

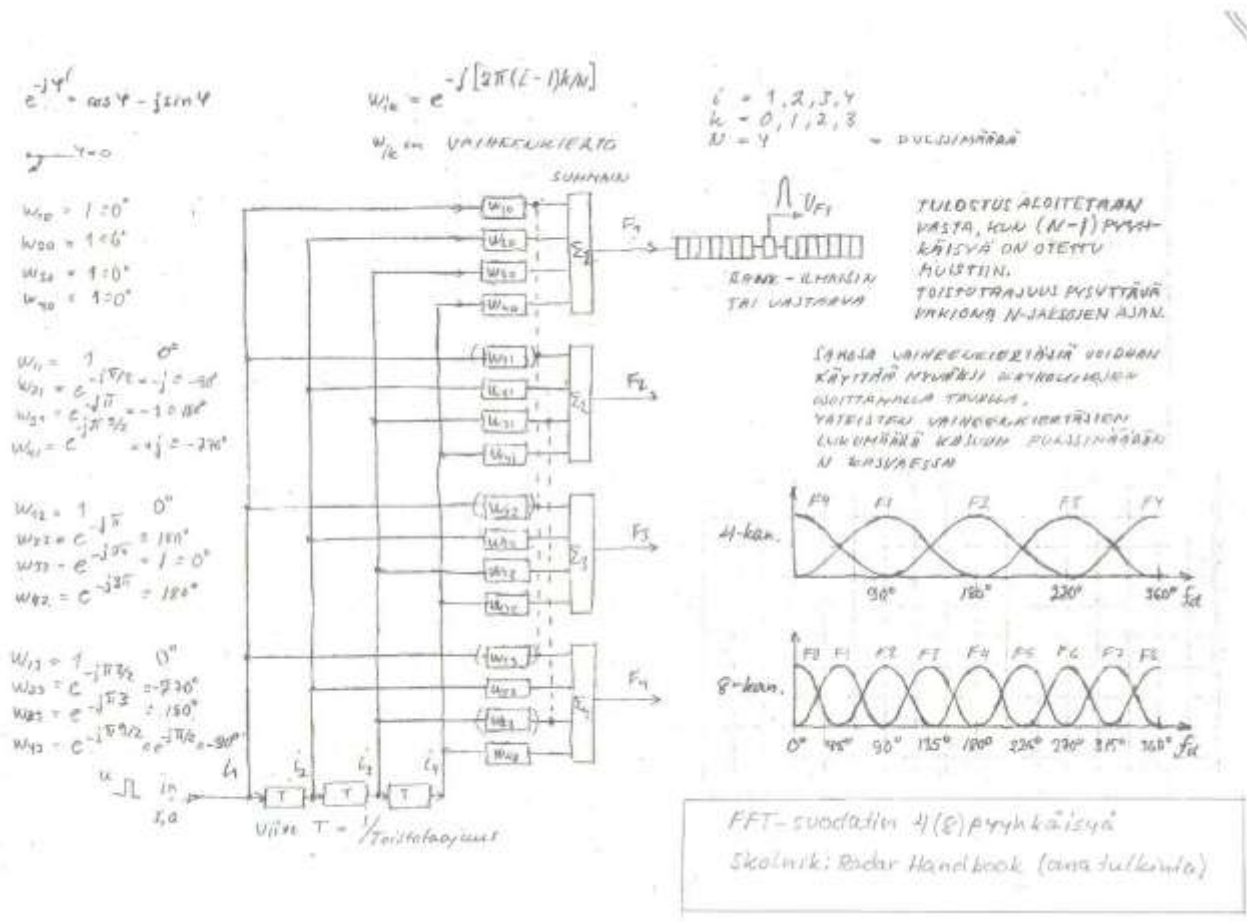
FT-suodatin (Fourier Transform) on nopeussuodatin tuulen liikuttaman sateen ja silpun kaiun poistamiseksi - mikroprosessorilla toteutettuna FFT-suodatin (Fast Fourierien Transform).

(Fast-sana on harhaanjohtava, kun sillä tarkoitetaan vain laskenta-algoritmin "sievennystä" termejä vähentämällä tarkkuuden yhtään kärsimättä.)

Laitoin tähän piirtämäni kuvan kirjassa Merrill Skolnik: Radar Handbook muutamalla sanalla kuvattuna FT-suodattimesta (ei kuvaa). (Vain lyijykynäpiirros valitettavasti.)

Kuvaus on tulkintani esimerkisuodattimen toiminnasta muistiinpanoistani pääteltynä, ja voi poiketa kirjan esityksestä. Minulla ei ole tuota kirjaa, etten voi varmentaa tietoja.

Esimerkki on 4-kanavaisesta FT-suodattimesta, mutta käytössä on käsittääkseen vain 8-kanavaisia.



Liikkuva sade ja silppu voidaan FT-suodattimella sammuttaa vastaavalla periaatteella kuin MTI sammuttaa kiintomaalit. Verrataan liikkuvan sateen tai silpun kaikua peräkkäisten toistotaajuuksien pituisten viiveiden ketjussa (3 viivelinjaa) viivästettyihin aikaisempien toistojaksojen kaikkiin. 8-kanavaisessa suodattimessa pitää olla 7 viivelinjaa.

Kohteen nopeuden aiheuttama doppler-taajuuden muutos kaiun vaiheessa voi olla maksimissaan 360°. Viivästetyt kaiut ja suoraan tuleva kaiku syötetään FT-suodatinmatriisiin, jossa kaikujen vaiheita kierretään neljässä vaihesiirtimessä 90° asteen välein (8-kanavaisessa 45° asteen välein),

koska kaiun vaihe siirtyy kohteen liikkeen suunnasta riippuen jokaisella toistojaksolla eteenpäin tai taaksepäin. Jos tuota siirtoa ei tehtäisi, vain liikkumattoman kohteen viivästetyllä ja suoraan tulevalla kaiulla olisi sama vaihe, (vrt MTI). Nyt jossakin  $90^\circ$  ( $45^\circ$ ) kerrannaiselle sattuvassa kanavassa kaikujen vaihe sattuu likimain samaksi, ja summaajaan (sammuttimeen) syötettynä vastakkaisvaiheisina kaiku sammuu riittävän heikoksi. Jos kohde lähestyy vaikka  $\approx 90^\circ$  vaihe-erolla, se sammuu  $90^\circ$  asteen kanavassa, mutta jos se loittonee  $\approx 90^\circ$  vaihe-erolla, se sammuu  $270^\circ$  kanavassa.

Summaajassa on parillinen määrä tuloja, ja signaaleista puolet tulee suoraan ja toinen puoli vaihe käännettynä  $180^\circ$ , jotta sammutus tapahtuu tasapainossa.

Toistotaajuus pitää pysyä vakiona riittävän monen pyyhkäisyn ajan ("burstin" ajan) - riittäneekö 4, jos 3 viivelinjaa? Sokeille nopeuksille osuvat kaiut saadaan näkyviin burstin vaihtuessa.

Peräkkäisten pyyhkäisyjen häirtämaalien kaikusignaalit nopeutensa perusteella samavaiheisina siis valikoituvat yhteen tai kahteen 4:stä (8:sta) kanavasta (ks sammutuskäyrä\*), jossa ne sammutetaan, mutta samoissa kanavissa lentokonekaiut erivaiheisina eivät sammu (vrt MTI), vaan ilmaistaan kanavakohtaisissa CFAR-ilmaisimessa. Jos kaksi maalikaikua ilmaistuu, valitaanko vain suurempi jatkoprosessiin, vai summataanko kaiut? Jos ne summataan, S/N suhde heikkenee, koska heikommalla kaiulla S/N on huonompi.

\* Sammutuskäyrän alakaarien leveys kuvaa sammutuksen tehoa – mitä useampi signaalin viivästys, sitä leveämpi sammutettu dopplertaajuuskaista. (Kuvan käyrä on vain periaatteellinen, poikkeaa käytännön laitteesta.)

Muissa kanavissa sade- ja silppukaiut erivaiheisina eivät sammu, mutta kunkin kanavan CFAR ilmaisimien ei niitä liian pitkinä tasalattvaisina kaikuina ilmaise. (Jossakin toisessa nopeuskanavassa lekokaikukin sammuu vaiheesta riippuen, mutta sillä ei ole merkitystä, kun se ilmaistaan sade/silppu sammutuskanavassa).

FFT-8 suodatinta käytettäessä alakulmilla, kiintomaaleja ei epähomogeenisuuden vuoksi kannata FFT-suodattaa, vaan ne poistetaan MTI-suodattimella. Tästä syystä FFT-suodattimen ala- ja yläpäästä jätetään vastaava alue käyttämättä (alapäässä kohti ja yläpäässä pois päin tapahtuva liike). Suodattimen alin ja ylin kanava jätetään siis käyttämättä, ja koko suodatinkaista siirretään  $2\pi/16$  kulman ( $22,5^\circ$ ) verran ylöspäin, jolloin ala- ja yläpäästä jää yhtä suuret kaistat MTI:n hoidettavaksi.