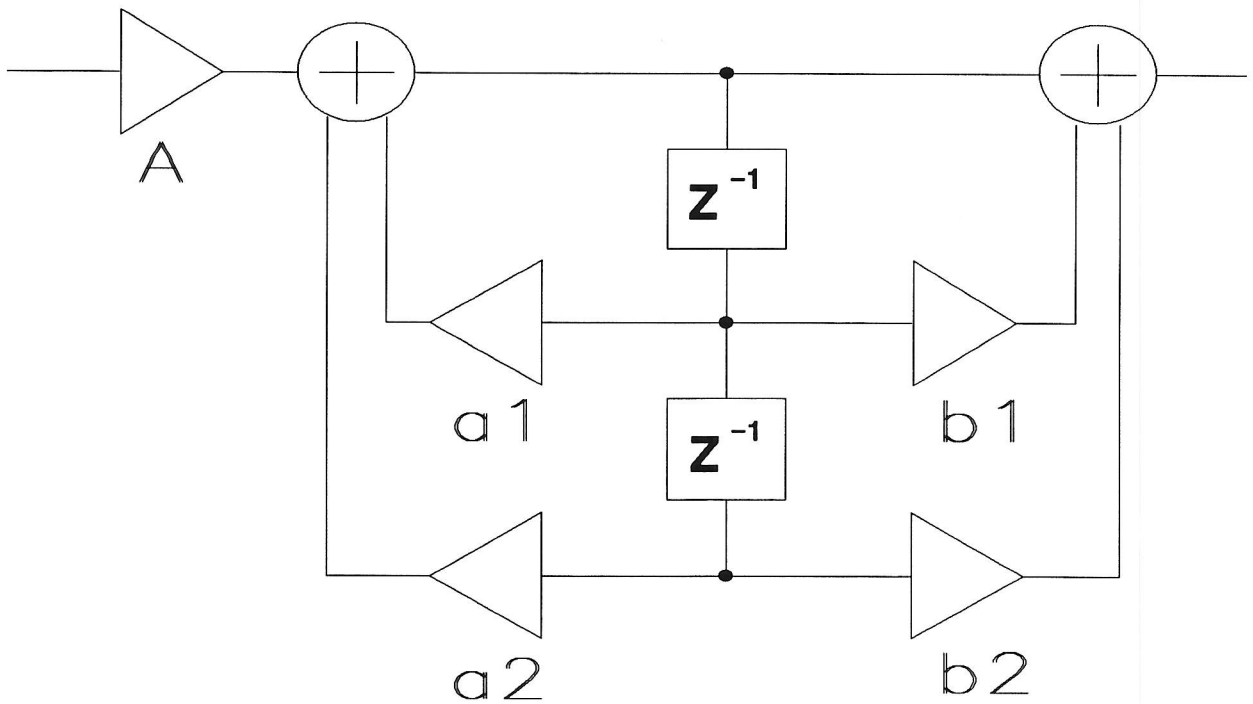


**RATS**

5  
1988



# **Radioamatööritekniikan seura r.y.:n jäsenlehti 5/88**

**JULKAISIJA:** Radioamatööritekniikan seura r.y.  
PL 88  
02151 ESPOO

**PÄÄTOIMITTAJA:** Harri Hautala OH2AVQ  
Siltakuja 2 A 3  
02770 ESPOO  
puh. 8054233 (k)

**RATS ilmestyy kuusi kertaa vuodessa. Julkaisu lähetetään kaikille seuran jäsenille sekä maksaneille tilaajille.**

**Seuran jäsenmaksu vuodelle 1988 on 60 mk ja liittymismaksu uusille jäsenille 50 mk. Seuran ulkopuoliset voivat tilata lehden maksamalla tilaushinnan 90,-/vsk seuran tilille PSP 6787 36-9.**

**Ilmoitushinnat:**

1/1 sivu 200,-  
1/2 sivu 120,-

**Lehdessä julkaistua aineistoa saa lainata vapaasti ei-kaupallisiin tarkoituksiin, kunhan lähde mainitaan.**

**Seuraavan numeron stop-date: 23.11.-88**

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

- toimii yhteydenpitokanavana jäsenilleen
- järjestää esitelmä- ja luentotilaisuuksia
- ylläpitää radioamatööriasemaa
- harrastaa julkaisutoimintaa
- pitää yllä yhteyksiä muihin koti- ja ulkomaisiin alan yhteisöihin

## **Päätoimittajan harhalyönnit**

**Tässä on vaihteeksi taas uuden päätoimittajan harhalyöntejä parikymmentä sivua. Kiitokset Timolle OH2MAT ja Eijalle OH2MAD avusta, olisi muuten tullut kiire, hi. Emppu jatkaa sitten seuraavassa numerossa, lykkyä pyttyyn vaan.**

**Harri OH2AVQ**

### **Sisältö:**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Päätoimittajalta, Harri Hautala OH2AVQ.....</b>         | <b>3</b>  |
| <b>Puheenjohtajan palsta, Timo Knuutila OH2MAT.....</b>    | <b>4</b>  |
| <b>Tekniikkapäivä.....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>Ohjelmapankki.....</b>                                  | <b>5</b>  |
| <b>Satelliiteista, Paavo Kotilainen OH2SN.....</b>         | <b>6</b>  |
| <b>Keplerin elementit, Kaj Wiik OH6EH.....</b>             | <b>8</b>  |
| <b>Auringonpilkkuluvuista, Väinö Lehtoranta OH2LX.....</b> | <b>10</b> |
| <b>Transpuutterit, Mauri Niininen OH2BRW.....</b>          | <b>19</b> |
| <b>Pakettiradioasiaa, Timo Knuutila OH2MAT.....</b>        | <b>22</b> |
| <b>Ham Bulletin, Kari Syrjänen OH5YW.....</b>              | <b>24</b> |

## Puheenjohtajalta

Seuran toiminta on ollut viime aikoina tyyppillisillä linjoilla, eli hallitus on kokoontunut pohtimaan tilannetta noin kolmen viikon välein.

Meitä on seurassa tällä hetkellä 185. Mahataakohan tuo määrä olla tekniikan harrastajien lukumäärää OH-väen keskuudessa? Tuskin sentään, mutta tämä joukko on ilmeisesti samaa suuruusluokkaa kuin ennen ilmestyneiden newsletterien tilaajamäärät yhteensä.

### Lehden toimitus

Maukan siirryttyä USA:n kirjeenvaihtajaksi jäivät päätoimittajan tehtävät ilman hoitajaa. Tämän lehden on koonnut oman toimensa ohella Harri, OH2AVQ. Kiitoksia vaivannäöstä!

Koska ennakolta varautuminen on niin kovasti vaikeaa, jouti hallitus päätoimittajan etsintään vasta edellisen häivytyä maisemista. Pienen tuumailun jälkeen löytyi uusi päätoimittaja Hangon suunnalta. Hän on ra-julkaisutoiminnan veteraani Erkki Heikkinen, OH2BBF. Emppu on luvannut hoitaa hommaa toistaisesti, joten tästä lähtien lehteen tarkoitettua aineistoa voi laittaa myös suoraan Empulle.

### Toimintaa

Hallituksen kanssa olemme miettineet toiminnan muotoutumista. Meidän mielestämme pitäisi pyrkiä pieniin ryhmiin, jotka pitävät yllä ja jakavat oman alansa tietoutta toimittamalla aineistoa seuran lehteen. Tällaisia eksperttialoja ovat esimerkiksi: antennitekniikka, satelliitit, pakettiradio, rakentelu ja tietokonesovellukset RA-toiminnassa.

Seura perustettiin tavallaan yhdyssiteeksi tällaisille "special interest group"eille. Toistaiseksi mikään porukka ei ole esiintynyt kovinkaan paljon, mutta nyt Pate, OH2SN, on kaivamassa satelliittiharrastajia esiin koloistaan.

Ongelmana onkin nyt sopivien aktivistien löytäminen. Pyydänkin nyt kaikkia katsomaan ympärilleen ja ilmiantamaan kavereinsa, jolla epäilee olevan mahdollisuuksia toimia jonkin alan koordinaattorina. Tällainen menettely siksi, että olen menettänyt toivoni vapaaehtoisten suhteen.

Mikäli kaikki menee suunnitelmien mukaan saat tämän lehdykän ennen 8.10. jolloin on seuran tekniikkapäivä Kouvolassa. Tervetuloa sinne sekä kuuntelemaan alustuksia, että keskustelemaan seuran toiminnasta.

Timo Knuutila

# Tekniikkapäivä Kouvolassa 8.10.1988

Radioamatööritekniikan seura, OH2NXX, ja Kouvolan Radiokerho, OH5AG, järjestävät amatööritekniikan teemapäivän lauantaina 8.10.1988 klo 12–17. Paikkana on Kouvolan ammattikoulun auditorio, Utinkatu 44–48. Koulu on Kouvolan keskustasta noin 2 km itään Lappeenrannan suuntaan, tältä tieltä on järjestetty viitoitus perille. Lisäksi opastus kahdella metrillä. Esitelmien välissä pidetään tauko, jonka aikana on mahdollisuus ruokailuun ja kahviin kokouspaikan lähistöllä.

Päivän ohjelma:

Antti Huhtala OH2DT

Jukka Sirviö OH6DD

Timo Knuutila OH2MAT,

Markku Toijala OH2BQZ

Kaj Wiik OH6EH

Kuinka teen toimivan antennin?

50 MHz – HF– vai VHF–alue ?

Ajankohtaista pakettiradiointamalla

Uudet amatöörisatelliitit

vapaata seurustelua ja ajatustenvaihtoa

Lisäksi paikalla on RATS:n ohjelmapankki PC:lle ja kone kopiointia varten, ottakaa tyhjiä levykkeitä mukaan.

Tilaisuuteen ovat kaikki tervetulleita !!

---

## RATS:n ohjelmapankki

Syksy tekee tuloaan ja tuo mukanaan myös muutoksia RATS:n ohjelmapankkiin. Edellinen vastaava Harri Hyvönen, OH6VM, joutuu luopumaan 360 kB levyaseman poistumisen myötä tehtävistään ja uutena ohjelmapankin vastaavana tulee toimimaan Jari Salminen, OH2BYQ.

Ohjelmapankkiin on koottu eri lähteistä radioamatööritoimintaan ja elektroniikkaan liittyviä public domain ohjelmia. Välitys tapahtuu käytännön syistä IBM PC:n levyformaateilla eli 5.25" 360 kB ja 1.2 MB, sekä 3.5" 720kB ja 1.44 MB. Ohjelmien tilaus tapahtuu lähettämällä seuralle lista haluamistasi ohjelmista, riittävä määrä levykkeitä (muistakaa suojata levykkeet postin käsittelyltä) ja riittävällä postimaksulla varustettu palautuskuori.

Ohjelmien tilausosoite:

**"PC", Radioamatööritekniikan seura ry.**

**PL 88 02151 ESPOO**

Luettelo ohjelmapankin ohjelmista on julkaistu RATS:n edellisessä jäsenlehdessä. Uusittu luettelo julkaistaan seuraavassa lehdessä.

# Satelliittiajatuksia ja uusia amatöörisatelliitteja

Ratojaan kiertää jo melkoinen joukko radioamatöörisatelliitit ja uusia on tulossa tiuhassa tahdissa. Satelliittien suunnittelu ja rakentaminen on, kuten tiedemiesten taholta jo on todettu, kehittänyt radioamatöörien ammattitaitoa niin, että "amatöörin" näissä projekteissa käsitetään tosiasiasa merkittävää korkeata ammattitaitoa.

Digitaalitekniikka on keskeisessä asemassa amatöörisatelliittien toiminnassa, sekä satelliittien hallinnassa että niiden radioliikenteessä. Uusia tiedonsiirtojärjestelmiä kehitellään ja otetaan käyttöön.

Ei ole väärin ennustaa, että satelliitit ja niiden käyttämät taajuusalueet tulevat korvaamaan ne HF-alueiden menetykset, jotka ilmeisen väistämättömästi ovat edessämme.

Amatöörisatelliittien tiedonsiirtotekniikka on jo nyt niin laaja kenttä, että siinä on koko radioamatöörin etujen vuoksi tullut tarpeelliseksi koettaa soveltaa yhdenmukaisia menetelmiä. Näissä merkeissä järjesti AMSAT-UK symposiumin viime kesänä Englannissa. Siihen osallistui 19 radioamatööriliiton edustajat, niin lännestä kuin idästäkin – arvasit nyt aivan oikein – ei OH-maasta.

Satelliittitekniikka, myös amatöörisatelliittien, elää sellaisissa maissa kuin Englanti, Japani, Neuvostoliitto, Saksan Liittotasavalta, USA jne. Näissä ja monissa muissa maissa radioamatöörit ovat oivaltaneet asian suuren merkityksen ja pyrkineet kokoamaan voimansa perustamalla AMSAT-nimeä kantavia yhteenliittymiä näiden asioiden ympärille.

Nyt olisi RATS:in koottava OH-voimat yhteen. Pidän väistämättömänä, että RATS ryhtyy keskitetysti hankkimaan, kokoamaan ja jakamaan satelliittien käyttöä koskevia tietoja jäsenilleen. Lisäksi on suotavaa, että RATS ryhtyy käytettävissään olevin keinoin tukemaan satelliittityöskentelyyn liittyviä toimia sekä omassa piirissään että koko SRAL:issa. Mitä pidemmälle tällaisia toimenpiteitä

siirretään, sitä "pimeämmäksi" OH-maa tällä alueella tulee ja siitä suosta on aina vain hankalampi nousta. Toiminnan ei ole syytä rajoittaa vain materiaalitomiin tavoitteisiin vaan samanaikaisesti on kerättävä tietoa komponenttien hankintamahdollisuuksista. GHz-alueen laitteistojen aikaansaantiin tarvittavien komponenttien osalta elämme keskiaikaisissa oloissa. Tämänpä vuoksi kehoitus olla käyttämättä AO 13:n uplink-alueita 1.2 GHz juoksee täällä kuin vesi ankan selkää pitkin. Uplink-alue 145 MHz on varattu ruuhkan välttämiseksi meille "vähemmän" kehittyneille .... (sensuroitu)

## AO 13

Laukaistu 6/1988. Hyvä mode- ja taajuusluettelo QST June 1988.

Voimakkaasti elliptinen rata. Etäisyys maapallosta vaihtelee alueella 1500–36000 km, mikä vastaa noin 28 dB:n muutosta yksisuuntaisen signaalin voimakkuudessa. Maapallo on satelliitin antennien pääkeilassa vain pari tuntia ennen ja jälkeen apogeen paikkaa. Satelliitin kulmanopeus maahan nähden apogeesissa on likimain sama kuin maapallon pyörimisliikkeen kulmanopeus. Tämän vuoksi AO13 näyttää pysyvän lähes paikallaan muutama tunnin ajan.

## Majakat

Mode B: General beacon 145.812 435.651 MHz  
Mode JL: Engin. beacon 145.985/435.677 MHz  
Mode S: Beacon 2400.325 MHz

Engineering beacon RTTY-lähetysten vastaanotto:

- taajuus 145.985 MHz, USB
- nopeus 60 wpm tai 45 baud
- shift 170 Hz (sama kuin RTTY HF:llä)

## 1) Mode B:

CW ja SSB (uplink USB, downlink LSB):

Uplink 435.420–435.570 MHz  
Downlink 145.975–145.825 MHz

## 2) Mode JL:

CW ja SSB (uplink USB, downlink LSB):

Uplink-taajuuskaistoja on kaksi

a) Mode J uplink 144.425– 144.475 MHz

b) Mode L uplink 1269.620–1269.330 MHz

Länsimaissa suositellaan käytettäväksi uplink-  
aluetta 1269.620–1269.330 MHz.

Downlink 435.715– 436.005 MHz

## 3) Mode S

FM yksikanavainen liikenne:

Uplink 435.601– 435.637 MHz

Downlink 2400.711–2400.747 MHz

4) Pakettiradio RUDAK, digipeater-käyttö maa-  
asemien linkkinä.

Uplink 2400 bps BPSK 1269.710 MHz, oma  
erillinen vastaanotin

Downlink 400 bps BPSK 435.677 MHz (1200 bps  
NRZ1, kokeilu)

RUDAK-pakettiradiossa epäillään piirilevyhalke-  
amaa. Pakettiradio ei ole toiminnassa ja saattaa  
olla, ettei sitä voida vastaisuudessakaan käyttää.

Lisäksi on todettu, että Mode L-vastaanottimien  
AGC (1.2 GHz CW+SSB ja RUDAK) aiheettomasti  
pienentää vastaanottimen herkkyyttä. Syyksi ar-  
vellaan vierasta signaalia (tutka- tai hajaspektrilä-  
hetteet 1.3 GHz:n alueella).

Seuraavat satelliitit (projektinimi Microsat) on so-  
vittu lähetettäväksi Ariane-raketilla vuoden 1989  
alkupuolella.

## 1) PACSAT 1

– Pakettiradio, signaalimuoto sama kuin nykyis-  
essä FO12:ssa, 1200...4800 bps, Manchester PSK  
– BBS

– 144 MHz:n alue, uplink FM ja downlink SSB

– Digital Voice Encoder (DOVE) äänisyntetisaat-  
tori, opetustarkoitukset, tämän osan rahoittaa  
PY3BJO

## 2) PACSAT 2

– pakettiradio kuten PACSAT 1, mutta ilman BBS  
– CCD värikamera amatöörikäyttöön, ohjelmistot  
kehitteillä kuvien vastaanottamiseksi erilaisilla  
mikroilla

## 3) PACSAT 3

– samanlainen kuin PACSAT 1, rahoittaja AMSAT-  
LU

## 4) UOSAT D, Surrey-yliopisto ja AMSAT-UK

– Pakettiradio (Packet Communications Experi-  
ment, PCE), AX.25 protokolla, 9600 bps

– säteilymittaukset, puolijohteiden kestävyystutki-  
mus, kantoraketin aiheuttamat värähtelyt, satel-  
liitin asennon ohjauskokeilut mm. antennien  
suuntaamiseksi maahan

## 5) UOSAT E, European Space Agency, the Royal Aerospace Establishment, Surrey-yliopisto.

Ei ole yhteysatelliitti amatööritarkoituksiin, mutta  
satelliitilla suoritettujen kokeiden tulokset tulevat  
olemaan käytettävissä amatöörisatelliittien raken-  
tamisessa,

– aurinkopaneelien kehittäminen, tietokonekokei-  
lu, maan kuvaaminen CCD-kennolla varustetulla  
kameralla.

Jatkoa on tiedossa. Useita amatöörisatelliitteja on  
suunniteltavana tai valmistettavana USA:ssa, Ja-  
panissa ja Neuvostoliitossa.

Lopuksi pieni vihje. Kannattaa mielenkiinnon  
vuoksi kuunnella satelliittia Osc 11, joka kun-  
nostautui mm. paikannustietojen välittäjänä ryh-  
mälle, joka hiihti pohjoisnavan yli 3/1988. Synteti-  
soidut puhelähetykset ovat kuultavissa 145.825  
FM (!), erittäin vahva signaali .... "pse qsl" jne.

OH2SN

Satellite: UOSAT 1  
Catalog id 12888  
Element set 291  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 255.05425879  
RA of Node: 290.6043 degrees  
Inclination: 97.6104 degrees  
Eccentricity: 0.0003619  
Argument Perigee: 97.4550 degrees  
Mean Anomaly: 262.6951 degrees  
Mean Motion: 15.34926629 revs/day  
Drag: 0.00013940 revs/day/day  
Epoch Revolution: 38590  
Semimajor axis: 6839.2324 km  
Apogee height: 463.5475 km  
Perigee height: 458.5973 km

Satellite: RS-08  
Catalog id 12998  
Element set 538  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 252.39988972  
RA of Node: 29.4713 degrees  
Inclination: 82.9562 degrees  
Eccentricity: 0.0018731  
Argument Perigee: 235.1604 degrees  
Mean Anomaly: 124.7686 degrees  
Mean Motion: 12.02964747 revs/day  
Drag: 0.00000012 revs/day/day  
Epoch Revolution: 29542  
Semimajor axis: 8045.7001 km  
Apogee height: 1682.6105 km  
Perigee height: 1652.4697 km

Satellite: RS-05  
Catalog id 12999  
Element set 524  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 249.35875503  
RA of Node: 25.8971 degrees  
Inclination: 82.9709 degrees  
Eccentricity: 0.0011539  
Argument Perigee: 179.2179 degrees  
Mean Anomaly: 180.9046 degrees  
Mean Motion: 12.05071616 revs/day  
Drag: 0.00000012 revs/day/day  
Epoch Revolution: 29557  
Semimajor axis: 8036.3196 km  
Apogee height: 1667.4328 km  
Perigee height: 1648.8865 km

Satellite: RS-07  
Catalog id 13001  
Element set 406  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 253.73486041  
RA of Node: 13.9642 degrees  
Inclination: 82.9599 degrees  
Eccentricity: 0.0023199  
Argument Perigee: 78.9660 degrees  
Mean Anomaly: 281.4005 degrees  
Mean Motion: 12.08707237 revs/day  
Drag: 0.00000013 revs/day/day  
Epoch Revolution: 29699  
Semimajor axis: 8020.1968 km  
Apogee height: 1660.6429 km  
Perigee height: 1623.4308 km

Satellite: OSCAR 10  
Catalog id 14129  
Element set 353  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 248.53312992  
RA of Node: 306.2255 degrees  
Inclination: 27.1605 degrees  
Eccentricity: 0.6029797  
Argument Perigee: 333.9978 degrees  
Mean Anomaly: 5.4273 degrees  
Mean Motion: 2.05877131 revs/day  
Drag: 0.00000044 revs/day/day  
Epoch Revolution: 1133  
Semimajor axis: 26101.1937 km  
Apogee height: 35461.5236 km  
Perigee height: 3984.5437 km

Satellite: NOAA 9  
Catalog id 15427  
Element set 275  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 252.35653146  
RA of Node: 228.3446 degrees  
Inclination: 99.1086 degrees  
Eccentricity: 0.0016294  
Argument Perigee: 26.6411 degrees  
Mean Anomaly: 333.5601 degrees  
Mean Motion: 14.11633635 revs/day  
Drag: 0.00000197 revs/day/day  
Epoch Revolution: 19268  
Semimajor axis: 7231.8783 km  
Apogee height: 865.5019 km  
Perigee height: 841.9347 km



Satellite: Mir  
Catalog id 16609  
Element set 400  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 256.73881113  
RA of Node: 337.9677 degrees  
Inclination: 51.6191 degrees  
Eccentricity: 0.0019629  
Argument Perigee: 44.3719 degrees  
Mean Anomaly: 315.9206 degrees  
Mean Motion: 15.73095882 revs/day  
Drag: 0.00042705 revs/day/day  
Epoch Revolution: 14761  
Semimajor axis: 6728.1497 km  
Apogee height: 363.1964 km  
Perigee height: 336.7830 km

Satellite: FO-12  
Catalog id 16909  
Element set 111  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 249.63229916  
RA of Node: 93.0176 degrees  
Inclination: 50.0165 degrees  
Eccentricity: 0.0010729  
Argument Perigee: 340.2300 degrees  
Mean Anomaly: 19.8116 degrees  
Mean Motion: 12.44395793 revs/day  
Drag: -0.00000025 revs/day/day  
Epoch Revolution: 9397  
Semimajor axis: 7866.1113 km  
Apogee height: 1496.3908 km  
Perigee height: 1479.5117 km

Satellite: NOAA 10  
Catalog id 16969  
Element set 158  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 250.89003277  
RA of Node: 280.3913 degrees  
Inclination: 98.6745 degrees  
Eccentricity: 0.0014066  
Argument Perigee: 356.5166 degrees  
Mean Anomaly: 3.5911 degrees  
Mean Motion: 14.22621822 revs/day  
Drag: 0.00000228 revs/day/day  
Epoch Revolution: 10239  
Semimajor axis: 7194.5913 km  
Apogee height: 826.5512 km  
Perigee height: 806.3114 km

Satellite: RS-10/11  
Catalog id 18129  
Element set 504  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 255.87393877  
RA of Node: 83.7308 degrees  
Inclination: 82.9219 degrees  
Eccentricity: 0.0013074  
Argument Perigee: 101.7828 degrees  
Mean Anomaly: 258.4854 degrees  
Mean Motion: 13.71904147 revs/day  
Drag: 0.00000109 revs/day/day  
Epoch Revolution: 6123  
Semimajor axis: 7370.8334 km  
Apogee height: 1002.3100 km  
Perigee height: 983.0368 km

Satellite: Meteor 2-17  
Catalog id 18820  
Element set 54  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 254.12260445  
RA of Node: 143.1091 degrees  
Inclination: 82.5467 degrees  
Eccentricity: 0.0017074  
Argument Perigee: 339.7969 degrees  
Mean Anomaly: 20.2515 degrees  
Mean Motion: 13.84040022 revs/day  
Drag: 0.00000125 revs/day/day  
Epoch Revolution: 3094  
Semimajor axis: 7327.6830 km  
Apogee height: 962.0343 km  
Perigee height: 937.0117 km

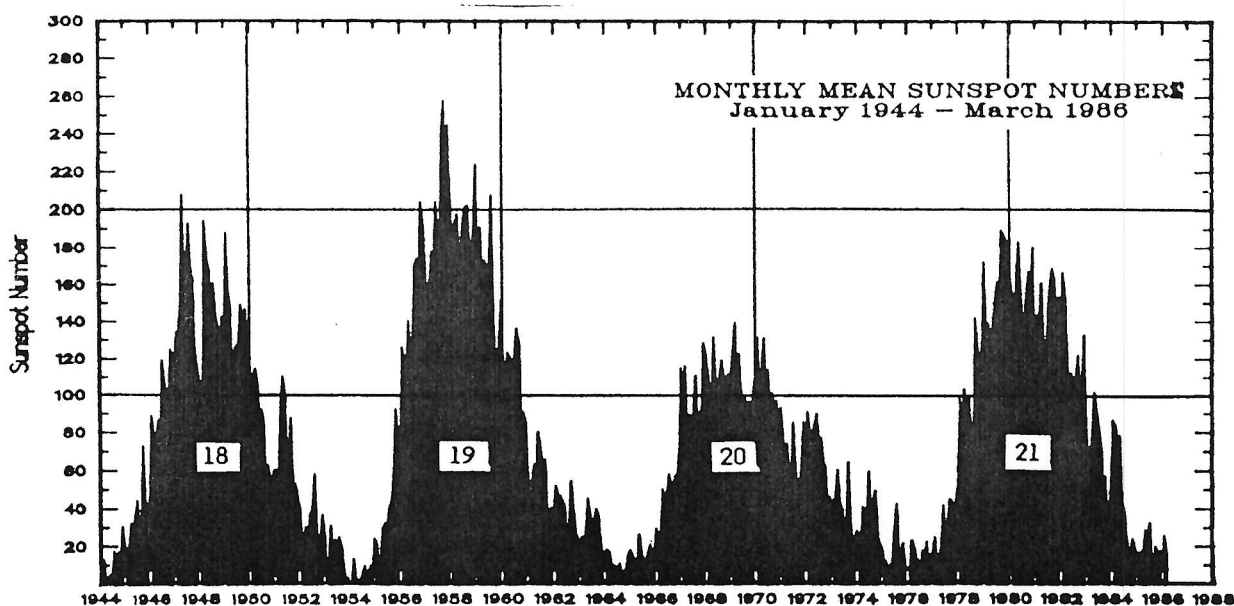
Satellite: AO-13  
Catalog id 19216  
Element set 18  
Epoch Year: 88  
Epoch Day: 243.21393379  
RA of Node: 241.3717 degrees  
Inclination: 57.5718 degrees  
Eccentricity: 0.6562933  
Argument Perigee: 189.7644 degrees  
Mean Anomaly: 145.2660 degrees  
Mean Motion: 2.09702313 revs/day  
Drag: -0.00000107 revs/day/day  
Epoch Revolution: 162  
Semimajor axis: 25782.8127 km  
Apogee height: 36325.7399 km  
Perigee height: 2483.5655 km

20.1.1984 (korjattu 7.1986)

AURINGONPILKKULUVUISTA JA NIIDEN ENNUSTAMISESTA

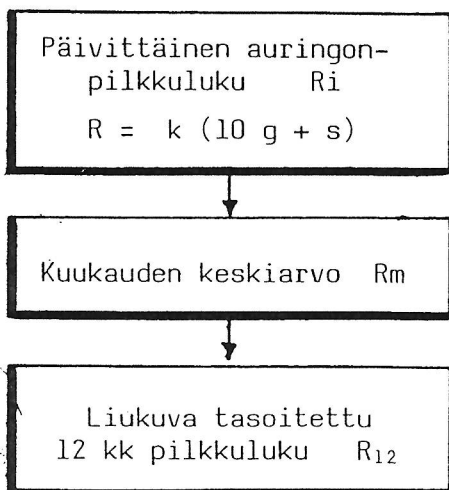
Auringonpilkkujen synty on paljolti vielä arvailujen varassa ja prosessi liittyy auringon magneettikenttiin. Mielenkiintoisia ovat teorit, joiden mukaan myös muiden planeettojen vetovoimakentät vaikuttaisivat auringon aktiviteettiin. Vaikka astrologiaa ei yleensä lueta kuuluvaksi varsinaisiin tieteisiin, on muutama lähimmän planeetan vaikutusta tehtyjen havaintojen perusteella ollut vaikeata täysin kiistääkään.

Auringonpilkkuluvun kehityksen ennustaminen muistuttaa suuresti sään ennustamista kuukausia etukäteen. Jos halutaan esimerkiksi vuosia etukäteen ennustaa seuraavan auringonpilkkumaksimin suuruutta, voidaan suunnilleen yhtä hyvin osua oikeaan kuin vääräänkin.



Suhteellisen ja tasoitetun auringonpilkkuluvun määrittäminen

Suhteelliset pilkkuluvut



Suhteellinen auringonpilkkuluku kuvaa näkyvässä olevan auringon-puoliskon aktiviteettia ja se lasketaan kaavasta, jossa

k = havainnoitsijasta riippuvainen suhteellisuuskerroin,  
 g = pilkkuryhmien lukumäärä,  
 s = yksittäisten pilkkujen lukumäärä ja

Ri = "kansainvälinen pilkkuluku", joka on korvannut "Zürichin pilkkuluvun" Rz vuoden 1981 alusta lähtien.

R12 kuvaa pilkkuluvun tendenssiä parhaiten ja se saadaan kaavasta

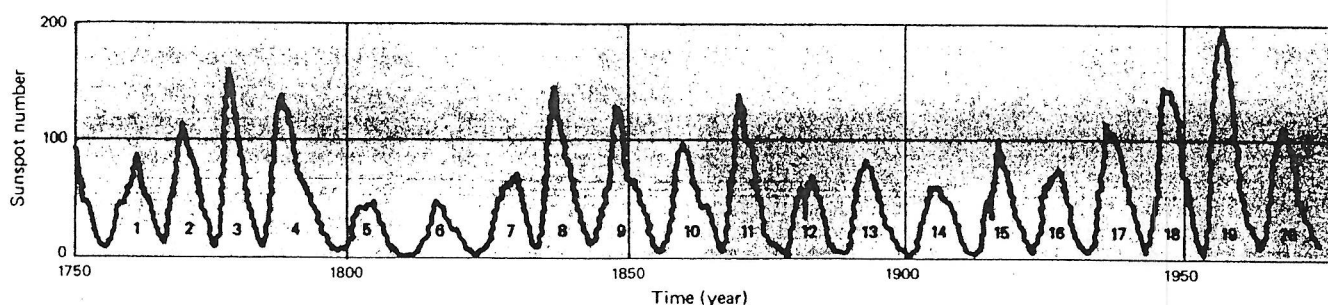
$$R_{12} = \frac{\frac{1}{2} R_{m1} + R_{m2} + R_{m3} + \dots + R_{m12} + \frac{1}{2} R_{m13}}{12}$$

Siten jonkin kuukauden R12 on käytettävissä kuusi kuukautta myöhemmin (eli tässä 7. kuun 13. kuukauden päätyttyä).

Auringonpilkkujaksot ja niiden kehitys kiinnostavat erityisesti HF-taajuusalueen käyttäjiä, koska tasoitettu auringonpilkkuluku ja HF-alueen käyttökelpoisuus liikkennöimiseen ovat selvässä käytännöllisessä suhteessa toisiinsa.

Kun  $R_{12}$  eli tasoitettu liukuva 12 kk auringonpilkkuluku on korkea (esim.  $R_{12} > 100$ ), käyttökelpoinen HF-taajuusalue on laaja; ionosfääri pystyy silloin heijastamaan myös korkeita HF-taajuuksia ja yhteydet niillä ovat mahdollisia.

Auringonpilkkujaksot numeroidaan yleensä siten, että numero 1 alkaa kesällä 1755 ja numero 19 päättyy syksyllä 1964. Jaksot 1-7 erotetaan usein omaksi ryhmäkseen, koska havainnointi niiden aikana on ollut epämääräisempää kuin vuoden 1849 jälkeen, josta vuodesta lähtien Zürichissä on julkaistu päivittäisiä havaintoja, alussa Rudolf Wolfin toimesta.



Silmiinpistävin piirre auringonpilkkujaksoissa on niiden säännöllinen toistuminen noin 11 vuoden välein. Jaksojen pituus ja amplitudi vaihtelevat mutta periodisuus on ilmeistä. 11 vuoden periodin lisäksi on eräiden tutkijoiden toimesta löydetty mm. 79 ja 237 vuoden jaksollisuudet.

Tästä syystä on vanhemmista auringonpilku- ja revontulihavainnoista yritetty muodostaa uusia pilkkujaksoja, jotta pitkän aikavälin jaksollisuus varmistuisi. Kyseisiä havaintoja on tehty jo satoja vuosia ennen ajanlaskumme alkua mm. Kiinassa, Koreassa ja Japanissa.

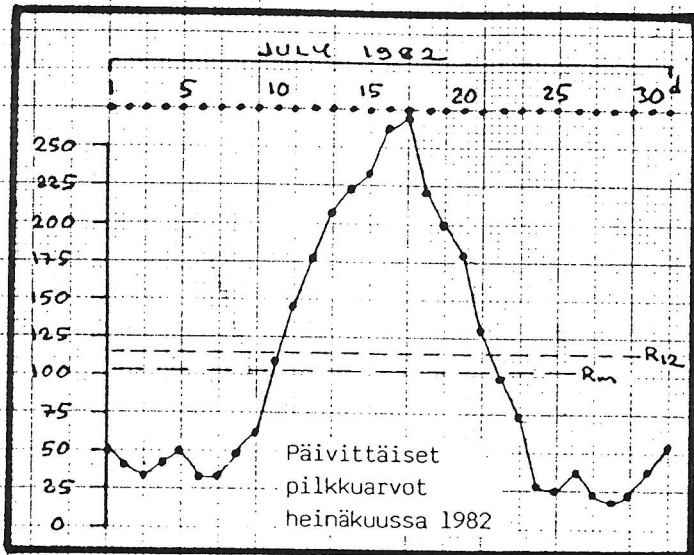
Vastaavanlaista käänteistä periodisuutta on voitu havaita eräiden radioaktiivisten isotooppien esiintymisessä männyn vuosirenkaissa ( $^{14}\text{C}$ ) sekä napa-alueiden jäätekoissa ( $^{10}\text{Be}$ ). Nämä radioaktiiviset hiili- ja berylliumisotoopit syntyvät ylemmissä ilmakehän kerroksissa galaktisen kosmisen säteilyn vaikutuksesta, löytäen ajan mittaan tiensä maapallon biosfääriin.

Kaikista näistä havainnoista on löydetty selviä merkkejä pitkistä ja voimakkaista minimikausista auringon aktiviteetissa, nk. Spörerin minimi vuosina 1460-1550 ja Maunderin minimi vuosina 1645-1715, kuin myös pitkiä aktiivisia kausia kuten vuosina 1100-1250. Kaikki tutkijat eivät usko, että miltei pilkuttomia pitkiä kausia on ollutkaan, vaan vetoavat havaintojen vähäisyyteen kyseisinä kausia.

Aina siihen asti, kun Galileo 1611 keksi optisen teleskoopin, auringonpilkuhavainnotkin tehtiin paljaalla silmällä. Maunderin minimin aikana Newton keksi myös refraktorin ja monet ovat sitä mieltä, että vähillä käytettävissä olevilla teleskoopeilla havaittiin niin innokkaasti muita taivaan kohteita, että auringonpilkut jäivät vähemmälle huomiolle aina 1800-luvun puolivälille saakka, jolloin H. Schwabe "keksi" auringonpilkkujen jaksollisuuden.

Suuri joukko observatorioita osallistuu päivittäiseen auringonpilkkuluvun määrittämiseen ja jotta havainnoista laskemalla saatava "kansainvälinen pilkkuluku"  $R_i$  olisi jatkossakin vertailukelpoinen pitkäaikaisen ja arvostetun "Zürichin pilkkuluvun"  $R_z$  kanssa, sveitsiläinen Locarnon observatorio toimii referenssiasiemana. Zürichin observatorion pitkäaikaisen johtajan prof. Waldmeierin jälkeen laskentaa on koordinoinut belgialainen Dr. A Koeckelenbergh.

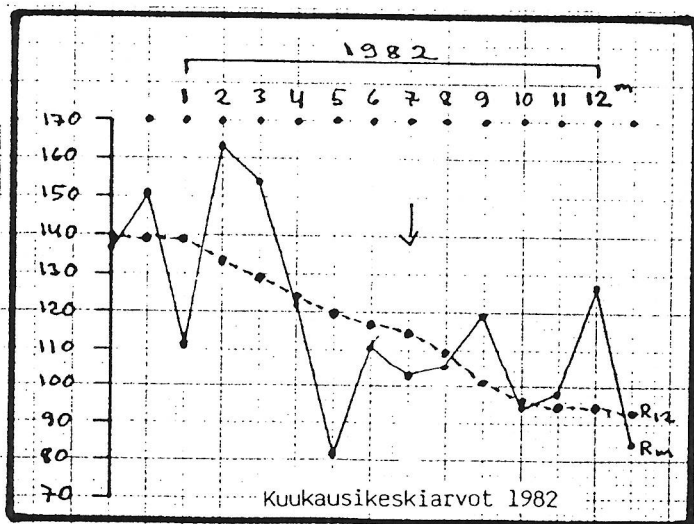
Päivittäiset suhteelliset pilkkuluvut vaihtelevat kuukauden mittaan hyvinkin paljon, eivätkä ne välttämättä korreloi HF-kelien kanssa. Samaten pilkkulukujen kuukausikeskiarvot vaihtelevat vuoden mittaan suuresti.



Esimerkki pilkkuluvun äärimmäisestä vaihtelusta saman kuukauden aikana (heinäkuu 1982).

Kuukauden puolivälissä näkyi tavattoman suuria ja aktiivisia pilkkuryhmiä, ensimmäisen ja viimeisen viikon aikana ei juuri minkäänlaisia, josta syystä heinäkuun keskiarvo  $R_m$  jäi alle saman kuukauden tasoitettun pilkkuluvun  $R_{12}$ .

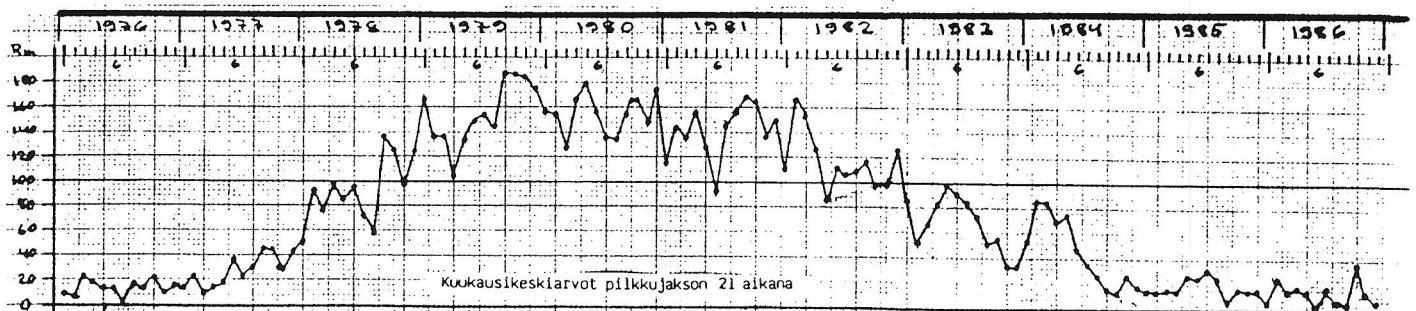
HF-kelit olivat ilmeisesti magneettisesta aktiviteetista johtuen varsin huonot aikavälillä 11-20.7.1982.



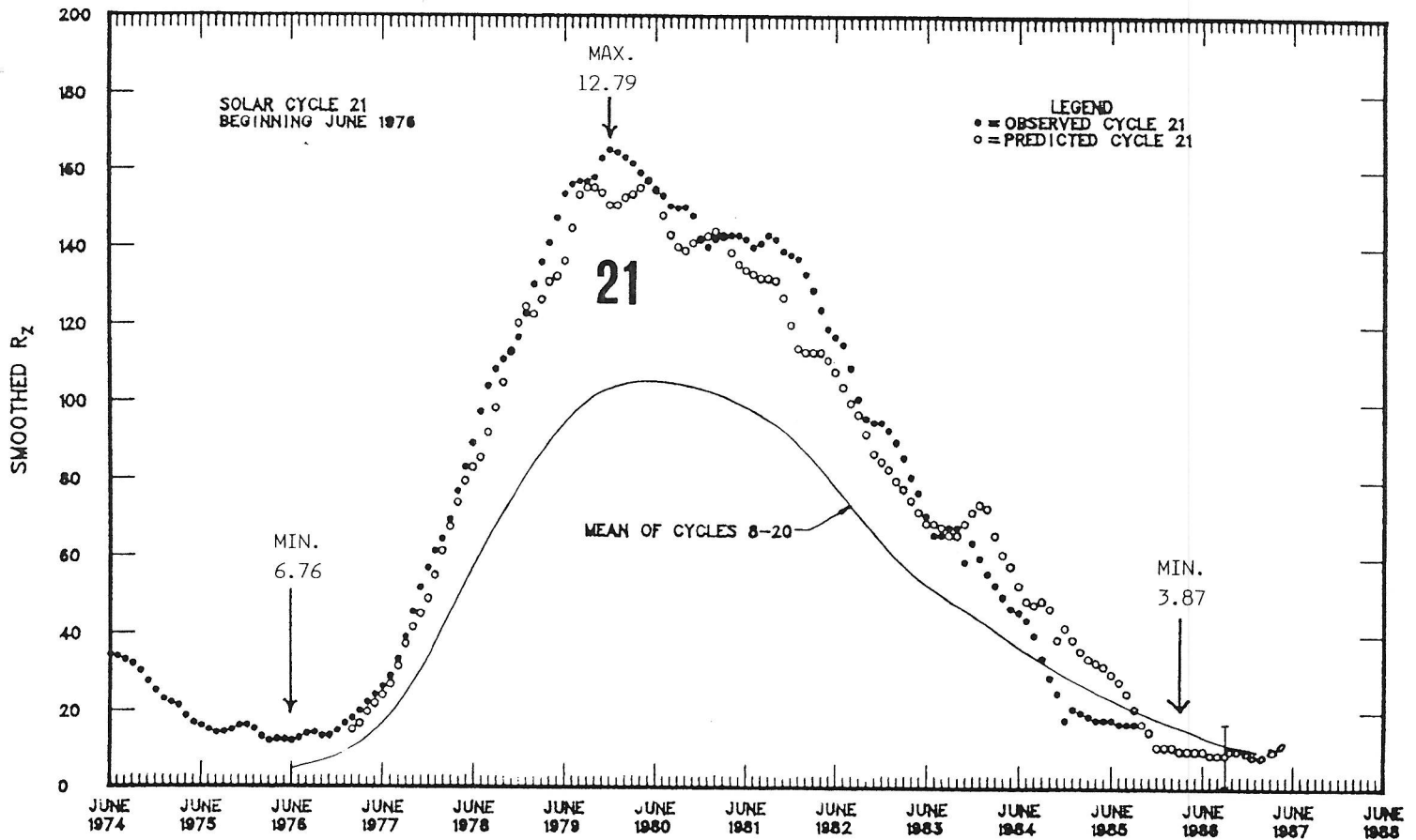
Esimerkki pilkkuluvun kuukausikeskiarvojen vaihtelusta saman vuoden aikana (1982).

Suurin kuukausikeskiarvo on ollut helmikuussa (163,6) ja pienin toukuussa (81,4).

Tasoitettun pilkkuluvun käyrästä näkyy erittäin hyvin laskeva tendenssi, ollaanhan pilkkujakson 21 laskevan osan puolivälissä.



## OBSERVED AND ONE-YEAR-AHEAD PREDICTED SMOOTHED SUNSPOT



Jotta eri auringonpilkkujaksoja olisi mukavampi verrata toisiinsa, on hyödyllistä määrittää ns. "keskiarvopilkkujakso", jollainen on piirretty kuvaan jaksoista 8-20.

"Keskiarvopilkkujaksolla", joka käsittää jaksot 1-19 on seuraavat ominaisuudet:

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| MINIMI                          | Uusi pilkkujakso alkaa keskiarvolla $R_{12} = 5$ , vaihtelun ollessa rajoissa 0-15. |
| MAKSIMI                         | Keskiarvo $R_{12} = 109$ , maksimit vaihtelevat välillä 49-201.                     |
| NOUSEVA OSA                     | Kesto keskimäärin 4,1 vuotta, vaihtelu välillä 2,6-6,9 vuotta.                      |
| LASKEVA OSA                     | Kesto keskimäärin 6,7 vuotta, vaihtelu välillä 4-10,2 vuotta.                       |
| PERIODI MINIMI SEUR. MINIMIIN   | Keskimäärin 10,8 vuotta.  |
| PERIODI MAKSIM. SEUR. MAKSIMIIN | Keskimäärin 10,9 vuotta, vaihtelu välillä 7,3-17,1 vuotta.                          |

Kuvassa näkyy myös pilkkujakson 21 ennustettu ja havaittu kehitys. Ennusteessa on käytetty McNish-Lincoln -menetelmää, joka antaa tulevan kehityksen 12 kk etukäteen; lähtökohtana on edellinen minimi kesäkuussa 1976. Todettu pilkkuluku on jakson loppupuolta lukuunottamatta ollut ennustetun yläpuolella.

| <u>Author</u>                   | <u>Years of maximum</u> | <u>W<sub>M</sub><sup>21</sup></u> |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Vassiljev et al. (1975)         | 1980.0 - 1980.5         | 95 ± 15                           |
| Bonov (1969, 1970)              | 1981.1                  | 52                                |
| Schove (1955)                   | 1984.5                  | 145                               |
| King-Hele (1963, 1966)          | 1985.3                  | 110                               |
| Gleissberg (1971)               | 1979.5 - 1980.5         | 56 + 96                           |
| Henkel (1971)                   |                         | 32 100                            |
| Romanchouk (1974)               | 1980.0                  | 70 105                            |
| Besrukova (1959)                |                         | 82 120                            |
| Method Kopetsky's               | 1980.0                  | 123                               |
| Method Xantakis                 | 1980.7 - 1981.2         | 79 94                             |
| Method King-Hele's              | 1980.7 - 1981.2         | 80 94                             |
| Method Minnis'es                | 1979.7                  | 136 + 15                          |
| Odd-even correlation            | 1979.8                  | 132                               |
| Vassiljev et al., 1975          |                         |                                   |
| Ohl (1977)                      | 1979.5                  | 183                               |
| Sargent (1977)                  | 1979.5                  | 150                               |
| Vitinsky (1976)                 |                         | 82 -152                           |
| Sargent, <u>SGD</u> , 1978      |                         | 152 ± 38                          |
| Brown in Schatten et al. (1978) |                         | 150 ± 25                          |
| Schatten et al. (1978)          |                         | 140 ± 20                          |
| Valtchuk et al. (1978)          | -1979.6 ± 0.2           | 180 ± 18                          |
| Simon (1978)                    |                         | 235                               |

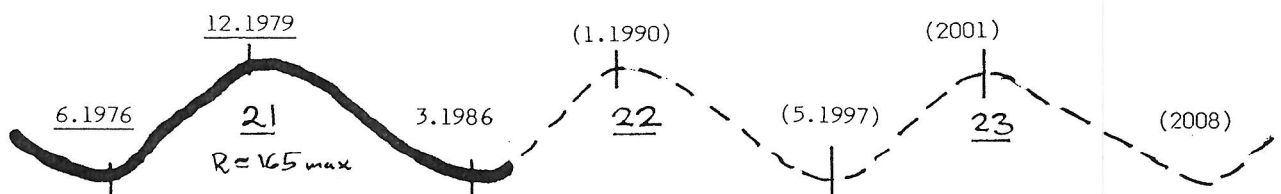
#### Auringonpilkkuennusteista

Yllä on julkaisusta "Solar-Terrestrial Predictions" Vol. 3 malliksi kopioitu taulukko, jossa on parisenkymmentä pilkkujakson 21 ennustetta. Edelliset sivut luettuaan kaikki tietävät jo, että oikeat vastaukset ovat 1979.5 ja 165. Kuten näkyy, hajonta on suuri ja kaikki ennustajat lienevät alan huippuja.

Laajemman ennusteluperiaatteiden selvittelyn sijasta tyydytään tässä esittämään muutamia hajanaisia toteamuksia. Mainitussa julkaisussa on monia kirjoituksia aiheesta; julkaisu on kaikkiaan 4-osainen.

- Ennusteet keskittyvät yleensä pilkkumaksimin esiintymisajankohdan ja suuruuden ennustamiseen. Laskelmissa käsitellään useimmiten tilastollisesti edellisten pilkkujaksojen ominaisuuksia sopivasti materiaalia muokaten.
- Auringon napa-alueiden magneettikenttien suunnat ja amplitudit vaihtelevat mm. 22 vuoden periodilla ja vaihteluiden arvellaan aiheuttavan muutoksia auringon pitkän aikavälin aktiviteetissa. Mm. minimien aikaisesta pilkkuluvusta saadaan perusteita seuraavan maksimin korkeuden ennustamiselle.
- Aurinkokunnan muutkin planeetat vaikuttanevat monimutkaisella tavalla auringon aktiviteettiin. Vaikuttavina tekijöinä mainitaan mm. Maan, Marsin, Venuksen, Merkuriuksen ja Jupiterin keskinäiset sijainnit.

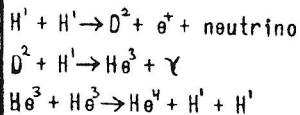
4.87:



Karkea täysin epävirallinen ennuste seuraavien auringonpilkkuminimien ja maksimien esiintymiselle

Auringon säteilyn synnyttää sen sisuksessa, suunnattoman paineen alaisessa 15 miljoonaa astetta kuumassa kaasussa tapahtuva ydinprosessi, jossa vety ( $H^1$ ) muuttuu heliumiksi ( $He^4$ ):

**Protoni-protoni-reaktio:**



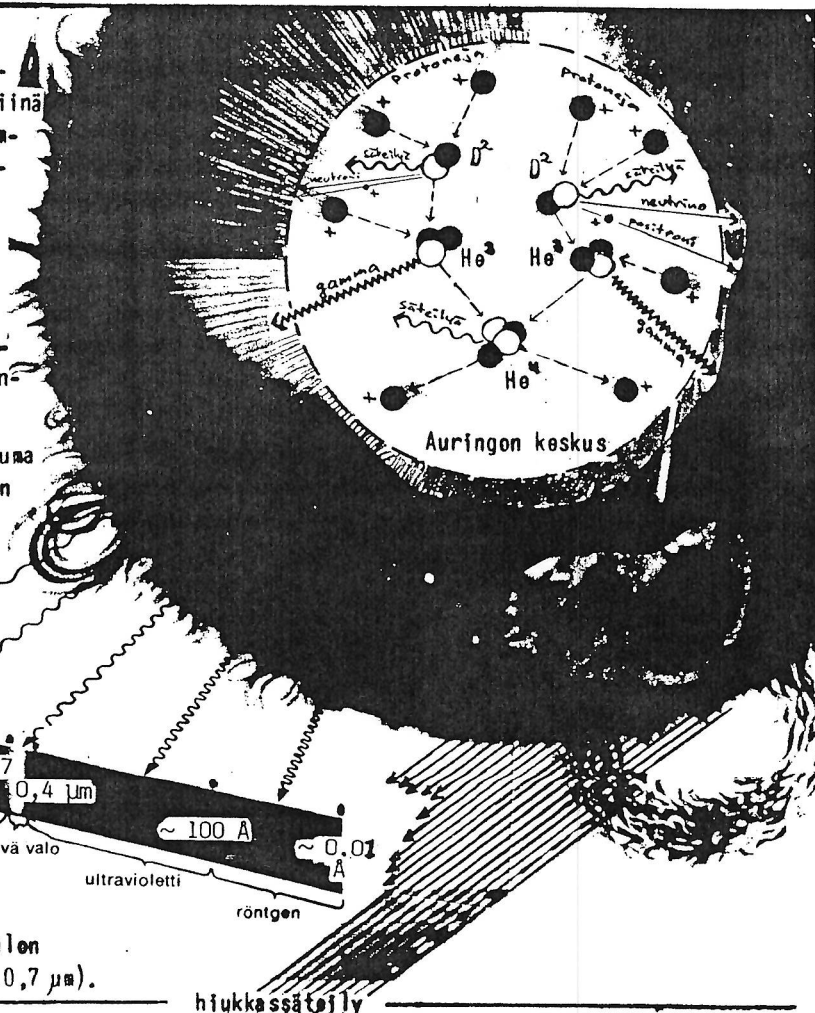
1. Kaksi protonia törmäävät yhtyen raskaan vedyn ytimeksi (deuterium). Toisen protonin muuttuessa neutroniksi irtoaa yksi positroni.
2. Raskaaseen vety-ytimeen yhtyy ylimääräinen protoni, jolloin syntyy kevyen heliumin ydin samalla kun vapautuu gammasäteilyä.
3. Kaksi kevyen heliumin ydintä yhtyy tavallisen heliumin ytimeksi, jolloin samalla vapautuu kaksi protonia.

Neljän vety-ytimen yhteinen paino on noin 0,7 % suurempi kuin heliumytimen paino ja tämä massaylijäämä muuttuu suoraan energiaksi, joka osittain sähkömagneettisen, osittain hiukkassäteilyn muodossa pyrkii pois auringosta. Jokainen sekunti 600 miljoonaa tonnia vetyä muuttuu 596 miljoonaksi tonniksi heliumia ja erotus 4 miljoonaa tonnia muuttuu energiaksi vähentäen vastaavalla määrällä auringon massaa.

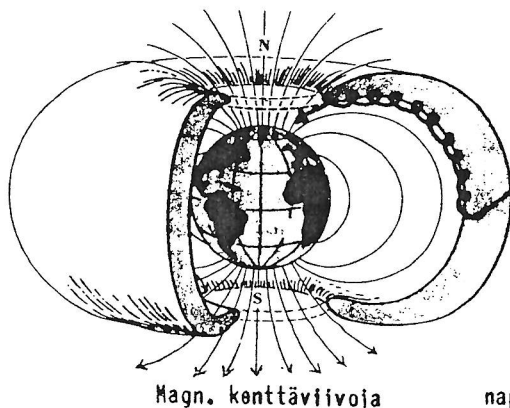
Auringon näkyvä pintakerros fotosfääri on ehkä n. 200 km paksu ja siinä esiintyy viileämpiä ja siksi tummempia näyttäviä kohtia, joita nimitetään auringonpilkuiksi.

Uloimmassa kaasukehässä on kaksi kerrosta: kromosfääri eli värikehä ja korona. Kromosfääristä ryöppyää avaruuteen kaasupilviä eli protuberansseja, jotka tulevat usein auringonpilkkujen läheisyydestä.

Koronan muodostaa hyvin ohut ja kuuma kaasu, joka levittäytyy ympäröivään avaruuteen plasmavirtana eli ns. aurinkotuulena.

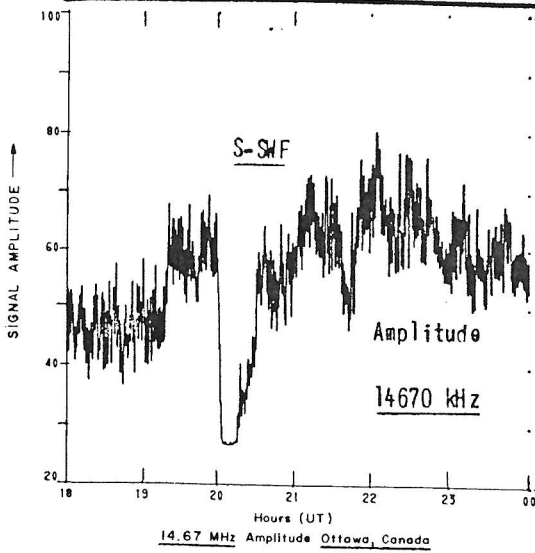


Auringosta peräisin olevan sähkömagneettisen säteilyn spektri  
Suurin osa säteilystä on näkyvän valon alueella (n. 40% välillä  $\lambda = 0,4...0,7 \mu m$ ).



Maapalloa ympäröivät ekvaattoritason van Allenin vyöhykkeet, jotka koostuvat maan magneettikentän "sieppaamista" sähköisesti varatuista partikkeleista kuten protoneista ja elektroneista. Van Allenin vyöhykkeet yhdessä ilmakehän otsoni- ja ionosfäärikerrosten kanssa suojaavat maata auringon uv- ja röntgensäteiltä sekä hiukkaskuuroilta. Voimakkaiden hiukkaskuurojen aikana osa partikkeleista sataa maan magneettikentän voimaviivojen ympäri kierruen napa-alueille aiheuttaen revontulia ja muita häiriöilmiöitä.

Vastaanottoaika: Boulder, Colorado, USA — Pvm: 28.6.1970

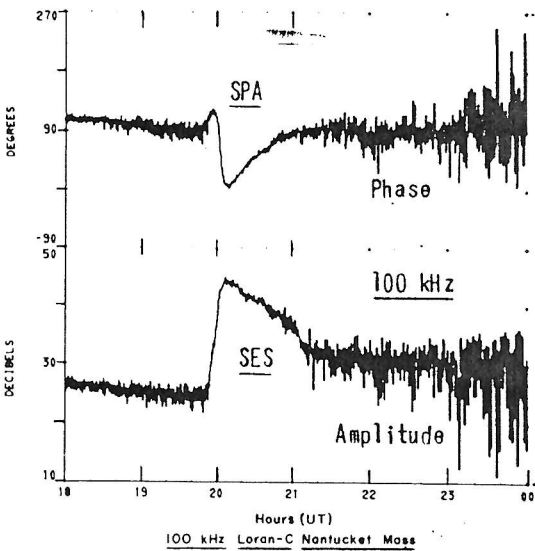


1. S-WF (Short Wave Fadeout) taajuudella 14670 kHz.

Lähetin: CHU, Ottawa, Canada (standarditaajuusasema)  
Etäisyys Ottawa-Boulder: 2470 km (suunnasta 66°).

Ilmiö alkaa n. 2000 UTC, jolloin signaalitaso putoaa nopeasti 30-40 desibeliä. Puolta tuntia myöhemmin voimakkuus on palautunut suunnilleen SID:iä edeltävälle tasolle.

Tyypillistä tässä on signaalitason nopea putoaminen (S-SWF - sudden drop-out). Sensijaan palautuminen ei aina tapahdu näin nopeasti. Pääetenemismuotona voidaan reitillä arvella olevan yhden hypyn etenemisen F-kerroksen kautta.



2. LF-SPA (LF-Sudden Phase Anomaly) taajuudella 100 kHz.

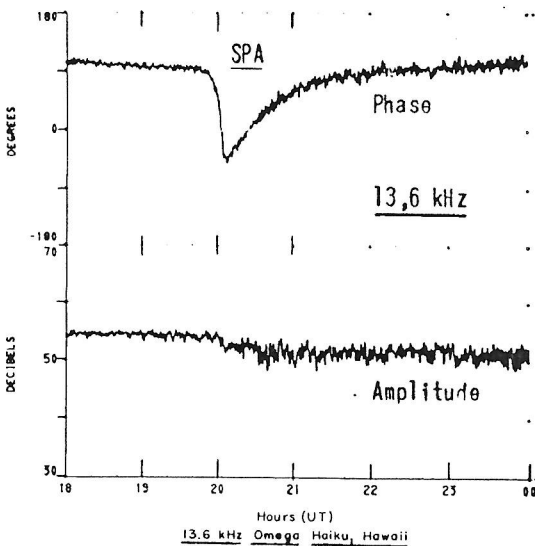
Lähetin: Loran C (9930-Y), Nantucket, Mass., USA.  
Etäisyys Nantucket-Boulder: 2960 km (suunnasta 76°).

Ilmiö alkaa n. 1955 UTC, jolloin vastaanotetun signaalin vaihe muuttuu heijastumiskorkeuden muuttuessa ensin n. 20° toiseen ja sitten n. 120° toiseen suuntaan palautuen n. 2100 UTC aikaan.

3. LF-SES (LF-Sudden Enhancement of Signal) samalla asemalla.

Signaalitaso nousee nopeasti n. 20 desibeliä palautuen normaaliksi 2100 UTC jälkeen.

Signaalitason näennäinen kasvu voi johtua joko suoraan elektronitiheyden suurenemisesta heijastumisalueella ja/tai epäsuorasti kahden signaalikomponentin välisen vaihe-eron muuttumisesta.



4. SPA (Sudden Phase Anomaly) taajuudella 13,6 kHz.

Lähetin: Omega (C), Haiku, Hawaii.  
Etäisyys Haiku-Boulder: 5340 km (suunnasta 263°).

Ilmiö alkaa n. 1955 UTC, jolloin vastaanotetun signaalin vaihe muuttuu nopeasti (edistää) n. 130° palautuen normaaliksi 2100 UTC jälkeen.

5. Saman aseman amplitudissa ei näy varsinaista SES-ilmiötä. Pikemminkin signaalitaso putoaa pari desibeliä n. 2000 UTC.

VLF-eteneminen tapahtuu aaltoputkietenemisenä, jossa aaltoputken yläreunan muodostaa ionosfäärin alaosa ja alareunan maanpinta. SPA-ilmiön alussa ionosfäärin alareuna siirtyy normaaliksi alaspäin, jolloin vastaanotetun signaalin vaihe menee edelle.

SUDDEN IONOSPHERIC DISTURBANCES

JUNE 1970

Ote "SOLAR-GEOPHYSICAL DATA"-julkaisun taulukosta:  
"Kesäkuussa 1970 todetut SID-ilmiöt"

| DAY | UNIVERSAL TIME |      |      |     | WIDE SPREAD INDEX | NUMBER OF STATION REPORTS BY TYPE |      |     |     |        |     | KNOWN FLARE | McMATH REGION |       |
|-----|----------------|------|------|-----|-------------------|-----------------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-------------|---------------|-------|
|     | START          | END  | MAX  | IMP |                   | SWF                               | SCNA | SEA | SPA | LF-SPA | SES |             |               | SFD   |
| 28  | 0105           | 0222 | 0113 | 2-  | 3                 | 1                                 |      | 1   | 6   | 5      | 5   | 1           | 0106          | 10808 |
| 28  | 0305           | 0335 | 0313 | 1-  | 1                 |                                   |      |     | 1   |        |     |             | 0300          | 10808 |
| 28  | 1956           | 2116 | 2010 | 3-  | 5                 | 6                                 |      |     | 5   | 8      | 8   | 1           | 1954          | 10806 |

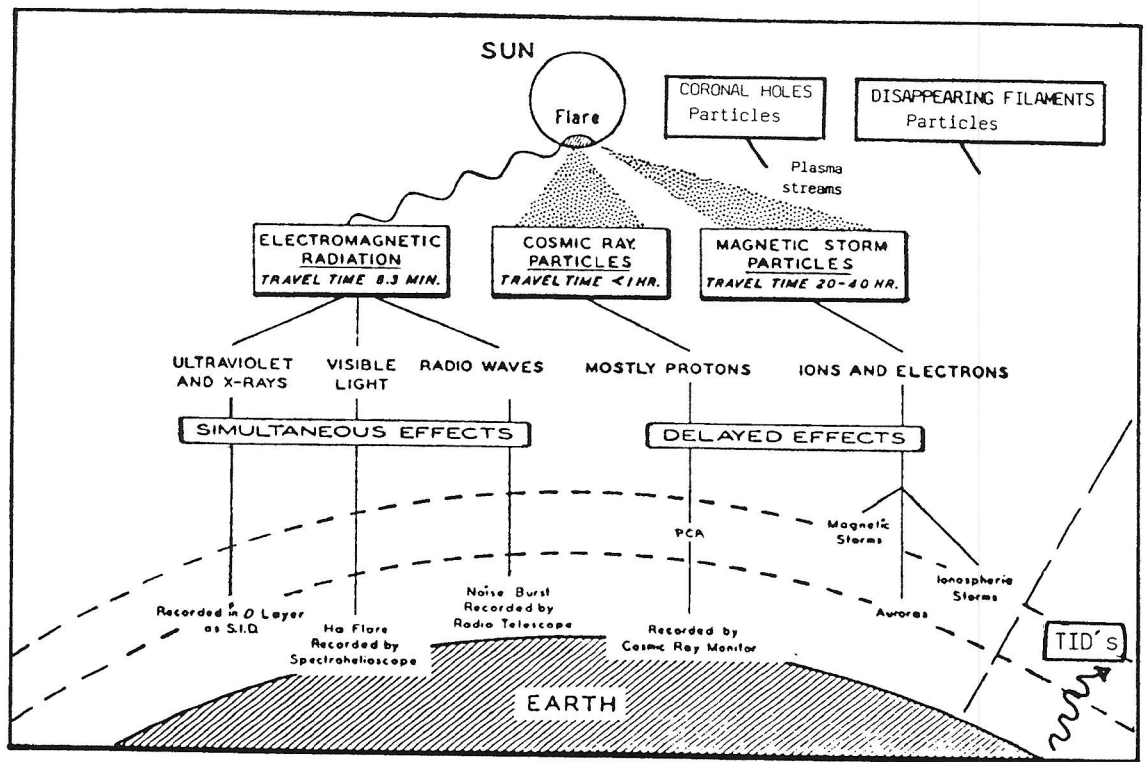
Ylempänä esitetyt SID-ilmiöt aiheuttaneet aurinkon purkaus ("flare") tod. visuaalisesti: 1954 UTC (alku)



IONOSPHERIC DISTURBANCES affecting the D-region

|   | Approximate Frequency of Occurrence                 |                      | Typical Duration | Spatial & Temporal Extent                                   | Typical Effects on Long Path at VLF |                           | Typical HF Effect<br>Amplitude                       | Possible Cause  | Comments                           |
|---|---|----------------------|------------------|---|-------------------------------------|---------------------------|--|---|------------------------------------|
|   | Solar Min.  | Solar Max.           |                  |   | Phase                               | Amplitude                 |  |   |                                    |
| Sudden Ionospheric Disturbance (SID)      | 2/week  | 2/year               | ¼ h              | Sunlit Hemisphere   | 5-30 cec <sup>3</sup>               | -1..+5 dB <sup>5</sup>    | Blackout to $\chi < 70^0$                            | Enhanced solar x-ray (1-8 Å) & EUV Flux from Flare  | Largest VLF Phase < 100 cec        |
| Polar Cap Absorption (PCA)                | 1/month   | 0                    | 3 day            | Polar Regions   | 40 cec <sup>3</sup>                 | ~ 0 dB <sup>4</sup>       | Blackout for illuminated zone. Rarely 10-20 dB       | Solar protons 1-100 MeV   | Largest VLF Phase < 100 cec        |
| Magnetic Storm                            | 26/year   | 22/year              | days             | Global  | 10-20 cec <sup>3</sup>              | 5-10 dB fade <sup>4</sup> | n/a <sup>6</sup>                                     | Interaction of solar low energy plasma with earth's magnetic field causing energetic electron precipitation | Largest effects near auroral zones |
| Relativistic Electron Precipitation (REP) | Variation not known; usually present to some degree |                      | 1-5 h            | Sub-Auroral primarily; largest effects during day (morning) | 10-20 cec <sup>3</sup>              | < 2 dB fade <sup>4</sup>  | Normally Blackout                                    | Precipitation of electrons with energies of a few hundred keV   |                                    |
| Winter Excess Absorption                  | 20/year <sup>1</sup>                                | 20/year <sup>1</sup> | days             | Winter; usually spatially small                             | Usually phase advance               | 5-10 dB <sup>4</sup> fade | 2-4 fold increase in absorption when expressed in dB | Changes in Global Circulation pattern   |                                    |
| Stratospheric Warming                     | 2/year  | 2/year               | weeks            | Mid-winter to spring; large                                 | Unknown                             | Unknown                   |  |   |                                    |

1. In Northern hemisphere
2. Typical effect on path located for maximum sensitivity.
3. Centicycles. At ten kHz 1 cec corresponds to about 1 ms in time or 0,2 km in a hyperbolic system.
4. Figures are not well known.
5. Changes of ±1 to 2 dB common for frequencies near 10 kHz; ench. of 5 dB expected over 14 kHz.
6. Perturbations controlled by related phenomena.



**SÄHKÖMAGNEETTISEN SÄTEILYN** kuluaika auringosta maan ilmakehään on n. 8 min 19 s, joten voitaneen puhua "samanaikaisista" ilmiöistä.

- Korkeataajuisen röntgensäteilyn saapuminen voidaan todeta sen ionosfäärin alaosissa aiheuttamista erilaisista SID-ilmiöistä. Lisäksi röntgensäteilyn intensiteettiä mitataan mm. **GOES-satelliiteille** sijoitetuilla laitteistoilla.
- Näkyvän valon alueella havainnoidaan kaukoputkilla mm. valkoisen valon, H-alfa- tai kalsiumviivojen taajuuksilla (spektroheliografi).
- Radiotaajuisista säteilyä mitataan radioteleskoopeilla taajuusalueella 29...35000 MHz. Auringon purkausten yhteydessä esiintyy säteilyssä usein varsin voimakkaita piikkejä (burst).

**Akronyymejä:**

- (PCE) Polar Cap Event
- (SPE) Solar Proton Event

**KOSMISEN SÄTEILYN** tietyt, suuren energian omaavat hiukkaset voivat saapua auringosta puolesta tunnista muutamaan tuntiin purkauksen tapahduttua. Nämä nopealiikkeiset hiukkaset ovat etupäässä protoneja ja ne aiheuttavat napa-alueilla voimakasta vaimenemista ja joskus ns. PCA-ilmiön (Polar Cap Absorption).

**Varsin** harvinaista ilmiötä edustavat maahan saapuessaan ns. relativistisen energian omaavat partikkelit, jotka auringon magneettikenttä kiihdyttää 0,4-0,6 kertaa valon nopeuteen (ns. synkrotronisäteily).

**"REVONTULIHIUKKASET"** saapuvat aurinkotuulen mukana ja sen nopeudesta riippuen (300...1000 km/s) 20...70 h purkauksen jälkeen. Nämä ns. "pehmeät" hiukkaset aiheuttavat napa-alueille sataessaan usein ns. äkillisen magneettisen myrskyn (ssc - Sudden Storm Commencement) sekä mahdollisesti revontulia ja pahimmassa tapauksessa useita päiviä kestävä ionosfäärinen myrskyn.

Hiukkassäteilyä mitataan monitoreilla, joita on sijoitettu maan pinnalle sekä keinotekoisille satelliiteille (Pioneer ym.). Myös aurinkotuulen mittaukset tehdään satelliiteilla.

## Modulaarista prosessorikapasiteettia transpuuttereilla

Instrumentarium Palomex on lääketieteellisiin kuvauslaitteisiin erikoistunut yritys, jonka yksi tärkeä tuote on ydinmagneettiseen resonanssiin perustuva kuvauslaite. Tämän laitteen kehitystyöstä on myönnetty vuonna 1986 tekn. tri. Raimo Sepposelle vuoden insinööripalkinto. Magneettikuvauslaitteella saadaan magneettikentän ja radioaaltojen avulla potilaista poikkileikkauksuvia tietokonetomografin tapaan. Magneettikuvauslaitteen etuja ovat haitallisen ionisoivan säteilyn puuttuminen ja suuri kudiskontrasti.

### Magneettikuvauslaitteeseen laskentatehoa

Magneettikuvauslaite vaatii melkoista prosessointikapasiteettia. Yhdellä kuvauskerralla kerätään jopa kymmeniä megatavuja kompleksista raakadataa, josta lasketaan reaaliajassa nopea Fourier-muunnos. Signaalinkeraun jälkeen suoritetaan kaksiulotteinen nopea Fourier-muunnos, jonka jälkeen syntyneet kompleksiset kuvat muutetaan reaalisiksi, skaalataan ja vielä interpoloidaan oikeaan kokoon. Kaiken kaikkiaan tarvitaan siis miljoonia ja taas miljoonia laskutoimituksia ennen kuin potilaasta on saatu esityskelpoisia kuvia.

FFT:n laskentaan on saatavilla tehokkaita kortteja, mutta useimmiten niillä ei voi suorittaa muita operaatioita, kuten kuvien suodatusta ja interpolointia, kovinkaan helposti. Lisäksi laskentatarpeiden kasvaessa pitää hankkia vanhan tilalle uusi, tehokkaampi kortti, vaikka vanhankin kortin laskentakapasiteetilla olisi käyttöä.

Transpuutteri on uusi, modulaarinen komponentti, jonka avulla laskentatehoa voi hankkia lisää tarpeen mukaan. Transpuutterin arkkitehtuuri on suunniteltu sopivaksi moniprosessorijärjestelmiin. Entisiä transpuutterikortteja ei tarvitse

poistaa, riittää kun kytkee uudet kortit linkkien avulla vanhaan systeemiin. Lisäksi transpuutteri on yleiskäyttöinen prosessori, jonka voi ohjelmoida korkean tason kielellä. Erityisen käteviä systeemisuunnittelijan kannalta ovat transpuutterimodulit, joissa on muistia ja transpuutteri samalla pienellä piirilevyllä. Näitä moduleja voi panna päällekkäin ja rinnakkain emokortille. Moduleita on eri kokoisia: muistin määrä vaihtelee 32 kilotavusta 8 megatavuun.

IMS T800-20 transpuutteri on 32 bittinen RISC-prosessori, jossa on 10 MIPS:n kokonaislukuprosessori, 1,5 MFLOPS:n liukulukuprosessori, 4 kilotavua hyvin nopeaa staattista RAM:mia sekä 4 kappalletta nopeaa sarjalinkkiä integroituna yhdelle ainoalle piisirulle.

### Ohjelmointia

Transpuutteri on suunniteltu suorittamaan tehokkaasti käännettyä korkean tason ohjelmointikieltä. Peruskonekäskyjä on vain 16 ja ne ovat kaikki yhden tavun mittaisia. Transpuuttereita voidaan ohjelmoida normaaleilla sekventiaalisilla kielillä, kuten C, Pascal ja FORTRAN. Kääntäjiä on saatavilla mm. lähteistä [2,3,4]. Täyden hyödyn transpuutterin rinnakkaislaskentaominaisuuksista saa OCCAM kielellä, joka on prosessorientoitunut lohkorakenneohjelmointikieli. OCCAMin käsitteet ovat yksinkertaisia ja selviä, mutta kielen syntaksissa saattaa aloittelijalla olla hieman ihmettelemistä. Joka tapauksessa lähteessä [Pountain] on hyvä johdatus OCCAMIin.

Inmos on kehittänyt transpuuttereille ohjelmankehitysjärjest, joka käyttää IBM PC:tä tai SUN-työasemaa isäntäkoneena. Järjestelmässä on integroitu editori, kääntäjä ja linkittäjä, konfiguroija, post mortem-debuggeri sekä versionhallinta. Editori on

ns. folding editor, joka tarkoittaa, että ohjelmakoodia voi siirtää ikäänkuin laskokseen, josta näkyy ainoastaan kommentti. Tämän ominaisuuden ansiosta voi ohjelmakoodista tehdä hyvin hierarkista ja modulaarista. Hyvin tehtyä OCCAM koodia on ilo lukea ja ylläpitää tämän editorin avulla.

Ohjelmoinnissa ongelman hajauttaminen ja rinnakkaisuuden löytäminen on vaikeaa. Valitettavasti tähän ei Inmos ole vielä tarjonnut ratkaisua. Ohjelmointimetoodeista ja erilaisista arkkitehtuureista on sen sijaan olemassa kirjallisuutta [Inmos Tech. Notes]. Usein rinnakkaisuus on helpointa saada aikaan jakamalla käsiteltävä data osiin, joita voidaan käsitellä rinnakkain tavanomaisilla algoritmeilla. Esimerkiksi kuva on helppo jakaa juoviin tai suorakulmioihin, jotka käsitellään rinnakkain eri prosessoreilla, ja sitten tulokset yhdistetään uudeksi kuvaksi.

Toinen merkittävä ongelma on ohjelman vikojen etsiminen. Kun ohjelma pyörii kymmenessä prosessorissa rinnakkain ja kussakin prosessorissa on vielä kymmeniä rinnakkaisia prosesseja, voi hyvin kuvitella, kuinka hankalaa vian etsiminen voi olla. Onneksi OCCAM-kääntäjä generoi haluttaessa paljon ajonaikaisia tarkistuksia, kuten taulukon indeksirajojen, yli- ja alivuotojen sekä nollalla jakamisen tarkistuksia. Jos ohjelma kaatuu tällaiseen virheeseen, koko transpuutteriverkko pysäytetään tarvittaessa hallitusti ja voidaan analysoida post mortem-debuggerin avulla.

Transpuutteriympäristössä on helppoa ohjelmoida vikasietoisia järjestelmiä. Jos yksi transpuutteri kaatuu vian takia, voidaan toimintaa jatkaa muilla prosessoreilla. Valmiit rutiinit esimerkiksi linkkiliikenteen aikavalvontaan löytyvät OCCAM kirjastoista.

Seuraavassa on kaksi esimerkkiä magneettikuvauslaitteen ohjelmistosta.

## Hajautettu FFT-laskenta

Vastaanottimelta tulevat signaalit muunnetaan digitaaliksi ja lähetetään kompleksina näytevektoreina FFT-laskentaan. FFT-laskenta tapahtuu rinnakkaisesti usealla transpuutterilla ja kukin transpuutteri hoitaa kompleksisen FFT-muunnoksen koko näytevektorille itsenäisesti. Transpuutterit on järjestetty liukuhihnaksi, johon syötetään toisesta päästä työpaketteja sisään ja toisesta päästä otetaan laskettuja tulospaketteja vastaan.

Kommunikaatio kannattaa järjestää pakettimuotoiseksi, koska se yksinkertaistaa ohjelmia ja samalla hyödynnetään linkkien DMA-ominaisuutta. Kommunikaatioprosessit kannattaa myös puskuroida tehokkaasti, jotta laskentaprosessi ei joutuisi turhaan odotelemaan kommunikaation päättymistä.

## Harmaasävykuvan interpolointi

Magneettikuvauslaite tuottaa harmaasävykuvia, joissa pikselin kirkkaus on verrannollinen muun muuassa kuvattavan kudoksen protonitiheyteen. Kukin pikseli vie yhden tavun, joten harmaasävyjä voi olla 256 erilaista. FFT-laskennasta tulevat kuvamatriisit ovat tyypillisesti kooltaan  $128 \times 256$  pikseliä, josta ne interpoloidaan näyttöä varten kokoon  $192 \times 240$  pikseliä. Usein on myös tarve tutkia kuvan yksityiskohtia, jolloin kuvasta voidaan määritellä kiinnostava alue, joka sitten suurennetaan interpoloimalla.

Interpolointi voidaan suorittaa joko taajuustasossa lisäämällä nollia näytevektoreihin ennen Fourier-muunnosta tai spatiaalitasossa esimerkiksi bilineaarisella interpololaatiolla. Bilineaarinen interpololaatio on nopeampi suorittaa, joten se on normaalisti käytössä.

Interpoloinnin vauhdittamiseksi lasketaan ensin sarakkeille ja riveille painokerroin- ja

indeksitaulukot. Sitten lasketaan uuden kuvan pikselit riveittäin käyttäen apuna näitä taulukoita. Jos on käytössä useampia prosessoreita, voidaan interpolointi hajauttaa helposti rinnakkain tapahtuvaksi. Kaikille prosessoreille lähetetään aluksi em. sarakkeille lasketut taulukot. Sitten lähetetään vapaalle transpuutterille kaksi lähtökuvan riviä, riveille lasketut painokeruimet ja uuden kuvan rivi-indeksi. Näistä tiedoista voidaan interpoloida yksi rivi uuteen kuvaan.

Interpolointi on helppo implementoida edellä kuvattuun liukuhina-arkkitehtuuriin. Tarvitaan kaksi erityyppistä työpakettia: JOB.fft ja JOB.interpolation. Lisäksi tarvitaan prosessi, joka jakaa työpakit oikeille laskentaprosesseille. Tällä tavoin voidaan tarpeen vaatiessa lisätä modulaarisesti uusia funktioita ohjelmistoon. Muutokset pysyvät pieninä ja paikallisina.

### **Transpuutterien käyttö tietokonegrafiikassa**

Tietokonegrafiikka on aina vaatinut paljon laskentakapasiteettia. Sitä mukaa kun käyttäjät ovat alkaneet vaatia suurempaa resoluutiota, enemmän värejä ja nopeampia vasteaikoja graafisilta tietokonejärjestelmiltä, tarvitaan yhä enemmän laskentatehoa ja yhä suurempia siirtonopeuksia. Graafiset sovellutukset voivat vaatia valtavia määriä liukulukuaritmetiikkaa erilaisten muunnosten, splinikäyrien ja erilaisten sävytysmallien laskemiseen. Vaikuttavimmat kuvat, jotka voivat koostua tuhansista primitiiveistä, on tuotettu säteenheittoalgoritmeilla. Ne vaativat todella paljon laskentakapasiteettia. Julkaisujärjestelmissä vaaditaan laadukkaita kirjasinlajeja, joita pitää voida käsitellä interaktiivisesti. Erilaisissa piirustus- ja 'paintbox'-ohjelmissa pitää liikutella suuria epäsäännöllisen muotoisia alueita näytöllä suurella nopeudella.

Tärkeimmät vaatimukset 'ideaaliselle' grafiikkaprosessorille ovat: tehokas liuku-

lukuyksikkö, nopea tekstin käsittely ja 2D-lohkosiirto ja -kopiointi, suuren tietomäärän nopea siirto muistialueelta toiselle sekä suuri kommunikaation kaistaleveys.

Vaikkakaan IMS T800 ei ole varsinainen grafiikkaprosessori, se täyttää edellä mainitut vaatimukset. Erityisen käyttökelpoisia piirteitä ovat nopeat 2D-lohkosiirrot ja linkkien suuri tiedonsiirto kapasiteetti. IMS T800:n neljän sarjalinkin avulla transpuutteri voi kommunikoida muitten transpuuttereiden tai I/O-laitteiden kanssa. Jokainen linkki kykenee 1.7 MB/s datansiirtonopeuteen yhteen suuntaan. Linkit ovat kaksisuuntaisia.

Koska linkeillä on kullakin oma DMA piirinsä, prosessori on vapaa suorittamaan laskentaa rinnakkain linkkisiirron aikana. Kun kaikki neljä linkkiä vastaanottavat dataa yhtäaikaan, maksimi tiedonsiirtonopeus IMS T800:lle on 6.8 MB/s. Esimerkiksi Inmosin B007 grafiikkakortti, johon on asennettu IMS T800, voi näin ollen ottaa vastaan n. 26,5 näyttöpuskurillista dataa sekunnissa, kun näyttöpuskurin koko on 512 x 512 byteä. Reaaliaikainen suurten kuvamäärien selailu sujuu siis transpuutterilla ilman ongelmia.

IMS T800:n liukulukuyksikkö on samalle sirulle integroitu apuprosessori, joka voi toimia rinnakkain CPU:n kanssa. Se suorittaa liukulukuaritmetiikkaa 32 ja 64 bitin liukuluvuilla IEEE 754 standardin mukaisesti. Rinnakkainen toiminta mahdollistaa liukulukulaskennan ja osoitteenlaskennan lomittumisen, jolla saavutetaan 1,5 MFLOPS:in (tai 4 miljoonan Whetstonen/s []) laskentateho 20 MHz:n transpuutterilla. Vastaavat arvot 30 MHz:n transpuutterilla ovat 2,25 MFLOPS (tai 6 miljoonaa Whetstonea /s). Käytännön esimerkkinä mainittakoon, että 3D-muunnoksissa usein käytetty  $[x \ y \ z \ w]$  vektorin kertominen  $4 \times 4$  matriisilla vie aikaa alle 19 us IMS T800-20:lla. Tämä tarkoittaa, että yksi transpuutteri pystyy tekemään 3D-muunnok-

sen yli 50000 pisteelle sekunnissa!

## Yhteenveto

Transpuutteri on yleiskäyttöinen hyvin tehokas 32-bittinen prosessori, jonka avulla voi rakentaa hyvin modulaarisia järjestelmiä. Transpuutteripohjaista järjestelmää voi laajentaa melkein rajatta asiakkaan tarpeiden mukaan. Transpuuttereita ohjelmoidaan korkean tason ohjelmointikielillä ja kehitysympäristönä voi käyttää esimerkiksi IBM PC-yhteensopivia laitteita. Transpuutteri sopii erinomaisesti vaativiin grafiikkasovellutuksiin, mutta sitä voi käyttää moneen muuhunkin, kuten esimerkiksi reaaliaikaiseen signaalinkäsittelyyn.

## Viitteet

- [1] Field Oy
  - [2] Parsec , Witte Singel 66, 2311 BM Leiden, puh. + 31 71 142 142, fax. +31 71 134 449
  - [3] Logical Systems, Mr Kirk Bailey, P.O. Box 1702, Corvallis, OR 97339 puh. (503)-753-9051
- [Pountain] Pountain, Dick: A tutorial to OCCAM programming. Inmos Ltd., Bristol, UK, 1987. 108 s.

---

## Pakettiradioasiaa

### Forwardikartta

Oheisessa kuvassa on tämänhetkinen tilanne sanomien välityksessä. Siinä ei siis ole merkitty fyysisiä siirtoteitä, vaan messujen kulkureitit. Tilanne muuttuu kuitenkin ajan mukaan, joten en ole varma, oliko tuo tilanne kuvan tekohetkelläkään tuollainen, hi. Joka tapauksessa SysOpeilla pitää olla tietoa naapuriboxia seuraavasta portaasta, sillä on turhaa yrittää yhteyttä naapuriin, mikäli siellä on juuri joku toinen. Kaavioon merkityt ajat ovat peräisin jo kesäkuulta, joten niihin tulleet muutokset voi lähettää minulle kartan päivittämistä varten. Verkon stabiloiduttua hiukan, voitaisiin harkita myös varmennettujen reittien vähentämistä turhan liikenteen pienentämiseksi.

### Verkkotilanne

Yhteydet ulkomaille ovat kolmen linkin varassa. Perinteinen qso OH2TI-SK6SA kulkee kustin avulla, paloittain, mutta varmasti. Turusta on VHF QSO SK0TM:lle. Tämä yhteys on hieman häiriöinen. Uudempi yhteys on Vaasasta Härnosandiin

SK3AH:lle. Tämän linkin vaikeutena on yhteydet muuhun verkkoon. Erityisesti Pori-Tampere välissä olisi parantamista. Porilaiset ovat saaneet hankituksi PC:n ja näinollen WA7MBL-boxin pyörimään, onnitellut! Kyseinen parannus auttaa ulkomaanliikennettä mukavasti, kunhan digiketjuja saadaan paranneltua.

### Pakettiradiokoordinaattori

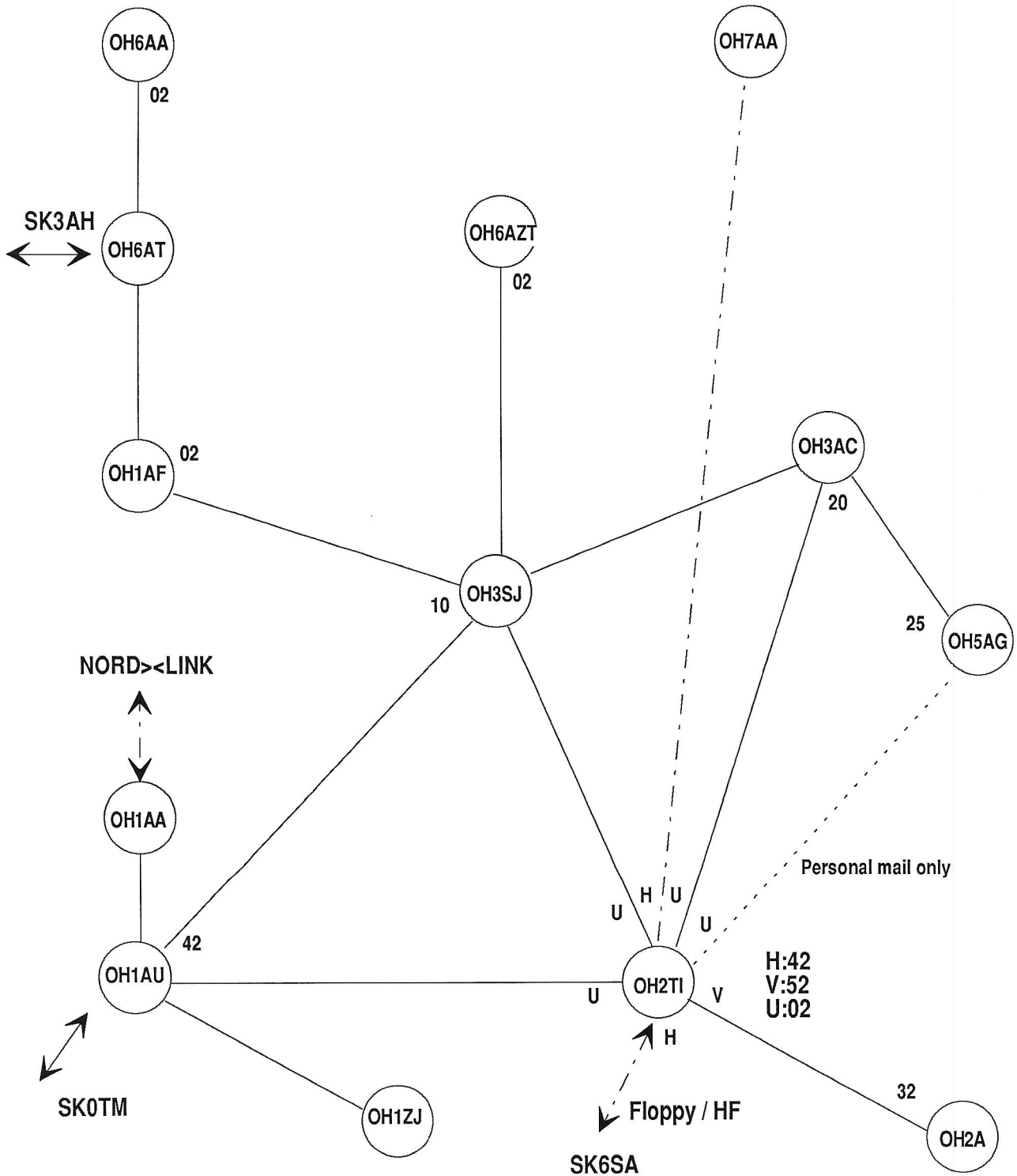
Tuossa puheenjohtajan pakinassa oli tarinaa eräänlaisista harrastuspiireistä. Pakettiradioporukkaan kaivataan myös tuoretta voimaa. Nämä jutut ovat olleet viime aikoina hieman harvassa, sillä pakettiradiomanageri ja newsletterin entinen toimittaja on ollut kovin kiireinen. Jos sinulla on kiinnostusta koordinoita pakettihommia, niin ota yhteyttä vaikka allekirjoittaneeseen.

Timo Knuutila, OH1QC/OH2MAT

Packet: OH1QC@OH2TI  
FUNET: tkn@kolvi.hut.fi  
Smail: Knuutila\_Timo\_TKK

# OH-sanomanvälityskaavio

26.9.88



Asemien vierellä olevat numerot ovat boxin forwardiminuutit.  
 Asema on siis varattu ko. minuutista eteenpäin ajan X.  
 Moniajosysteemissä (esim. OH2TI) voi olla useita samanaikaisia yhteyksiä.  
 Tässä tapauksessa kullakin "boxilla" on oma forwardiaikansa.

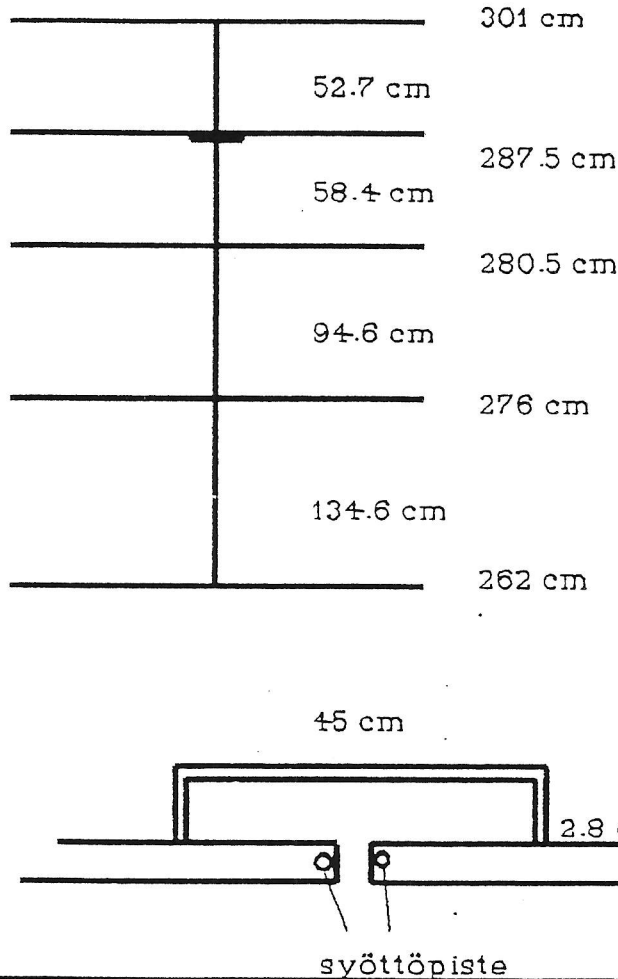
# Ham-Bulletin

30

Syyskuu

1988

## F9FT Tonna 50 MHz:lle



Elementit eristetty puomista. Elementtiaine 14 mm ja puomi 25 mm. Beta-elimen halkaisija 4 mm. Mitat on annettu keskeltä keskelle. Syöttöjohtoon kannattaa laittaa varttiaallon pätkä alumiiniputkea joko syöttöpisteeseen osuu veippeen ja toiseen päässä puomiin. Näin estetään syöttöjohtoon säteily. Antennille luvataan vahvistusta 7.5 dBd.

## Ham-Bulletin

Ensimmäinen HAM-BULLETIN ilmestyi tasan vuosi sitten. Tämä mukaan lukien Bulletinia on tehty jo 30.

QRM.....

Silloin tällöin kuuluu 50 MHz:n alapäässä merkittävää surinaa, vinkunaa ja pulinaa vaikka keleistä ei ole tietoaakaan. Se saattaa olla naapurin langaton puhelin. Kaukomailla tehdyt puhelimet kun saattavat toimimaan missä milloinkin. Esim. Koreassa on käytössä 10 kanavaa ja niistä kanava 10 on 49.970 MHz eli vain 30 kHz:n päässä bandin alareunasta. Kun deviaatioista ja modulaatio-asteista ei pidetä niin tarkkaa lukua, roiskivat tällaiset koneet helposti bandille. Todennäköisesti myös melkein kaikki signaalit saattavat kuulua noista puhelimista, mutta nuo puhelimet ovat laittomia, joten tuskin naapuri valittaa.....



# Ham-Bulletin

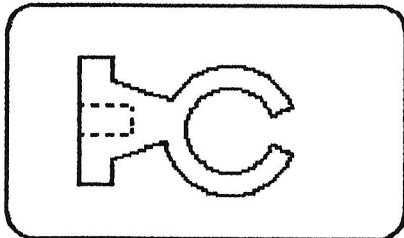
31

Syyskuu

1988

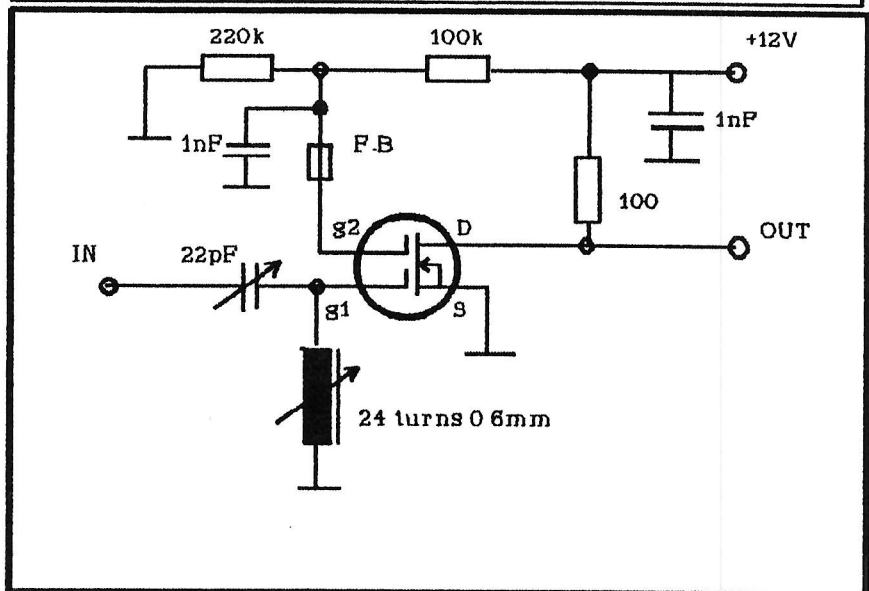
## Antenni-info

Usein antennija rakentamassa ongelmaksi muodostuu elementtien sopiva kiinnitystapa puumiin, varsinkin jos elementit pitää eristää puomista. Rautaja LVI-liikkeistä on kuitenkin saatavana sopivia kiinnityskappaleita.



Ne on alun perin tarkoitettu vesijohtojen kiinnittämiseen rakennuksen sisäseinisiin. Nämä ns. Click kiinnittimet on valmistettu muovista ja niissä on pohjassa valmiina reikä, jossa messinkikierre. Nyt vain laitetaan puumiin sopiva poikittainen kapea alumiini tai muu liuska ja siihen 10 cm:n päähän kaksi putken kiinnikettä ja "click" napsautetaan elementti paikalleen. Kiinnikkeitä on saatavana 2mm:n välein ja esim. 20mm:n elementtiä varten kannattaa laittaa 18mm:n kiinnikkeet.

## Esivahvistin 28 MHz:lle



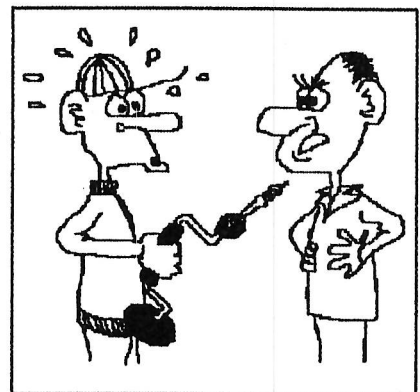
Tämä idioottivarma esivahvistin toimii hyvin huonommallakin FETillä. Melkein mikä tahansa Dual-Gate MosFet käy, esim. 40673 tai 40283 tai 3N204. Viritettävää piirejä on mahdollisimman vähän, vain kaksi, jotka bandia kuuntelemalla viritetään maksimiin. Kytkeä soveltuu sellaisenaan myös välivahvistimeksi konvertterin ja rigin väliin, jos vahvistus konvertterista on liian pieni tai perusrigi muuten vaan epäherkkä.

## Atari ST Club

Huhu kertoo, että OH10W on hankkinut itselleen Atari ST 520 mikron. Tervetuloa vaan yhä kasvavaan superjengiin!!!!

--- 000 ---

## Hamssi



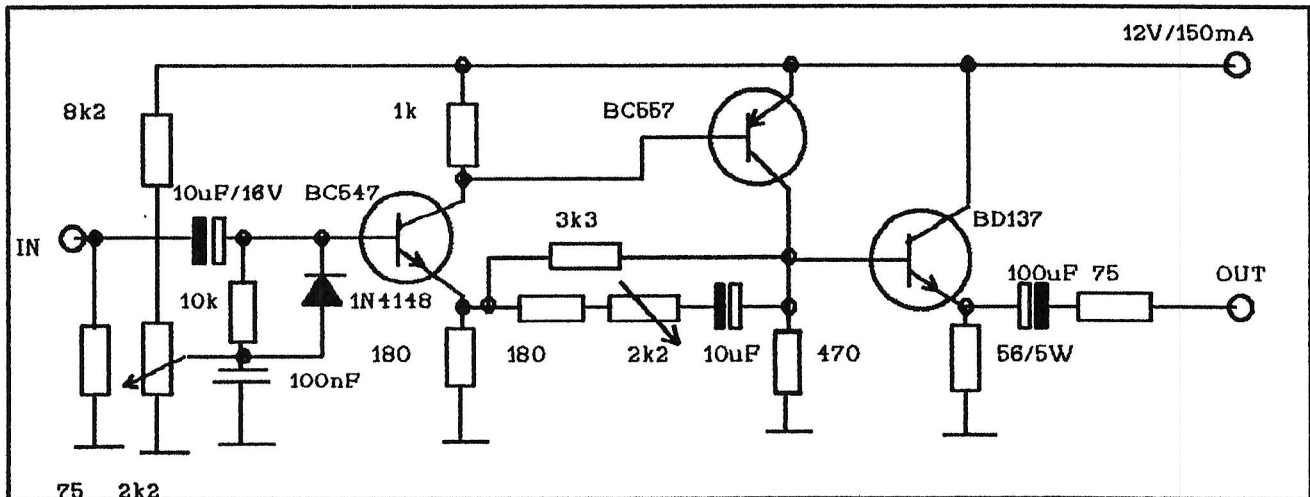
-M inähän sanoin sporaadinen, enkä pora.....

# Ham-Bulletin

32

Syyskuu

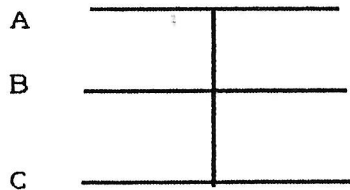
1988



## Videovahvistin

Tuli tarve siirtää videosignaalia hiukan normaaleja pidemmän matkan. Kuvainformaatio hukkuu pitkällä matkalla lähes täysin. Tehtiin siis oheinen videovahvistin, jolloin tasoa jo löytyy enemmänkin. Jos sisäänmenossa on normaali 1Vpp/75 ohm niin ulos saadaan vähintään 4Vpp/75 ohm. Päätetransistori kuumenee jonkun verran, joten sille on syytä laittaa pieni jäähdytyslevyn palanen. Ensimmäisellä potikalla säädetään leikkautumistaso ja toisella vahvistus. Osien arvot eivät ole kovinkaan kriittisiä. 75 ohmin vastukset täytyy tehdä sopivia vastuksia rinnan kytkemällä.

## 50 MHz again

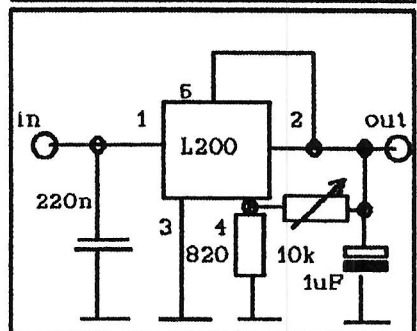


Jälleen uusi ehdotelma 50 MHz:n antennin mittoiksi. Kyse on 3-elementtisestä NBS-yagista.

- A - 277 cm
- B - 281 cm
- C - 293 cm

Etäisyys A-B-C = 120cm  
 Syöttö gammalla joka on 40 cm pitkä ja 4 cm päässä elementistä. Elementit 12 mm ja gamma 10 mm. Puomi 25 mm.

## Regulaattori



Input max 36V  
 Output 3...36V 2.5A

## Hamssi



-Katselen tässä sateliittipeilillä näkyisikö Oscar 13....

# ICOM

**Kun puhutaan vastaanottimen ominaisuuksista, puhtaasta syntesaattorista, terävistä suotimista ja rajusta dynamiikasta...**



**IC-781**



**IC-761**

**Lue IC-761:n vastaanottimen testi cq-DL -lehestä 8/1988 (osa 1, testaajana DL1BU)!**

**Näiden huippuluokan radioiden valmistuksessa ei ole tehty kompromissiratkaisuja. Molemmissa on Icomin suoraan syötetty sekotus (DFM = Direct Feed Mixer), poikkeuksellisen puhdas syntesaattori, huippuluokan suotimet vakiona ja mahtava dynamiikka. Ja ostaessasi 781:n tai 761:n Sinun ei tarvitse sijoittaa lisälaitteisiin: molemmissa on vakiona sisäänrakennettu tehollähde, automaattinen, erittäin nopea antenninsovitin, automaattivain ja kaikki lähetelajit.**

**IC-761 on raskaan sarjan mestari, jossa on kaikki tarvittavat säädöt tosi heikon signaalin kaivamiseksi esiin vaikeissa olosuhteissa. IC-781 on de luxe -malli, jossa on mm. kuvaputkinäyttö joka toimii myös monitoriskooppina. Lisäksi molempia VFO:ita voidaan kuunnella yhtä aikaa, balanssi säädettävissä. Molemmissa radioissa on erittäin nopea täysbreikki (QSK) ja 500 Hz CW-suodin vakiona! Kysy lisää ja pyydä esite!**

**TVA**  
**TELEVISIOAPU OY**

HELSINGINKATU 30  
00530 HELSINKI  
puh. 90-730 970  
ma-pe klo 10-17

Lähettäjä:  
RATS r.y.  
PL 88  
02151 ESPOO

2

## RATS Hallitus 1988

PJ Timo Knuutila, OH1QC (90) 803 1198 (k)  
(90) 451 2463 (t)  
VPJ Paavo Kotilainen, OH2SN (90) 425 636 (k)  
SIHT Mikko Voipio, OH2BJU (90) 550 429 (k)  
(90) 427 632 (t)  
TALH Markku Toijala, OH2BQZ (90) 418 462 (k)  
(90) 451 2463 (t)

USA:n kirjeenvaihto Mauri Niininen, OH2BRW

## Toimihenkilöt

Päätöimitäjä Erkki Heikkinen, OH2BBF  
Puh. (91 1) 84 411, Fax (91 1) 81 890, Tx 19100970=vdx sf  
Myrskytie 3, 10900 HANKO  
Laitteistovastaava Harri Hautala, OH2AVQ  
(90) 805 4233 (k)

Ohjelmapankki Jari Salminen, OH2BYQ  
(90) 468 2714 (k) (90) 451 2471 (t)