

**RATS**

**2/2000**



## RATS-lehti 02/2000

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 lehden 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](mailto: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 esitelmiä 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 osoitetietosi kohdassa "tiedote maksun saajalle".

Kannen kuva: Ariane 5 nousee jylisten. Kuvan oikeudet: Arianespace, CNES, ESA, The InfoWEST Group ja ByTheWay.

# 1 P3D-satelliitin laukaisukampanja

Michael Fletcher, OH2AUE, jutun kuvat AMSAT-DL, Wilfried Gladisch.

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

**12.09.00** Kaikki tarvitsemani rauta, kaapelit, adapterit, rigit ja muut pelit ja vehkeet vievät tilaa ja painavatkin yhteensä 45 kg. Päätän lähettää vehkeet huolintaliikkeen kautta. Ainoa vakuutusyhtiö, jota kerkiän kiusaamaan tavaroitteni vakuuttamisella ryhtyy ahnaaksi ja asettaa vakuuttamisen ehdoksi sen, että laitan kaikki muutkin vakuutukseni ko. firman hoidettavaksi. Sen verran kiristäminen ottaa päähän, että päätän ottaa hallitun riskin ja olla kokonaan vakuuttamatta. *Perkele*. Kroisokseksi kuvittelevat köyhiä amatöörejä, kun ovat avaruutta valloittamassa. . .

**14.09.00** Hätäinen yöpyminen Pariisin Charles De Gaulle:n kentällä ja olen aamusella taas jatkamassa matkaani eteenpäin. Tapaan Check-in -portilla matkakumppanini Freddy de Guchteineire:n ja Mirek Kasal:in ja yhteinen yhdeksäntuntinen lentomme alkaa. Ikävä kyllä lentomme on reilun tunnin myöhässä hukkuneen matkustajan vuoksi ja näyttää siltä, ettemme ehdikään VIP-aitioon näkemään tänään tapahtuvaa Ariane 506-laukaisua. . .

Lento menee mukavasti ja mutkattomasti, mutta perille päästyämme on Freddy:n vuoro olla huomion keskipisteenä hukkuneen matkatavaran kanssa (viime reissulla oli Mirek:in matkalaukku kadoksissa noin kuusi viikkoa. . .): joku valopää oli ottanut Fred-dyn laukun hihnalta omanaan, vaikka oli osoitteet ja kaikki. . .

Freddy on hyökännyt suoraan autonvuokraamon tiskille, jotta saataisiin rakettimainen lähtö (pun. . .) 506:n laukaisua katsomaan sillä aikaa, kun ihmettelen tyhjiin käynnystä liukuhihnaa. Freddy jää täyttelemään tyttöjen kanssa kaavakkeita sillä aikaa kun Mirek ja minä lähdemme etsimään vuokra-autoamme: avaimen perässä lukee, että pitäisi olla valkoinen 306P Peugeot, vaan eipä senmoista hevin löydy käytetyn vuokraamon tontilta. Hiki juoksee: on todella kuumaa ja kosteata Cayennen iltapäivällä.

Vaan eipä tuo mitään, avulias asiainhoitaja ihmettelee ihmettelyämme ja osoittaa että tuollahan se on, suoraan edessä. Tuijotamme hölmistyneinä osoitettuun suuntaan ja siellä on vain sininen 306P. Selviää, että avainperässä on tiedot vähän niin ja näin, mutta ainakin rekisterikilven seitsemästä merkistä kolme ensimmäistä on oikein. . .

No ei se mitään: äärettömän avuliaat Arianespacen edustajat ottavat asian hoitoonsa ja saavat kaverin kiinni - numero löytyy Cayennen puhelinluettelosta. Freddy ja Arianespacen avuliaat tytöt ovat saaneet sovittua nokkakuson Cayennen sillalla vaihtaaksemme laukkuja. Opas on luvannut johdatella meidät perille; meidän pitää vain ajaa lentoaseman takaa ja houkutella punaisella autolla liikkeellä olevaa opasta mukaamme. Vaan eipä punaista autoa näy, eikä kuulu. Yhtäkkiä keksimme tytön istumasta autossaan melkein vierellämme; auto vaan sattuu olemaan valkoinen.

Mieleen alkaa hiipimään epäily, että Ranskan Guyanassa on liikkeellä pahemmanlaatuista oireyhtymää: autovärisokeutta. . .

Ja kuinkas kävikään ? Emme tietenkään ehtineet kuin CSG:n (Guyanan Avaruuskeskuksen) portilla kääntymään; bussi oli mennyt aikaa sitten ajelemaan laukaisualustan lähettyville. Päätämme kiivetä tavalliselle rahvaalle tarkoitetun tarkkailu- mäen päälle (Site Carapa), josta on kuin onkin oivallinen näkymä ehkä noin 15 km:n päässä häämöttävälle laukaisualustalle. Mäelle viritetyt videotykkilaitteet tuovat myös paikalle kuvaa ja ääntä niin laukaisualustalta, kuin myös operaation johtopaikalta. Lähtölaskenta alkaa laukaisuikkunan ensimmäisellä minuutilla ja seuraa useiden minuuttien varsin



Kuva 1: RF-testaus täydessä vauhdissa

vaikuttava Ariane 5:n laukaisu, joka vie onnistuneesti avaruuteen *GE-7*- ja *Astra 2B*-tietoliikennesatelliitit.

Näyttää erittäin hyvältä P3D:n laukaisua ajatellen ;-) Onnistunut laukaisu varmistaa, että Ariane 507:n laukaisu- päivämäärä on tosiaan 31.lokakuuta: laukaisukampanjaa on tiukennettu huomattavasti. Työviikko on muuttunut jälleen kuusipäiväiseksi, tosin käytännössä ne ovat olleet aina aikaisemmin lähes seitsemänpäiväisiä. . .

Tapaamme hotellilla sattumoisin ryhmän AMSAT-NA:n jäseniä, jotka ovat juuri saapuneet USA:sta. Sovimme aamun tiukasta rutiinista: aamiaiselle aamuseitsemältä ja kahdeksalta pitää olla takaisin Kouroussa 58 km:n päässä hankkimassa kulkulupia ja saamassa parituntista turvallisuuskoulutusta.

Päivät tulevat olemaan pitkiä: jos mahdollista, niin kahdessa vuorossa aamukuudesta iltakymmeneen, tarpeellisella tiedontasauksella, joka hoituu päällekkäistämällä vuoroja.

Eikun nukkumaan. Olemme ensimmäisen yön Sinnamarie:n kaupunkipahasessa Kourou:n hotellien ollessa vielä täynnä meitä tärkeämpiä vieraita. Sirkat ja muut viidakon elävät pitävät huomattavaa meteliä.

**15.09.00** Eipä vaan mittauskalustoani näy, vaikka huolintaliike lupasikin, että se olisi paikalla hotellilla torstai- iltana. Harmittaa vain, että Suomessa on jo toimistoai- ka kiinni, eikä huolintaliikkeestä saa enää ketään kiinni. Odotellessa riittää kuitenkin runsaasti puuhaa, pitää mm. Bdale Garbee:n kanssa hoitaa erikoisjärjestelyin XXL- ja XXXL- kokoiset puhdistilavaatteet. Tuntuu hyvältä, että itselleni riittää XXL koko :-)

Turvallisuuskoulutus on varsin mielenkiintoinen. Edellisen kerran olen joutunut edes vähäisimmässäkään määrin samankaltaisten varotoimenpiteiden uhriksi käydessäni Fortunin Sköldvikin käsittelylaitoksella: mm. autoon pitää jättää avaimet virtalukkoon, ovet lukitsematta ja auton nokka pakosuuntaan. . . . . Ja auton ikkunat kiinni – TÄSSÄ HELTEESSÄ !!!



Kuva 2: Hydratsiinin tankkausta valmistellaan

Satelliittimme polttoainejärjestelmän vuototestaukset ovat meneillään samaan aikaan, kun rakennamme mittausjärjestelmää pystyyn. Polttoainesäiliöissä on tällä hetkellä 200 Barin koestuspaine. Tekniikkanurkassamme on neljä pöytää: kaksi RF-tekniistä pöytää, yksi *RUDAK*- yms. -pöytä radioineen, sekä tietenkin *COTE*; napanuoran välityksellä satelliittiamme ohjaava ja valvova langallinen komentoyhteys.

Saamme huomenna aamusella EMC-spesialistin vaatimuksen turvaetäisyydelle, jonka jälkeen voimme aloittaa RF-testejä hyvillä mielin. Tärkeintä on aloittaa *MONITOR*-modulin asennuksella ja C-bandin vastaanottimen mittauksella, sillä saamme 20 GHz:n generaattorin lainaan vain ensi viikoksi...

Laskemme äkkiä Mirek Kasal'in kanssa eri lähettimiemme maksimi EIRP-teho kaikilla antennikonfiguraatioilla CSG:n EMC-vastuuhenkilön mielenrauhan tyydyttämiseksi. Lisäksi käynnistetään etsinnät 20 GHz:n generaattorillemme, joka tuntuu puuttuvan vielä puhdistilasta.

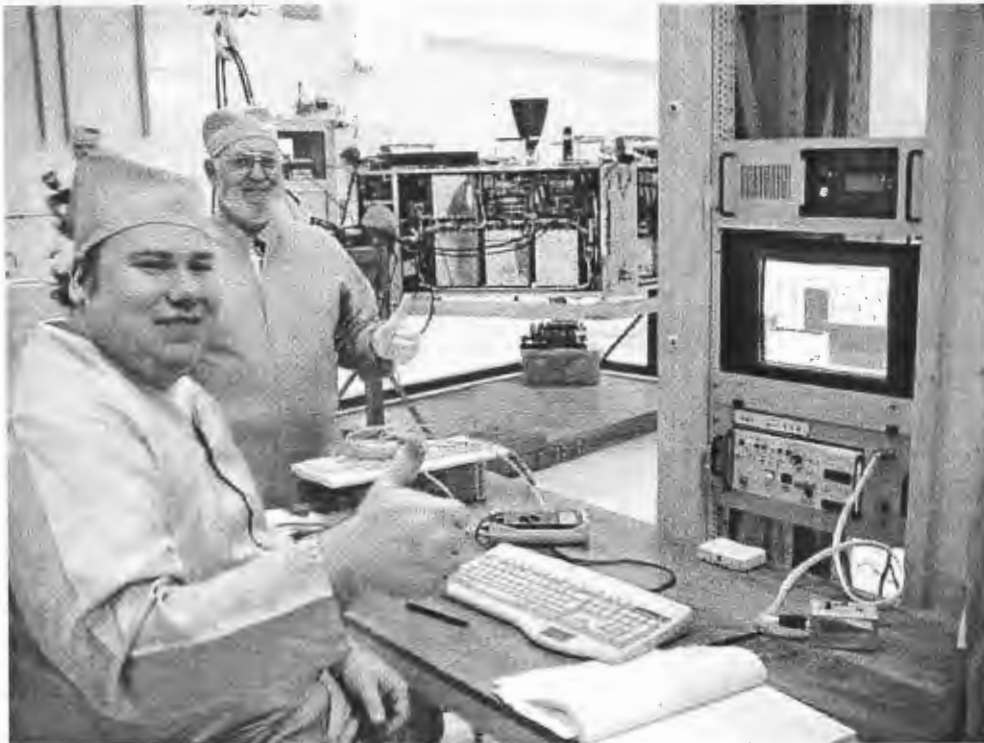
**16.09.00** Turvallisuuštarkastaja saapuu aamulla kymmeneksi seuraamaan RF-testaustamme eilisten kentänvoimakkuuslaskelmista käytyjen keskustelujen pohjalta. CSG:n edustaja oli kanssamme yhtä mieltä RF-tasojen turvallisuudesta käyttämässämme ympäristössä. Varoitusvilkut ovat päällä ja sireenit huutavat, jos joku ulkopuolinen tulee rakennukseen mittaustemme aikana. Samaten nyt paikalla ovat 13 AMSAT:in

edustajaa eivät saa poistua ilman ennakoilmoitusta turvallisuuspäällikölle. Paikallinen L-bandin tutka tulee sisään puhdastilaamme melko voimakkaasti ja saattaa olla, että tämä aiheuttaa ongelmia komentolinkissä, sekä L-bandin vastaanottimen herkkyyssmittauksissa.

Myös VHF:llä on erittäin voimakkaita kantoaaltoja, mutta ne ovat V-bandin vastaanottimemme päästökaistan ulkopuolella.

Saamme aamupäivän aikana ponnistettua alustavasti V- ja U-bandin, sekä S1-lähettimet. Myös keskimajakka, yleismajakka ja engineering-majakka ovat OK matriisin sisäänmenossa. Vastaanottimista kerkiämme testaamaan myös osittain V-, U-, L1-, L2-, S1-, S2-, H1- ja H2-vastaanottimet. Myös GPS-vastaanottimista osa saadaan testattua (olemme rakentaneet GPS-repeaterin, joka koostuu kahdesta antennista ja noin 80 dB:n gainin omaavasta vahvistinketjusta filttäreineen.

Joudumme keskeyttämään RF-testit puoliltapäivin, kun polttoainejärjestelmän testausporukka ryhtyy tutkimaan PFA-systeemiä ja tarkistamaan tiiviyksiä. Päivälle on varattuna myös agendassa lasermodulin johdotuksen tarkistus, hyrrien alustava tarkistus ja vielä paljon muuta.



Kuva 3: IHU käynnistetään viimeisen kerran, nyt sen on määrä toimia ikuisesti!

Kaikenkaikkiaan tämän lauantaipäivän tulos on erittäin hyvä: saamme koeponnistettua kaikki lähettimet ja vastaanottimet lukuunottamatta IR-laseria (turvallisuuspäällikön lupa uupuu vielä), MONITOR-koetta, sekä GPS-vastaanottimia. GPS-vastaanottimia päästiin kuitenkin senverran kokeilemaan, että totesimme GPS-repeaterimme toimivan hyvin ja näin mahdollistavan suljetussa puhdastilassa tapahtuvan testauksemme.

Kaikki radiotekniset laitteet toimivat moitteettomasti, mukaanlukien tietenkin suomalaisista radioamatööreistä koostuvan AMSAT-OH:n rakentama 10 GHz:n "suurteho-lähetin".

**17.09.00** Sunnuntaipäivä on vapaa, joten olemme sopineet tälle päivälle tapaamisen FY5DW:n kanssa, joka esittelee meille Arianespacen radioamatöörikerhon aamusella. Samalla laitamme kerhon mastoon 70 cm:n toistimen helpottamaan kommunikointia vuorotyöläisten välillä.

**18.09.00** RF-testaukset jatkuvat. Siitäkin huolimatta, että huolintaliike ei ole saanut toimittua tavaroitani vieläkään hotellille. Soitto Suomeen varmistaa, että laatikkoni oli todellakin saapunut maahan samalla lennolla kanssani, mutta soitto Air Francelle taas varmistaa, että hehän eivät toimittele eikä soittale minnekään, siitäkin huolimatta, että Wilsonille on maksettu siitä, että paketti toimitetaan suoraan hotellille ja minulle soitetaan saapumisesta. Käykin ilmi, että huolintaliike ei ole toimittanut laatikon mukana väliaikaista maahantuontia varten ns. T1 -todistusta. Vaihtoehdot ovat vähissä: maksaa n. 40 kmk tullia, veroja yms. sekalaisia maksuja (joita ei voi periä takaisin) tai sitten palauttaa tavarat Suomeen. . .

Päivän mittaan saadaan vihdoin ja viimein ja myös ensimmäistä kertaa P3D-uran aikana MONITOR-projektin moduli toimimaan. Tämä siitäkin huolimatta, että tämän modulin skemoissa on 10 V:n väylä ja maaväylä väärinpäin (!) ja kauko-ohjauskomennon naru väärässä pinnassa. . .

Nyt MONITOR toimi hienosti: herkkyys on speksattua luokkaa ja dynamiikka on se, mitä pitikin. Testauksen alkuvaiheet vain näyttivät pahalta, sillä purkin softa oli kaatunut ilmeisesti viallisen komentojonon takia ja komentosoftwaresta oli myös tarkistusbitin luenta ohitettu, joten ei saatu varmuutta vastaanotettujen pakettien oikeellisuudesta. Kaikki lähti kuitenkin rullaamaan sinnikkään ja järjestelmällisen koeponnistuksen seurauksena. Olin kylläkin jossain vaiheessa ainoa, joka hoki että kokeillaan vielä tätä, koska olin alkuvuodesta tekemieni modifikaatioiden jälkeen joutunut tutustumaan purkin toimintaan perusteellisesti. Tämän jälkeenhän alkuperäisen unkarilaisen projektiryhmän pari jäsentä viimeistelivät tämän varamodulin lentokuntoon ja lähettivät sen vielä minulle takaisin Helsinkiin viimeistä koeponnistusta varten. Näistä syistä johtuen olin aivan varma, että moduli on toimintakunnossa.

Bdale saa myös aamupäivällä testattua CEDEX-kokeen melko perusteellisesti ja hyvältä tietenkin näyttää (CEDEX oli siis University of Surrey:n kumuloituvan säteilysäteilyanalysoiva instrumentti, jonka data on myös amatöörien käytettävissä).

Iltapäivä meneekin sitten kolmesta iltaseitsemään aikalailta harakoille, kun samaan S3A-rakennukseen kanssamme tulee EuroStar-satelliitti ja turvallisuusosasto on kieltänyt meiltä lähetinmittaukset täksi ajaksi. Sinänsä huvittavaa, sillä puhdistilaan vuotaa paikallisia häiriöitä sellaisella tasolla, että V-bandin vastaanottimemme näkee ne peilitaajuudella niin kovaa, että AGC on aivan länässä ja vastaanotin kompressiossa. Keksin ongelman syyn melko pian, sillä olin havainnut 167 MHz:n bandilla olevat komentolinikit jo pari päivää sitten ja olin ottanut niistä spektrikuvan juurikin tällaisten ongelmien varalle. Turvallisuusosasto pyysikin meitä aamupalaverissä tekemään asiasta tutkintapyyntö, joten otin vielä iltapäivällä signaalit tarkempaan syyniin. Mittasin tarkemmin niiden kahden kantoaallon taajuuudet, jotka osuvat V-bandin vastaanottimemme peilitaajuusalueelle. Tällä tiedolla kaverit saavat juuri nämä kaksi komentoyhteyttä katkaistua puolen tunnin ajaksi vastaanottimemme mittauksia varten. Häiritsevien kantoaaltojen taso on huikea: 15 cm:n antennilla näkyy analysaattorissa tasainen yhdentoista kantoaallon piikkimetsä -20 dBm:n tasolla. Milläköhän tasolla signaalit lienevät vastaanottimen sisäämenossa P3D:n kolmen dipolin antennisysteemin syöttämänä ?

Päivän viimeinen löydös on havainto, että C-bandin vastaanottimen paikallisoskillaattori on n. 105 kHz sivussa (alapuolella). Tälle asialle ei voi juurikaan mitään: olisi

todella riskialtista avata lentoponnistettu kideoskillaattori ja ruuvata sen hertsille sen jo käytyä läpi kaikki tyhjiö-, lämpö-, värinä- ja jyskytystestit. Tämän taajuusvirheen kanssa on vain eletävä.

Ka-bandin lähettimen taajuusvirhe on noin 115 kHz testausolosuhteissamme (noin  $22C^{\circ}$ ). S1-lähettimen taajuusvirhe on hyvin pieni, luokkaa 12 kHz testausolosuhteissamme. S2-lähettimen virhe on luokkaa 32 kHz. X-bandin lähettimen taajuusvirhe on luokkaa 25 kHz. Tämä on näissä testausolosuhteissa suhteellisesti ottaen tarkimpia laitteita P3D:ssä !

Werner-vainaa muistutteli minua vielä viime syksyisellä reissullani, että muista poika, että Kouroussa ilmasto ja stressi/paine asettavat kovat olosuhteet, joissa kaikki yksilöt eivät tahdo tulla toimeen. On aivan uskomatonta, mutta näin todella on: ihmisten luonteenpiirteiden huonoimmat puolet tulevat joillakin esille todella ylikorostetusti. On tärkeätä ryhmätyöhengen ylläpitämiseksi, että tämän asian havaitsee. Sillä jo nyt, oltuamme täällä vasta muutaman päivän, alkaa näkymään henkilökemiakriisejä joiden ympärillä täytyy osata luovia. Jos vuosien varrella äimisteli Floridan integrointilaboratorion suorituspainetta ja ilmaston vaikutuksia kolleegoihini, niin Kouroun olosuhteiden vaikutus tuli todella yllätyksenä vaikka asiasta varoitettiinkin...

**19.08.00** Päivän ohjelmassa on mm. RF-kalustoni puuttuvien dokumenttien selvittäminen Ranskan Guyanan tullille, sekä matriisin mittaaminen. Matriisin mittaaminen kestää noin päivän ja RUDAK:ien 14 modemin mittaaminen saattaa kestää parikin päivää, sillä kaikista modemeista tarkistetaan vielä suhteelliset tasot keskimajakkaan nähden eri tasoasetusbittien arvoilla (ja resoluutiota piisaa...).

Päivä päättyy erittäin huonosti: testauksen loppuvaiheessa X-bandin lähetin kieltäytyy tulemasta enää päälle ollenkaan kesken testien. Tilannetta edeltää ihmettely 28V-S-jännitteen varsin epämääräisestä käyttäytymisestä. 28V-S-jännite on 28V-bussin kautta saatava jännite, joka käynnistyy vasta, kun satelliitti on erkaantunut kantoraketista. Tämä jännite koekokoonpanossa on käytännössä lähettimien on/off-ohjaus, jota on pakko käyttää lähettimen ja vastaanottimien komentoyhteydellä kun käytetään napanorakomennusta (siis ei RF-komentoa niinkuin oikeasti tullaan käyttämään). Tämä jännite saattaa olla ei-aktiivisessa tilassa melkein mitä vain 1 V:n ja 12 V:n välillä johtuen suurista impedansseista ja kuormituksesta. Epämääräisyys johtaa mm. siihen, että V-bandin lähetin ja ainakin X-bandin lähetin ei aina sammuu, kun 28V-S-jännite katoaa. En pidä tästä ollenkaan, sillä millä jännitteellä satelliitti on "irti" kantoraketista ???

Kokeilen vielä viime töikseni TWT-päätteeseen kytkemistä päälle jotta saisin kestävää todistusaineistoa ongelman selvittämiseksi: on tärkeätä ymmärtää miksi joku ilmiö esiintyy, jotta voi järkeillä syitä jotka siihen johtavat. TWT:n logiikka ilmoittaa kuitenkin, että TWT:tä ei ole komennettu päälle. Tästä vedän sen väliaikaisen johto-päätöksen, että ohjauslogiikan täytyy olla jotenkin sekaisin, koska SSPA ei tule päälle (syynä voi olla 10 V:n drain-jännitteen puuttuminen, joka taas voi johtua siitä, että -5V-hilaetujännite puuttuu tai SSPA-OFF-komento, joka liittyy TWT:n käynnistämiseen ei toimi) ja samaan aikaan myöskään TWTA ei suostu kytkeytymään päälle. Tämä on normaalissa toiminnassa täysin mahdoton yhdistelmä. Päätän kolleegoiden kanssa, että päivä on päätöksessä. Vetäydyn hotellille iltapalalle, mutta en voi olla miettimättä, mikä on ilmiön takana. En voi millään uskoa, että kaiken ponnistamisen ja testauksen jälkeen jotain olisi vakavasti vialla X-bandin lähettimessä, sillä sitä on koeponnistettu varmasti yli sata kertaa lentoasennettuna: selvisihän AMSAT-OH:n lähetin käytännöllisesti katsoen ainoana rautana ehjänä KAIKISTA testeistä viimeisen 2 1/2 vuoden aikana.



Surkeata.

Käyn vielä yöllä läpi mielessäni kaikki mahdolliset mieleen tulevat vikamahdollisuudet ja kirjoitan aamuksi parisivuisen testausproseduurin, jonka perusteella yritän selvittää mahdollisimman vähäisellä lentotestattujen liitosten avaamisella, mikä lähetintämme vaivaa.

**20.09.00** Sain tapahtuneesta huolimatta hyvin nukuttua, jota tosiseikkaa AMSAT:in virallinen lääketieteen tohtori asiaa ihmettelee. . .

Käyn läpi tarkistuslistaani ja vedän pikkuhiljaa varovaisesti johtopäätöksiä mahdollisesta ongelmasta. Näyttää siltä, että ohjainasteet ovat kunnossa ja logiikan teholahteen täytyy olla kunnossa, sillä kovalla spektrianalysaattorin ominaisuuksia puristamisella saan selville, että ohjain ja ylössekoitin on mielestäni kunnossa. Tarkistamalla peilitaajuus- ja LO- vaimennukset tulen siihen johtopäätökseen, että kaikki on OK ainakin ensimmäisiin 10 GHz:n vahvistinasteisiin saakka.

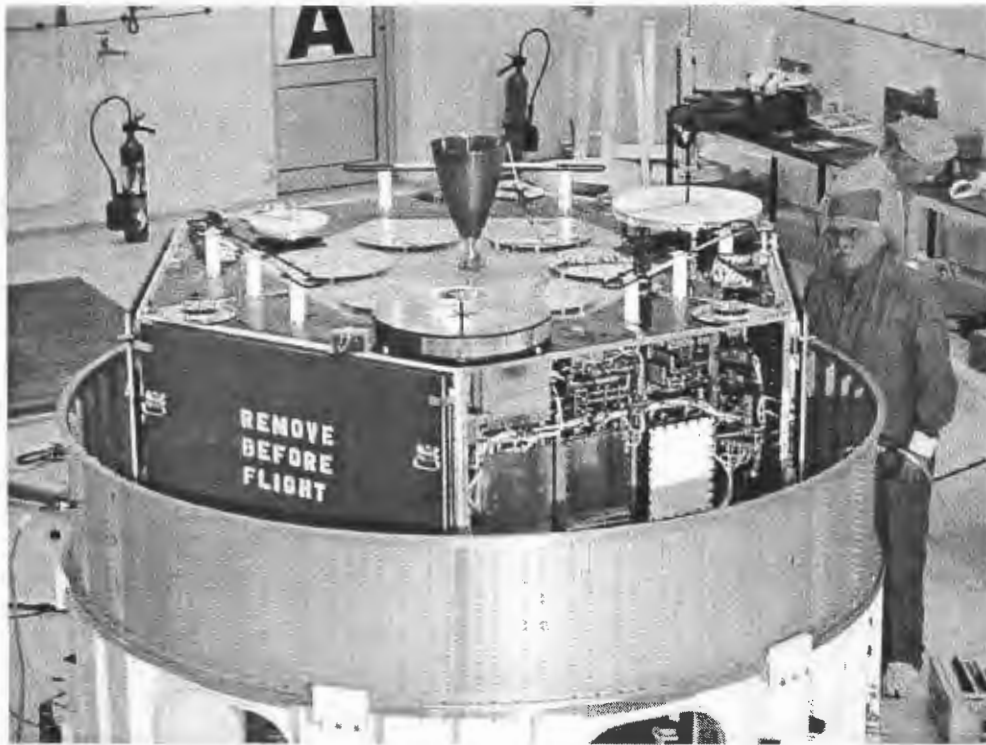
Käyn keskustelua kolleegojeni Mirek Kasal:in ja Freddy deGuchteneiren kanssa ja esitän epäilykseni ohjaimen 10 GHz:n ohjainasteen (Fujitsu FLK052WG) kuolemista. Tämä todetaan käytännössä avaamalla lentoponnistettu modulumme ensimmäistä kertaa yli kahteen vuoteen. Tehoasteemme GaAs-FET- transistorin hila on tukevassa 3 ohmin oikosulussa maihin. Tätä jään hetkeksi pohtimaan, enkä voi vetää muuta johtopäätöstä kuin että transistorin on täytynyt saada -5V:n linjan kautta positiivisen tai erittäin negatiivisen transientin, joka on tappanut transistorin. Ja minullahan ei ole varapuo-lijohotteita mukana, kun niitä ei kertakaikkiaan ole. Muistelen kuitenkin, että tällainen FLK052WG olisi varastossani odottelemassa 10 GHz:n majakkaprojektin valmistumista.

Soitan puoliltapäivin Hämeenlinnassa koulutuksessa olevan Harrin, OH2JMS:n kännykkään ja jätän viestin tilanteesta. Harrilla on avaimet säätämöni ja löytääkin antamieni suunnistusohjeiden avulla kyseisen transistorin (ajettuaan ensin Helsinkiin) ja vie sen suoraan lentokentälle Ranskan koneeseen. Alkaa hillitön selvittäminen, miten saan kirjekuoren täällä päässä perjantaina ulos tullista, jotta pääsen lauantaina sitä asentamaan hilaetujännite- ja drain-jännitesuojauksineen viallisen kiven tilalle. Mitä ilmeisimmin -5V:n hakkuri on päästänyt transientin ko. asteelle ja polttanut transistorin hilan oikosulkuun. Varotoimenpiteiksi suunnittelen Zener-diodien ja avaruuskelpoisten elektrolyyttikondensaattoreiden lisäämistä vahvistinasteeseen. Edelleenkin en voi käsittää miten vahvistin on voinut ylipäätään vioittua enää tässä vaiheessa: lähetintä on koeponnistettu niin monta kymmentä kertaa viimeisten muutaman kuukauden aikana, että luulisi ongelman tulleen ilmi paljon aikaisemmin. 28V-S -jännitteen kauko-ohjauslinja on vaihdettu pidemmäksi kuin viimeksi ja tämä muutos on pahentanut jännitteen päälle- ja poiskytkentäominaisuuksia.

En ole mitenkään epätoivoinen, mutta olen miettinyt varasuunnitelman valmiiksi: jos tilanne käy todella pahaksi, voin ohjata ohjainasteen signaalin noin 20 dB:n vaimentimen tai modifoidun suuntakytkimen kautta suoraan TWTA-asteelle, jolloin jäämme kokonaan ilman puolijohdepäätteastetta. Toinen vaihtoehto on ohittaa kokonaan pusku-riaste, jolloin puolijohdepäätteaste jää jonnekin jonnekin Watin tuntumaan ja TWTA saa täyden ohjauksen haluttaessa modifoidun suuntakytkimen kautta.

Jotain hyvää uutista kuitenkin: saan komponentti- ja testaus- laitelatikkoni ulos tullista kuuden päivän odotuksen jälkeen, joka on juuri ajallaan, sillä nyt niitä kilkkeitä todella tullaan tarvitsemaan. . .

**21.09.00** Sain eilen illalla Leskisen Harrin kiinni ja houkutelua hänet ajamaan Hämeenlinnasta Helsinkiin ja takaisin; muistelen nimittäin, että minulla olisi yksi kappale FLK052WG:tä työpajallani. Onneksi se yksi ainokainen kappale löytyy. Harri ajaa sen



Kuva 4: P3-D istuu tiukasti SBS-kehyksessä, valmiina polttoainetankkaukseen

kanssa lentokentälle ja tekee tarvittavat dokumentit huolintaliikkeen kanssa. Transistori lähtee tämän päivän aikana Pariisiin ja perjantaina Pariisista Cayenneen, josta Arianes-pacen edustaja käy sen koukkaamassa kyytiin ja tuo laboratorioon. Siis toivottovasti.

Päivän mittaan saadaan testattua matriisi loppuun, samaten MONITOR-purkki, joka sek in toimii moitteettomasti. Jo oli itse asiassa aikakin...

Ruokatauon aikana soitan Matjaz Vidmar:ille, S53MV, joka on myös pelehtinyt tehofettien kanssa paljon, mutta hänkin on aivan yhtä ymmällään kuin minäkin. Emme vain kertakaikkiaan voi käsittää, miten transistori on voinut vaurioutua. Tuntuisi myös siltä, että Drain-Source-väli on kokolailla auki, joka taas käsittääkseni saattaa johtaa puolestaan hilan oikosulkeutumiseen.

Iltapäivällä jää mukava testausrako ja rakennan 10 GHz:n lähettimen pääteasteen vaurioituneen ohjaimen Gate- ja Drain-jännitteisiin oskilloskooppiripustuksen, jolla saan napattua käyttöjännitteiden päälle- ja poiskytkentähetken tarkasteltavaksi. Ajastus tuntuu olevan riittävän kohdallaan (käyttöjännitelinjassa ei ole varsinaista hilaetujännitteen olemassaolosta riippuvaa estoa), mutta +12 V:n linjassa, jonka perässä makaa muutenkin koko 10.7 MHz  $\Rightarrow$  10451 MHz konvertterikalusto paikallisoskillaattoreineen ja ohjelmoitavine ALC:eineen, näkyy vajaan kolmen voltin luokkaa oleva ylitys. Ylitys kestää muutaman kymmenen millisekuntia, mutta hilaetujännite on jo hyvällä hollilla, eikä mikään transistorin speksin kohta ole lähelläkään raja-arvoja. Ihmettelyni vain jatkuu. Kunnes.

Olen juuri tutkimassa jännitteiden käyttäytymistä 28V-S:n ohjauksen funktiona, kun yhtäkkiä skooppi liipaistuu ja kuvaputkelle (minulla on aivan fantastinen skooppi käytössä, jossa on ihka oikea CRT !!!) jää näkyviin tilanne, jossa lähetin on käynnistynyt ja jännitteet ovat nousseet päälle, vaikka kommentoa ei annettu. -5V:n voltin jännite ilmenee suhteellisen nätisti ja +12 V:n drain-jännite (10.4 V) nousee muuten nätisti, mutta vas-

ta ensin käytyään ensin jossain CRT:n Y-akselin suunnassa niin korkealla kääntymässä, että muistista näkee arvioida, että linjalla näkyy varmaankin koko 28 V:n bussijännite parinkymmenen millisekunnin ajan.

Tämä on ehdottomasti kymmenvuotisen P3D-urani pelottavimpia hetkiä.

Tämä samainen 28 V:n suurenergiapiikki käy siis koko 10 GHz:n ylössekoitusketjun kaikkien purkkien kautta, jotka normaalisti näkevät 12 V...

Sanomattakin on selvää, FLK052WG:n absolute maximum-speksin Uds- arvo 15 V ylittyy joillakin volteilla...

Syy skoopin liipaistumiseen käy nopeasti ilmi, kun minä kiljaisen Stacy:lle että tekikö hän mitään. Hän oli juurikin napannut 28 V:n lisäalasetovastuksen irti, jolloin 28V-S -jännite lähtee nousemaan ylempään jännitteeseen, ja X-bandin lähettimen 28V-S -estokytkin disabloituu. Tällöin sisäinen hakkuripowerimme lähtee käyntiin, mutta 28 V:n piikki pääsee kytkeytymään kytkintransistoreiden kautta ennenkuin kolmiogene-raattori/komparaattorisysteemi on herännyt antamaan pulssinleveysmodulaatiota kyt-kitransistoreiden kannoille/hiloille. Tämä tilanne syntyy silloin, kun 10V-C -jännitteet tulevat päälle hallitsemattomasti hyvin hitaalla 28V-S -jännitteen nousulla.

Stacy saa välittömästi lisänimen Spike. Mies on ollut selvästikin murheissaan eilises-tä X-bandin lähettimen hajoamisesta, vaikka kuinka yritämme järkeillä, ettei hän ole voinut olla syyllinen tällaiseen.

Pystymme nyt myös päättämään, mikä rikkoi tehotransistorin eilen: olimme juuri pureutumassa 28V-S:n heiluntailmiöön ja yleismittarilla tutkimassa jännitteen käyttäytymistä, kun lähettimemme oli päällä-tilassa, mutta estettynä 28V-S:n puuttumisella. Tämä jännite olikin riittävän alhaalla, kun yleismittari kuormitti (virta-alueella mitaten) linjaa, mutta kun Spike otti mittarin irti, lähti jännite nousemaan ja ylläkuvatun-laisen prosessin seurauksena X-bandin lähetin lähti käyntiin saatuaan kuitenkin ensin aimon ryydyn 28 V:ia.

En ole pystynyt vielä tarkistamaan puuta puolijohdepäätteasteen toimintaa, mutta päätellen sen käyntilämpötilasta se voi kuitenkin hyvin. Alunperinhän meillä piti olla käytettävissä huomattavasti telemetriaa ja juurikin tällaisten asioiden edessä telemet-rian puute on tuskastuttavaa. Jos huomenna ehdin, tarkistan päätteasteen piensignaa-livahvistuksen mielenrauhan palauttamiseksi. Ei pitäisi tietenkään koskaan spekuloida, mutta sellainen tuntuma olisi, että -5 V:n ohjaama 10 V:n estokytkentä suojaa 10 V:n 12 A:n hakkuria antamasta em. 28 V:n pulssia transistoreille...

**22.09.00** Aamupäivä on valokuvaussessioita ja laitteiston toiminnan viimeisiä kriit-tisiä testejä täynnä. Ilmapiiri on tässä vaiheessa jo varsin leppoisa, sillä kaikki laitteet toimivat moitteettomasti, tietenkin lukuunottamatta 10 GHz:n lähetintä :-(-

Päivällä kokeillaan vielä kerran infrapunalaseria, sillä minulla on mukana Burr-Brownin OPT209:ään perustuva optinen vastaanotin/144 MHz konvertteri ja kerroin Peter:ille pystyvänä todennäköisesti demoduloimaan 400 bps telemetriadataa. Olen vähentänyt vastaanottimeni gainia pienentääkseni taustavalaistuksesta johtuvaa DC-offsettia, jotta vastaanottimen dynamiikka riittäisi vielä kirkkaasti valaistussa S3A-puhdastila-rakennuksessa. Peter kytkee IR-laserin päälle telemetrialla moduloituna (toinen vaihto-ehto olisi CW) ja kuulen demoduloidun laserläheen tutun telemetriadatan PC:n ää-nikortin kautta kuunneltuna. Tallennan reilut 20 sekuntia telemetriaa \*.wav-tiedostona myöhempää analysointia varten.

Vaan Stacy ja minä emme malta odottaa myöhempää hetkeä, vaan rakennan äki-kiä sopivan audiokaapelin, jotta saan PC:n wav-tiedoston syötettyä Stacy:n 400 bps G3RUH BPSK-modemille. Ledit lukittuvat välittömästi ja datasta saadaan uutettua

yksi kokonainen telemetriapaketti. Ajamalla tämä telemetriapaketti reaaliaikaisesti ja myöhemmin tietenkin myös tiedostosta, saamme paketin telemetrian näkyviin AMSAT-telemetriasoftan avulla: kaikki lähettimet ovat pois päältä, välitaajuusmatriisilla ei näy ristikytöntöjä, joten mistä tämä telemetriapaketti on saatu??? Statusikkunan oikeasta alanurkasta sen näkee: Laser on päällä! Uskomatonta.

Tämä on kyllä tämän reissun ehdoton kohokohta!

Jään illansuuhun odottelemaan tietoa AMSAT-OH:n *GaAs*-tehofetin saapumisesta ja näin käykin siinä iltakuuden jälkeen. Uskomatonta palvelua Arianespacelta; mies on käynyt lentokentällä nappaamassa kyytiin suoraan postipussista Harrin Suomesta lähettämän paketin! Fetti taskussa lähdän hotellille iltapalalle ja nauttimaan muutama hermoja lepuuttava Planteur-juoma. . .

**23.09.00** Lauantaiaamun aamupalalla porukka jakaantuu: RUDAK/IHU/YAHU-softamiehet lähtevät viettämään vapaapäivää viidakkoon 144/432 MHz:n radioin varustettuna. Aikovat yrittää OSCAT 14, OSCAR 21 tai SunSat:in workkimista samalla, kun tutustuvat paikallisiin olosuhteisiin. . .

Kalifornian porukka on saanut Bdale Garbee:n ystävällisestä pyynnöstä toimitettua Bob Davis:ille käteen 4 kpl FLK057WG:tä siten, että eräs hamssi on lentänyt Denveristä Miamiin fetit taskussa antaakseen ne siellä Cayennen lentoa odottavalle Bobille. Hyvä homma, backup-suunnitelmani toimii. Nyt niitä ON! Tosin aion laittaa Suomesta pajaltani löytyneen *FLK052WG*:n tilalle, sillä vaikka *FLK057WG* on korvaava tyyppi ja RF-/DC-ominaisuudet ovat samat, ovat S-parametrit joiltakin osin varsin erilaiset. Ilmeisesti chipin geometria on jotenkin muuttunut, enkä halua joutua irroittamaan lentokoestettua RF-konvertteri- yksikköämme satelliitista, ellei ole aivan pakko.

Varasuunnitelmanahan minulla oli ollut RF-ohjauksen, jonka olen todennut kunnos- saolevaksi (+14 dBm max. ), vienti vaimentimen kautta suoraan TWTA:lle ilman puolijohdepäätteasteen käyttömahdollisuutta. Onneksi tähän vaihtoehtoon ei tarvitse enää nojautua.

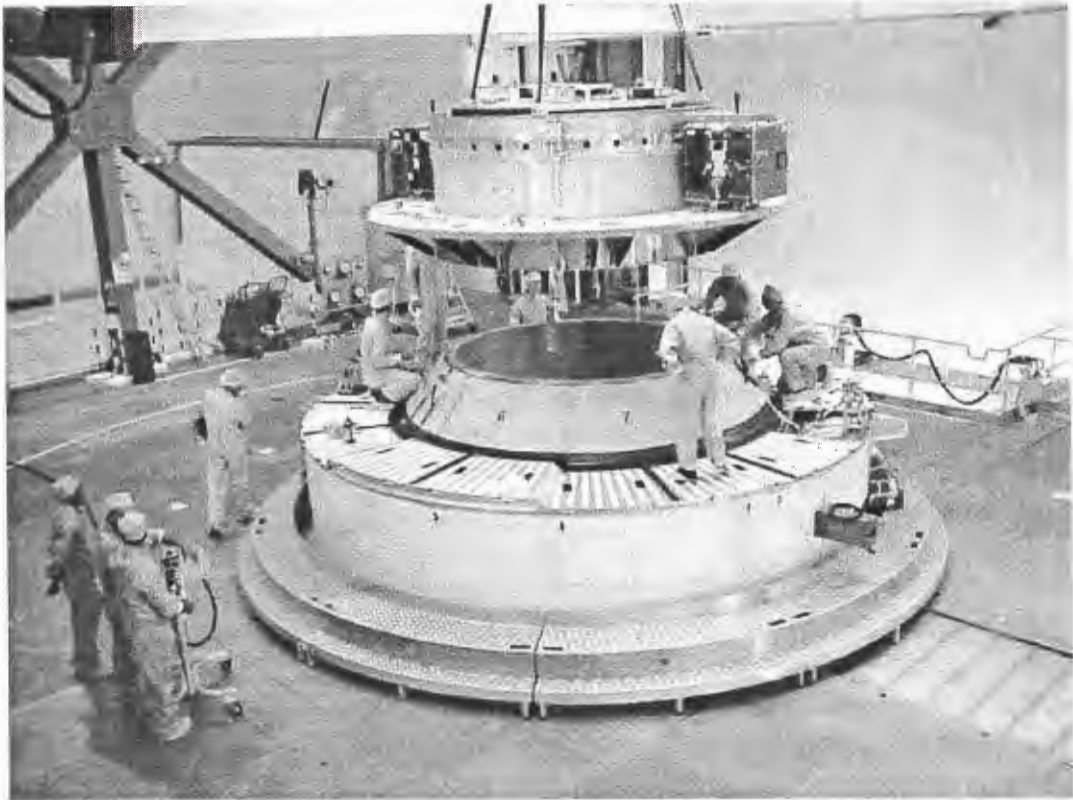
Rautaporukka taas ajautuu takaisin ELA-3 -laukaisualueelle, jossa avaruusaluksemme sijaitsee. Töitä tietenkin vielä piisaa: lämpöeristysmateriaalien viimeisiä hienosäätöjä, aurinkopaneelien kiinnistystä yms.

Ja tietenkin X-bandin lähettimen säätämistä :-)

Illansuussa saan *FLK052WG*-vahvistinasteen korjattua ja modifioitua siten, että jännitteen pudotus 12 V:sta 9 V:iin tapahtuu vastuksilla (neljä kappaletta 68 ohmista vastusta liimattuna epoksilla jyrskittyyn kotelon seinään). Lisäksi löysin sopivahkon 13 V:n, wattisen Zener-diodin ja puolen ampeerin sulakkeen, jotka vedän Drain-linjasta maihin. 28V-S:n aiheuttamia transientteja ei PITÄISI enää esiintyä, mutta varmuuden vuoksi hieman ylimitoitin systeemiä. 10 – 20 ms:n piikit rajoittuvat Zeneriin ja jos tämä jostain syystä vioittuu (tyypillisesti oikosulkuun), niin sulakkeen palaminen irroit- taa Zenerin kytkennästä. 28V-S:hän nousee 0 V:sta 28 V:iin vain yhden ainoan kerran laukaisun jälkeen.

Vahvistimen testaus etenee varsin hyvin, saan pöydällä testauksilanteessa odottamia- ni suoritusarvoja ja mm. piensignaali vahvistus on luokkaa 12 dB:tä. 1 dB:n kompres- siossa pitäisi gainin olla kyseisen transistorin mittauspöytäkirjan mukaan 7.65 dB (14.5 GHz).

Kokoan irtokomponentit fletcheresquella tavalla vahvistimen kylkeen ja testaan vah- vistimen toiminnan vielä lentoasennettuna. 10 GHz:n lähettimemme toimii puolijohdeo- päätteasteen osalta moitteettomasti (testaan ALC:n säädön, lähtötehon, lineaarisuuden ja lähtötehon indikaattorin C-bandin vastaanottimen ja keskimajakan avulla, Stacey ko-



Kuva 5: P3-D sovitetaan Ariane-5 kantoraketin huippuun

mentaa). Ei ole mitään syytä epäillä TWT:n normaalia toimintaa, mutta aion ponnistaa senkin vielä kerran maanantaiaamuna. Helpottaa. . .

**24.09.00** Sunnuntai on vapaapäivä ja olemme varanneet veneliput Pirunsaarelle, jossa vietämme huomisen. Saarilla, joita on kolme, yksi niistä ko. saari, on kuulemma mainio ravitsemusliike, joten viihtyнемme koko päivän siellä. Olen katsellut saaria hotellihuoneeni ikkunasta aamuisin, matkaa sinne lienee joku 20 km ja ne näkyvät hyvin. Haita kuulemma piisaa.

Päivä on mielenkiintoinen vanhoine viidakon takaisinvalloittamine rakennuksineen ja historioineen. Lämpöä riittää ja kaikenlaista luonnonvaraista elävää näkyy runsaasti: kanoja ja kukkoja, jotain nelijalkaisia villisian näköisiä punertavia möykkääviä otuksia (paljon), merikilpikonna oikein monta.

**25.09.00** Maanantaipäivä kuluu lähinnä laitteiden pakkaamisessa ja palauttamisessa sijoilleen. Pelkästään oma matka-arkkuni pakkaaminen kestää puoli päivää.

Heti aamutuimaan käyn kuitenkin ensin heittämässä osan amerikkalaiskolleegoistamme Cayennen lentokentälle 70 km:n päähän. Hyvästelemme arvuutellen tapaammeko mahdollisesti enää koskaan tämän 10 vuoden tuttavuuden jälkeen. . . paitsi tietenkin satelliitilla!

Valkoiset sivupaneelit ruuvataan satelliittiin kiinni. Arvatkaa, kuka ruuvasi X-bandin lähettimen puoleisen paneelin viimeisen ruuvin kiinni ; -)

**26.09.00** Testausdokumentin viimeistelyä Mirek:in kanssa. AMSAT-BB:n postituslistalla muun muassa on käyty paljon keskustelua linkkibudjettien laskentaperusteista. Ongelmia tahtoo syntyä siitä, että amatikseen kaupallisten satelliittien peuhaavat digitaali-ihmiset eivät tahdo millään käsittää, että P3D:n kaltaisen radioamatöörisa-

telliitin transpondereilla käytävä liikenne on äärimmäisen vaikeasti ennustettavissa ennenkuin ne ovat todella käytössä, jos silloinkaan. Kaupallisessa käytössä satelliittiopeeraattorilla on hyvinkin tarkka käsitys siitä, kuinka monta ylöslinkkaavaa asemaa transponderilla on, mikä niiden käyttämä lähetyslaji on ja erityisesti mikä niiden EIRP-teho on. Amatöörisatelliitin transponderilla liikenne on paljon kaoottisempaa ja se kuuluu vakaasti asian luonteeseenkin. Näin on ja kuuluu olla. Linkkibudjettilaskennassa on tärkeitä tietää satelliitin transponderin vahvistus kohinalämpötilojen ja lähtötehojen lisäksi. Edes kaupallisten satelliittien operaattoritkaan eivät mielellään tällaisia gainiarvoja anna "ulkopuolisten" käyttöön, sillä ne ovat säädettävissä oleva suure.

Mitä P3D:n radioamatöörisatelliittiin tulee, on tilanne vielä huomattavasti vaikeampi: transpondereita ei varsinaisesti ole enää ollenkaan, vaan on runsas valikoima eri taajuusalueiden vastaanottimia ja toinen valikoima eri taajuusalueiden lähettäjiä. Kukin purkki on suurinpiirtein yksilöllinen, sillä joka laitteelle löytyy oma suunnittelija/valmistajaporukka (esim. suomalaisten 10 GHz:n lähetin).

Jokaisessa vastaanotimessa on erityinen AGC, jonka pääasiallisena toimintona on pitää vastaanottimen välitaajuinen ulostulotaso suhteellisen vakiona ( $-15$  dBm rms,  $50\Omega$ ). Vastaanottimen gaini siis muuttuu tilanteen mukaan.

Välitaajuusmatriisin ulostulotaso on nimellisesti sama, mutta jos signaali reititetään analogisesti LEILA:n kautta, voidaan gainia säätää haluttaessa. Mikäli signaali on digitaalinen, se voidaan demoduloida ja uudelleenmoduloida haluttaessa ja säätää mm. "gainia". Välitaajuusmatriisin vahvistus ei siis ole vakio. Jokaisessa lähettimessä on myös ALC (tai "AGC"), jonka tarkoituksena on pitää lähettimen ulostuloteho vakiona. Siis mitä? Eikö lähettimelle tulekaan vakiotasoista signaali matriisilta?

No ei. Sillä matriisi mahdollistaa mm. sen, että yksi vastaanotin voidaan kytkeä yhteen TAI USEAMPAAN lähettimeen yhtäaikaan, ja vice versa, eli yhteen lähettimeen voidaan kytkeä USEAMPIKIN vastaanotin kuin vain yksi. Tämähän tarkoittaa sitä, että vastaanottimien kohinakaistaleveyksien ollessa samanlaisia, voi esimerkiksi kolmesta vastaanotimesta tulla noin  $-9$  dBm,  $50\Omega$ . Vaan vastaanottimien kohinakaistaleveydetkään eivät ole vakioita. Mm. V-bandin vastaanotinhan on vain vajaat 200 kHz leveä, C-bandin taas suorastaan useampi megahertsi. Summa summarum: lähettimien vahvistuskin elää tilanteen mukaan.

Ainoa P3D:n RF-hyötykuorma, jonka gainia voi säätää (ALC:n toimiessa), on suomalaisten radioamatöörien toimittama 10 GHz:n lähetin. Voisimme periaatteessa tämän lähettimen kautta rakentaa halutunlainen vakio-gaininen transponderi, kompensoimalla vastaanotinketjun vahvistuksen muutosta. Vaan kukapa järkevä ihminen tällaista haluaa? Jos sattuu olemana yksistään transponderiyhdistelmän vastaanotinkaistalla, niin suotakoon tälle yksilölle kaikki mahdollinen lähettimen teho. Sitten, jos joku muikin ilmaantuu "bandille" laitetaan tehot demokraattisesti puoliksi. Paatoksellista, valitan. Ehkäpä tämä kuitenkin vastaa jonkun tulevan P3D-operaattorin kysymyksiin. . .

Joka tapauksessa päätimme Mirekin kanssa suorittaa hieman lisämittauksia mahdollisuuksien mukaan ja niinpä saimme tänään loihdittua EXCEL- taulukkooni linkkibudjettilaskelmia ja mm. taulukon joidenkin yleisimpien vastaanotin-/lähetin-yhdistelmien vahvistuksista määrättyissä olosuhteissa. Ja nämä määrättyt olosuhteet olettavat siis, että olet ainoa käyttäjä ko. transponderilla. Lisäksi oletetaan, että P3D:n vastaanottimien kohinaluku on 3 dB ja systeemikohinalämpötila on 300 K. Tämä johtaa  $-135$  dBm:n kohinatasoon 3 kHz:n ( $-3$  dB) kaistaleveydellä. Vaikka olosuhteet ovat näinkin määrättyjä, vaihtelevat mittaamamme/laskemamme vahvistukset noin  $+5$  dB.

Ai niin, yksi asia edellisesti päätöksestä vielä unohtui, eli tottakai eri vastaanottimien

ja lähettimien AGC- ja ALC-kytkentöjen toteutukset ovat erilaisia, eli ne käyttäytyvät eri tavalla eri signaalijakaumilla. Jotkin ilmaisijat ovat huippuarvoilmaisijoita, jotkut RMS-ilmaisijoita ja loput ovat mitä tahansa tältä väliltä muuttuen signaalien ominaisuuksien mukaan. Kaiken lisäksi ilmaisijat ovat kaikki diodi-ilmaisijoita, eikä niistä ole kuin yksi lämpötilakompensoitu ja sehän on tietenkin suomalaisten radioamatöörien rakentama 10 GHz:n lähtimen ALC.

Ehkäpä näillä tuloksilla saadaan kuitenkin em. keskustelu rauhoittumaan ja palamaan tutuille uomilleen. Tosiasia on, että P3D tulee kuulumaan kovaa, olemaan erittäin herkkä ja lähtöteho, joka kullakin käyttäjälle suodaan downlinkillä riippuu siitä, montako asemaa ko. transponderi- yhdistelmällä yhtäaikaan huutaa.

Sellainen mielenkiintoinen yksityiskohta taulukosta käy ilmi pienellä lisälaskennalla, että se käyttäjä, joka ensimmäisenä pääsee ainoana huutamaan tyhjällä X-bandin lähtimestä koostuvalla transponderilla, kuulee oman signaalinsa downlinkillä 8.4 dB:n S/N-suhteella 3 kHz:n kaistaleveydellä käyttämällä vastaanottimessa pelkkää WG16 AALTOPUTKEN LAIPPAA (TWT käytössä, gainiasetus puolivälissä, eli 8H, ulostuloteho 22.5 W).

**27.09.00** Tänään palautettiin mittalaitteet Norbert Sayou:lle ja kävin viemässä oman matkakirstuni Arianespacen äärimmäisen avuliaaseen ja ammattitaitoiseen viennitöimistöön Suomeen palautusta varten.

Päivä kuluu muuten leppoisasti aurinkopaneeleja asennettaessa. Kaikki sivuseinät ja aurinkopaneelit asennetaan vapautusmekanismeineen kaikkineen, vain yksi seinä jää vielä satelliitista auki: polttoainetäydennystä varten.

**28.09.00** Tämä on RF-porukalle vapaapäivä ja vietämme sen ajamalla länsirannikolle Surinamin rajalla sijaitsevaan Saint Laurent du Maroni -nimiseen entiseen vankien jakelukeskukseen, josta on sittemmin kasvanut suhteellisen viehättävä pikkukaupunki. Matkalle tänne käymme tutustumassa mm. Mana -nimiseen samankokoiseen kaupunkiin, sekä pariin muuhun pienempään kaupunkiin. Ajelemme myös mielenkiinnosta parin pienen intiaanikylän läpi. Aivan Ranskan Guyanan luoteisnurkassa on upea hiekkaranta palmuineen ja katoksineen. Tälle rannalle merikilpikonnat tulevat munimaan ja alue on sen vuoksi rauhoitettu. Paikka on erittäin rauhallinen ja kaunis.

**29.09.00** Ajoainehmiset harjoittelevat laitteiston käyttöä ja valmistautuvat maanantaiseen täyttöprosessin alkamiseen. Koko täyttöprosessi tulee viemään reilun viikon. Hidasteitakin esiintyy: yksi tarkistusventtiileistä vuotaa ja O-renkaat joudutaan vaihtamaan tuoreempiin jotka on valmistettu *Viton*:ista. Tämä materiaali kestää hyvin  $N_2O_4$ :ää täytön ajan; kaikki P3D:ssä itsessään olevat O-renkaat ovat *Teflonia*, paitsi venäläisissä sulkuventtiileissä, joissa renkaat ovat *Kevlaria*.

Kerkiämme iltapäivällä RF-porukalla (Freddy, Mirek ja minä) käymään Ranskan Guyanan tärkeimmällä vesivoimalaitoksella Kouroun lähetyvillä. Laitos syöttää sähköä 37000 asiakkaalle, joista suurin on varmasti Euroopan Avaruuskeskus...

1 kWh maksaa muuten 1.3 ranskan Frangia tällä tavoin tuotettuna, mutta polttamalla tuotettu sähkö maksaa täällä 1.6 Frangia, joten käytössä on kuitenkin edullisin ja ympäristöystävällisin menetelmä sähkön tuottamiseksi. Juurikaan suuria luonnontullistuksia ei ole tarvinnut aiheuttaa padon rakentamiseksi, vaan kyseinen järvi on käytännöllisesti katsoen luonnontilassa. Itse asiassa järvi jokineen ja viidakkoineen on suojelualue, jolla asuu myös paljon intiaaneja.

Illalla on vielä Kourou:n radiokerholla kerhoilta (*FY5KE*), jolloin kaikki Kourou:n viisi radioamatööriä tapaavat istuskella asemalla ja vaihtaa kuulumisia. AMSAT'in läsnäolo on väliaikaisesti suurinpiirtein kolminkertaistanut koko Ranskan Guyanan radio-

amatööririkannan :-)

Kuulostelen vielä viimeisen kerran 50 MHz:iä, jolla on toisinaan trans-ekvatoriaalista keliä havaittavissa (viime viikolla Marokkolainen ja Madeiralainen majakka tulivat momentit 59+, mutta bandilla ei ollut ristiriitaisuutta). Kymppi ja viisitoista ovat olleet mukavasti auki Eurooppaan koko ajan, mutta Skandinaviaan ei ole tahtonut oikein päästä, eikä kerholla ole oikein alabandien antennejä, joten täältäkään ei päästä kotiin kusoilemaan. . .

Juttua piisaa oluiden ja juustojen lomassa. Norbert on kerinnyt jo vähän koeponnistamaan purkkeja, joita löysin kerhon miljoonalaaatikosta: taitaa olla kohta 24 GHz:lle virittämäni Gunn-oskillaattori vaihelukittuna! Tehoa siitä lähtenee riittävästi, sillä 6.0V:lla Gunn-diodi vetää noin ampeerin verran virtaa. . .

Samasta laarista löytyy myös vaihelukittu 1.6 GHz:n PLL, 6 GHz:n mikseri, pari laajakaistavahvistinta ja muita herkkuja sisällään pitävä purkki. Tällekin laitteelle teen ruumiinavauksen ja järjestelen komponentit uuteen järjestykseen: näillä kerholaiset saavat Gunn-oskillaattorinsa vaihelukittua kidestabiiliksi vaikkapa kapeakaistaisiin kokeiluihin.

Arianespace vie meidät vielä iltasella tutustumiskierrokselle FAB- rakennukseen (Final Assembly Building), jossa on kasattuna MEIDÄN kyytimme: *Ariane 507* (on se, näin tyyppikilven !!!). Komea laukaisuväline. Mittava ja upeata jälkeä. Varsinaisen kantoraketin lisäksi olivat jo kiinteän ajoaineen boosterit myös jo asennettuina (kaksi "pienempää"rakettia suuren rungon kummankin puolen). Kyllä se on komea esitys. Käymme koko raketin koko pituudeltaan läpi kerros kerrokselta (varsinainen kärki vielä puuttuu, sillä satelliititkin ovat vielä eri integrointi-/ajoinetankkaustiloissa) ja 507:n seisossa 62-pyöräisen junatraktorin päällä, näyttää vieläkin mahtavammalta. Bob, joka harrastaa pienoisorakettitoimintaa ja muutti hiljattain Floridasta Kaliforniaan ("töiden perässä") ihan vain ollakseen lähempänä Nevadan autiomaata, jossa vuosittain järjestetään "pionoisoraketti--laukaisukilpailuja, on menettää itsehillintänsä.

Pelkästään ajoaineiden syöttöputkisto venttiileineen ja lämpöeristyksineen on todella vaikuttava. Kello on seitsemän perjantai-iltana ja vielä on täysi tohina päällä; Arianespacen henkilökunta asentaa vielä telemetrialaitteita antennineen ja viimeistele kantorakettia laukaisua varten. Käsittämätöntä, että kiinteän ajoaineen raketit eivät ole millään jalustassa kiinni, ne vain seisovat omat painonsa varassa pääraketin runkoon kiinnitettynä. Ei mikään ihme, että alustaa ajetaan parin viikon päästä laukaisupaikalle todella hitaasti ja tuulettomalla säällä ; -)

**30.09.00** Tänään matkaamme takaisin kotiinpäin alkaen ensin Cayenne-Pariisiin lennolla ja mikäli Air France ei ole mennyt uhkaamaansa lakkoon, pääsen jatkamaan Finnairin koneella Helsinkiin, jonne saavun sunnuntain puolella.

Korkea aika onkin, sillä  $N_2O_4$  -säiliö, joka on tuotu puhdistilaan, vuotaa. . . jätämme asiasta nootin ja asiaan vihkiytyneet putkimiehet tulevat paikalle tekemään asialle jotakin.

Olemme saaneet kerättyä (RF-porukka) kimpsumme ja kampsomme kokoon ja pakkattua matkatavaramme, sekä olemme selvinneet hotellilaskun maksamisesta, joten suuntaamme heti aamusella vielä viimeisen kerran CSG:n laukaisupaikalle numero 3 jättämään jäähyväiset kollegoillemme ja keräämässä sieltä vielä viimeiset tavarat kyytiin. Tehomittarini ja spektrianalysaattorini jää AMSAT-DL:n kuljetettavaksi ensin takaisin Marburgiin ja sieltä sitten takaisin Suomeen.

Lentokentälle ajettaessa jono seisautuu ja syy on heti selvä: päivittäisistä pensaspaaloista suurin näkemämme on katkaissut liikenteen tyystin. Savannilla juoksee pilvin pi-



mein palomiehiä letkujen kanssa ja aluetta on palanut jo useiden neliökilometrien osalta aivan tasaiseksi. Pääsemme kuitenkin luikahtamaan Cayenneen vajaan tunnin odottelun jälkeen.

Hienoa päästä taas kotiin huomenna: ei tarvitse hyttysmyrkkäjä, eikä suojakerroin 30-aurinkovoidetta, ei tarvitse nuuhkia pensaspalojen savuja, pääsee suihkuun, jossa on riittävästi painetta ja löytyy viemäri, joka vetää. Oikeata kahvia ja oikeata maitoa – aaah. Ja postimerkit. Voi kävellä postiin tai automaatille ostamaan POSTIMERKKEJÄ !!! Viikon ajan olen pitänyt silmiäni auki ja ainoa paikka, josta olen löytänyt postimerkkien jakelukeskuksen, on Kouroun postitoimistosta: automaatti, josta saa vain 3 frangin merkkejä, joilla taas pääsee ainoastaan Ranskaan, Martiniquelle ja Guadelupille. Ja automaatillehan ei kelpaa kuin 2, 1 ja 0.5 frangin kolikot. Jos haluaa päästä kysymään englantia taitamattomalta virkailijalta postimerkkien hintaa Suomeen, pitää ensin odottaa yli 40 ihmisen jonon verran, osittain ulkona helteessä. Ei käy, on kiire testauksiin.

Olisi pitänyt opiskella Ranskaa pikkupoikana, mutta ehkäpä silloin olisi jäänyt Saksa vähemmälle. . .

Ai niin, ja kännykkäkin toimii kohta taas (France Telecomilla ei ole tietenkään roaming-sopimusta muiden operaattoreiden kanssa, edes *Globalstar*-puhelin ei toimi si SIM-korttini kanssa). Josta apropos tulikin mieleeni: miten ihmeessä Cayenneen kentällä voitiin vielä myydä *Iridium*-puhelimia, vaikka systeemi on sammutettu jo aiemmin keväällä tänä vuonna ?

Lentokentällä koen vielä viimeiset frustraationi postimerkkien hankinnan kanssa: kentältä voi paperikaupasta ostaa kirjekuoria, kirjepaperia ja postikortteja (ja noin 200 erilaista lehteä, jotka ovat kaikki ranskankielisiä), kentällä on jopa postilaatikko, mutta postimerkkejä ei myydä missään. . . . . aaaaarrrrgghhhhh!!!!

Juuri ennen paluuta opin, että postimerkkejähän myyvät tietenkin kaikki KIINALAISET kauppiaat. . . ??? (Ranskan Guyanassa on yllättävän paljon kiinalaisia siirtolaisia, jotka tuntuvat hankkivan elantonsa pääsosan kauppiaina ja ravitsemusliikkeiden pitäjinä)

Ranskan Charles de Gaullen kentällä pääsen vihdoinkin ja viimein kirjautumaan GSM-verkkoonkin vähäksi aikaa: Turun Yliopistolta on tullut pari hätäntynyttä viestiä koskien Markus Copperin taideteosta johon olen rakentanut radiotekniikkaa (Big Bang Echo-taideteoksen teemana on alkuräjähdyksen jättämä ns. taustakohina). Pysti kuulemma möykkää liikaa. . . huoltokirja/ käyttöohjeesta kyllä löytyisi äänensäädönvoimakkuuden käytöstä juttua, mutta manuaalejahan ei lueta kuin hätätapauksessa. . . Humanisteille on helpompaa vetää töpseli seinästä. . . 30.09.00/ Michael Fletcher, FY/OH2AUE

---

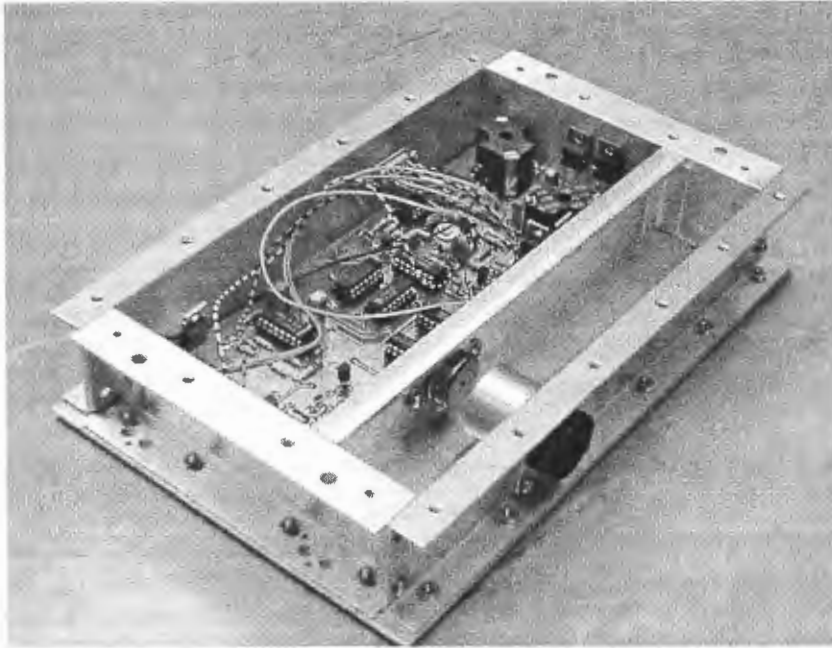
Ainakin *Bayerishes Fernsehen* lähettää Ariane-5 lähdön suorana. Ohjelma näkyy Euroopassa kahden Astra-satelliitin kautta 19.2 asteessa (E).

Astra 1C: Transponderi 45, taajuus 11141 MHz, vaakapolarisaatio, PAL, äänet 7.02 ja 7.20 MHz, esikorostuksesta ei ole tietoa. Suomessa ei ihan 120 cm peili välttämättä riitä, mutta 180 cm jo ehkä. . .

Astra 1G: Transponderi 71, taajuus 11836 MHz, vaakapolarisaatio, MPEG-2, 27.5 Msymbolia/s, FEC 3/4, video-PID:201, audio-PID: 202. Koko Suomen alueella pitäisi 90 cm:n antennin riittää. Tarkista ohjelmatiedot ohjelmalle "Space Night" osoitteesta <http://www.br-online.de/>

## 2 Infrapunalaser P3-D –satelliitissa

Karl Meinzer *DJ4ZC*, Dante Bauer *DH2FHB*, Dick Jansson *WD4FAB*, Hermann Günt-her. AMSAT-DL Journal, 1/2000. Suomentanut Teemu Mykkänen *OH2KMM*



Kuva 6: P3-D IR-lasermoduli

Kesän 1999 aikana tehtiin ehdotus P3-D –satelliitin varustamiseksi vielä yhdellä, kokeellisella 360000 GHz lähettimellä/downlinkillä. Alusta saakka oli epäselvää, josko koskaan saataisiin näin eksoottista laitetta rakennettua.

Kaikesta huolimatta satelliitista löydettiin laitteelle sopiva paikka, joka varattiin tähän käyttöön ja vaadittavat kontrolliyhteydet rakennettiin. Satelliitin massa oli jo tässä vaiheessa vahvasti "punaisella", ja minkä tahansa uuden laitteen lisääminen näytti erinomaisen epätodennäköiseltä ja vaikeuksien kerjäämiseltä. Satelliitin tasapainotuksen aikana kuitenkin havaittiin, jotta lisämassaa tarvittiin juurikin siihen kohtaan, mihin IR-lasermoduli aiottiin asentaa.

Aikaisemmasta fysiikan kokeesta saatiin kaksi Siemensin toimittamaa infrapunalase-ria (482403), jotka tuottivat 0,5 W tehon 835 nm aallonpituudella. Komponentit muistuttavat ulkoisesti TO-3 tehotransistoreita, mutta niiden kuoressa on ikkuna laservalolle, jonka lähtökulma on  $10^\circ \times 20^\circ$ . Lisäksi komponentit sisältävät Peltier-jäähdyttimen, jotta laserin lämpötila saataisiin pidettyä 25 asteessa. Lämpötilan valvontaan on oma anturi ja photodiodin avulla monitoroidaan lähetteen (IR) intensiteettiä.

### 2.1 Linkkibudjettilaskelmat

Tämänkaltaisen kokeen mielekkyyttä voidaan arvioida laskemalla koko signaalitien teho-tasapainot. Aluksi täytyy päätellä, josko riittävästi IR-valoa läpäisee ilmakehän maahan saakka, jotta sitä pystyttäisiin vastaanottamaan millään mielekkäillä, radioamatöörien käytettävissä olevilla menetelmillä ja laitteilla.

Linkkijänteen laskelma tehdään samaan tapaan kuin radiolinkeille. Tietyiltä etäisyy-deltä satelliitti valaisee jonkin tietyn pinta-alan maassa. Jokin pieni osa tästä energiasta

kyetään keräämään vastaanottavan antennin pinnalle, ja sen tehotason täytyy nousta ympäröivän taustakohinan yläpuolelle jollakin marginaalilla. Laskelma tehdään siis kahdessa osassa: a) päätellään vastaanottimen pienin mahdollinen teho, jolla signaali saadaan demoduloitua, b) arvioidaan antennien (linssit yms.) vahvistus, ja lasketaan tästä teoreettinen vastaanotettu tehotaso/ IR intensiteetti, kun lähtetimen käytettävissä oleva tehotaso on tiedossa.

Tässä laskelmassa tehtiin oletus, että suurin datanopeus saattaisi olla vain 400 bit/s, kuten esimerkiksi P3-D:n telemetrialähete, ja että vastaanotto saattaisi olla mahdollista yöllä kirkkaalla, pilvettömällä ilmalla, kohtuullisen valosaasteettomassa ympäristössä (kaukana kaupungin katulamppujen yms. valaisusta). Näissä olosuhteissa ilmakehä saattaisi vaimentaa 30% valosta, ja vain 70% päätyisi maan pinnalle saakka. Antennin halkaisijaksi oletettiin riittävän 10 cm.

Vastaanottimen herkkyys riippuu aina käytettävästä, käsillä olevasta teknologiasta. Tässä vaiheessa tehtiin eksoottinen oletus, että voitaisiin käyttää "fotonilaskintyyppistä ilmaisinta, jolla aikaansaataisiin riittävä kvanttitehokkuus. Sellaisia ilmaisimia ovat esimerkiksi piistä valmistetut *avalanche*-valodiodit. Käyttämällä tämän tyyppistä ilmaisinta, yhden bitin ilmaisuun riittää ehkä vain 10 fotonia. Mikäli laserin keilan leveys peittäisi koko maapallon, vastaanotettu teho olisi  $10^{-15}$  W. ( $Ne = \frac{h \times c}{\lambda \times 10 \times 400 \text{ bit/s}}$ ). Aikaisemmin esiteltyissä olosuhteissa, 250 mW keskimääräisellä teholla, eli 500 mW teholla 50% modulaatiolla, kohdealueen halkaisija maan pinnalla ei voi olla 1000 km suurempi, jotta signaali voitaisiin tällä laitteistolla havaita ja ilmaista. Lisälaskelmat osoittavat, että satelliitin heijastaman auringonvalon kirkkaus on korkeintaan kymmenesosa laserin kirkkaudesta, ja ei millään voi aiheuttaa vakavaa häiriötä vastaanotolle.

50 000 kilometrin etäisyydellä, halkaisijaltaan 1000 kilometrin kohdealue (valaisu) tarkoittaa vain  $1.2^\circ$  keilanleveyttä. Käytettävissä olevan laserin apertuuri on kuitenkin rajusti suurempi, ja keilaa on muokattava linssillä. Tämänkaltaisia IR-alueen linssijä ei kuitenkaan kasva puissa, ja aluksi moisen löytäminen näytti mahdottomalta. Joulukuussa 1999 moinen linssi kuitenkin löydettiin Münchenistä surplus-tarvikkeena.

Lasermoduli saatettiin lentovalmiiksi maaliskuun loppuun mennessä. Tavanomaisen 400 bit/s datavirran lisäksi laseria voidaan avaintaa hitaalla CW:llä. Tästä johtuen laserin voi myös halutessaan bongata yökiikareilla tai vastaavilla valovahvistimilla

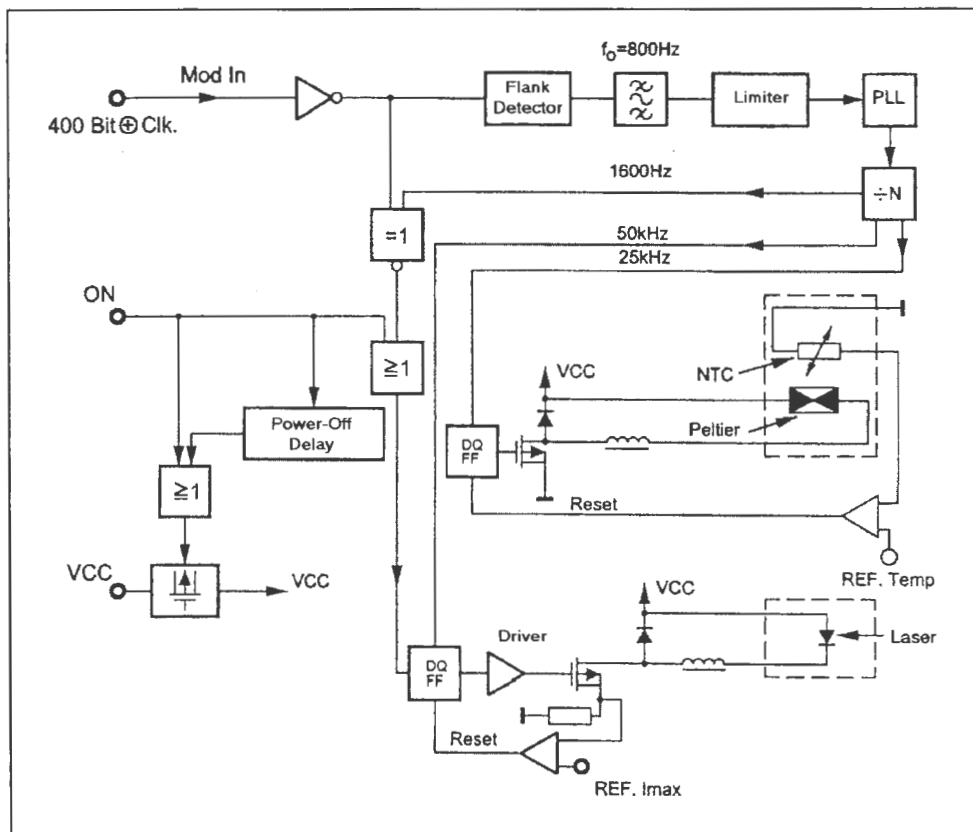
## 2.2 Tekninen toteutus

### 2.2.1 Teholähde

Moduli käyttää sisäisesti 10V jännitettä, jonka kytkee päälle (ON) satelliitin tietokone. IR-modulissa on 5 sekunnin viive sähkön poiskytkemiselle (OFF), joten laseria voidaan avaintaa käyttäen suoraan power-on -signaalia. Tällöin piirien ei tarvitse sisäisesti stabiloitua (kuten PLL) jokaisen avainnuksen jälkeen.

### 2.2.2 Modulaatio

Satelliitin 400 bit/s EB-signaali (*Engineering Beacon* eli telemetriamajakka) sekoitetaan XOR-operaatiolla 1600 Hz kanta-aalto-signaaliin, joka kaistanpäästösuodatettuna johdetaan PLL:ään. Tästä modulaatiotavasta johtuen voidaan tehdä joitakin parannuksia vastaanottimen rakenteessa.



### 2.2.3 Laserin avainnus

Laseria pidetään käynnissä ("ON") vakiovirralla, jota sille syöttää 50 kHz hakkuri. Kun avainnus on "OFF"-tilassa, hakkuri pysäytetään. Hakkuri on riittävän nopea käynnistykseen ja pysähtykseen avainnuksen tahdissa.

### 2.2.4 Peltierjäähdytin

Toinen hakkuri hakkaa sähköä jäähdyttimelle. Peltierin virtaa säädetään laserin lämpötilan ohjaamana ja lämpötilaa haastelee NTC, joka on kiinteästi integroitu lasermoduuliin.

## 2.3 IR-laserin tekniset speksit

**Taajuus:** 360000 GHz (suunnilleen 835 nm)

**Lähetysteho:** keskimäärin 250mW, 500mW maksimi

**Modulaatio:** 1600Hz on-off kantaalto, BPSK modulaatio 400 bit/s, eli normaali P3-D telemetria

**Lähetteen suunta:** Satelliitin Z-akselin suuntainen

**Lähetteen geometria:** suunnilleen elliptinen, leveys (3dB)  $1/30\text{Rad}$  X-akselin tasossa, leveys (3dB)  $1/50\text{Rad}$  Y-akselin tasossa

**Tehollinen säteilysektori:**  $1/2000\text{sr}$  (suunnilleen 41 dBi "antennivahvistus")

**Polarisaatio:** lineaarinen, E-kenttä satelliitin X-tason suuntainen

**Lähetteen spektri:** multimode, 2 nm kaistanleveys



# Flight 135

## 1 - ARIANESPACE FLIGHT 135 MISSION

The 135th Ariane launch (Flight 135/Ariane 507) will use an Ariane 5 to place the PAS-1R telecommunications satellite into a geostationary transfer orbit. Along with PAS-1R, a radio amateur satellite AMSAT P-3D and 2 technological microsatellite will be orbited.

The launch will be carried out from the ELA 3 launch complex in Kourou, French Guiana. For Arianespace, this marks the fourth commercial mission of the new Ariane 5 launcher. Arianespace has performed 9 other launches this year (7 ARIANE 4 and 2 ARIANE 5).

The Ariane 506 launcher will carry a dual payload of 6.313 kg (13,888 lb), including 5.629 kg (12,384 lb) for the satellites.

### INJECTION ORBIT

Perigee altitude :	590 km
Apogee altitude:	39 122 km at injection
Inclination :	6,5° degrees

The lift-off is scheduled on the night of November 14 to 15, 2000 as soon as possible within the following launch window :

### KOUROU TIME

Between 10:07 pm and 11:03 pm  
on November 14, 2000

### UNIVERSAL TIME (GMT)

From : 01:07 am  
to : 02:03 am

on November 15, 2000

### PARIS TIME

02:07 am  
03:03 am

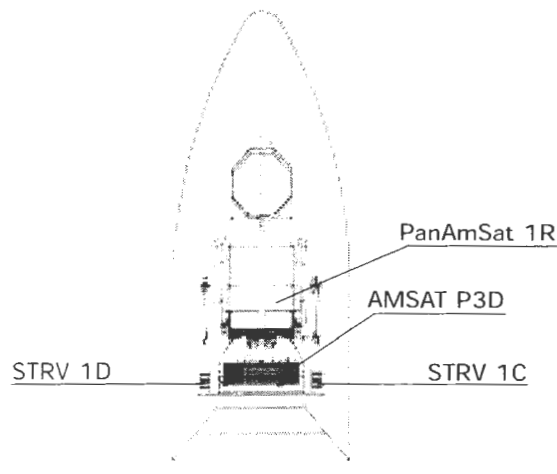
on November 15, 2000

### WASHINGTON DC TIME

08:07 pm  
09:03 pm

on November 14, 2000

## ARIANE 507 PAYLOAD CONFIGURATION



The PAS-1R satellite was built by Boeing Satellite Systems (BSS) in El Segundo, California, for U.S. operator PanAmSat.

Orbital position : 45° West, over the northern coast of Brazil.

The AMSAT P-3D satellite was designed and built by the AMSAT Deutschland association. It will be placed in an elliptical orbit, 4 000 x 47 700 km, inclined at 63 degrees.

The two STRV microsatellites were built by the British Defense Evaluation and Research Agency (DERA). They will be placed in a super-synchronous transfer orbit, 590 x 39 248 km, inclined at 6,5 degrees.



# Flight 135

## 2 - RANGE OPERATIONS CAMPAIGN : ARIANE 5 – PAS-1R / AMSAT / STRV

The actual work for satellite range operations lasts 18 working days for PAS-1R from its arrival in Kourou (before beginning combined operations).

The actual work for satellite range operations lasts 24 working days for AMSAT P-3D from its arrival in Kourou (before beginning combined operations) and 7 days for STRV-1c en 1d.

The ARIANE 5 preparation campaign lasts 32 working days.

ARIANE ACTIVITIES	DATES	SATELLITES ACTIVITIES
CAMPAIGN START REVIEW	September 18, 2000	
EPC Erection	September 19, 2000	
EAP transfer and positioning	September 20, 2000	
Integration EPC/EAP	September 22, 2000	
EPS Erection	September 26, 2000	
Integration equipment bay	September 26, 2000	
	October 2, 2000	Beginning of STRV preparation campaign in BAF-HE.
	October 9, 2000	PAS-1R arrival in Kourou and beginning of its preparation in the S1 building.
	October 11, 2000	Beginning of AMSAT P-3D preparation campaign in S3A building.
Launch campaign Hold	October 17, 2000	
	October 23, 2000	Transfert of PAS-1R into the S3B building.
	October 26, 2000	Beginning of PAS-1R filling operations in S3B building.
Re-start of launch campaign	October 27, 2000	
ROLL-OUT FROM BIL to BAF	October 27, 2000	

J-10	Tuesday, Oct. 31	Transfer and integration of AMSAT & STRV on launcher.
J-8	Thursday Nov. 2	Transfer and integration of PAS-1R on launcher.
J-7	Friday Nov. 3	Fairing integration on launcher.
J-6	Monday Nov. 6	Filling of SCA with N2H4.
J-5	Tuesday Nov. 7	FILLING OF EPS STAGE WITH MMH AND N2O4.
J-4	Wednesday Nov. 8	LAUNCH REHEARSAL.
J-3	Thursday Nov. 9	LAUNCHER ARMING.
J-2	Friday Nov. 10	LAUNCH READINESS REVIEW (RAL) and final mechanical preparation of lancher.
J-1	Monday Nov. 13	ROLL-OUT FROM BAF to LAUNCH AREA and filling of the EPC Helium sphere.
J-0	Tuesday Nov. 14	LAUNCH COUNTDOWN including EPC filling with liquid oxygen and liquid hydrogen.



# Flight 135

## 3 - LAUNCH COUNTDOWN AND FLIGHT EVENTS :

The countdown comprises all final preparation steps for the launcher, the satellites and the launch site. If it proceeds as planned, the countdown leads to the ignition of the main stage engine, then the two solid boosters, for a liftoff at the targeted time, as early as possible in the satellites launch window.

The countdown culminates in a synchronized sequence (see appendix 3), which is managed by the control station and onboard computers starting at T-6 minutes 30 s.

If an interruption in the countdown means that T-O falls outside the launch window, then the launch will be delayed by one, two or more days, depending on the problem involved, and the solution developed.

TIME	EVENTS
- 9 h 00 mn	Start of final countdown.
- 7 h 30 mn	Check of electrical systems.
- 5 h 20 mn	Start of filling of main cryogenic stage with liquid oxygen and helium.
- 3 h 20 mn	Chilldown of Vulcain main stage engine.
- 1 h 15 mn	Check of connections between launcher and telemetry, tracking and command systems.
- 6 mn 30 s.	"All systems go" report, allowing START OF SYNCHRONIZED SEQUENCE.
- 35 s.	Start of automated ignition sequence.
- 22 s.	Authorization for control handover to onboard computer.
- 3 s.	Onboard systems take over.
- 2 s.	Unlocking of inertial guidance systems to flight mode.

HO	IGNITION of the cryogenic main stage engine (EPC)
+ 7.0 s.	Ignition of solid boosters.
+ 7.3 s.	Liftoff.
+ 13 s.	End of vertical climb and beginning of pitch rotation (10 seconds duration).
+ 17 s.	Beginning of roll maneuver.
+ 2 mn 25 s.	Jettisoning of solid boosters.
+ 3 mn 18 s.	Jettisoning of fairing.
+ 8 mn 20 s.	Acquisition by Natal tracking station.
+ 9 mn 40 s.	Extinction of main cryogenic stage.
+ 9 mn 46 s.	Separation of main cryogenic stage.
+ 9 mn 53 s.	Ignition of storable propellant stage.
+ 12 mn 46 s.	Acquisition by Ascension tracking station.
+ 17 mn 59 s.	Intervisibility Ascension - Libreville.
+ 21 mn 58 s.	Acquisition by Malindi tracking station.
+ 25 mn 03 s.	Intervisibility Libreville - Malindi.
+ 26 mn 53 s.	Extinction of storable propellant stage.
+ 29 mn 03 s.	Separation of PAS-1R satellite.
+ 34 mn 05 s.	Separation of STRV-1c satellite.
+ 34 mn 06 s.	Separation of STRV-1d satellite.
+ 41 mn 12 s.	Separation of ASAP.
+ 41 mn 43 s.	Separation of AMSAT P-3D satellite.
+ 53 mn 35 s.	End of ARIANESPACE Flight 135 mission.

