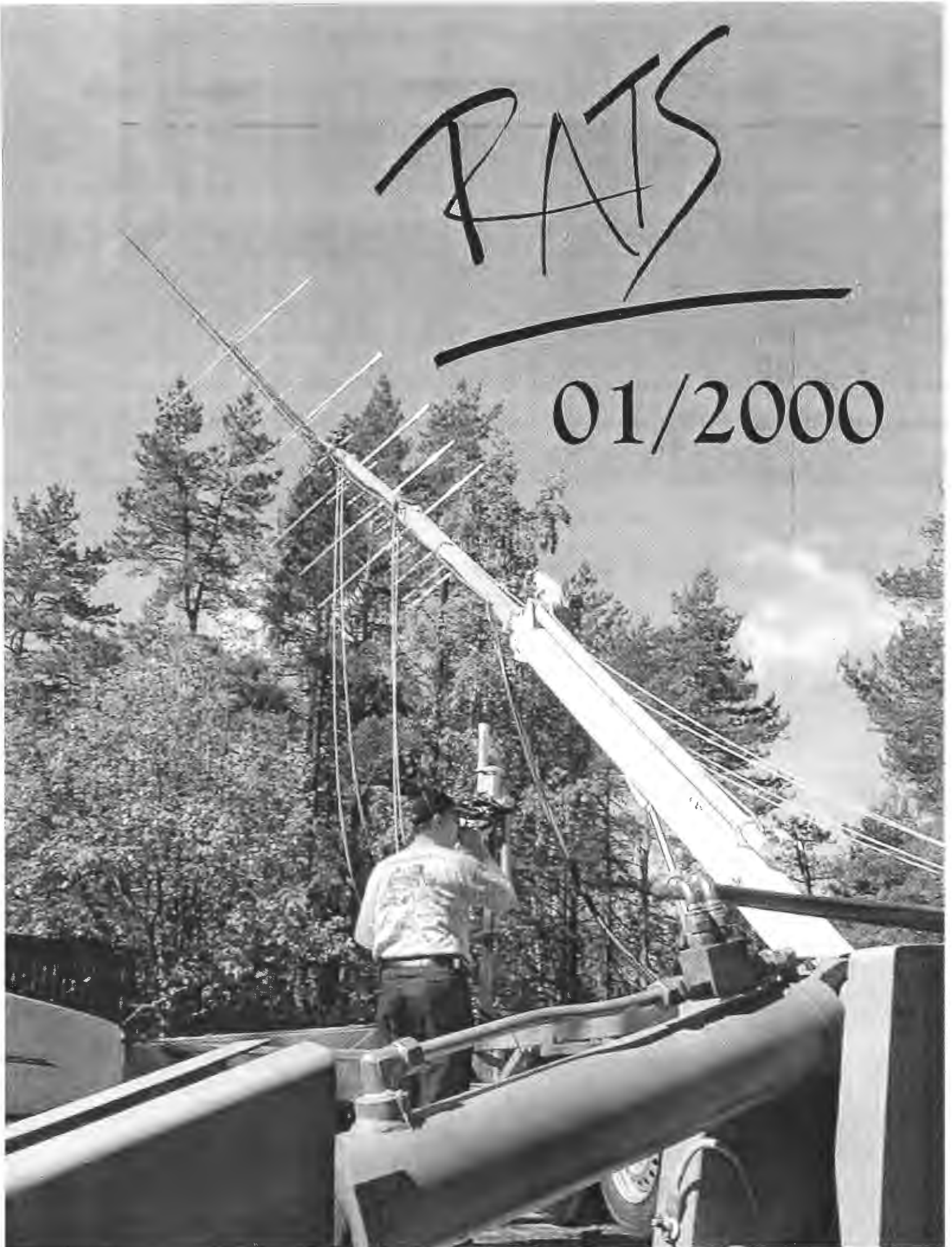


RATS

01/2000



RATS-lehti 01/2000

Julkaisija:

Radioamatööritekniikan seura r.y.

Pl 88

02151 ESPOO

Seuran websivut ja muut internet-yhteystiedot: <http://www.rats.fi/>

Päätoimittaja: Teemu Mykkänen OH2KMM

ISSN 1238-1101

Ilmoitushinnat:

1/1 sivu 600 mk

1/2 sivu 300 mk

RATS-lehden on tarkoitus ilmestyä noin neljä kertaa vuodessa, mikäli aineistoa lehteen riittää. Julkaisu lähetetään kaikille seuran jäsenille sekä lehden vuositilaaajille. Lehdessä julkaistua aineistoa saa lainata vapaasti ei-kaupallisiin tarkoituksiin, edellyttäen että aineiston lähde mainitaan.

Lehteen tarkoitetun materiaalin voi toimittaa seuran postilokero-osoitteeseen tai sähköpostilla osoitteeseen lehti@rats.fi. Lähetetyn aineiston formaattina voi olla joku yleisesti käytetyistä, mutta mieluiten raaka teksti (.txt). Mikäli teksti sisältää kaavoja, kaavioita tai piirroksia, PostScript-tiedosto ei ole pahitteeksi, koska tällöin oikoluku helpottuu oleellisesti. Valokuvat ja tekniset piirustukset pyydetään lähettämään skannausvalmiina ja/ tai erillisissä tiedostoissa.

Seuran jäsenmaksu 2000 on 60 mk yksityishenkilöiltä ja 90 mk yhteisöiltä. Liittymismaksu uusille jäsenille 50 mk. Lehden vuositilausmaksu ilman seuran jäsenyyttä on 90 mk.

Radioamatööritekniikan Seura r.y:n tarkoituksena on edistää uuden teknologian käyttöä radioamatöörien keskuudessa. Tämän toteuttamiseksi yhdistys :

- toimii yhteydenpitokanavana jäsenilleen
- järjestää esitelmia ja luentoja
- ylläpitää radioamatööriasemia
- harrastaa julkaisutoimintaa
- ylläpitää yhteyksiä muihin alan yhteisöihin sekä kotimaassa että ulkomailla

RATS pankkiyhteys: PSP 800015-1457429 SWIFT-koodi: PSPB FIHH 1457429

Maksaessasi tilauksia RATS:n tilille mainitse aina ilmoituksen avainsana ja osoite-tietosi kohdassa "tiedote maksun saajalle".

Kannen kuva: Pohjoismaisen VUSHF-leirin masto nousee hydraulisesti minimaalisella hikoamisella Inkoon Kopinniemessä kesäkuussa 2000. Kuva: Matti Antila.

1 Lyhyt kuvaus kiertopolarisaatiosta ilman matematiikkaa

Michael Fletcher, OH2AUE

<http://personal.eunet.fi/pp/oh2aue/index.html>

Phase 3D tulee - oletko valmis ? Radioamatöörit käyttävät yleisimmin maanpäällisissä yhteyksissään lineaarista polarisaatiota, eli sellaista lähetettävää ja vastaanotettavaa signaalia, jonka sähkökentän kaksi kompleksista komponenttia ovat samanvaiheisia tai vastakkaisvaiheisia. Jos komponentit ovat samanamplitudisia, mutta niiden vaiheet poikkeavat $+90$ tai -90 astetta, tulee polarisaatiosta pyörivä (vasenkätisesti pyörivä tai oikeakätisesti pyörivä polarisaatio).

1.1 Polarisaatio voi tuntua "häviävän"

Esimerkiksi troposfääristä sirontaa hyväksikäyttävät radioamatöörit, jotka toimivat VHF- ja sitä suuremmilla taajuuksilla, pärjäävät mainiosti lineaarisen polarisaation kanssa, sillä polarisaatio säilyy lähtöasetelmissään varsin hyvin. Kuitenkin noin 10 GHz:n taajuusalueesta ylöspäin mentäessä, hajoaa polarisaatio pahasti esimerkiksi käytettäessä saderintamaa, myrskypilviä tai lumikuuroa sirontapintana horisontintakaisissa yhteyksissä.

1.2 Polarisaatio voi kiertyä tai kääntyä vastakkaiseksikin...

Myös harjoitettaessa yhteydenpitoa käyttäen kuuta heijastavana pintana törmätään erilaisiin signaalin polarisaatiota hajottaviin tekijöihin, joista mm. VHF:llä ja UHF:llä pahaa jälkeä tekevä ns. Faraday-kiertymä on usein syynä "huonoihin keleihin", vaikka kuu olisi yhtä hyvin näkyvissä kuin edelliselläkin kerralla. Faraday-kiertymä johtuu periaatteessa maapallon magneettikentän vaikutuksesta polarisaatiotasoon ja ilmiötä käytetään jopa hyväksi eräissä mikroaaltokomponenteissa (mm. isolaattori ja kiertoelin). Näissä olosuhteissa lähetteen polarisaatio kiertyy nätisti helposti vaikkapa vastakkaiseen kulmaan aiheuttaen voimakasta vaimennusta. Polarisaatio ei kuitenkaan hajoa, kuten sadesirontayhteyksissä.

Kuukaikuyhteyksissä on vielä lisäksi ongelmaa siitä, että polarisaatio saapuu eri kulmassa kuin mitä se oli lähtiessään varsinkin, jos vasta-asema on esimerkiksi Japanissa tai USA:ssa ihan maapallo-kuu-systeemin geometriasta johtuen. Tämän voittamiseksi täytyisi optimaalisessa tapauksessa pystyä kääntämään lineaaripolarisoidun aseman polarisaatiota. Tämän ikävyyden minimoimiseksi on sovittu mm. että eurooppalaiset lähettävät pystypolarisaatiolla ja amerikkalaiset vaakapolarisaatiolla, mutta tähän edellyttää sitä, että tiedämme kenen signaaleja tahdomme kuun pinnalta kuulla...

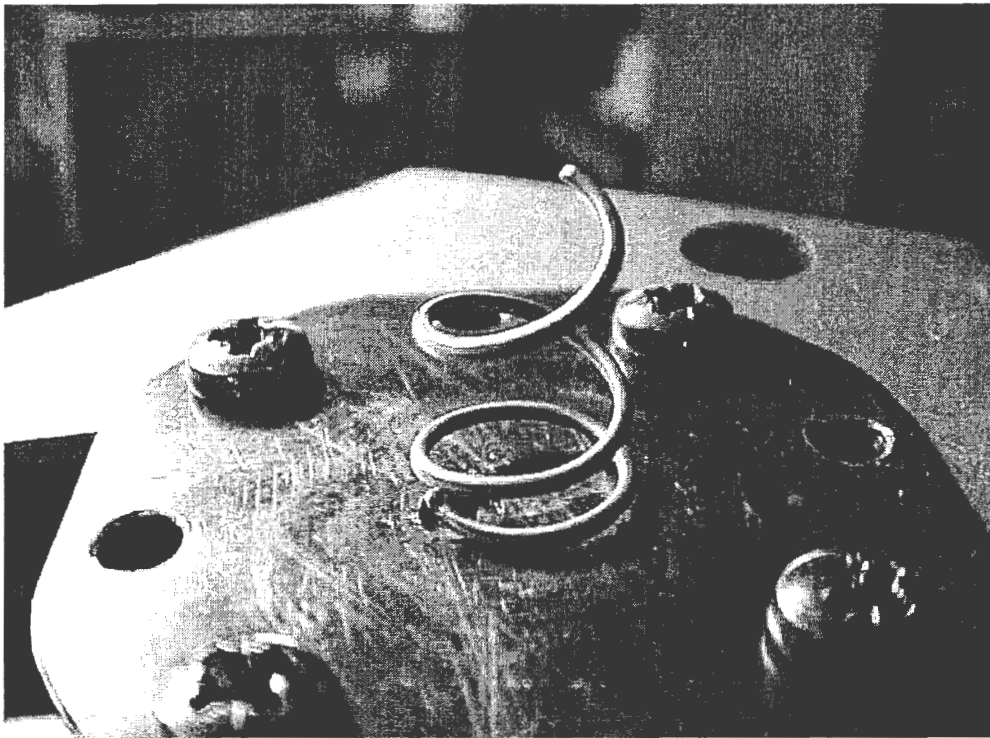
1.3 Voidaanko asioista sopia globaalisti?

Eräs ratkaisu, johon ei liity "liikkuvia osia", on pyörivän polarisaation käyttö ja tästä on jopa eräs merkittävä muukin etu. Jos sovitaan maailmanlaajuisesti, että kaikki käyttävät lähetykseen oikeakätistä polarisaatiota, on kuun pinnasta heijastuva signaali aina vastakkaispolarisoitunut, eli vasenkätisesti pyörivä. Eli kuukaikuaseman vastaanottoantennin tulisi olla vasenkätisesti pyörivää sorttia. Tästä taasen on se etu, että mikäli samaan

antenniin rakennetaan pyörivä polarisaatio siten, että antennissa on sondit sekä oikeakätiselle (RHCP, lähetys), että vasenkätiselle (LHCP, vastaanotto), saadaan oikealla suunnittelulla heti kättelyssä ristipolarisaatiovaimennuksen kautta lähetys- ja vastaanottoporttien välille arvokasta isolaatiota, jota tarvitaan suuren lähetystehon pääsyn estämiseksi vastaanottimen matalan kohinalämpötilan omaavaan etuvahvistimeen.

1.4 Pyörivä polarisaatio 10 GHz:lle helposti

Kaikkein helpoin tapa kehittää pyörivä polarisaatio on helix-antennin avulla. Kuvassa 1 on prototyyppi 10.4 GHz:n helix-antennista. Tämän antennin ristipolarisaatiovaimennus on helposti yli 20 dB:tä ja elliptisyys niin hyvä, että sitä on radioamatöörissäätämässä suorastaan vaikea mitata. Sen voi todeta, että elliptisyys on huomattavasti alle 1 dB:n.

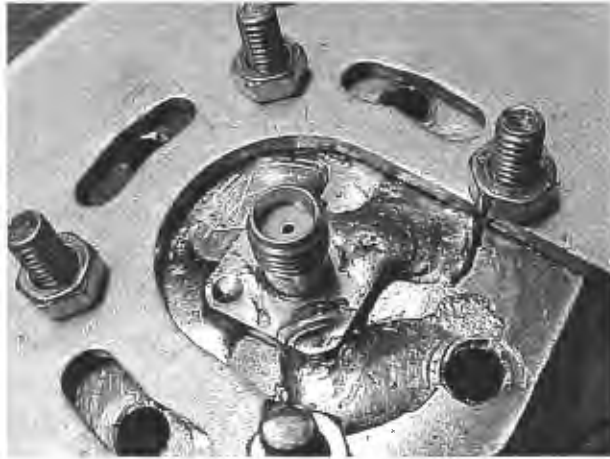


Kuva 1: 10 GHz:n helix

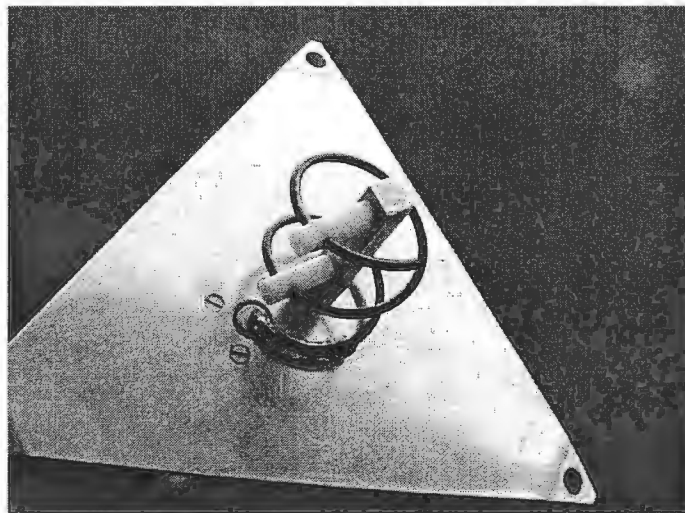
Tätä helix-antennia on tarkoitus käyttää paraboloidipeilin syöttönä ja sen taustakiinnitys rakenne näkyy allaolevassa kuvassa. Liittimenä on laipallinen naaras-SMA. Tämän helix-antennin sovitus on tehty siten, että ensimmäinen helixin kierros on hyvin lähellä maatasoa, jolloin siinä tapahtuu impedanssimuuttoa syntyvän kapasitanssin avulla. Tällä tapaa menetellen saadaan hyvä ja laajakaistainen sovitus. Esimerkkiantennissa oli heijastusvaimennus lähes 20 dB.

1.5 Eikä niinkään kriittisesti vaikkapa 2.4 GHz:lle

Samantyyppinen helixantenni on myös kuvassa 3 Tämä 2.4 GHz:n amatöörialueelle mitoitettu 2.5 kierroksen helix (kierrosten lukumäärä vaikuttaa vahvistukseen ja antennin säteilykuvioon). Antennin kierrosten lukumäärä on haettu empiirisesti oikeata



Kuva 2: 10GHz:n helixin taustarakenne



Kuva 3: 2.4GHz helix

säteilykuviota hakien, jotta peilin f/D -suhteen edellyttämä sopiva valaisufunktio toteutuu. Tämän helixin sovitus on samantapainen kuin edellisessä 10 GHz:n helixissäkin, mutta ensimmäisen kierroksen kapasitanssia on lisätty keinotekoisesti juottamalla siihen sopivalle matkalle lisäpinta-alaa kuparilevystä leikatulla liuskalla.

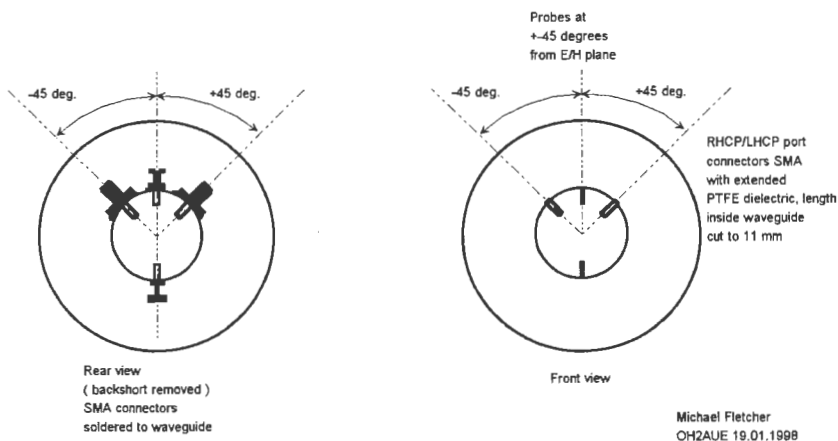
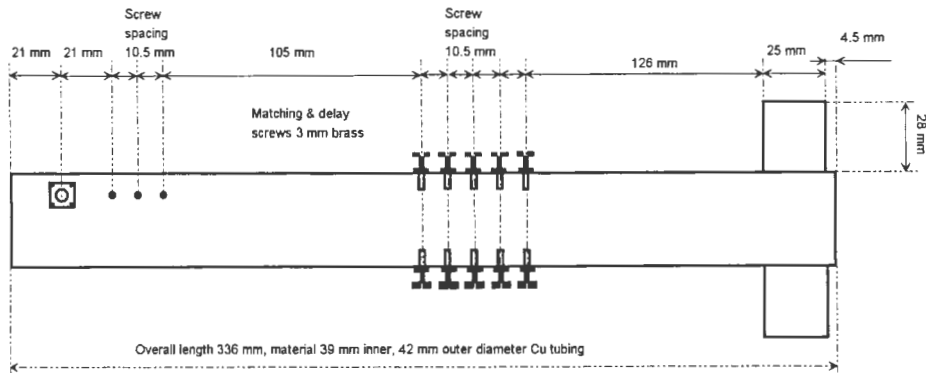
Antennin sovitus on erittäin hyvä taajuusalueelle 1.8 . . . 3.0 GHz, toimien välttävästi myös 1691 ja 1694.5 MHz:n METEOSAT-bandilla (satelliitissa on tosin lineaaripolarisoitu antenni). Toinen tapa syöttää tyypillisesti noin 140-ohmista helix-antennia on käyttää neljännesaallon muuntajaa, jonka impedanssi olisi tällöin 83.8Ω jos syöttöimpedanssiksi halutaan 50Ω , mutta em. kapasitiivinen sovittaminen on osoittautunut käytännössä huomattavasti mielekkäämmäksi.

1.6 W2IMU-tyyppinen ruuviviritteinen viivelinja

Tyypillinen molempien kätsisyyksien syöttötorvi pyörivälle polarisaatiolle on nähtävissä allaolevassa kuvassa. Kyseinen syöttötorvi on 5.7 GHz:n radioamatöörialueelle ja sitä on käytetty Suomen ensimmäisissä kuukaikuyhteyksissä tällä taajuusalueella vuonna 1998.

5760 MHz deep dish (f/D = 0.3) feedhorn

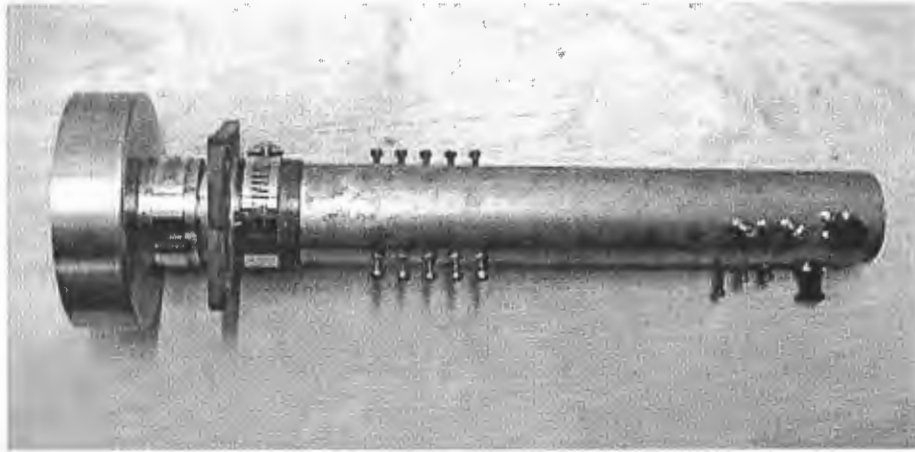
Circular/Linear Polarisation



Liitteenä oleva antennin mekaaninen piirustus pitää sisällään mitoitusohjeet antennille ja siitä käy ilmi RHCP- ja LHCP-porttien toteutus. 90 asteen viivelinjana toimii empiirisesti viritetyt ruuvit, jotka ovat 45 asteen kulmassa (kaksi riviä aaltoputkessa vastakkain). Viritysajatus voi vaikuttaa epätoivoiselta, mutta käytännössä siihen menee kokeneelta säätäjältä alle 5 minuuttia, jonka jäljiltä syöttötorven polarisaation pyörintä on oivallinen, sillä elliptisyys saadaan helposti alle 1 dB:n. Vastakkaisten polarisaatioiden ylikuulumisvaimennus on helppo saada 20 dB:n tuntumaan ja huolellisella säätämällä voi päästä lähelle 30 dB:tä ja ylikin. AMSAT-OH:n P3D -satelliittiin toimittamassa lähettimessä on kummankin antennin pyörivä polarisaatio aikaansaatu juuri näin.

1.7 Fadingista...

Kolmas käytännön esimerkki siitä, missä radioamatööri voi törmätä polarisaatiokiertymään on satelliittiyhteyksissä. Varhaiset radioamatöörisatelliitit, jotka olivat ns. spin-stabiloituja, käyttivät usein ympärisäteileviä antennejä, joilla oli kuitenkin selkeä polarisaatiokäyttäytyminen. Tämä johti siihen, että satelliitin pyöriessä ja kieppuessa taivaalla radallaan edetessään, kiertyi tämä lineaarinen polarisaatio myös saapuessaan



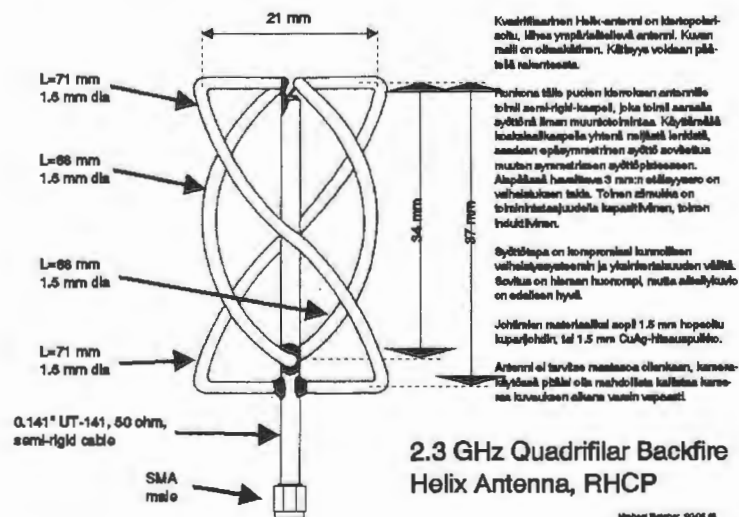
Kuva 4: 5.7 GHz torviantenni

satelliitin orientaation funktiona. Käyttämällä lineaaripolaroitua vastaanotto- ja lähetyssantenneja saatiin aika ajoin erittäin vahva yhteys satelliittiin, mutta välillä signaali katosi hyvin syvään minimiin polarisaatioiden osuessa hetkellisesti vastakkaisiin kulmiin.

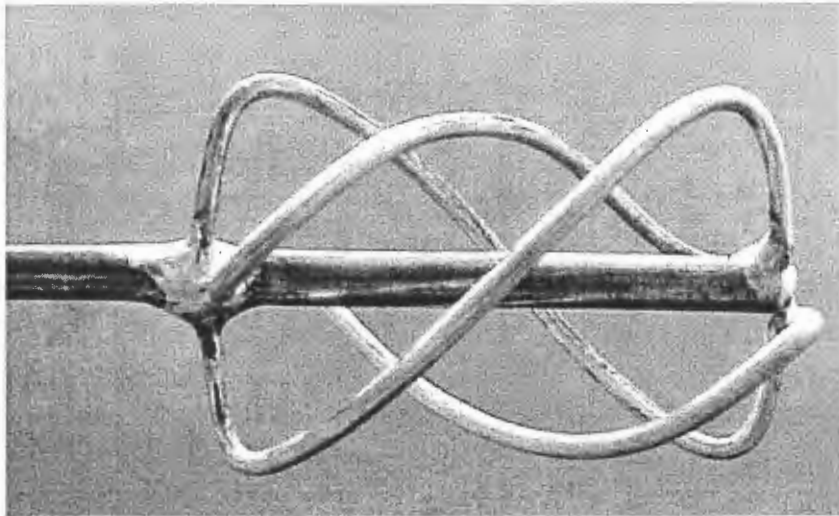
1.8 ...eroon

Tähän löytyi lääke, nimittäin kiertopolarisoidun antennin käyttö (oli melko samantekevää kumpaan suuntaan polarisaatio pyöri, mutta käytännössä pieniä eroja oli havaittavissa; vasen- ja oikeakätisellä polarisaatiolla oli selvä korrelaatio satelliitin pyörinnän katselukulmaan so. riippuen siitä, oliko avaruusalus "tulossa" vai "menossa"). Usein tähän käytettiin helpporakenteista helix-antennia, mutta pyörivän polarisaation antennin käyttö lineaaripolarisoidun lähetteen vastaanottoon toi tullessaan myös kiinteän 3 dB:n ylimääräisen häviön.

1.9 Omni 2.3 GHz:lle



Lähes ympärisäteilevä antenni löytyy allaolevasta kuvasta. Tämä antenni on niin sanottu quadrifiraalinen Backfire-Helix. Quadrifiraalinen sen vuoksi, että antenni koostuu kahdesta ja backfire sen vuoksi, että silmukoiden syöttö tapahtuu antennin "yläpäästä". Helix ja erityisesti quadrifilaarinen sellainen viittaa näiden kahden silmukan kiertymiseen, tässä tapauksessa 180 astetta. Kuvan antennin mitoituspiirroksessa on myös selostus mitoitukseen vaikuttavista tekijöistä.



Kuva 5: Quadrifilaarinen helix

1.10 Satelliiteissa nykyisin pyörivä polarisaatio

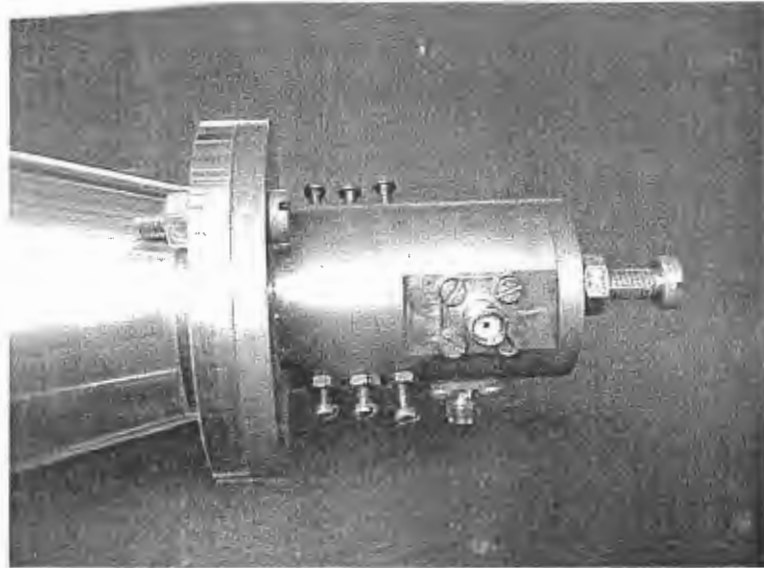
Nykyisemmissä satelliiteissa on tästä syystä pyritty käyttämään pyörivän polarisaation antenneja, jolloin maa-aseamalla voidaan käyttää vastaavasti myös pyörivää polarisaatiota (usein valittavalla kätsisyydellä) ilman em. 3 dB:n lisävaimennusta. Kentänvoimakkuuden vaihtelua on edelleenkin havaittavissa näiden radioamatöörisatelliittien pyörinnän (spin-stabiloinnin) vuoksi.

1.11 Ennenkuulumaton (apologies for the pun...) satelliitti

Piakkoin toivottovasti laukaistava kansainvälinen uusi ja uljas Phase 3D-satelliitti onkin sitten jo aivan eri maata. Ensinnäkin tämä satelliitti on kolmiakselistabiloitu, mutta edelleenkin maata kiertävää mallia. Satelliitin rata on ns. modifioitu Molniya-rata, eli sellainen, joka on voimakkaasti elliptinen käyden alimmillaan hyvin lähellä maata muutamassa tuhannessa kilometrissä ja korkeimmillaan muutamassa kymmenessä tuhannessa kilometrissä. Kulkiessaan radallaan, Phase 3D:n sähkömagneetit, gyroskoopit, hyrrät ja kaksi työntömoottoria pitävät huolen siitä, että rata säilyy pitkällä aikavälillä, mutta että satelliitti myös lyhyemmällä aikavälillä on aina orientoitunut niin, että suunta-antennit (NEW !!!) ovat aina maata kohti (NEW !!!) ja aurinkopaneelit ovat aina aurinkoa kohti (NEW !!!). Tämän lisäksi ja osaksi tästä johtuen, satelliitin tehobudjetti on aivan toista luokkaa (NEW !!!) kuin aikaisemmissa radioamatöörisatelliiteissa sillä seurauksella, että satelliitin lähettimet ovat tehotasoltaan myös huomattavasti aikaisempaa reteämpiä (NEW !!!). Lisäksi lähes kaikki Phase 3 D:n antennit ovat

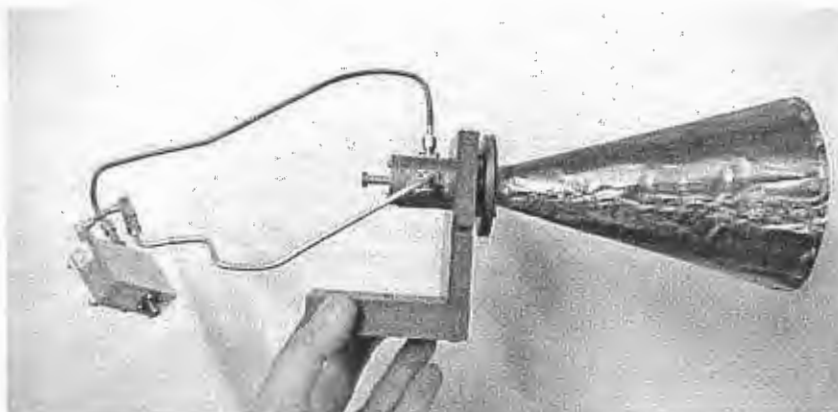
kiertopolarisoituja. Tämä tarkoittaa sitä, että maa-aseamalla saadaan ylläpidettyä erittäin vakaata ja suopeata linkkibudjettia mikäli käytetään kiertopolarisoituja antenneja niin ylöslinkillä kuin alaslinskilläkin.

1.12 Muita generointitapoja



Kuva 6: AMSAT-OH referenssiantenni

Phase 3D:tä varten voisi ajatella sinänsä aika hurjan helix-antennin lisäksi (se ON aika pieni ja heiveröinen rakenne) myös torviantennia, johon rakentaisi sopivan pyörivän polarisaation herättimen joko siten, että torveen rakennetaan edelläolevan 5.7 GHz:n mallin mukaan sondi ja kaksi viivelinjaa viritettävillä ruuveilla 45 asteen kulmassa sondiin nähden (tai jopa suoraan metallinen evä, joka olisi 45 asteen kulmassa - tästä oli aikoinaan Vipusessa Juhana Ylisen kirjoittama artikkeli). Tällainen viiveruuvistolla varustettu empiirisesti viritetty 10 GHz:n torvi on kuvassa. Tätä torvea käytettiin AMSAT-OH:n P3D:hen toimittaman 10 GHz:n lähettimen antennien mittauksissa ja virityksessä.



Kuva 7: Viivelinjoilla toteutettu kiertopolarisaatio



Kuva 8: Valmis teflonlevy ennen asennusta

Kyseinen torvi voisi olla myös sellainen, että siinä ei ole sinällään viivelinjaa, vaan siinä olisi kaksi ortogonaalista sondia, joita syötettäisiin 90 asteen vaiheensierrolla, kuten tässä AMSAT-OH:n P3D-referenssitorvessa tai aikaansaamalla sama ilmiö yhdellä sondilla ja käyttämällä aaltoputkeen sijoitettua 45 asteen kulmassa sijaitsevaa viivelinjaa.

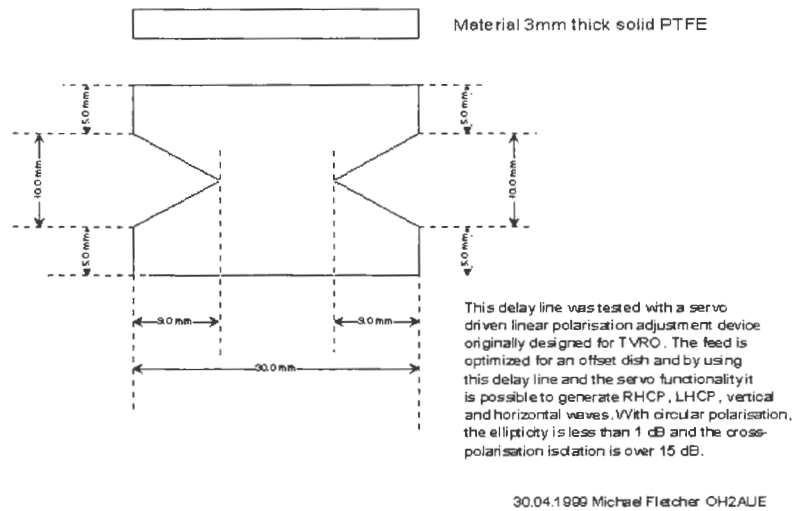


Kuva 9: Teflonlevy paikallaan

Tässä ovat eräästä kokeilemastani viivelinjasta, jolla olen saanut hyviä tuloksia. Komponentin tefloninen prototyyppi on tämännäköinen. Käytän kyseistä viivelinjaa servo-ohjatun TV-satelliittivastaanottimen (lineaari-) polarisaation kääntäjän kanssa, jolloin yhdistelmällä saadaan aikaiseksi pysty- ja vaakapolarisaatiot, sekä lisäksi vasen- ja oikeakätinen pyörivä polarisaatio. Kääntäjä pyörittää suorakaideaaltoputkessa olevaa perusaaltomuodon herättäjäsondia, joka menee seinän läpi pyöreään aaltoputkeen, jossa se taas kytkeytyy sähkökenttään.

Tästä on samantyyppinen ratkaisu käytössäni 3.4 GHz:llä ja alla oleva kuva selvittää toimintaa. Syöttötorvessa olevat korrugoinnit toimivat kaikilla näillä polarisaatioilla oikealla tavalla, eli syötön sivukeilatase on mahdollista pitää kurissa samalla, kun

Experimental PTFE delay line for 20 mm circular waveguide



torvella säilyy oikea valaisufunktio asianomaista paraboloidipeiliä varten.

1.13 Helpoin ja halvin ratkaisu

Näistä kaikista vaihtoehdoista voisin päätyä ehdottamaan tavalliselle rivisäättäjälle teflonista valmistettua viivelinjaa sen helppotekoisuuden ja yksinkertaisuuden vuoksi. Kaikki muu tarvittava on ostettavissa edullisesti TV-satelliittiroipetta myyvistä liikkeistä ja toisinaan voi tarvittavaa mikroaaltosyöttösälää olla tyrkyllä myös kirpputoreilla ja vaikkapa pikkuviallisena paikallisella RTV-huollolla – eikun säätämään!

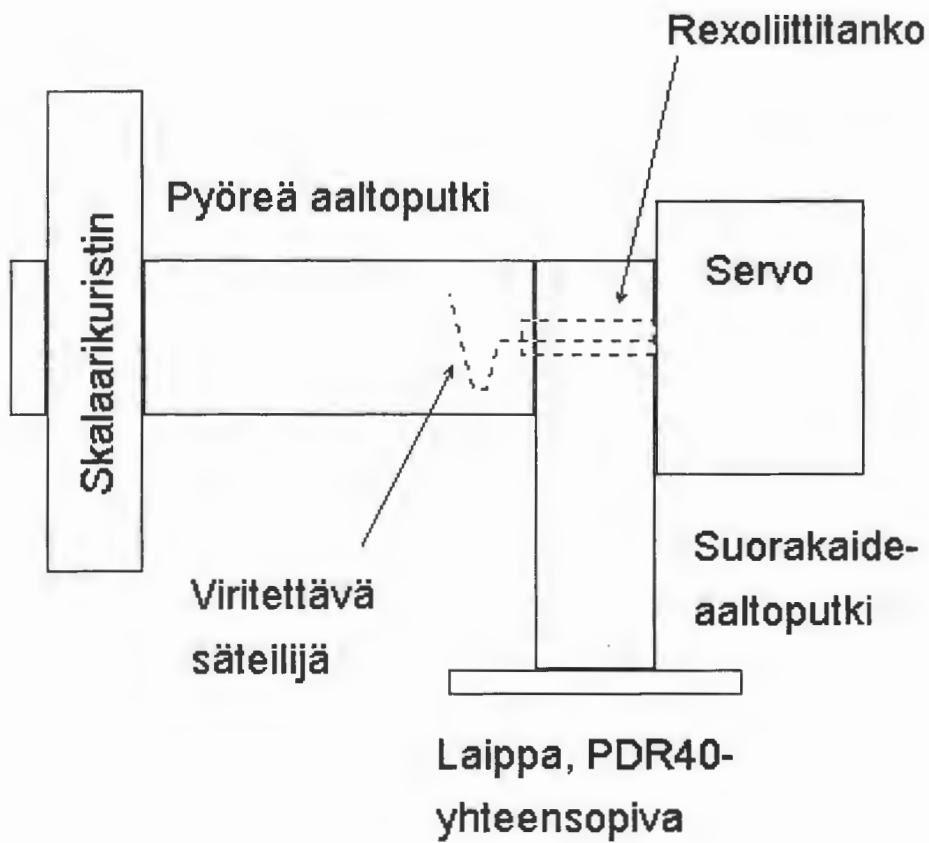
Oikeakätinen polarisaatio syntyy, kun viivelinja on aaltoputken takaa katsottuna 45 astetta syöttösondista myötäpäivään. Muista, että polarisaatio kääntyy vastakkaiseksi sen heijastuessa peilin pohjalta. P3D-satelliitin lähettimien antennit ovat pääsääntöisesti oikeakätisiä polarisaatioiltaan. Voisi olla mielenkiintoista tehdä evästä senverran tiukkasovitteinen, että se pysyy paikoillaan ilman muita pitovälineitä, niin voisi ihan kokeilla satelliitin kanssa ristipolarisaatiovaimennuksen vaikutusta...

1.14 Meinasin unohtua:

Eräs tapa muistui vielä mieleen, jolla saadaan generoitua lähes ideaalinen pyörivä polarisaatio on liittymällä TE₁₀-aaltomuodolla ja suorakaideaaltoputkella suoraan pyöreän aaltoputken seinään siten, että suorakaideaaltoputki on määrättyssä kulmassa pyöreän putken keskilinjaan nähden. Tämä kulma määräytyy lähinnä pyöreän putken raja-aallonpituuden mukaan ja pitää siis laskea käytettävissä olevan putken mittojen ja käytettävän taajuuden perusteella. En ole itse tätä kokeillut, mutta asiasta löytyi erittäin mielenkiintoinen viittaus eräässä 40-luvun amerikkalaisessa mikroaaltotekniikan kirjassa. Samaisesta opuksesta löytyi myös viisiporttisella aaltoputkihybridillä toteutettu pyörivän polarisaation muunnin myös. Siis VIISIporttinen...



Kuva 10: Pyörivä sondi syöttötorven pohjalla



2 Silent Key DJ5KQ, Werner Haas 23.6.1933 - 13.6.2000



Jo nuorena poikana Werner oli radion haltioima. Tämä vaikutti myös uravalintaan ja vuonna 1959 hän suoritti tutkinnon ollakseen henkeen ja vereen radioamatööri.

Werner aloitti uransa elektroniikan kaupan yhteydessä, mutta vuonna 1965 hän liittyi Marburgin Yliopiston ZEL-laboratorioon (elektroniikan keskuskehityslaboratorio, jossa hän pääsi soveltamaan nerouttaan elektronisen tuotekehityksen piirissä.

Hänen kiinnostuksensa ja tavoitteensa ylsivät kuitenkin puhtaasti ohi ammatillisen: 1970-luvun alussa Wernerä kiehtoivat radiotekniikan ja avaruussatelliittien yhdistämisen suomat mahdollisuudet. Tästä tieteenalojen yhdistelmästä tuli hänelle johtotähti loppuelämäkseen. Tämä näkyi käytännössä AMSAT-DL e.V.:n syntymisenä; ensimmäisestä tunnista alkaen aina poismenoonsa saakka Werner muokkasi AMSAT:ia varapuheenjohtajan ominaisuudessa.

Radiotekniikka oli Wernerin sydäntä lähellä huolimatta kaikista hallinnollisista velvollisuuksista, joita hän otti kantaakseen AMSAT-DL:n organisaatiossa. Erityisesti häntä kiinnosti satelliittitoistimien tekniikka; Werner kehitti ja rakensi transpondereita kaikkiin AMSAT-DL:n johtamiin viiteen radioamatöörisatelliittiin.

Nämä satelliittien keskeiset komponentit olivat tärkeimpiä AMSAT-missioiden menestyksen takaajia. Werner oli aina halukas jakamaan innostustaan ja teknistä tietämystään. Ei ole mikään ihme, että Werner oli pidetty ja kunnioitettu ystävä monille ympäri maailman. Aivan sivutuotteena lentävästä satelliitista on tullut Wernerille monumentti, joka tulee olemaan teknisen erinomaisuuden mittakeppinä.

Viimeisten kymmenen vuotensa aikana Wernerin pääkiinnostuksen kohteena oli Phase 3D-satelliitin menestyksen takaaminen - P3-D oli hänelle elämäntyönsä kohokohta. Pitkällisen sairautensa heikentämänäkin hän vielä matkusti henkilökohtaisesti Orlan-doon suorittamaan viimeisiä hyväksyntämittauksia P3-D -satelliitille. Näin hän sai varmuuden, että oli tehnyt kaikkensa taatakseen P3-D -satelliitin menestyksen.

Ikävä kyllä Werner ei eläessään saanut nähdä P3-D-satelliitin laukaisua tänä syksynä. AMSAT:lle ja amatööriradiotoiminnalle tämä on menetys, mutta Werner jatkaa näkymistään työnsä kautta ja on tällä teollaan asettanut esimerkin tuleville sukupolville: maailmaa voidaan aina hiukan parantaa radioamatööritoiminnalla henkilökohtaisen sitoumuksen ja velvollisuudentunteen avulla. Kiitämme häntä tästä; Werner jatkaa ole-massaoloaan keskuudessamme saavutustensa ja sydämiemme kautta.

Karl Meinzer *DJ4ZC*, Peter Gülzow *DB2OS*, Keith Baker *KB1SF*.

Myös suomalaisten radioamatöörien Phase 3D-satelliittiin toimittama 10 GHz:n lähetin kantaa mukanaan Wernerin valmistaman tehotransistoreitamme syöttävän hakku-riteholähteen. Vapaasti kääntänyt Michael Fletcher, OH2AUE

3 Phase 3D–satelliitin laukaisu v. 2000

3.1 9 vuoden synnytyks

Kaikki alkoi n. 9 vuotta sitten OH6EH:n keskustellessa DJ4ZC, Karl Meinzerin kanssa University of Surrey:n tiloissa järjestetyssä AMSAT-UK Colloquiumissa Karlin suunnitelmista lähteä puuhaamaan uutta satelliittia radioamatööreille.

Kaitsun palattua hän otti asian esille OH7JP:n (Jyri Putkonen) kanssa ja pojat ryhtyivätkin pohtimaan, mitä suomalaiset radioamatöörit voisivat tarjota radioamatöörimittakaavassa varsin suureen satelliittiin. Jo aivan alkuvaiheessa oli selvää, että se jokin on mikroaaltaajuinen lähetin, jota voisi lähteä ehdottamaan projektin vetäjälle ja muulle tiimille. Eipä tarvinnut kovin paljoa allekirjoittanutakaan houkutellessa mukaan projektiin, kun olin jo erittäin tiiviisti mukana.

3.2 AMSAT-OH perustetaan

Jyri lähti vetämään AMSAT-OH:n nimissä kulkevaa ryhmää ja kokouksia järjestettiin tiiviisti. Näissä palavereissa yritettiin saada kristallisoitumaan ajatus siitä, mitä voisimme ehdottaa tähän suureen satelliittiin. Samalla yritimme tietenkin värvätä kaikenlaisia mitäänpelkäämättömiä osajia aivoriiveen. Osallistujia olikin kokouksissa välillä varsin huomattavasti. Joka tapauksessa talven mittaan selvisi, mitä AMSAT-OH:n iskuryhmä voisi lähteä ujutamaan satelliittiin kyytiin: joko 10 GHz:n tai 5.7 GHz:in suuritehoinen lineaarinen lähetin (mieluummin tietysti 10 GHz:n...). Tämän ajatuksen takana olivat mm. OH3CU, silloinen mikroaaltomanageri.

3.3 Avaruudessa ankeata

Lähetin tulisi olla suuritehoinen (wattikaupalla tehoa), pieni ja kevyt. Sen tulisi tietenkin toimia mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella, kuten kaikkien avaruusteknisten laitteiden. Tämä johtuu useammasta syystä: sähköä on tarjolla niukalti, linkkibudjetti on voimakkaasti elliptisellä Molniya–tyyppisellä radalla aika vaativa, joten RF-tehoa todella tarvitaan, ja lisäksi lämmön hävittäminen painovoimattomassa tilassa tyhjiössä on melkoisen vaikeata...

3.4 HELAPS

Professori Karl Meinzer oli jo tähän mennessä ollut synnyttämässä useampaakin satelliittia, ja jo näitäkin edelsi hänen huomattava kiinnostuksensa mm. HELAPS-tekniikkaan (High Efficiency Linear Amplification by Parameter Synthesis), josta hän aikoinaan myös väitteli tohtoriksi. Tässä menetelmässä pilkotaan välitaajuinen signaali amplitudi- ja vaihekomponentteihin, joita sitten kumppaakin prosessoidaan erikseen. Esimerkiksi siten, että välitaajuus viedään vaihelineaarisen rajoitinketjun läpi, jolloin saadaan puhtas vaiheinformaatio talteen (kvadratuurikanava, kanta-aallon vektoriin nähden 90 asteen suuntainen informaatio, eli ns. Q–kanava). Ennen tätä limitointia otetaan talteen verhoikäyrä välitaajuisesta signaalista, jolloin saadaan amplitudi-informaatio talteen (amplitudikanava, eli ns. I–kanava, kanta-aallon vektorin suuntainen kanava).

3.5 Vakioamplitudi-SSB

Ennenkuin tämä teknologia oli hienostunut tälle asteelle, mm. Karl oli kokeillut menetelmiä suuren SSB-tehon aikaansaamiseksi mm. 1296 MHz:n taajuusalueelle, jolle ei 60-luvulla oikein ollut amatööreille edullisia tehovahvistinratkaisuja tarjolla. Tämä ns. vakioamplitudi-SSB tuli tunnetuksi pienessä piirissä teknisen luokan radioamatöörejä, ja mm. Hollannissa ja Australiassa useat mikroaaltoamatöörit käyttivät tätä erikoista lähetyslajia 1.3 ja 2.3 GHz:n radioamatööribandeilla.

1296 MHz:n vakioamplitudi-SSB -signaali, joka on hyvinkin SSB-yhteensopiva, syntyy siten, että 28 MHz:n SSB-ohjaimelta saatava esimerkiksi 9 MHz:n kidesuodatettu SSB-signaali viedään limitteriketjulle (Karl käytti kahta diodilimitteriastetta kokeiluissaan) ja syntyneitä vakioamplitudista signaalia puskuroidaan TTL-tasoiseksi, jolloin spektri voidaan jakaa tässä esimerkissä kolmella. Näin syntyy 3 MHz:n vakioamplitudi-SSB:tä, josta on rajoitettu amplitudimodulaatiokomponentti kokonaan pois, mutta jonka vaihemodulaatioindeksi on pudonnut kolmannekseen alkuperäisestä.

Tämä 3 MHz:n signaali sekoitetaan takaisin 9 MHz:iin, jolloin se voidaan viedä radiolähtetimestä eteenpäin sekoitettavaksi alkuperäiselle aiotulle 28 MHz:n taajuudelle. Tämä 28 MHz:n RF-signaali viedään sitten 432 MHz:n transvertterille, jolloin saadaan 70 cm:n bandilla oleva SSB-signaali, jonka amplitudi- informaatio puuttuu kokonaan ja vaihespektrin modulaatioindeksikin on vain kolmannes alkuperäisestä: lähes täysin lukukelvoton signaali!

3.6 SSB:tä 23 cm:lle varaktoritriplerillä

Mutta: 60-luvulla saatiin sentään putkilla jonkun verran tehoa 70 cm:n bandilla ja tämä teho vietiin sitten 70/23 cm varaktori- triplerille, jota yleensä käytettiin ainoastaan CW:llä, joskin jotkut kokeilivat myös FM:ää pienentämällä 70 cm:n deviaatiota kolmannekseen. 23 cm:n -bandille triplattu vakioamplitudi-SSB saikin kerronnassa vaihemodulaatioindeksinsäkin palautettua alkuperäiseksi, jolloin jo sinällään tämä signaali oli varsin luettavissa oleva, ja ennenkaikkea sitä pystyi kuuntelemaan 2.4 kHz:n SSB-suodattimella, jolloin voitiin pitää pitkiä yhteyksiä, ja mm. 2.3 GHz:llä syntyikin Australiassa uusia pituussuunnauksia (2.3 GHz:llä pitäisi edellä olevassa esimerkissä tietenkin jakaa vakioamplitudisen SSB-signaalin spektri kuudella).

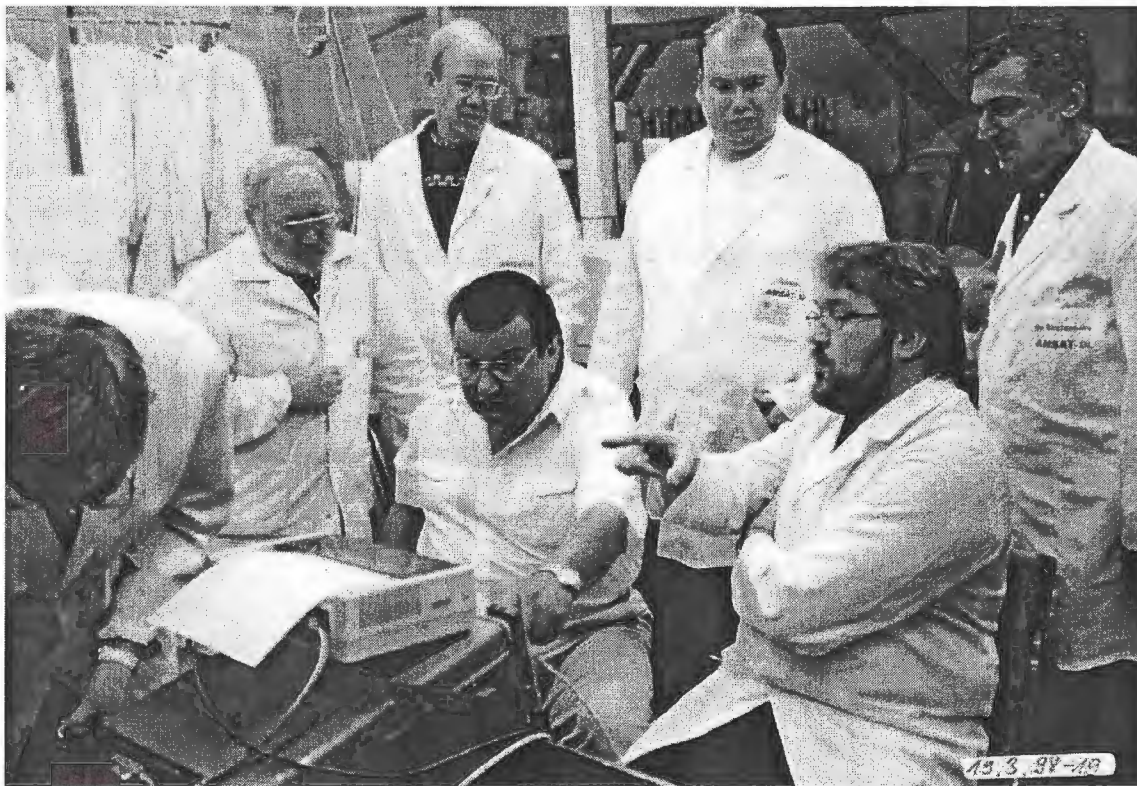
Vakioamplitudista SSB:tä kehitettiin myös siten, että signaalia rajoitettiin jonkin verran ja syntyneitä signaalia käytettiin 9 MHz:n VCO:n PLL-loopin ohjaamiseen, jolloin saatiinkin erittäin vakioamplitudista ns. PLL-SSB:tä.

Tarkalleen ottaenhan tämä signaali ei enää ole SSB:tä, mutta se on signaalina kuitenkin erinomaisen hyvin SSB-vastaanottimella luettavaa.

Karl kokeili jo tässä vaiheessa amplitudin lisäystä takaisin 1.3 GHz:n signaaliin pumppaamalla varaktoritriplerin DC-biasta amplitudikanavan signaalilla ja onnistuikin siinä jossain määrin, mutta ne jotka ovat radioamatööriurallaan joutuneet (päässeet) kokeilemaan varaktori- ja step recovery -diodeilla tietävät, että nämä komponentit ovat varsin herkkiä värähtelemään parametrisesti ja ovat yllämainituissa olosuhteissa varsin labiileja värkkejä. . .

3.7 HELAPS kehitty

Nämä kokeilut jatkuivat 60-luvun loppuun saakka sillä seurauksella, että vuosikymmenen vaiheessa oli jo labran pöydällä erittäin lupaavasti toimiva kokonainen transistoroitu lähetin, jossa käytettiin em. metodia siten, että lähettimen viimeiset tehovahvistusasteet olivat suuremman hyötysuhteen omaavia C-luokan vahvistimia, joita käytettiin lineaarisina (!) koko välitajuisen signaalin vahvistimina.



Kuva 11: Stan Wood, Lou McFadin, Chuck Green, Werner Haas, Peter Guelzow, Michael Fletcher ja Freddie DeGuchteneire pohtimassa mittausteknisiä asioita. Kuva: Wilfried Gladisch, AMSAT-DL

Konsepti oli muuten samankaltainen, mutta vakioamplitudinen, rajoitettu välitajuisen spektri vietiin suoraan ylössekoittimelle ja seuraavallekin aivan normaalisti, mutta amplitudimodulaatio-komponentti saatiin restauroitua moduloimalla pääteasteiden kollektorivirtoja tämän tahdissa (envelope elimination and restoration, EER-tekniikka, peräisin 30-luvulta...). Tällä tekniikalla tehtiin Marburgin yliopistossa useampikin radioamatöörisatelliitti, joista monet tämän lehden lukijoistakin ovat workkineet, viimeisin oli AMSAT-OSCAR 13.

3.8 I/Q-prosessointi

Nykyisin tätä samaa teknologiaa yrittävät soveltaa erilaiset radiotekniikan ammattilaiset, niin yleisradiotekniikkapuolella kuin laajakaistaisten tulevaisuuden radiopuhelinjärjestelmienkin suunnittelijatkin. Nykyaikainen DSP-tekniikka antaa erittäin hyvät mahdollisuudet mitä erilaisimpiin korjauksiin ja säätötoimenpiteisiin (mm. vanhemmissa radioamatöörisovelluksissa ei ollut aktiivista vaihe- ja amplitudisilmukoiden ryh-

mäkulkuaiakorjausta, vaan loopeissa oli mittaamalla ja osin empiirisesti haetut kiinteät RC-aikavakiot asiaa mallintamassa).

3.9 AMSAT-OH:n ehdotus

AMSAT-OH lähti päättäväisesti suunnittelemaan 5.7 ja 10 GHz:n lähettäviä lohkokaa-viotasolla jutun alussa mainitsemiani piirteitä päämääränään pitäen. Lopputuloksena oli piirustuspöydällä kolme eri laitteistokokonaisuutta: 10 GHz:n lähetin, 5.7 GHz:n lähetin ja 5.7 GHz:n lähetinvastaanotinkokonaisuus. Nämä olivatkin ne vaihtoehdot hyötykuormat, joita AMSAT-OH päätti lähteä tarjoamaan kansainväliselle AMSAT-porukalle, jota veti professorimme Karl Mainzer.

Jo seuraavana keväänä pidettiin Marburgin yliopistokaupungin lähellä sijaitsevan Marbachin kylän hotellissa varsinainen kickoff-meeting, jossa oli mukana huomattava joukko alan tunnustettuja ja ansioituneita konkareita – ja viisi todella vihreätä nuorta mitäänpelkäämätöntä OH-hamssia. Tunnelma oli varsin erikoinen. Hotellin neuvot-teluhuoneen suuren pöydän ympärillä oli siis varsin tunnettua ja arvostettua väkeä, joilla kaikilla oli radio-amatöörisivupersoonaa – alan kovimpia ammattilaisia: kantoraket-tien suunnittelijoita, matemaatikkoja, fyysikkoja, professoreita, insinöörejä jne. Keski-ikäkin oli niin yläkantissa, että nuoria AMSAT-OH:n jäseniä suorastaan pelotti esittää asiansa...

3.10 Miten kävi

Meidät otettiin vastaan äärimmäisen ystävällisesti ja myönteisesti. Oli täysin selvää tun-nin esitelmärupeaman jälkeen, johon jokainen OH-jäsen osallistui omalla osuudellaan, että AMSAT-OH:lla oli nyt missio! Kolme lohkokaa-vioehdotustamme käytiin kaikki läpi, pitäen kuitenkin suurin painoarvo 10 GHz:n lähettimessä, johon Karl ihastui täy-dellisesti. Eikä ihme, kun jälkeinpäin muistelee mitä ominaisuuksia olimme laitteeseen rakentamassa: 32 W tehoa ulos, elektronisesti ohjattava antennin säteilykeila, pieni paino, suuri hyötysuhde, oma kontrolleri jne. Eipä meillä paljoa päätä palellut! Lu-pasimme jopa hoitaa rahoituksen ym. omilla avuillamme...

Samaisessa kokouksessa kävi jo selväksi millainen satelliitistamme tulee: sen massa on noin 500 kg, aurinkopaneliteho on n. 800 W, satelliitti on kolmiakseli- stabiloitu ja voimakkaasti elliptisellä Molniya-tyyppisellä radalla siten, että suurivahvistuksiset an-tennit ovat aina maata kohti ja aurinkopanelit aurinkoa kohti. Kiertonopeuson sellainen, että satelliitti kiertää maapallon kolme kertaa kahdessa vuorokaudessa.

3.11 Protoilua ja konseptin hakua

Alkoi armoton säätäminen ja komponenttien ja rahoituksen selvittäminen. Antenneja syntyi kuin sieniä sateella: IF-proessoreita HELAPS-tekniikkaa varten syntyi ainakin kolme erilaista, kontrollereitakin taisi syntyä kaksi erilaista ennenkuin lopullisesti luo-vuimme ajatuksesta ja tyydyimme "pelkkään" ohjauslogiikkaan. Tämä lähinnä sen vuoksi, että meille vakuuteltiin telemetriakanavia ja ohjauslinjoja olevan riittävästi. Tosin tämäkin määrä kutistui myöhemmin murto-osaan siitä, mitä alunperin haluttiin.

Alussa tehtiin valtavasti töitä mm. teho-*GaAs*-FET:ien tutkimisessa, lähinnä nii-den moduloitavuuden suhteen HELAPS:ia ajatellen. Ensimmäiset amplitudimodulaat-toritkin olivat hauskoja: pienoismalliprotossa, joka toimi täydellisesti, jossa käytettiin



Kuva 12: Mittaussessio käynnissä viime keväänä, satelliitin ollessa ulkona teltassa "vaapaassa tilassa" Kuva: Wilfried Gladisch, AMSAT-DL

modulaattorina LM317-sarjan regulaattoreita (RF-teho n. 150 mW 10 GHz:llä). Seuraavassa suurempitehoisessa käytettiin jo bipolaaritransistoreilla tuettua regulaattoria ja muitakin ratkaisuja, sillä aikaa kun muualla AMSAT-OH:n ryhmässä suunniteltiin ja labrattiin mitä erilaisimpia hakkurimodulaattoreita. Chuk-, resonanssi- yms. tekniikoilla päästiin hyviin hyötysuhteisiin matalilla hakkuritaajuuksilla, mutta 10 MHz:n vaatimus oli siihen aikaan aika kova vaatimus.

Seuraavan muutaman vuoden kuluessa kävikin sitten niin kuin aina tällaisissa projekteissa käy, että alunperin monikymmenpäinen ryhmämme kutistui kuukaudesta toiseen pienemmäksi ja pienemmäksi, ja samalla yllämainitusta projektista leikattiin osia pois taakan helpottamiseksi. Lopulta jäljelle jäi noin kuusi aktiivista AMSAT-OH -säätäjää ydinryhmäksi. Matkan varrella jouduttiin tinkimään elektronisesta keilansäädöstä, controllerista, tehosta, hyötysuhteesta, painosta ja tilavuudesta sillä seurauksella, että luotettavuus kuitenkin varmasti parani huomasti.

3.12 Ongelma: 10 MHz:n, 40 A:n modulaattori

Viimeinen ongelma, oli 40 ampeerin huippuvirtaa syöttävän 10 MHz:n taajuudella hakaavan 10 V:n modulaattorin valmistaminen. Samoihin aikoihin olivat myös mikroaaltohetotransistoreiden hinnat vielä erittäin kovia (prototyypitranistorimme tehtiin käytännöllisesti katsoen tilauksesta, mutta lentomallin transistorit olivat jo sarjatuotantomallia). Prototyypitranstoriin upposi AMSAT-OH:lta rahaa n. 30.000 FIM,

mutta lähestulkoon kaikkea muuta saatiin lahjoituksena yksityishenkilöiltä, teollisuudelta jne. Kova valuutta, jota tarvittiin em. puolijohteiden hankintaan ja pakollisten matkakustannusten peittämiseksi, saatiin mm. Radioamatööritekniikan Seuran (RATS) kautta sekä SRAL:ilta. Komponentteja projektiin lahjoittivat ja lainasivat mm. Nokia Oy ja Insinööritoimisto Ylinen Oy. Mittauslaiteresursejaan tarjosivat mm. nykyinen Digita Oy, Nokia Oy ja Teknillinen Korkeakoulu. Mutta modulaattoria ei saatu toteutumaan.

3.13 Ongelma: 10 MHz:n, 10 A:n modulaattori

Päätimmekin jossakin vaiheessa, että meidän täytyy tinkiä ainakin tehosta jonkin verran ja tyydyimmekin n. 10 W:n suunnittelutehoon. Tämän tehon sai siihen aikaan aikaiseksi kahdella 3 dB:n hybridillä rinnankytketyllä teho-FET:illä. Kyseisellä konseptilla toteutetun pääteasteen prototyypillä päästiin suunnitteluspekseihin ja tällä prototyypillä lämmitettiin laboratoriossa useimmiten keinokuormaa, mutta parikin kertaa lähettimen perään kytkettiin torviantenni ja ihmettelimme varovaisesti mikroaaltotehon lämmitävää vaikutusta. Näiden kokeilujen jälkeen ei yksikään jäljelläolevista AMSAT-OH:n jäsenistä ole ollut enää täysin samanlainen kuin ennen...

Kyseisellä prototyypipääteasteella saatiin Suomi maailmankartalle jo huomattavasti ennen Phase 3D-satelliitin laukaisua, sillä tätä pääteastetta käytettiin Suomen ensimmäisten 10 GHz EME-yhteyksien pitoon OH2AXH:n 6.4 m paraboloidipeilillä muutamia vuosia sitten. Tästä historiallisesta kusosta löytyy lisää juttua kotisivuiltani: www.oh2aue.pp.fi/10ghzeme.htm

Tässä yhteydessä ponnistettiin pääteaste äärimmilleen lukien ensin hyvin tarkkaan datalehden *absolute maximum* -sarakkeen läpi: pääteaste antoi murheitta 13 W jatkuvaa tehoa ulos, kun sitä oikein kiusasi. Niinpä myös omat kaiutkin saatiin kuuluviin pienen ponnistelun myötä...

Spesifioitu 10 W oltaisiin saatu ulos kälyisellä 10 ampeerin 10 MHz:n hakkurilla, mutta tällekin ei ollut aika vielä kypsä.

3.14 Ongelma: aikataulu

Tässä vaiheessa alkoi myös aikataulu painaa päälle, joten oli pakko lyödä kiinni sellainen konsepti koko lähettimelle, että tiesimme varmasti pystyvämme toimittamaan rautaa määräpäivään mennessä.

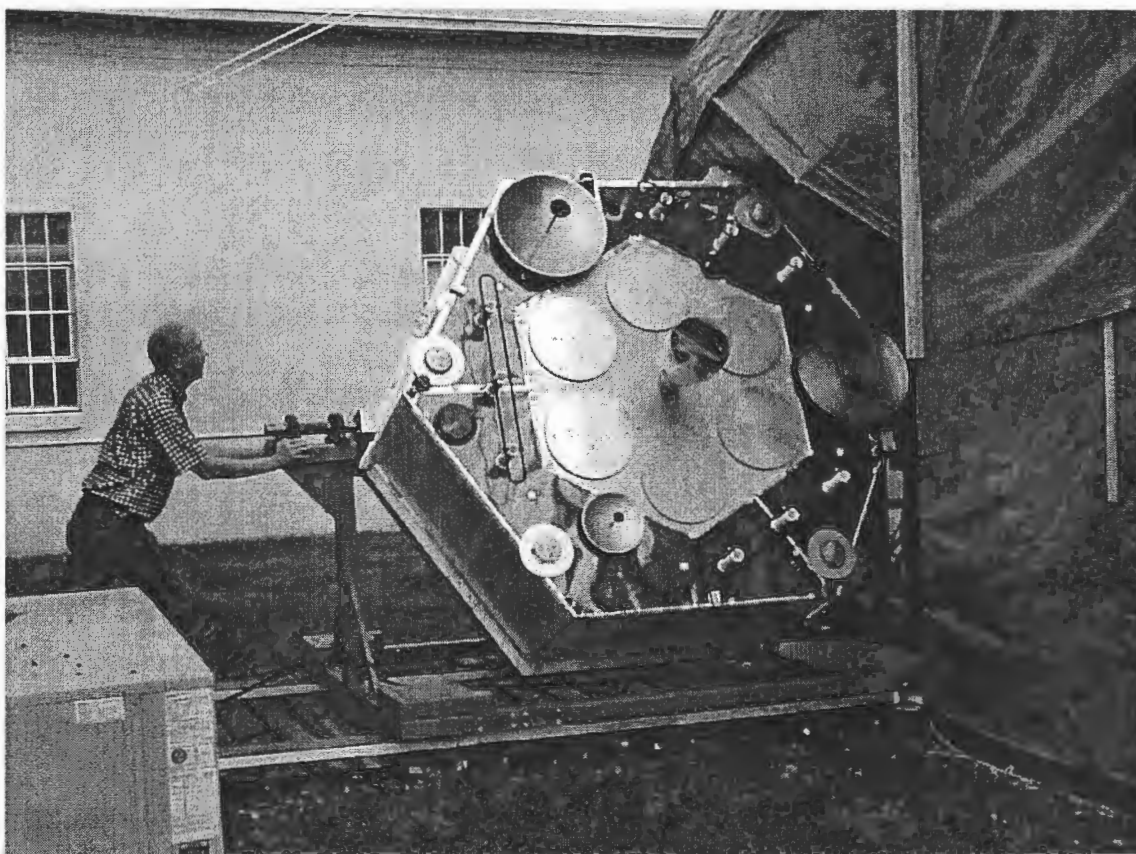
Ajatus HELAPS-tekniikkaan perustuvasta lähettimestä jouduttiin heittämään romkoppaan toistaiseksi. Lopullinen lohkokaavio paljastaa itse asiassa varsin perinteisen suoraan ylössekoittavan lineaarisen lähetinketjun. Välitajuuksia on kaksi peilitajuussignaalien pitämiseksi kurissa ja lähtötehoa saatiin haluttu 10 W, mutta tämä teho puotettiin projektin johdon pyynnöstä Marburgissa suoritetun Flight Qualification-testin jälkeen, lähinnä hyötysuhteen parantamiseksi. Samoihin aikoihin valmistuivat myös lopulliset antennitorvet, jotka valmisti Digita Oy:n konepaja Helsingissä. Samaten valmistuivat aaltoputkisysteemit ja pääsimme ensimmäistä kertaa myös testaamaan AMSAT-DL:n hankkiman avaruusspesifioitun kulkuaaltoputkivahvistimen tehölähteineen. Tästä vahvistimesta saadaan maksimissaan tehoa 60 W AMSAT-OH:n rakentaman lähettimen yhteydessä.

3.15 Toimintamuodot

Pääteasteita on siis kaksi tässä 10 GHz:n lähettimessä; toinen on täysin transistoroitu 7 W:n pääteaste (huipputehoa) ja toinen on 60 W huipputehoa tuottava kulkuaaltoputkivahvistin.

Erikoisuutena lähettimessämme on mahdollisuus säätää toimintapistettä neljällä bitillä, jolloin voidaan ajaa lähetintä täysin kompressiossa vaikkapa suuritehoisia BPSK-, QPSK- tai FM-kokeiluja varten. Toinen ääripää mahdollistaa lähettimen ajon erittäin lineaarisessa moodissa, jolloin olisi mahdollista ajaa vaikkapa 16- tai jopa 64 QAM-modulaatiota. Tavallisin toimintamuoto tulee kuitenkin luultavasti olemaan normaali lineaarinen muoto, joka on kelvallinen tavalliselle SSB:lle, CW:lle ja yksinkertaisille digitaalisille modeille. Tähän toimintapisteeseen päästään, kun transistoripääteastetta ajetaan n. 3 - 4 dB:n backoffilla tai kulkuaaltoputkivahvistinta 7 - 10 dB:n backoffilla. Ajettiinpa suomalaisten 10 GHz:n lähetintä missä tahansa läheteluokassa, tulee se kuulumaan erittäin kovaa !

3.16 Viimeinen matka AMSAT-OH:n budjetilla



Kuva 13: Phase 3D-satelliittia karräämässä telttaan Chuck Green, N0ADI, sisällä teltassa vetämässä Lou McFadin, W5DID kuva: Wilfried Gladisch, AMSAT-DL

Lähetin on ollut lentoasennettuna avaruusaluksessamme kiinni jo kolmisen vuotta ja se on toiminut täysin moitteettomasti asennuksesta lähtien. Satelliitti on käynyt läpi jo kaikki testit: mm. värinä-, jyskytys- ja pyörintätestit sekä tyhjiötestit. AMSAT-

OH:n asennuskeikan jälkeen ei ole ollut tarvetta enää vieraillla satelliitin integrointilaboratoriossa Orlandossa, Floridassa tämän projektin nimissä. Sen sijaan viimeisen reilun parin vuoden aikana olen ollut laboratoriossa viettämässä kesälomiani testaten satelliitin kaikkia RF- ja mikroaaltohyötykuormia muutaman muun RF-ekspertin kanssa. Nämä viimeisimmät matkat ovat olleet puhtaasti AMSAT-DL:n laskuun, koska olen vastaan- nut yleisellä tasolla projektin radioteknisten hyötykuormien, antennien ja kaapelilaitteiden testauksesta seuraavan ryhmän kanssa: prof. Mirek Kasal *OK1AQK*, Werner Haas *DJ5KQ (SK)*, prof. Matjaz Vidmar *S53MV*, Peter Guelzow *DB2OS* ja Freddie DeGuchte- eneire *ON5UG*. Voinette kuvitella, että tämän porukan kanssa on ollut ilo säätää !

3.17 Viimeinen matka P3D:n tiimoilta

Viimeinen matka on vielä edessä. Kävin tässä hiljattain hakemassa Diakonissalaitokselta ns. keltaisen passin, johon sain leimat polio-, lavantauti-, kurkkumätä-, hepatiitti-, tetanus- ja keltakuumerokotuksista. Lisäksi matkaan annettiin keikkalääkkeet, mm. malarialääkkeet. Tässä siis odotellaan kutsua Etelä-Amerikan viidakkoon Arianespace'n laukaisupaikalle Ranskan Guayanaan Kourou-nimisen kaupungin lähetyville. AMSAT ja Arianespace allekirjoittivat laukaisusopimuksen jo viime syksynä ja nyt vain odotellaan, että Arianespace löytää meille sopivan matkakumppanin Ariane 5:een. Kun "kaveri" löytyy, alkaa noin 10 viikkoa kestävä ns. laukaisukampanja, jonka aikana valmistellaan niin kantorakettia kuin kaikkia sen mukaan lähteviä hyötykuormiakin.

Itse satelliitti "istuu" pakattuna varta vasten rakennetussa kuljetuslaatikossa odot- tamassa Air France'n lentoa, jonka pitäisi näillä näkymin tapahtua tämän vuoden tam- mikuun puolenvälin tienoilla. Satelliitin mukana on koko ajan "babysitter" siitä läh- tien, kun se lähtee liikkeelle laboratorion aina laukaisuun saakka. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että laukaisupaikalla on muutamien kuukausien ajan vahdissa koko ajan vähintään yksi hamssi, joka pystyy myös tarvittaessa toimimaan liasointirajapin- tana, mikäli tarvetta ilmenee. Tämän laukaisukampanjan aikana saavun itsekin paikalle n. 2 - 3 viikoksi vastaamaan satelliittimme radioteknisten hyötykuormien tekniikasta, viimeisistä testauksista, sekä toimimaan auditoitavana kontaktina RF- ja mikroaalto- hyötykuormien osalta.

Varsinaisessa laukaisukampanjakokoonpanossa tulee olemaan paikalla minimimiehi- tys ja jokaista yksittäistä vastuualuetta varten on vain yksi vastuuhenkilö. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että AMSAT'in jäseniä on paikalla 6 - 8 henkeä. Olen valmistau- tunut tulevaan matkaan hyvin. Minulla on valmiina mm. mittauspöytäkirjat ja tarvit- tavat dokumentit sekä kaikki tarvittava mittausstarvikkeet, komponentit, kaapelit yms. Varsinaisia mittalaitteita, joita tarvitsen matkallani, ryhdyn haalimaan vasta muutamaa viikkoa ennen lähtökäskyä. Tarvitsen mukaani vähintään 30 GHz:n spektrianalysaat- torin, 20 GHz:n signaaligeneraattorin sekä kalibroidun 40 GHz:n tehomittarin. Näillä selviän jo kaikista kiperimmistäkin tilanteista.

3.18 10 GHz HELAPS-lähetin syntyy vielä...

Sen verran on tässä jäänyt kaivelemaan se 10 GHz:n HELAPS, että olen rakentanut lähetinkokonaisuuden modulaattoria lukuunottamatta uudestaan työpöydälle. Minulla on palava halu saada konsepti pelaamaan kerran edes laboratorio-olosuhteissa siten, että pääsisi tutkimaan lineaarisuuksia, ryhmäkulku-aika-asioita sekä tekemään säätösil- mukoiden stabiilisuusmittauksia.



Kuva 14: OK1AQK, OH2AUE ja S53MV suorittamassa satelliitin vastaanotinmittauksia tärinä- ja jyskytystestien jälkeen. kuva: Wilfried Gladish, AMSAT-DL

Silmukka menee mukavasti lukkoon (PLL:ää täytyy vielä kehittää), tehoa tulee (12 W) ja vaihesilmukka on stabiili, vain amplitudimodulaatio puuttuu. Hakkuritekniikka on todella kehittynyt: nykyisin on tarjolla jopa 12-vaiheisia hakkuriteholähdeohjaimia. Jopa kuusivaiheinen hakkuri olisi erittäin pienirippelinen, mutta 12-vaiheinen olisi ultra-koleata! 12-vaiheisella hakkurilla ei tarvittaisi kuin ehkä yhden megahertsin hakkuritaajuus halututtujen ominaisuuksia aikaansaamiseksi 10 GHz:llä.

Tekniikkaa täytyy vielä hieroa, sillä sille voisi olla käyttöä seuraavissa projekteissa...

AMSAT-OH:n kotisivut: www.rats.fi/suomi/amsat-oh/amsat-oh.html

AMSAT-DL:n kotisivut: www.amsat.org/amsat-dl/

AMSAT-NA:n kotisivut: www.amsat.org

OH2AUE:n kotisivu: www.oh2aue.pp.fi (matkaraportteja yms.)

Michael Fletcher OH2AUE
(oikolukenuk amk YL 12.1.2000)

4 Phase 3D-satelliitti on juuri saanut radioamatöörilupansa

Kooli on DP0WH ja on alustavasti voimassa vuoteen 2005 saakka. Kuten aiemmissakin P3-satelliiteissa, asematunnusta ei tulla käyttämään säännöllisesti P3D:n kansainvälisen luonteen korostamiseksi.

Asematunnus DP0WH on valittu edesmenneen Werner Haas:in (DJ5KQ) muistoksi.
Terveisin, Michael OH2AUE

5 RATS:n Excursio Karkkilan Globalstar –satelliittimatkapuhelinmaa-asemalle

RATS:in vierailu Karkkilan maa-asemalle järjestetään lauantaina 14.10.

Tapaaminen klo 13.00 *Esso Masuunin* (myös *Hesburger*) pihassa 2-tien varrella, joka on heti tien oikealla puolella Helsingin suunnasta Karkkilaan saavuttaessa. Essolta jatketaan letkassa maa-asemalle. Ajo-ohjeita voi huudella taajuudella 145.525.

Asemalla vierailijoille on kahvitarjoilu. Ennakoon *Globalstar Northern Europe* –yhtiöön voi tutustua verkossa osoitteessa <http://www.globalstar.fi/> – osoitteessa on myös kuva asemasta antennijärjestelmineen.

Ennakkoilmoittautuminen on erityisen suotavaa, ja ilmoittautumiset mieluummin osoitteeseen retki@wenttiili.dna.fi, jotta ne eivät hukkuisi muuhun sähköpostitulvaan. Toki voi ilmoittautua myös suoraan Juhalle numeroon 050–5066 278.

Juha Kiili, OH2LKV

OHZLAK 07430 JAS
Finskas 12/99
Erik

Salpausseläntie 4-8 D 28
00710 HELSINKI

016201 01005 130

2

