

Mittausraportti OH3NJC

Hertsien Herruus –taajuusmittauskilpailu

27.9.2008

Mitattu taajuus:	3665.137330 kHz
-------------------------	------------------------

Mittausaika: alkaen 13:44 SA, kesto 6120 / 5669 s (menetelmästä riippuen)
Kilpailuluokka: Kalibroijat

Virhearvio: +/- 0.00005 kHz = +/- 50 mHz, koostuen

- Ionosfääri n. 50 mHz
- Mittausjärjestelmä: <2 mHz
- Taajuusstandardi: <0.04 mHz

Ilmoitetussa taajuudessa on siis ”liikaa numeroita”, mutta kyseessä on leikkimielinen kilpailu eikä oikea tieteellinen raportti...

Mittauspaikka: N 61 deg 39 min, E 23 deg 15 min

Mittauslaitteisto:

Antenni:

Puoliaaltodipoli keskimäärin 4m maasta.

Vastaanotin:

RF-Space SDR-IQ ”direct sampling receiver” modifioituna ulkoiselle kellosignaaliille.

<http://www.rfspace.com/SDR-IQ.html>

Kellogeneraattori SDR-IQ:lle:

HP 8657B, 66.666666 MHz, lukittuna ulkoiseen taajuusstandardiin

Marker-generaattori:

HP 8657B, 3.665140 MHz, lukittuna ulkoiseen taajuusstandardiin. Signaali säteiltiin sovittamattomalla alle puolen metrin piiska-antennilla ja taso vastaanottimessa oli noin -70 dBm.

Taajuuslaskin marker-generaattorin seurantaan:

HP 53181A, lukittuna ulkoiseen taajuusstandardiin. Generaattorin ja taajuuslaskimen yksimielisyys taajuudesta oli 1 sekunnin gate-ajalla kymmenkunta numeroa ja 10 sekunnin gate-ajalla noin yksitoista numeroa.

Taajuusstandardi:

HP 58503A, GPS-lukittu, kaksoisuunitettu tarkkuuskideoskillaattori (DOCXO). Lukittuna suhteellinen stabiilisuus parempi kuin $1E-11$. (Verrattu työpaikalla kolmeen erilaiseen GPS-”kuritettuun” taajuusstandardiin)

Varsinaisen mittausmenetelmän kuvaus

SDR-IQ:lla tehtiin 13:44 SA alkava näytenopeudeltaan 16276 /s ja pituudeltaan 10001792 näytettä pitkä tallenne. Tallenteen pituus oli siis noin 6144 sekuntia.

Tallennuksen aikana SDR-IQ:n ohjaukseen ja signaalin monitorointiin käytettiin SpectraVue-ohjelmistoa versio 2.31.

<http://www.moetronix.com/spectravue.htm>

Taajuusstandardin lukitusvaloa tarkkailtiin myös säännöllisesti.

Jälkikäsittelemällä tehdyn analyysin aluksi hankittiin signaaliin nopea näppituntuma ajamalla koko tallenne SpectraVue:n vesiputousspektrinäytölle (kuva myöhempanä).

Välittömästi oli selvää, että ionosfäärin vaikutuksesta tarkkuus ei tulisi olemaan merkittävästi parempi kuin 50...100 mHz.

Tallennetta analysoitiin tarkemmin SciLab-ohjelmistolla versio 4.1.2. SciLab on Matlab:sta voimakkaasti vaikutteita saanut ilmainen tieteellisen laskennan ohjelmisto.

<http://www.scilab.org/>

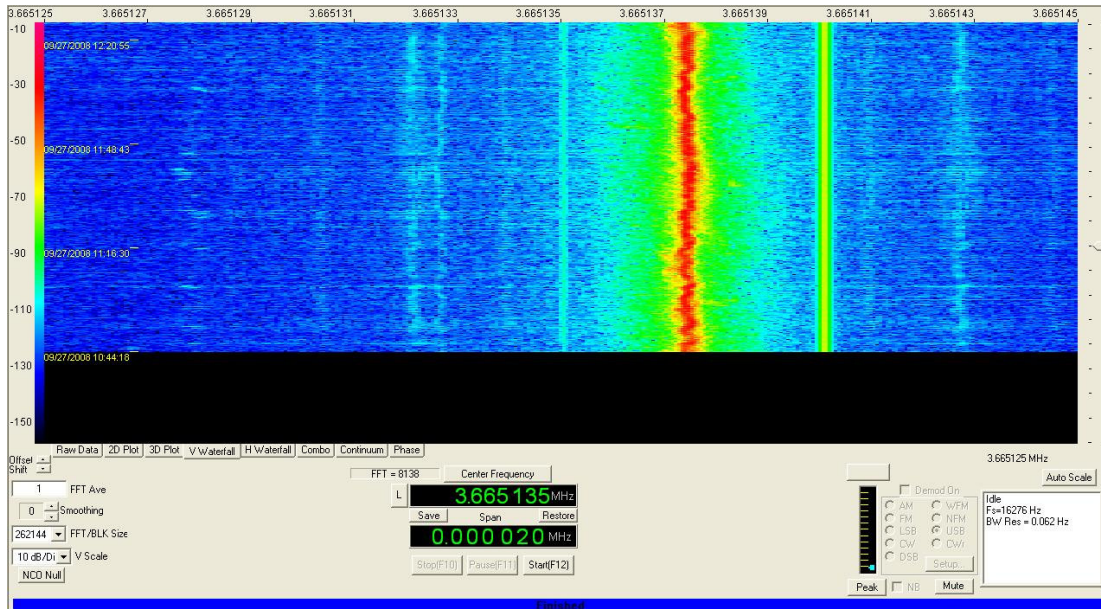
SciLab-analyysi vahvisti myös jo SpectraVue-analyysin pohjalta aavistellun ominaisuuden SDR-IQ:ssa; katkaisuvirheistä tai muusta äärellisestä resoluutiosta johtuen lopullisella IF-taajuudella näkyy pieniä siirroksia. Marker-generaattorille mitattu siirtymä +60 mHz on korjattu kaikkiin esitettyihin SciLab-pohjaisiin mittaustuloksiin. (Eri keskitajuuksilla siirtymä voi olla erilainen.)

SciLabilla laskettiin keskiarvoistetut tehospektrit 1 M ja 8 M FFT-pituuksilla. Keskiarvotuksessa oli 95 ja 11 spektriä, vastaavasti. FFT-tulokset esitellään myöhemmin.

Vain 11 tehospektristä keskiarvotettu tulos 8 M FFT-pituudella tuottaa tulkintavaikeuksia. Zoomatussa kuvassa (myöhemmin) nähdään joko useita todellisia spektripiikkejä tai sitten vain kohinaa. Todennäköisesti on sattumaa, että korkein piikki on täsmälleen samassa paikassa kuin 95 kertaa keskiarvotetulla 1 M FFT-pituuteen perustuvalla tehospektrillä.

SpectraVue ”vesiputouskuva” eli spectrogrammi

Kiemurainen signaali n. 3665137 Hz: vastaanotettu kilpailusignaali
Suoraviivainen signaali n. 3665140 Hz: oma generaattori

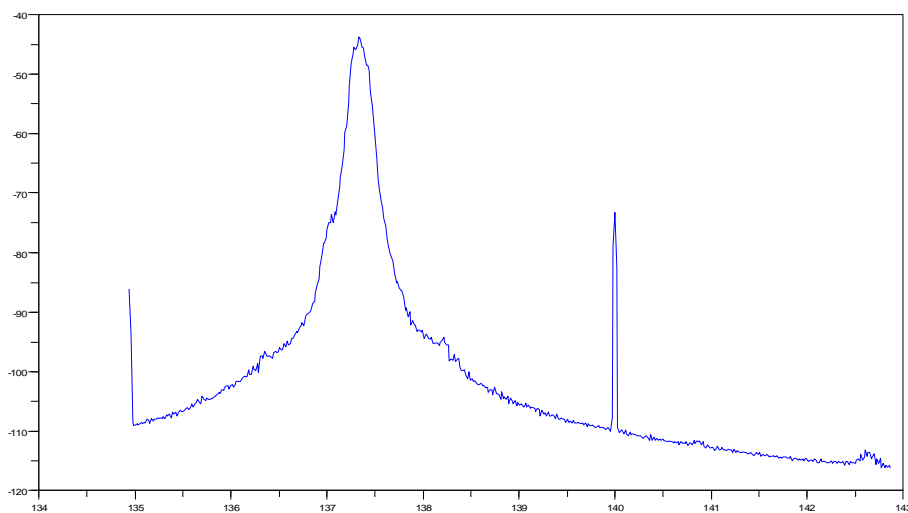


FFT 1M

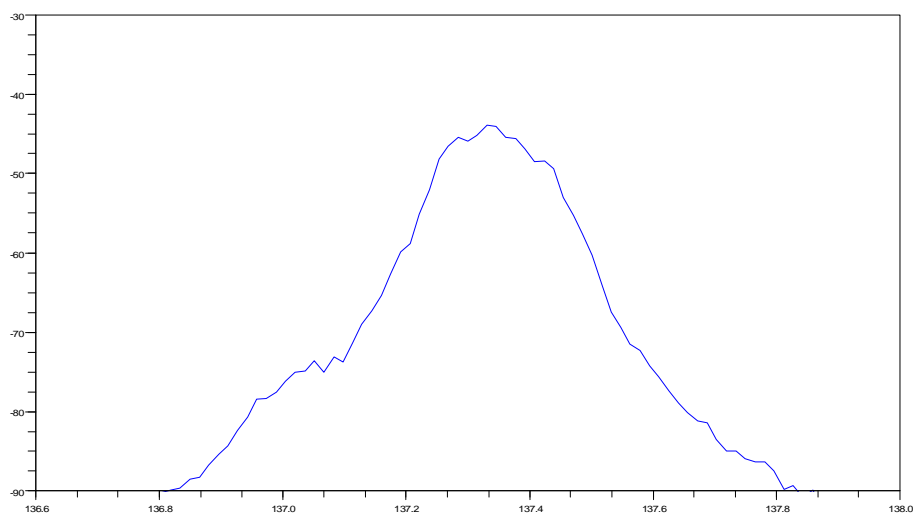
Number of non-coherent sums = 95
Detected frequency = 3665137.3304 Hz
FFT size = 2 to 20 = 1048576
Sample rate = 16276 sps
Coherent integration time = 64.42 s
Frequency resolution = 0.0155 Hz
Non-Coherent integration time = 6120.3 s

Plottaukset zoomattu ja vain hertsit näkyvissä sotkun vähentämiseksi

Piikki noin 3665135 Hz:lla on syntynyt vastaanottimen epäbalanssien seurauksena (lopullisessa IF:ssä 0 Hz, nyt siirtyneenä kohtaan nominaali "zero beat" 3665135 Hz + marker-generaattorista päätelty korjaus 60 mHz.



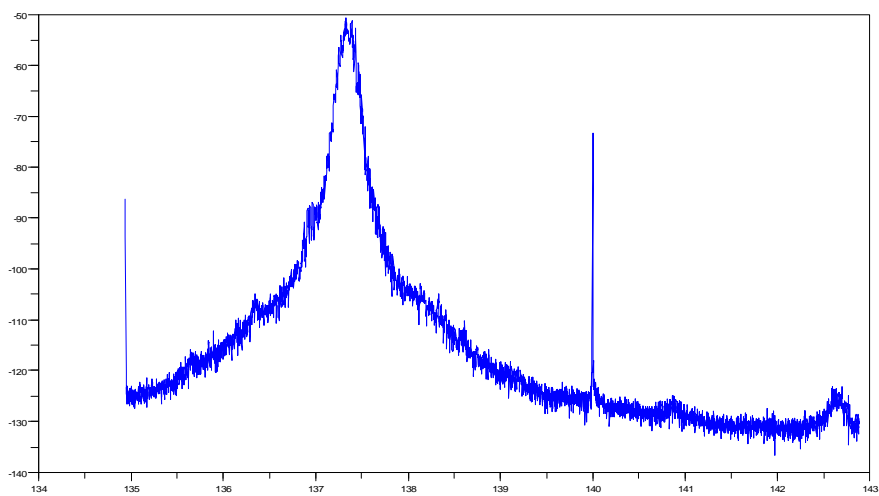
FFT 1M zoomattuna signaalin huippuun



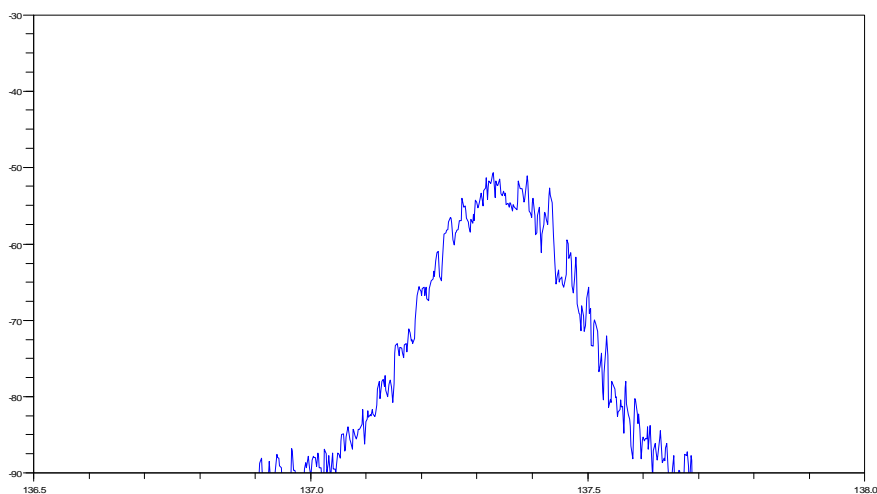
FFT 8 M

Number of non-coherent sums = 11
Detected frequency = 3665137.3304 Hz
FFT size = 2 to 23 = 8388608
Sample rate = 16276 sps
Coherent integration time = 515.40 s
Frequency resolution = 0.0019 Hz
Non-Coherent integration time = 5669.4 s

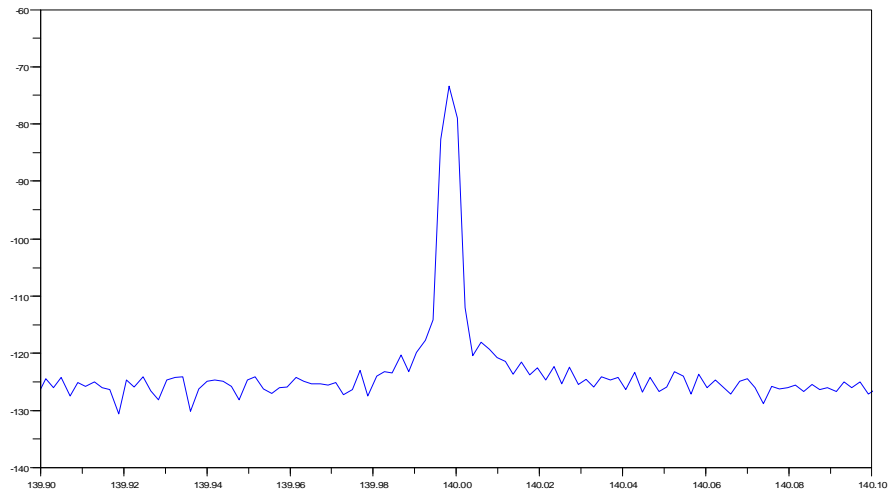
Plottaukset zoomattu ja vain hertsit näkyvissä sotkun vähentämiseksi



FFT 8 M zoomattuna signaalin huippuun



FFT 8 M Plottaus zoomattuna omaan marker-generaattoriin 3665140 Hz



SciLab-scripti:

```
// Display mode
mode(0);
// Display warning for floating point exception
ieee(1);

stacksize(2^26)

close

clear

K = 23;
N = 2^K; // FFT size
M = 2^(K-11); // "Zoom" size

filename = "c:\\hertsienherruus\\sdr-iq-rec_080927_104402.wav";

[samples, Fs] = wavread(filename, 'size');

rmax = int(samples(2)/N); // number of max averaging runs

//rmax = 3; //degub

printf("-----\n");
printf("Number of non-coherent sums = %d\n", int(rmax));

clear w;
w = window('hm',N);

// Power of the window = power gain for noise.
Pw = sum(w .* w)/N;

// Window coherent "voltage" gain
Cgw = sum(w)/N;

// Window noise bandwidth
nbw = Pw/(Cgw^2);

//m = zeros(1,N); test signal

//for n=1:N
// m(n) = 0.0003 * exp(%i * 5 * 2 * %pi * n / Fs); // test signal
//end

P = zeros(1,M);

for r = 1:rmax

[stereo,Fs,N_bits] = wavread(filename, [(r-1)*N+1, (r)*N+1]);

s = stereo(1,1:N)+%i*stereo(2,1:N);
clear stereo;

s = s; //+m;

pwr=0; // for calibrating power in dBm when needed

S = (fft(s .*w)/N)/Cgw; //spectrum corrected with N and window gain

SZ = S(1:M); // only M bins starting from zero frequency taken

clear s;
clear S;

P = P + SZ .*conj(SZ); // power spectrum

//subplot(rmax, 1, r); //degub

clf
```



```
plot(((0:(M-1))/N)*Fs+135.0-0.06,10*log10(P(1:M)/r)-pwr);  
  
end  
  
[m,i]=max(abs(P));  
  
// nominal zero beat and marker generator based correction included  
detected = (i-1) * Fs / N + 3665135 - 0.06;  
  
coherent = N / Fs;  
resolution = 1 / coherent;  
noncoherent = rmax * coherent;  
noncoh_minutes = noncoherent / 60;  
  
printf("Detected frequency = %15.4f Hz\n",detected);  
printf("FFT size = 2 to %d = %10d\n",K, N);  
printf("Sample rate = %7d sps\n", Fs);  
printf("Coherent integration time = %8.2f s\n",coherent);  
printf("Frequency resolution = %8.4f Hz\n", resolution);  
  
printf("Non-Coherent integration time = %6.1f s\n",noncoherent);
```