

CW

II osa

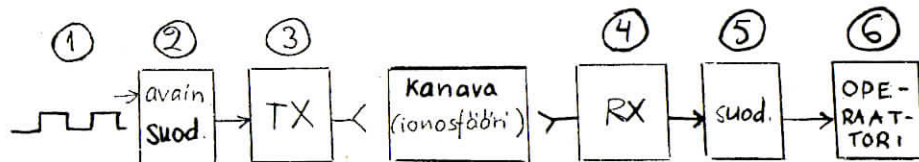
Kuten edellisessä osassa todettiin, lähetyspuoli voidaan nykyisellä tekniikalla automatisoida esimerkiksi niin pitkälle, että kirjoituskoneen käyttötaitoinen henkilö pystyy lähettämään moitteetonta CW:ta tuntematta yhtään morsemerkkiä. Myös CW-vastaanottoon on kehitetty laitteistoja, jopa toimiviakin. Niiden vikana vain on, kuten arvata saattaa, etteivät ne valitettavasti häiriötilanteessa pysty korvaamaan hyvää CW-operaattoria, kuinka hyviä ja vaihelukittuja ovatkin. Lopulta operaattorin korvasta löytyvät adaptiiviset suodattimet ovat niin hyvät, ettei niiden korvaaminen ole onnistunut. Tutkimme nyt hieman eräitä CW-vastaanottoon vaikuttavia kysymyksiä.

Kuvassa 1 on esitetty mm. amatöörien CW-signaalin siirtoon käyttämä systeemi lohkokaaviona.

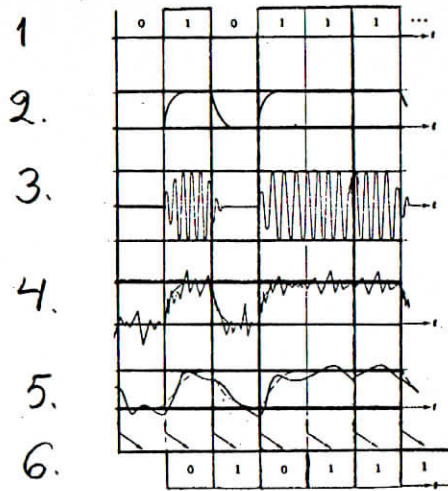
Edellisessä osassa huomasimme lähettimen avainosuutimella olevan ratkaiseva vaikutus signaalin muotoon. Vastaanottoapuolella meidän on näistä vajavaisista ja usein toistensa häiritsemistä signaaleista pyrittävä erottamaan haluttu signaali ja saamaan selville sen sisältämä informaatio. Vastaanottajan on kuuleman perusteella tehtävä päätös, onko lähetetty signaali 1 vai 0 kullakin hetkellä, ts. onko kantoaaltoa vai ei. Vastaanoton (ja siis koko systeemin) optimi saavutetaan kun vastaanottajan tekemien oikeiden päätösten lukumäärä on mahdollisimman suuri. Tämä tietää sitä, että vastaanotin on suunniteltava pitäen silmällä mahdollisimman hyvää sovitusta ihmiskorvalle ja ihmiselle.

Kuvassa 2 on esitetty signaalin kulkua edellä esitetyn systeemin läpi.

1. Digitaalinen sanoma (sähkötyömerkki A) eli avaimen toiminta. 2. Suodattimen vaikutus eli anodivirran käyrämuoto. 3.



Kuva 1.

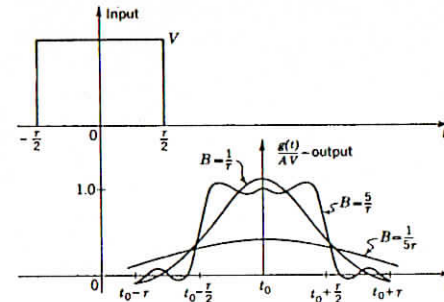


Kuva 2.

Lähettimen ulostulo (RF). 4. Kohinaluonteisen häiriön vaikutus signaaliin (demodulaattorin suodattamaton ulostulo). 5. Vastaanottimen suodattimen vaikutus. 6. Viiveen vaikutus ja vastaanottajan sama sanoma. Vertaa kuvaaan 1.

Huomataan, että kun kohinan voimakkuus vastaanotettavaan signaaliin verrattuna kasvaa tarpeeksi, signaali ikään kuin peittyi kohinaan. Kohdassa 5 on signaalia suodatettu suhteellisen kapealla suodattimella. Tällöin kohina kyllä häviää tehokkaasti, mutta signaalin vääristymisen kustannuksella. Kaikissa sähköisissä systeemeissä on viivettä, kuvassa viiveen vaikutus kohdassa 6. Tässä tapauksessa siis vasta-aseman operaattori näyttää saavan lähetetyn A-kirjaimen oikein ylös.

Nyt kuitenkin kohina aiheuttaa suurimmat pulmat UHF- ja VHF-alueilla, mitä siellä on tehtävä, on toinen juttu. Sen sijaan HF-alueilla suurimmat häiriöt aiheuttavat lähinnä impulssiluonteiset, alueesta riippuen commersiaaliasemien ja toisten amatöörien aiheuttamat häiriöt. Tämä nimenomaan CW:lla. Samoin joissain tapauksissa, esim. 40 m:llä BC-asemien kantoaalto ja AM-häiriöt.



Kuva 3a

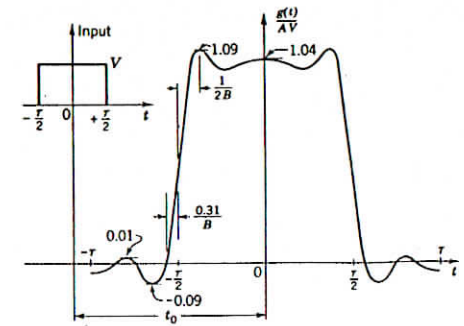
Suodattimet

Nimenomaan CW-vastaanotossa on pyrittävä kussakin tilanteessa löytämään suodattimelle optimi a) käyrämuoto/jyrkkyys b) kaistaleveys, sekä korvan kannalta ajatellen paras beatäänen korkeus.

Jyrkällä filterillä pystytään lähijaksoilla olevien asemien aiheuttamat häiriöt luonnollisesti vaimentamaan voimakkaasti. Jyrkkyys ja vaihelineaarisuus ovat kuitenkin ristiriidassa keskenään, toisin sanoen jyrkkä suodatin aiheuttaa suuren vaihevääristymän. Korvan on todettu olevan suhteellisen epäherkkä vaiheen muutoksille ja tästä on päätelty, että CW:lla voitaisiin käyttää hyvinkin jyrkkiä suodattimia. Erään tutkimuksen mukaan kuitenkin impulssiluonteisilla häiriöillä korva suoritaa lähinnä aika-, eikä taajuusalueanalyysin. Toisin sanoen valitessamme CW-optimisuodatinta meidän on kiinnitettävä huomiota suodattimien aika-alueanalyysiin.

Tarkastellessamme suodattimia esim. vastaanottimessa, tarkastelemme kaistanpäästösuoatinta esim. vilitaajuuden ympäristössä. Voidaan kuitenkin osoittaa teoreettisesti, että kaistanpäästösuoatimien siirtofunktio voidaan siirtää 0-taajuuden ympäristöön, jolloin riittää ekvivalentin alipäästösuoatimien tarkastelu.

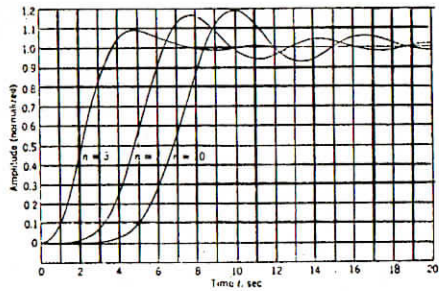
Edellisessä osassa on esitetty ideaalisen alipäästösuoatimien taajuusvaste. Sillä lähtien ulostulo päästöalueen ulkopuolella on = 0. Yritämme seuraavassa muutamien esimerkkien avulla tutkia suodattimien CW-vastaanottoon liittyviä ominaisuuksia. Seuraavassa kuvassa (3a) esitetään kolmen eri kaistaleveyden alipäästösuoatimien ulostulot aika-alueessa, kun sisäänmenona on sakarapulssi. Kaistaleveydet ovat 1. $B = 1/5T$ ($B \ll 1/T$), 2. $B = 1/T$, 3. $B = 5/2T$ ($B \gg 1/T$). (Kuvat 3a ja 3b viitteestä /1/)



Kuva 3b

Voimme tehdä kuvasta muutamia yleisiä havaintoja. 1. $B \ll 1/T$, kun suodattimen kaistaleveys on huomattavasti pulssin pituuden käänteisarvoa pienempi, ulostulo on huomattavasti sisäänmenoa leveämpi lattana, sisäänmenon suuresti vääristynyt versio. 2. $B = 1/T$, tällöin ulostulo jo on pulssimuotoinen, pituus suunnilleen T, mutta muoto vielä kaukana sisäänmenon muodosta. CW:n laatu tällaisenkaan suodattimen läpi kuunneltuna ei ole miellyttävä. 3. $B \gg 1/T$. Ulostulo lähenee sisäänmenon muotoa ja on myös kutakuinkin saman mittainen. Jos halutaan saada CW-merkki suhteellisen vääristymättömänä suodattimen läpi, kaistaleveyden on oltava ainakin useita kertoja suurempi kuin pisteen pituuden käänteisarvo, eli edellisessä osassa laskettu minimikaistaleveys. Itse asiassa, suodattimen nousuaika vaikuttaa tähän asiaan.

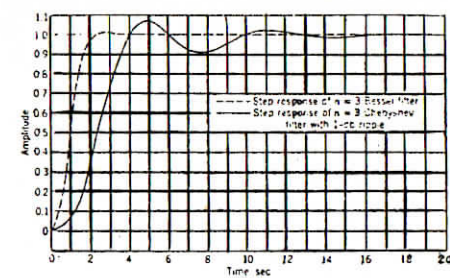
Kuvassa 3b on tämä tapaus esitetty tarkemmin. On hyvä muistaa peukalosääntö: Nousuaika on käänteisesti verrannollinen suodattimen kaistaleveyteen. Huomaamme tästä kuvasta miksi tällaista suodatinta kutsutaan ideaaliseksi: ulostulo saavuttaa nolasta eroavan arvon ennen kuin sisäänmenopulssi on olemassa-kaan, suodatin ennustaa signaalin tulon. Tämä ei ole mahdollista, eikä tällaista suodatinta voida toteuttaa, mutta sen ominaisuuksia voidaan käytännössä eri toteutuksilla lähestyä. Edelleen huomaamme että signaali nousee yli loppuarvonsa, tapahtuu ylitystä, ulostulo värähtelee vai-menevin värähtelyin. Tämä ilmiö, ylitys, on ominaista amplitudikäyrältään jyrkille suodattimille. Seuraavissa kuvissa esitetään Butterworth-suodattimen askeveste kertaluvuilla 3,7 ja 10 sekä jyrkän Chebyshev ja vaihelineaarisen Besselin suodattimien askelevasteet kertaluvulla 3. (Kuvat 4 ja 5)



Kuva 4.

Jyrkkyyden kasvaessa ja vaihekäyrän vääristyessä on tästä aika-alueesta seurauksena ylityksen ja viiveen kasvaminen. Tämän kuulemma CW-vastaanotossa ikävänä soimis- eli ringring-ilmionä. Jos vielä oletamme tähän kaikuvan W6-kelin, ei OSOja taida oikein syntyä. Samoin esim. kilpailussa kovassa pile-upissa ei liian jyrkkä suodatin ole hyvä. Tällöin vaihelineaarinen Bessel-suodatin on paikallaan. Samoin LC-piireillä erotusvahvistinten avulla aikaansaatava suodatin, joka lähenee Gaussin käyrän mukaista taajuusvastetta, on käytännössäkin todettu hyväksi CW-suotiksi. Seuraavassa kuvassa esitetään erään tunnetun tällä periaatteella toteutetun vastaanottimen selektiivisyyskäyrät eri kaistaleveyksillä. Kuva 6.

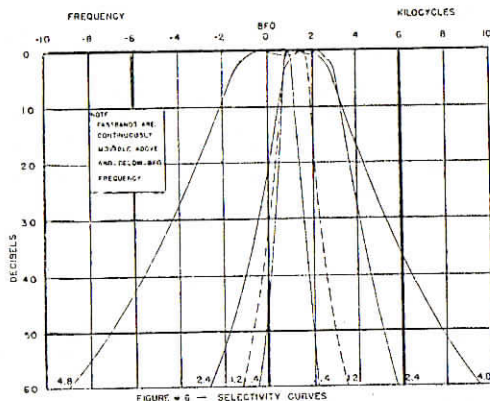
Filtterin kapeuteen vaikuttaa oleellisesti käyttötilanne. Hyvinkin nopea CW:han mahtuu alle 50 Hz:n suodattimesta teoriassa. Käytännössä operaattorit eivät kuitenkaan pidä kovin kapeista suodattimista. Toisaalta useissa kaupallisissa transceive-



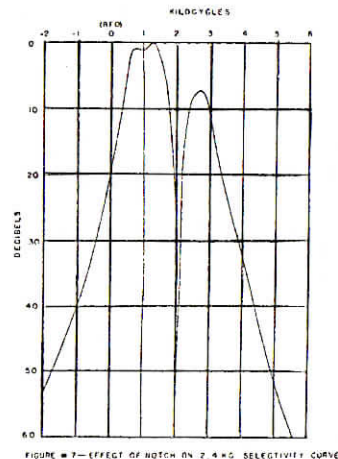
Kuva 5.

reissä on pelkästään 2,1 kHz:n suodatin. Jokainen, joka on sellaisella kuunnellut CW:ta tietää, onko se sopiva. Kapea kaistaleveys on ylläkin hyvä joihin tiettyä heikkoa asemaa luottaessa. Kuitenkin esim. kilpailussa, jolloin on kuultava myös hieman sivuilta liian kapea suodatin on haitaksi. On tehty tutkimus optimikaistaleveyden löytämiseksi, kun häiriöt ovat impulssiluonteisia /6/. Tuloksena oli, että 400 Hz kapeampi suodatin ei impulssiluonteisten häiriöiden vaikuttaessa tuottanut sitä parempaa tulosta, 800 Hz oli jopa joissain tapauksissa parempi. Sen sijaan kohinaluonteisilla häiriöillä kaistaleveyden kaventaminen noin 200 Hz:iin auttoi. Sen, että impulssiluonteisilla häiriöillä korva tekee aika-alueanalyysin, katsotaan selittävän optimikaistaleveyksien eron näissä kahdessa tapauksessa.

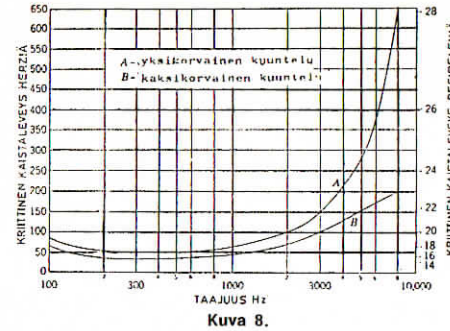
Ns. notch suodattimella aiheutetaan tarvittaessa vahvistuskäyrään, siis häiritsevä kantoaalto pystytään vaimentamaan. Kuva 7.



Kuva 6.



Kuva 7.



Kuva 8.

Seuraavassa kuvassa (8) viite /7/ on esitetty korvan absoluuttinen taajuuksien erottelukyky yhdelle ja kahdelle korvalle. Huomataan, että se on parhaimmillaan noin 300 Hz:n paikkeilla. Tässä selitys miksi monet hyvät CW-operaattorit käyttävät suhteellisen matalaa beat-ääntä. Optimitaajuudella 300 Hz on erotustarkkuus tuossa käyrässä noin 30 Hz, siinäkin lienee yksilöllisiä eroja. Toisaalta liian matalaakaan beat-ääntä ei aina kannata kuunnella, sillä myös vasta-asemien käyttämät beat-äänien korkeudet vaihtelevat muutamia satoja Hertzejä, jolloin esim. kilpailun tiimellyksessä voi menettää asemia nolabeatin toiselle puolen. Mainittakoon vielä, että äänen korkeuden absoluuttinen muutos, jonka korva vielä tajuaa, on 125–2 000 Hz alueella noin 3 Hz, joten paljon ei verkkojännitteen lineaarista käytössä tarvitsen notkia, kun vasta-aseman operaattori kuulemansa chirpin perusteella voi päätellä kyseisen amatöörin sähköverkon jännitteenalennuksen suuruuden.

Yhteenveto

Alussa huomasimme CW:n olevan tehokas lähetyksimuoto digitaalisen luonteensa takia, tehokkaampi kuin esim. SSB. Digitaalisen luonteensa takia se on myös moderni lähetyksimuoto. Tutkimalla CW:n kaistaleveyden määräävää pistemerkkiä huomasimme, että kaistaleveys on suoraan verrannollinen sähkötysnopeuteen, eli mitä lyhyempi merkki, sen leveämmän kaistan se vaatii. Taajuuskäyttäjymisen saamme Fourier-muunnoksella. Huomasimme, että hyvin nopeakin CW mahtuu teoriassa alle 50 Hz:n kaistasta. Edelleen tutkimme avainnuksen vaikutusta. Tarkemmin esitimme suositun grid-block avainnuksen. – Vastaanotossa tarkastelimme signaalien kulkua systeemin läpi. Huomasimme hyvän operaattorin tärkeyden. Tutkimme HF-alueille tyypillistä tapausta, jol-

loin häiriöt ovat impulssiluonteisia. Huomasimme jyrkkien suodattimien aiheuttavan ikävän soimisilmion. Kaistaleveyttä ei kyseisissä häiriöolosuhteissa näytä kannattavan kaventaa alle 400 Hz, 1,2 kHz:kin on vielä useissa tapauksissa hyvä kaistaleveys, koska CW:n muoto sen läpi kuunneltuna on hyvä. Huomasimme, että korvan erotustarkkuuden kannalta paras beat-ääni on noin 300 Hz, joskaan käyrä ei ole kovin jyrkkä.

Olen vähän yrittänyt selvittää CW:n, erään modulointitavan perusteita, lisää tietoa on ainakin seuraavissa

LÄHTEET

- (1) Schwartz, Mischa: Information, Transmission, Modulation, and Noise.
- (2) W9WNV, Miller, Don: The Amateur Radio DX Handbook.
- (3) W3AFM, Rockwell, Paul: Station Design for DX, QST Dec 1966.
- (4) W1DF, Grammer, George: Low Level Blocked Grid Keying QST Nov. 1966.
- (5) OH8OS, Lehto, Simo: Lineaarinen Invarianttisuodatus, luennot, Oulun Yliopisto 1972.
- (6) Carpenter, A: The Reception of Morse Code through narrow filters, Royal Naval Personnel Research Committee, 1970.
- (7) Lampio, Eero: Sähköakustiikka, moniste, TKY.



OH8OSUF qrv.

OH8OSUF

QRV: 1–8. elokuuta. QTH: OH0-maa FÖGLÖn kunta.

Tunnus OH8OSUF myönnettiin partiolaisen merileirilille SATAHANKA IV:lle. Asema kuului osana viestikoulutukseen ja kaikki leiriläiset yht. n. 500 vierailivat asemalla leirin aikana. Leiriläiset oli jaettu ryhmiin ja joka päivä oli koulutuksessa pari ryhmää. Asema oli sijoitettu suureen teltaan, jossa ryhmille selostettiin mm. Mitä radioamatööri toiminta on? Kuka voi tulla radioamatööriksi? Millaisia yhteyksiä voidaan saada? ym. Lopuksi pidettiin näytösyhteys ja leiriläiset saivat kysellä toiminnastamme. Jokainen asemalla käynyt sai leiriä varten painetun OSL-kortin.

Kiitos pidetyistä OSO:ista ja kaikesta avusta. Tapaamiin kenties Jamboree-on-the-air:ssa OH1SUF:iltä 20–21. lokakuuta.

OH1JP