



Avaruusluotain Rymdsonden

2/2007

vol 42



Avaruushistoriaa

Sista del i följetong mot Månen

Juotoskurssilla

Delta II lankaisu

Elämää 1800-luvun Marsissa



Pääkirjoitus

Planeettaamme pyörimisakseli on nyökännyt kohti Aurinkoa ja saamme taas nauttia pohjoisen valoisasta kesästä! Luonnon väriiloiston kunniaksi Avaruusluotaimessa on nyt enemmän värisivuja, kuin koskaan aikaisemmin!

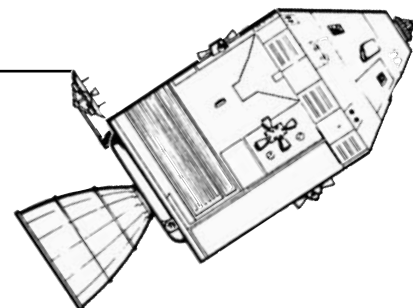
Tässä numerossa pääsemme kurkistamaan Avaruusjuotoskurssille, sekä Suomalaisen avaruustutkimuksen alkutaipaleille. Marsistakin löydetään elämää ja Delta II raketin lähtöä seurataan paikan päältä. Ruotsinkielinen jatkokertomus kuulentojen tekniikasta on taas saapunut viimeiseen osaansa.

Myös Eevin opas- koulutus edistyy ja muuttuu vaativammaksi valmistumisen lähestyessä. Luvassa sillä on kuitenkin onneks(en) vielä yksi pidempi loma ennen työelämään siirtymistä! Kaunista loppukesää,

Sini Merikallio ja huippu-**Opas Eevi**

Sisältö

2	SATS Kevätkokous 24.4.2007
4	Puheenjohtajalta
4	Sähköpurjeprojekti etenee
5	Avaruus uutisia ja Hyppyportti
6	Sputnikista suomalaisen avaruustutkimuksen nousuun
11	Elämää Marsissa oli 1800- luvulla
13	Juotoskurssille!
17	Skott mot Månen, delen IV
22	Svensk Résumé
23	FinCOSPAR 2007
24	YK:n World Space Week
26	Delta 2 laukaisu



Suomen avaruustutkimusseura ry – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland rf on 1959 perustettu yhdistys, jonka tarkoituksena on harjoittaa avaruusalan kokeilu-, harrastus-, tutkimus- ja tiedotustoimintaa sekä toimia avaruustutkimuksesta kiinnostuneiden henkilöiden yhdyssiteenä. Seura on Suomen äänivaltainen edustaja Kansainvälisessä astronautiikkaliitossa (IAF; International Astronautical Federation). Suomen avaruustutkimusseura julkaisee Avaruusluotain-lehteä ja ylläpitää kirjastoa, josta voi lainata alan kirjallisuutta, kuva- ja videomateriaalia. Seura järjestää avaruusaiheisia näyttelyitä ja tapahtumia sekä ylläpitää aihepiiriin liittyvää harrastustoimintaa.

Työ- ja kerhotila on osoitteessa Kauppalantie 6-8, 00320 HELSINKI (puh/vastaaja 09-5874433).

Vuoden 2007 jäsenmaksut (sisältää Avaruusluotain- lehden) ovat:

Varsinaiset jäsenet 17 €,

Nuoriso-/ opiskelijajäsenet 8 €,

Juniorijäsenet (alle 15 v.) 6 €,

Järjestö-/Yritysjäsenet 170 €

Päätoimittaja: Sini Merikallio – Toimituksen osoite: c/o Ilmatieteen laitos / AVA, PL 503, 00101 HELSINKI

Puhelin: (09) 19294694 Fax: (09) 19294603 – Sähköposti: Avaruusluotain@sats-saff.fi

ISSN: 0356-021X – Ilmestymistajuuus: neljä kertaa vuodessa – **Vuosikerran tilaushinta: 22 €**

Ilmoitushinnat: mustavalkosivu 300 € (puolikas 200 €), värisivu 600 € (puolikas 250 €), takakansi 700 € (puolikas 400 €)

Julkaisija: Suomen avaruustutkimusseura – Sällskapet för astronautisk forskning i Finland – Finnish Astronautical Society, <http://www.sats-saff.fi/>. Pankkiyhteys: Nordea 218518-129232

Vuoden 2007 lehtien aineistopäivät ovat 10. 8 ja 10.11

Nimellä tai nimimerkillä kirjoitetuissa artikkeleissa esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajien henkilökohtaisia käsityksiä, eivätkä välttämättä vastaa seuran tai lehden virallista kantaa.

Juotoskurssille

Kyllä näin on, jos mieli rakentaa avaruuselektroniikkaa.

HISTORIAA

Pääsin itse näihin kuvioihin jo yli 20 vuotta sitten, samaan aikaan kun Suomi ryhtyi rakentamaan avaruuteen johtavia tikapuita...

Ensimmäinen projekti oli neuvostoliittolaiseen Phobos- luotaimen toimitettu ruotsalais-suomalainen ASPERA hiukkasinstrumentti, joka teki mittauksia Marsin lähiavaruudessa. Olin viikkokaupalla Kiirunassa juottamassa ASPERAN piirilevyjä. Lisäksi osallistuin projektissa myös kaapeleiden valmistukseen ja pienempään mekaaniseen rakenteluun. Ennen töihin ryhtymistä oli käytävä ruotsalaisten muutaman päivän mittainen juotoskurssi, joka oli tarkoitettu militääri-elektroniikan parissa työskenteleville.

TÄNÄÄN

Tänä päivänä on selviö, että Euroopan Avaruusjärjestön (ESA) projekteissa työskentelevät saavat järjestön hyväksymän koulutuksen. Uuden tulokkaan kannattaa käydä heti kaksi viikon mittaista kurssia, jotka käsittävät perinteisen käsinjuottamisen ja pintaliitosjuottamisen.

Pintaliitostekniikassa komponentit ovat langattomia ja esim. ns. palavastuksen



Kurssilaisten kesken vallitsee leppoisa tunnelma Saksan suussa.

päissä on pienet päätyelektrodit, joista se juotetaan kiinni piirilevyn pintaan. Juottaminen tapahtuu näin ollen samalta puolelta, jolla komponentti sijaitsee. Tämä pätee myös mikropiireihin, joilla on tavanomaisten levyn läpi menevien jalkojen sijasta lyhyet liuskamaiset kontaktit

KOULUTUKSESTA EDELLEEN

Pitkään alalla työskentelevän kannattaa jossain välissä käydä myös juotos-tarkastajan kurssi. Huolellinen tarkastus onkin välttämätön, sillä postikortin

kokoisella piirilevyllä saattaa helposti olla yli 1000 juotosta.

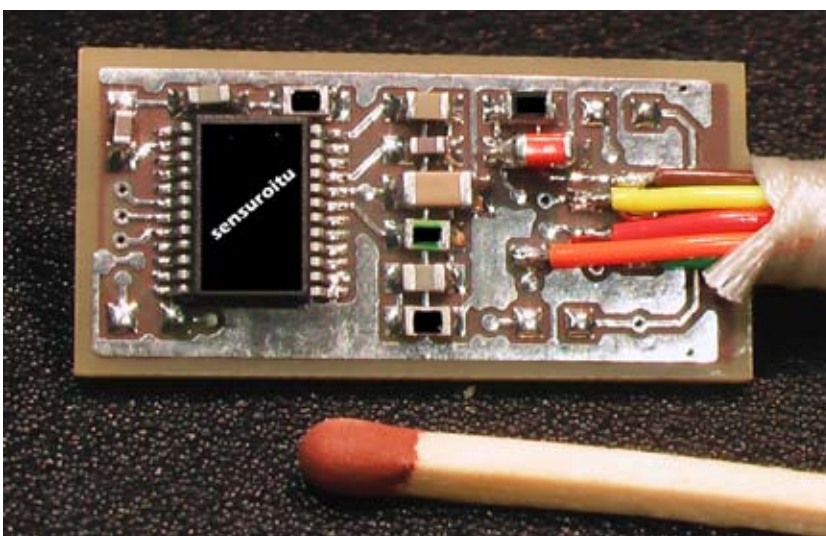
Kursseilta saatavat todistukset ovat voimassa kaksi vuotta. Uusiminen käykin sitten nopeammin. Edellä mainitut kolme kurssia voi uusia viikossa, kunhan ne on kerran käynyt pitemmän kaavan mukaan. ESA:n hyväksymiä koulutuskeskuksia on ainakin Englannissa ja Saksassa (IFE), jossa viikon kurssi maksaa 890 euroa. Melkoinen summa, jota tuskin kannattaa maksaa omasta pussista siinä toivossa, että saisi Suomesta avaruusalan töitä.

Nämä kurssit ovat kylläkin tuttuja myös joukolle suomalaisia – joukossa diplomi-insinöörin koulutuksen saaneita. En ole tavannut ketään, joka pitäisi koulutusta turhana ja tarpeettomana.

Kuinka monella henkilöllä Suomessa on tällä hetkellä voimassa sekä juottajan että tarkastajan paperit? En tiedä. Arvaan, että alle kymmenellä.

KOULUSSA

Mitä siellä tehdään? Puolet ajasta menee teoriaa opiskellessa ja loppuaika tehdään oikeaa käsityötä kolvin ja muiden työkalujen kanssa. Iltaisin on Saksanmaalla kaikkea lystiä tarjolla ja muutamalla suomalaisellakin on taskussaan



Kosteusanturikortti - anturit alapuolella



Juottajan työpiste, kuva Ilmatieteen laitoksen Avaruus- ja yläilmakehä osastolta.



Johdot sidotaan piirilevyyn. Varmistus liimalla.



Institut für Elektronik. Gerhard Kudielka - vanha maestro.

baijerilaisen Andechs- Luostarin oluenjuontitodistus. Jokaisen kurssilaisen täytyy siitä huolimatta kyetä suoriutumaan monipuolisista juotoksista. Kaikki työnäytteet säilytetään koulussa ainakin niin kauan kuin lisenssi on voimassa eli kaksi vuotta. Vasta muutaman vuoden harjoittelun jälkeen homma alkaa sujua kunnolla, sillä parin viikon kurssi ei tee kenestäkään vielä käsityöläistä mutta pelisäännöt alkavat valjeta. Sääntöjä ja ohjeita kyllä riittää, mikä voi olla asentajan kannalta hyvinkin asia, niin ei joudu arvailupohjalta työskentelemään.

KYSYMYKSIÄ

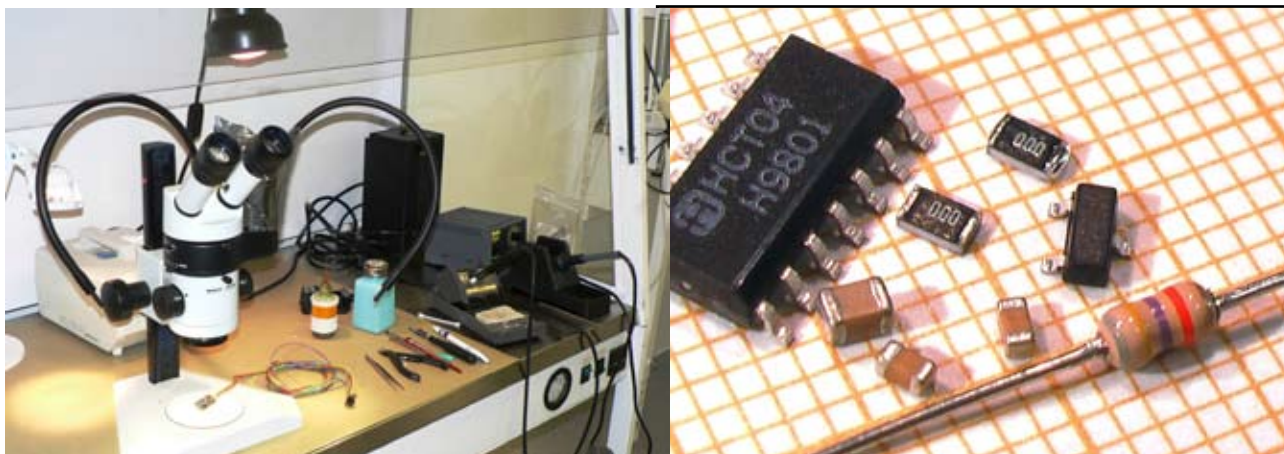
Minkälaisia työkaluja tulee käyttää komponenttien käsittelyssä? Saako juotostina sisältää hopeaa? Millä liuottimilla piirilevyjä voi pestä? Kauanko levyjä tulee kuivata uunissa ennen juottamista? Minkä mittaisiksi vastusten langat tulee leikata? Kuinka korkealle vastus tulee asentaa piirilevyyn nähden vai voiko se olla kosketuksissa levyn kanssa? Mikä on esitinauksessa käytettävän tina- lämpötila? Taivutetaanko juotoshaarukkaan tuleva johto 90 vai 180 astetta? Minkälaisen juoksuittimen käyttö on sallittu? Miten kultaus poistetaan? Mikä on juotoksen hyväksyttävä minimi/maximi tinamäärä? Kuinka korkeaa lämpötilaa saa kolvin kärjessä käyttää?

PARI VASTAUSTA

Pohdittavia yksityiskohtia on siis runsaasti. Näistä muutamia tarkastellaan nyt lähemmin.

Juotostina voi sisältää hopeaa. Esim. seos, jossa on 96 % tinaa 4 % hopeaa on korkeamman sulamispisteensä (221 °C) johdosta käyttökelpoinen erilaisten juotostornien juottamisessa. Myöhemmin näihin voidaan sitten juottaa johtoja 63/37 tina/lyijyseoksella (sulamispiste 183 °C) alkuperäisen juotoksen sulamatta. Mainittu tina/lyijysuhde on hyvä, sillä seos muuttuu sulasta olomuodosta kiinteäksi (jäähmettyy) silmänräpäyksessä eikä juotos näin ollen ole altis esim. pienelle käden tärähdykselle.

Esitinaus suoritetaan kaikille juotettaville komponenteille kastamalla johtimet juoksuittimeen ja sen jälkeen sulaan tina/lyijy seokseen muutaman sekunnin ajaksi. Lämpötila on noin 225 °C. Näin johtimet saavat kauniin tuoreen pinnoitteen



Juottajan työtila, jossa käsitellään häviävän pieniä komponentteja (oikealla millimetripaperilla).

ja juotettavuus paranee. Esitinaus on myös testi, joka paljastaa kuinka hyvin komponentin johtimet ottavat tinaa vastaan. Vaikka avaruuskäyttöön tarkoitetut komponentit ovat omassa hintaluokassaan, voi ikäviä yllätyksiä esiintyä. Pari vuotta sitten työskentelin induktanssien ja toroidien kanssa, joiden juottaminen onnistui vasta johtimien mekaanisen raputtelun jälkeen.

Kultauksen poisto suoritetaan kuten esitinaus, ja ohut kultakerros liukenee nopeasti sulaan tinaan. Lämpötila on jonkin verran korkeampi kuin esitinauksessa. Kullatuille pinnoille juottaminen on ehdottomasti kielletty sillä tällaiset juotokset ovat mekaanisesti heikompia aineen sisäisistä kiderakenteista johtuen. Asiaa on tutkittu juottamalla kymmeniä johtoja tina/lyijy piirilevylle ja kullatulle piirilevylle. Vetolujuustestissä todettiin, että heikoin tina/lyijy juotos oli vahvempi kuin paras kullatulle pinnalle tehty juotos.

Yksi mainituista kysymyksistä koski lankojen leikkausta. Kaikki tällaiset leikkaustoimenpiteet ja jalkojen taivuttelut tehdään aina ennen juottamista, olipa kyseessä transistori, vastus tai diodi. Eli valmiiseen juotokseen ei enää kosketa muutoin kuin pensselillä isopropanoolipesun yhteydessä. Haikeudella muistelen aikoja, jolloin sai käyttää ultraäänipesuria ja freonia - tällä yhdistelmällä alkoi syntyä puhdasta jälkeä.

Freoni on tänä päivänä huonossa maineessa ja ultraäänipesurin käytössä on vaarana pestävien komponenttien vikaantuminen. Niin se vastus; se voi

olla kiinni levyn pinnassa tai max 1 mm ilmassa. Käytännössä 0.5 mm on hyvä etäisyys - piirilevyn pesu on helpompaa eikä tina nouse niin helposti liian ylös vastuksen lankojen taivutussäteeseen asti. Mikäli taivutussäteet ovat täynnä tinaa, tulee juotostarkastajalta nuhteet ja korjauskehoitus - täytyy olla joustovaraa mm. lämpölaajenemista varten.

JUOTTAMISTA

Onko se vaikeata? Voi se ollakin. Kovin pieniä tahtovat olla nykyään nuo pintaliitoskomponentit. Pienin meillä (Ilmatieteen laitos) käytettävä kondensaattorityyppi on 1.6 mm pitkä. Työskentely tapahtuu miltei pelkästään mikroskoopin avulla 6-16 kertaisilla suurennoksilla. Juotoskolvissa käytetään pieniä teräviä kärkiä, lämpötilat 280 - 320 °C, joka onkin

maksimi lämpötila. Sopivat lämpötilat vaihtelevat paljonkin projektikohtaisesti ja oikein lämpöherkkiä komponentteja joutuukin joskus juottamaan 260 °C kärjillä.

Varsinaisen haasteen juottajalle tarjoaa iso FPGA. Se on neliskulmainen mikropiiri, jossa on 208 jalkaa eli 52 jalkaa vajaa 3 cm mittaisella sivulla. Pelkkä komponentin asettelu täsmälleen oikein piirilevyn päälle on tuskallisen tarkkaa touhua. Kun se vihdoinkin onnistuu, juotetaan joka nurkasta yksi jalka alustavasti kiinni ja toivotaan, ettei piiri enää pääse liikauttamaan. Kahden jalan välinen etäisyys on noin 0.4 mm, joten jokainen juottaja sen joskus tekee, nimittäin oikosulun. Siinä vaiheessa otetaan avuksi tina-imusukkaa ja poistetaan ylimääräinen tina.



Virittelyn taidonnäyte.

Tähän kannattaa keskittyä sillä tragedia on lähempänä kuin moni arvaakaan. Varomattomalla työskentelyllä saattaa imusukka sulattaa jo onnistuneita juotoksia ja takertua niihin kiinni. Siinä vaiheessa alkaa sapettaa koko lailla vietävästi...

MUUTA KÄSITYÖTÄ

Piirilevyrakentelun lisäksi avaruusinstrumentteihin liittyy paljon muutakin. Kaapelointi on vaativa taitolaji, jota voisi harjoitella vuosia tulematta liian taitavaksi. Yksittäisten johtojen siisti yhteenniputtaminen ja sitominen onkin käsityötä parhaimmillaan.

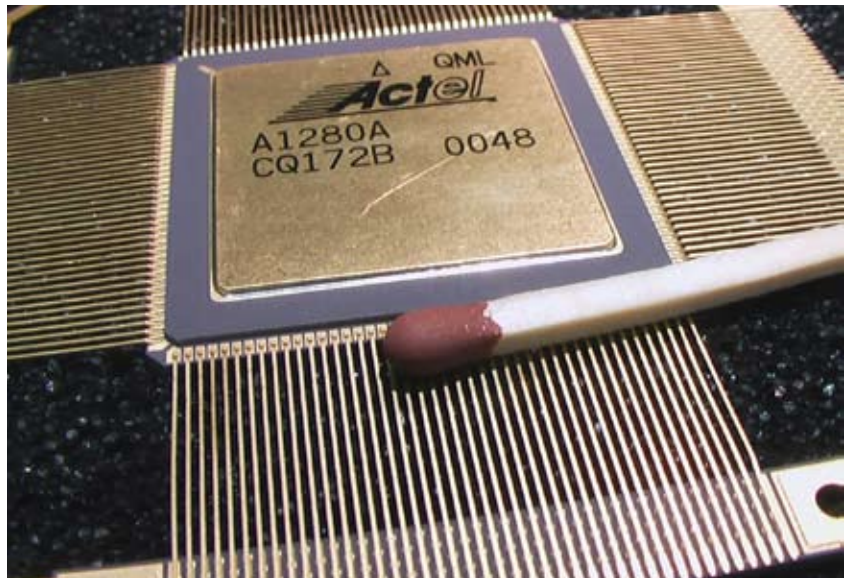
Tässäkin työssä on ongelmansa. Mekaanisesti paras reitti johtojen vetämiselle ei aina tule kyseeseen sähköisistä syistä johtuen. Etenkin suurtaajuussovellutuksissa voi olla hyvinkin merkityksellistä missä kulmassa jokin johdin ylittää toisen johtimen.

Myös erilaisten suojalakkojen ja liimojen kanssa saa juottamisen vastapainoksi askarrella. Esim. kaapelien sidonnassa käytetyt narut solmuineen varmistetaan vahvalla kaksikomponenttiliimalla jolloin koko nippu samalla kiinnittyy tukevasti alustaansa - piirilevyn pintaan tai laitekotelon seinään. Isompien mikropiirien ja tantaalikondensaattoreiden kiinnitys varmistetaan myös nykyään mielellään liimalla vaikka ESA vaatii sitä vasta yli 5 g komponenteilta.

TYÖYMPÄRISTÖ

Missä töitä tehdään? Puhdastilassa, jossa on tarkoin kontrolloitu lämpötila ja kosteus. Tilaa tarkkaillaan partikkelimitarilla ja usein huoneen hiukkaspitoisuus on vain sadasosa viereisiin normaali-laboratorioihin verraten. Lattiat ja pöytäpinnat ovat johtavaa materiaalia ja maadoitetut. Työpisteissä on myös maadoitusranneke, jolla työntekijä maadoittaa itsensä. Ranneke kytketään maapotentiaalin 1 Mega-ohmin vastuksella.

Työntekijöillä on suojavaatteet - takki, myssy, kengänsuojat ja käsineet. Käsineet kädessä työskentelyyn tottuu yllättävän nopeasti vaikka ajatus ensin hieman oudoksuttaa. Ennen työtilaan astumista tarkistetaan testerillä, että kengänsuojuksen maadoitus toimii samoin käsineiden johtavuus varmistetaan. Maadoitusrannekkeiden kunto tutkitaan myös



Mikropiiri ennen jalkojen katkaisua ja taivutusta

säännöllisesti. ESD-suojaukseen suhtaudutaan nykyään vakavasti ja oikeilla materiaalivalinnoilla ja työmenetelmillä voidaan "hankaussähkövahinkoja" välttää hyvinkin onnistuneesti. Liian kuiva ilma ja sopimattomat materiaalit varavat henkilön helposti elektroniikan kannalta tuhoisiin jännitteisiin. Kauan sitten riisuiin kuivana pakkaspäivänä räätisevän villatakin päältäni ja kytkin virran taskulaskimeeni, joka muuttui samalla hetkellä ongelmajätteeksi...

TYÖN ALLA

Ilmatieteen laitos on ollut mukana monissa projekteissa. Eräs hieno onnistuminen oli datan saaminen Saturnuksen Titan kuusta, jonne laitoksella rakennettu paineinstrumentti matkasi seitsemän vuotta. Tällä hetkellä on työn alla lukuisien paine- ja kosteusantureiden testaus, joista parhaat pääsevät lähivuosina tositoimiin Marsin kamaralle. Kunhan vain kaikki menee nappiin...



Avaruusjuottajan matkasalkku.

KUUMA KOLVI – KYLMÄ JUOTOS

Tähän paradoksaaliseen totuuteen voikin tämän tarinan lopettaa. Näin se käy. Säädetään kolvin lämpötilaksi 450 °C ja ryhdytään juottamaan. Mitä tapahtuu? Juotostinan sisältämä juoksutin kärkehtää taivaan tuuliin eikä ehdi täyttää tehtävänsä eli poistaa hapettumia ja muutoinkin edesauttaa tinan juoksemista. Kuumuden vaikutuksesta myös juotettavat pinnat hapettuvat entistä pahemmin eivätkä ota tinaa kunnolla vastaan. Seurauksena on epäluotettava juotos. Tällaista juotosta kuulee usein jostain syystä kutsuttavan kylmäksi juotokseksi !?



teksti ja kuvat:

Markku Mäkelä

Tutkimusmestari
Ilmatieteen laitos
Avaruus ja yöilmakehä osasto