

5. ÄÄNENMUOKKAUS

5.1 Yleistä

Äänenmuokkauslaitteet voidaan toimintaperiaatteidensa mukaan jakaa ryhmiin seuraavasti:

- Signaalin taajuussisältöön vaikuttavat laitteet, kuten taajuuskorjaimet ja suodattimet
- Ohjelmamateriaalin voimakkuussuhteisiin vaikuttavat laitteet, kuten kompressorit, limiterit, ekspanderit, kohinaportit yms.
- Signaalin viivästämiseen perustuvat laitteet, kuten viiveet, kaiut, taajuudenmuuttajat yms.

Ajateltavissa olisi myös laitteiden jakaminen ryhmiin sen mukaan, onko niiden vaikutus tarkoitettu kuultavaksi vai ei, eli onko laite tarkoitettu muun äänijärjestelmän virheiden korjaukseen vai "soundin tekemiseen". Nykyaikaiset laitteet ovat kuitenkin niin monipuolisia, että jakaminen on vaikeaa.

Eri ryhmien toimintoja yhdistetään usein samaan laitteeseen. Tulevaisuus näyttääkin siltä, että alan liikkeestä ei enää osteta "limittereitä" tai "kaikulaitteita", vaan ainoastaan erilaisia "äänenkäsittelylaitteita" ja "efektiprosessoreita".

Sähköisten soittimien maailmaan viime vuosina tullut mullistava uutuuus, MIDI (Musical Instrument Digital Interface), on löytänyt tiensä myös audiolaitteisiin, varsinkin äänenmuokkauslaitteisiin.

Nykyään on saatavilla useita MIDI-väylää hyödyntäviä laitteita. MIDIn avulla voidaan kutsua esiin äänenmuokkauslaitteiden muikeisiin tallennettuihin asetuksiin, tai jopa suoraan vaikuttaa niihin. Tämä mahdollistaa mm. sen, että useiden äänenmuokkauslaitteiden asetukset voidaan käytännössä samanaikaisesti muuttaa yhden MIDI-ohjaimen avulla. Ohjain voi olla tarkoitusta varten erityisesti rakennettu laite tai vaikka kosketinsoitin.

Toiminnallisten ominaisuuksien selvittämiseksi tässä yhteydessä pitäydytään kuitenkin vanhanaikaisessa tilanteessa, jossa laitteet olivat erillisiä, ja äänenmuokkauslaitteiden käsittely tehdään yllämainitun jaottelun mukaan.

Kohinanvaimennuslaitteet kuuluvat yleensä edellä esitetyn jaottelun toiseen ryhmään, mutta niiden käyttötarkoituksen vuoksi niitä käsitellään laajemmin vasta luvussa 6.

5.2 Signaalin taajuussisältöön vaikuttaminen

Taajuuskorjaimet (equalizer, eq) ovat äänensiirtoketjun yleisimmin käytettyjä äänenmuokkauslaitteita. Niiden käyttö ei rajoitu pelkästään "soundin" muokkaamiseen, vaan usein ne ovat välttämättömiä pyrittäessä värityttömään, luonnolliseen äänenlaatuun. Tällöin on kysymyksessä audiojärjestelmän jonkin muun osan (tavallisesti mikrofonin tai kaiuttimen) puutteellisuuksien korjaaminen.

Esimerkkinä voisi ajatella tilannetta, jossa mikrofonin lähivaikutus aiheuttaa kuminaa akustisen kitaran sointiin. Äänenlaatu paranee vaimentamalla matalia taajuuksia taajuuskorjaimen avulla.

Äänipöydät sisältävät useimmiten jonkin tyyppisiä korjaimia, joskus hyvinkin monipuolisia. Tavallisissa tapauksissa pöydän korjaimilla ei kuitenkaan selvitetä aivan kaikkia tilanteita, ja kysymykseen tulee ulkopuolisten korjaimien käyttö. Tällöin taajuuskorjain voidaan kytkeä esim. äänipöydän väliinkytkentä- eli insertiliitännöihin.

Äänitarkkaamon tai salin kaiutinjärjestelmään lisätään usein taajuuskorjain kompensoimaan tilan ja kaiuttimen akustisia puutteita. Tästä syystä taajuuskorjainta nimitetään joskus toistokorjaimeksi, korostamaan käyttöä toistovirheiden tasoittamisessa. Usein käyttö onkin perusteltua, sillä nykyaikaisetkin kaiuttimet ovat joskus varsin epälineaarisia. Korjaimen asiantuntemattomalla käytöllä tilanne tosin helposti pahenee entisestään.

Suodattimista (filter) on apua varsinkin silloin, kun halutaan poistaa häiriöääniä, kuten liikenteen tai ilmastointilaitteiden aiheuttamaa jyrinää. On tietysti huomattava, että suodattimien raaka käyttö vaikuttaa myös sointiväriin. Usein tämä on kuitenkin pienempi paha kuin esim. rakenteita tärisyttävä moottoritien jyrinä luontoäänten joukossa.

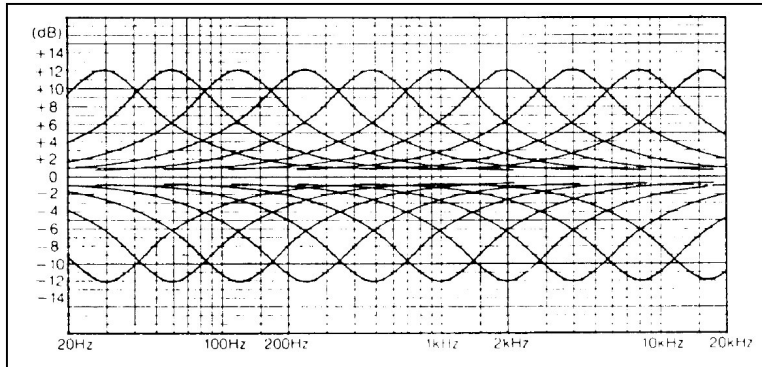
Joillakin äänittäjillä on tapana leikata pois kaikki taajuudet, joita ohjelmalähde ei tuota. Voidaan toki ajatella, että jos sopraanolaulajattaren mikrofonista tulee alle sadan hertsin taajuisia ääniä, ovat ne ilmeisesti asiaankuulumattomia.

Taajuuskorjaimiin ja suodattimiin kuuluu myös joukko erikoislaitteita, joiden käyttö on rajattua. Näitä ovat mm. kierronpoistoon tarkoitettut erittäin jyrkät kaistanestosuodattimet eli kierronvaimentimet (feedback suppresser) ja jakosuodattimet

5.2.1. Graafiset taajuuskorjaimet

Graafisissa taajuuskorjaimissa (graphic equalizer, eq) taajuuskaista on jaettu osiin, joita voidaan korostaa tai vaimentaa. Eri alueiden säätimet ovat tavallisesti vierekkäin asetettuja liukuja, joiden keskinäisestä asennosta voidaan suunnilleen nähdä tehdyn korjauskäyrän muoto. Kuva 5.1 esittää tyyppillisen graafisen korjaimen toimintaa.

**Kuva 5.1 Graafisen taajuus-
korjaimen toiminta**



Graafisen korjaimen aluemäärää ja tiheyttä kuvataan yleensä musiikista tutuin termein oktaavi ja terssi. Äänitekniikassa oktaavilla tarkoitetaan taajuuden kaksinkertaistumista. Terssi taas on 1/3 oktaavia, joka ei vastaa musikaalista terssiä. Oktaavin välein toimivaa korjainta nimitetään siten oktaavisuodattimeksi (octave filter) ja terssin välein toimivaa terssisuodattimeksi (third octave filter). Muutamissa tapauksissa näitä yhdistellään siten, että taajuusalueen alapäässä jako on tiheämpi kuin yläpäässä.

Kahden eri terssi- tai oktaavisuodattimen aluemäärä saattaa vaihdella sen mukaan, miten alueita on käytetty kaistan ääripäässä. Joissakin laitteissa matalimman kaistan keskitaajuus saattaa olla jopa 16 Hz, kun se toisissa on esim. 31,5 Hz tai 40 Hz. Käytännössä viimeksi mainitut ovat ainakin yhtä käyttökelpoisia kuin ensimmäinen, jossa markkinointiosasto on sanonut painavan mielipiteensä.

Kaistojen keskitaajuudet on standardoitu ISO-normissa. Yleisimmät graafisten taajuuskorjaimien aluemäärät ovat seuraavat:

- terssisuodattimet, 27...31 - alueisia
- 1/2 - oktaavisuodattimet, n. 20 - alueisia
- 2/3 - oktaavisuodattimet, n. 15 - alueisia
- oktaavisuodattimet, 9...11 - alueisia

5.2.1.1 Graafisten taajuuskorjainten käytöstä

Graafisia korjaimia käytetään tyypillisesti kaiuttimien ja tilan akustisten puutteiden tasoittamiseen. Usein niiden käyttö onkin perusteltua johtuen mm. seuraavista syistä:

- Saliäänikaiuttimien tärkein laatuksiteeri on usein tehokkuus. Toinen tärkeä seikka on suuntakuvio. Nämä molemmat tekijät ovat tietyllä tavalla ristiriidassa hyvän taajuusvasteen kanssa. Tästä syystä taajuuskorjaimen käyttö on monasti tarpeellista varsinkin passiivisten kaiuttimien yhteydessä.
- Saliäänijärjestelmissä taajuusvasteen korostumat, johtuivatpa nämä laitteiden laadusta tai tilan akustisista ominaisuuksista, saattavat pahentaa kiertoherkkyttä.
- Kaiuttimien usein käytännön sanelema huono sijoitus saattaa aiheuttaa korostumia tai vaimentumia taajuusvasteeseen esim. tilanteessa, jossa kaiutin on pakko asettaa nurkkaan. Tällöin matalat taajuudet korostuvat voimakkaasti. Samantyyppisiä

ongelmia saattaa aiheuttaa kaiuttimien kokoaminen ryhmäksi eli klusteriksi.

- Jotkut aikaisempina vuosina suunnitellut, yhä yleisessä käytössä olevista tarkkailukaiuttimista on suunniteltu siten, että vaihevasteeseen, iskuäänivasteeseen, suuntakuvioon yms. ominaisuuksiin on kiinnitetty erityistä huomiota taajuusvasteen kustannuksella. Loivahkot epätasaisuudet on hyväksytty, koska taajuuskorjainta on joka tapauksessa ajateltu käytettäväksi tarkkaamon akustisten ominaisuuksien takia.

Sekä saliaänijärjestelmän että tarkkaamon korjainten säätö edellyttää analyysointia käyttäen ja ammattitaitoista käyttäjää. Vain erittäin harjaantunut äänimies pystyy tekemään kelvollisen korjauksen pelkäämään kuulonsa varassa.

Korjaimien säädössä kannattaa pitää mielessä muutamia seikkoja:

- Jos stereojärjestelmässä vasenta ja oikeaa kanavaa korjataan kovin paljon toisistaan poikkeavasti, hajoaa stereokuva helposti epämääräiseksi.
- Vierekkäisiä liukuja ei kannata säätää aivan vastakkaisiin asentoihin. Näin tehty korjaus kuulostaa usein rumemmalta kuin itse virhe, jota yritettiin korjata.
- Kuulijan kannalta on kaiuttimista suoraan säteilevän äänen laatu merkityksellisempi kuin heijastuneen. Salin kaiuntavasteessa esiintyvien epätasaisuuksien korjaus saattaa huonontaa tulosta entisestään. Tästä syystä tulos kannattaa tarkistaa myös kaiuttimen lähikentässä.
- Kuuloalueen ääripäässä, alle 40 Hz...50 Hz ja yli 15 kHz esiintyy hyvin vähän informaatiota. Alimpien alueiden nostaminen väkisin taajuuskorjaimella ei yleensä paranna äänenlaatua, mutta saattaa jopa aiheuttaa kaiuttimen vaurioitumisen kartion liikepoikkeaman ylittyessä.
- Taajuusvasteessa esiintyvät korostumat ovat pääsääntöisesti häiritsevempiä kuin vaimentumat. Ne myös pahentavat kiertoherkkyyttä. Onnistuneen säädön jälkeen korjaimessa onkin tavallisesti enemmän vaimennettuja kuin korostettuja alueita.
- Tulos kannattaa aina tarkastaa kuuntelemalla tuttua ja hyvää musiikkia äänitettävä sekä puheääntä. Puheääni on erinomainen vertailumateriaali, koska useimmilla ihmisillä on jonkinlainen käsitys siitä, miltä sen pitäisi kuulostaa. Peukalosääntönä kannattaa pitää sitä, että korjainta käytetään mieluummin liian vähän kuin liian paljon.

Aiheeseen palataan tarkemmin 8. luvussa.

5.2.1.2 Graafisten taajuuskorjainten suodatintyypeistä

Graafinen taajuuskorjain muodostuu sarjasta kaistanpäästö- ja estosuotimia (kts. 6.2.3: Taajuussuodattimet), joiden vaikutusta korjaimen läpi kulkevaan signaaliin säädetään useimmiten liukutyypillä potentiometreillä. Tällöin voidaan valita kullakin alueella haluttu suuruinen korostus tai vaimennus, esim. +12 dB. Jotkut taajuuskorjaimet mahdollistavat pelkästään vaimentavan käytön.

Graafisissa taajuuskorjaimissa käytetyt suotimet voidaan jakaa kahteen perusr ryhmään: Sellaisiin, joiden Q-arvo vaihtelee (perinteinen tyyppi) ja sellaisiin, joissa se pysyy kiinteänä korjauksen määrästä riippumatta (ns. vakiokaistanleveyskorjain, Constant-Q-equalizer). Taajuuskorjaimissa, joissa Q-arvo vaihtelee, on säädettävän taajuuskaistan leveys suuri pienillä korostuksilla tai vaimennuksilla, mutta pieni suurilla korostuksilla tai vaimennuksilla. Perusversioiden lisäksi on käytössä erilaisia välimuotoja.

Käytetyn suodattimen tyyppi määrää korjauskäyrän muodon erilaisissa tilanteissa: Tehdäänkö pieni vai suuri korjaus, käytetäänkö vierekkäisiä alueita jne. Tämä vaihtelee laitetyypistä toiseen.

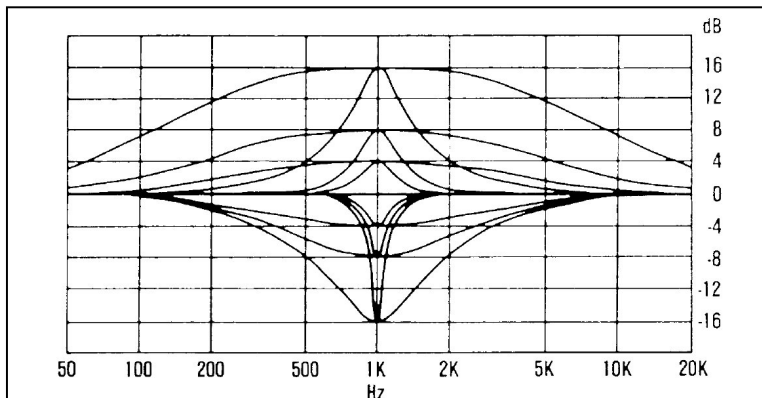
Vakiokaistanleveys (constant Q) - tyyppiset taajuuskorjaimet ovat yleistyneet viime vuosien aikana. Tämäntyyppisten korjaimien edut ovatkin selvät varsinkin silloin, kun korjainta käytetään äänentoiston hienoviritykseen. Vakio-Q - korjaimella pystyy vaikuttamaan tasoltaan pieneen ja kapeaan korostumaan tai vaimentumaan. Perinteisellä korjaimella tämä ei ole mahdollista, koska korjaimen kaistanleveys pienillä vaimennuksilla tai korostuksilla on leveä.

Tilanne muuttuu, jos korjainta halutaan käyttää laajoilla alueilla toistokäyrän oikaisemiseen. Näin on esim. silloin, kun vakiosuuntaavan torven n. 3 kHz:n taajuudesta ylöspäin alkavaa vaimenemista halutaan korjata. Tällöin perinteinen taajuuskorjaintyyppi saattaa antaa paremman lopputuloksen.

5.2.2 Parametriset taajuuskorjaimet

Graafisessa taajuuskorjaimessa on tietty määrä kiinteillä taajuuksilla toimivia säätimiä, joilla kyseisiä kaistoja voidaan joko korostaa tai vaimentaa. Jos keskitaajuutta ja kaistanleveyttä voidaan lisäksi säätää, sanotaan taajuuskorjaimen olevan parametrinen (Parametric equalizer, kuva 5.2). Jotkut taajuuskorjaimet (varsinkin äänipöydissä) ovat näiden tyyppien välimuotoja. Näitä kutsutaan puoliparametrisiksi tai kvasi- eli valeparametrisiksi taajuuskorjaimiksi (semiparametric equalizer, quasiparametric equalizer). Joskus voidaan säätää taajuutta, mutta ei kaistanleveyttä, eräissä korjaimissa saattaa olla muutama ennalta asetettu vaihtoehto.

Kuva 5.2 Parametrinen taajuuskorjain



Monipuolinen säädettävyys antaa parametriselle korjaimelle monia käyttötapoja. Äänen sointiväriä voidaan muokata laajoissa rajoissa. Huonosta on mahdotonta tehdä hyvää, mutta esim. epäonnistuneesta puheäänityksestä saatetaan saada ymmärrettävä.

Samoin voidaan etsiä esim. kumisevia taajuuksia akustisten instrumenttien äänityksessä. Nämä voidaan vaimentaa siten, että muuhun sointiin kajotaan mahdollisimman vähän.

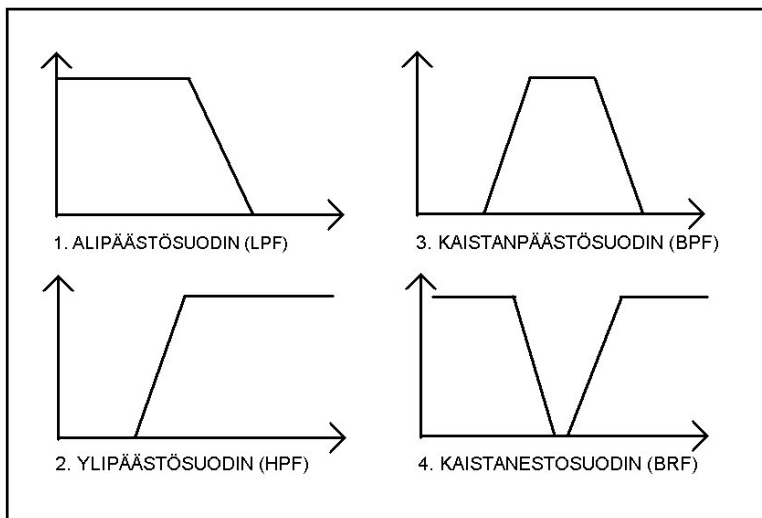
Perinteisessä äänityksessä ja äänenvahvistuksessa pätee sääntö, jonka mukaan korjaimia on käytetty sopivasti, jos niiden olemassaoloa ei kuule. Nykyaikaiseen kevyen musiikin (ja tehosteiden) äänittämiseen liittyvien sointivärien luonti on eri asia.

5.2.3 Taajuussuodattimet

Taajuussuodattimella (filter) tarkoitetaan laitetta, joka vaimentaa tiettyä osaa tai osia taajuusalueesta. Taajuussuodattimet voidaan jakaa neljään päätyyppiin (kuva 5.3):

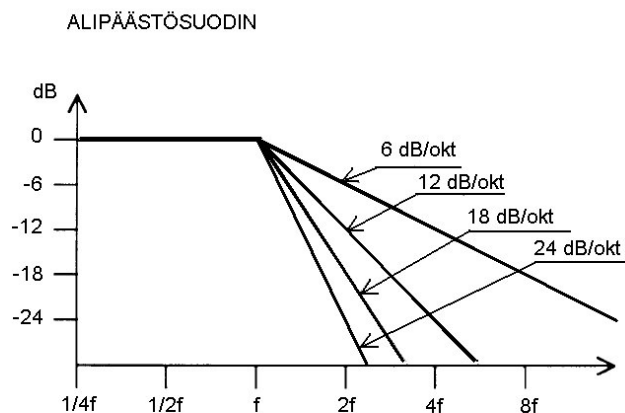
- Alipäästösuoatim (LPF, Low Pass Filter)
- Ylipäästösuoatim (HPF, High Pass Filter)
- Kaistanestosuoatim (BRF, Band Rejection Filter)
- Kaistanpäästösuoatim (BPF, Band Pass Filter)

Kuva 5.3 Taajuussuodattimet



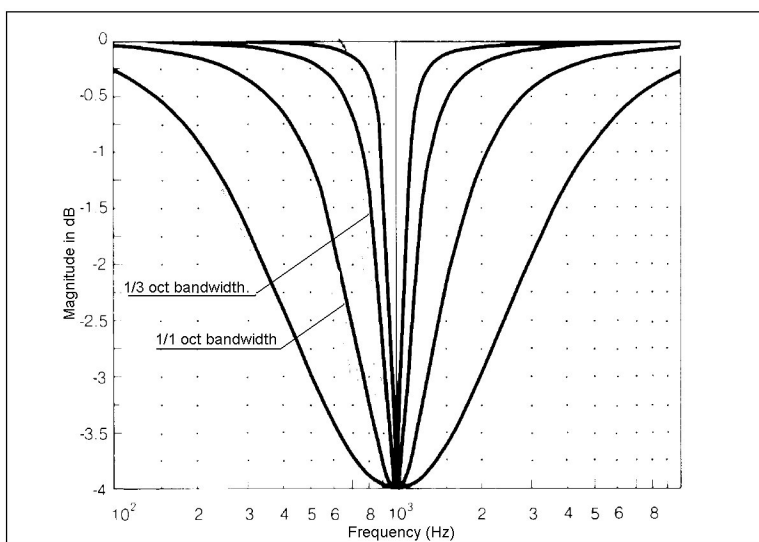
Ali- ja ylipäästösuodattimille voidaan määrätä kulmataajuus ja suotimen jyrkkyys. Kulmataajuudella tarkoitetaan sitä taajuutta, jolla taso on vaimentunut 3 dB. Jyrkkyys ilmaistaan yleensä desibeleinä oktaavia kohden. Jos esim. alipäästösuotimen kulmataajuus on 1 kHz ja jyrkkyys 12 dB/oktaavi, on taso 1 kHz:n kohdalla vaimentunut 3 dB, 2 kHz:n kohdalla 12 dB, 4 kHz:n kohdalla 24 dB jne. (kuva 5.4).

Kuva 5.4 Suodattimen jyrkkyys



Kaistanpäästö- ja estosuodatin voidaan muodostaa sarjaan kytketyistä yli- ja alipäästösuodattimista. Kapeakaistaisina nämä voidaan rakentaa omiksi erikoistyypeikseen, jolloin jyrkkyyttä ei ilmoiteta dB/oktaavi - muodossa vaan määrittäen suotimen Q-arvo (tai kaistanleveys) ja vaimennus (kuva 5.5).

Kuva 5.5 Suodattimen vaimennus



Kapeaa kaistanestosuodatinta kutsutaan joskus myös imusuotimeksi (notch filter). Tällaisia suotimia voidaan, jos ne ovat taajuudeltaan säädettäviä, käyttää mm. kiertävien taajuuksien vaimentamiseen.

Suodattimien ryhmään kuuluu myös koko joukko erikoislaitteita, kuten esim. painotussuodattimet, joita käsitellään tarkemmin audiomitauksen yhteydessä. Lisäksi ryhmään kuuluvat jakosuodattimet, jotka käsitellään kaiuttimien yhteydessä.

5.3 Signaalin voimakkuussuhteisiin vaikuttaminen

5.3.1 Yleistä

Laitteet, joilla vaikutetaan ohjelmamateriaalin tasoon joko vaimentaen tai nostaen sitä eri tekijöistä riippuen, muodostavat oman äänenmuokkauslaiteryhmänsä. Useimmiten halutaan vaikuttaa hiljaisten ja voimakkaiden kohtien väliseen voimakkuuseroon eli ohjelman dynamiikkaan. Monet nykyaikaisista laitteista sisältävät useita ryhmän toimintoja, jolloin puhutaankin mielellään dynamiikkaprosessoreista. Perinteisellä (tässä tapauksessa analogisella) tekniikalla toteutetuille laitteille tyypistä riippumatta on yhteistä niiden "sielu": Jossain muodossa toteutettu VCA (Voltage Controlled Amplifier) eli jänniteohjattu vahvistin.

Periaatteessa jo hifilaitteiden kuuntelija yhdessä vahvistimensa kanssa muodostaa eräänlaisen dynamiikkaprosessorin. Hänhän voi voimakkuussäätimen avulla vaikuttaa signaalin tasoon. Voitaisiin ajatella, että sähköisesti toimivissa dynamiikkaprosessoreissa voimakkuussäädin ja käyttäjän käsi on korvattu VCA:lla ja käyttäjän kuulo ja aivot elektronisella säätöpiirillä.

Signaalin voimakkuussuhteisiin vaikuttavat laitteet toteuttavat yhden tai useamman seuraavista perustoiminnoista:

- Voimakkuussuhteiden supistaminen eli kompressointi. Hiljaiset kohdat tehdään voimakkaammiksi ja voimakkaat hiljaisemmiksi.
- Tason rajoittaminen eli limitointi. Tällöin signaalille asetetaan suurin taso, jonka ylitys estetään limitterillä eli rajoittimella.
- Voimakkuussuhteiden laajentaminen eli ekspandointi.
- Kohinaporttitoiminta (noise gate). Tällöin asetettua tasoa hiljaisemmat ohjelmakohdat vaimennetaan joko osittain tai kokonaan.

5.3.2 Dynamiikan supistaminen ja rajoittaminen

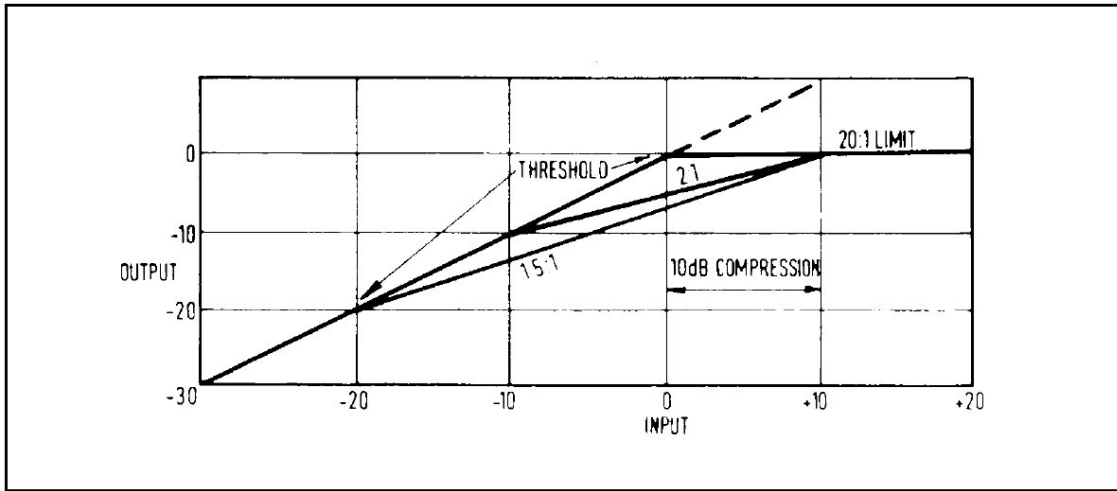
Ensimmäiset ryhmään kuuluvat laitteet olivat limittereitä, joilla haluttiin estää signaalin tahaton yliohtautuminen radiolähetyksissä ja nauhoituksissa. Käyttötapa on tärkeä tänäkin päivänä, mutta nykyisillä laitteilla on myös varsinaista tehostekäyttöä.

Limitteritoiminnalla tarkoitetaan toimintaa, joka estää signaalin voimakkuuden nousemisen ennalta asetettua arvoa suuremmaksi. Kompressoinnilla sen sijaan tarkoitetaan toimintaa, jossa laitteen tuloliitännässä tapahtuva signaalitason nousu aiheuttaa lähtöliitännään pienemmän nousun.

Kompressoireihin (compressor) ja limittereihin (limitter) liittyy huomattava määrä erilaisia, monissa laitteissa käyttäjän säädettävissä

olevia parametrejä. Säättöarvoista riippuu, toimiiko laite kompressorina vai limiterinä (kuva 5.6).

Kuva 5.6 Kompressiokäyriä



Tärkein parametri on kompressiosuhde (compression ratio). Jos se asetetaan hyvin suureksi, esimerkiksi äärettömän suhde yhteen, on kysymyksessä limitointi, koska tuloliitännässä tapahtuva signaalitason nousu ei aiheuta nousua lähtöliitännässä kynnystason (threshold level) yläpuolella. Jos suhde sen sijaan on esimerkiksi 3:1, aiheuttaa 3 dB:n nousu tuloliitännässä 1 dB:n nousun lähtöliitännässä. Tällöin dynamiikkaa supistetaan ja toiminta on kompressointia.

Toinen tärkeistä parametreistä on jo mainittu kynnystaso. Jos esim. halutaan estää ohjelman yliohtautuminen nauhoituksen yhteydessä, asetetaan kynnystaso vastaamaan suurinta nauhurin sietämää tasoa ja kompressiosuhde suureksi. Tällöin siis limitoidaan. Jos sen sijaan halutaan kompressoida, asetetaan kynnystaso alas ja kompressiosuhde pienemmäksi. Tällöin signaalin kokonaistaso luonnollisesti laskee, josta syystä laitteissa yleensä on erillinen lähtötason säätö.

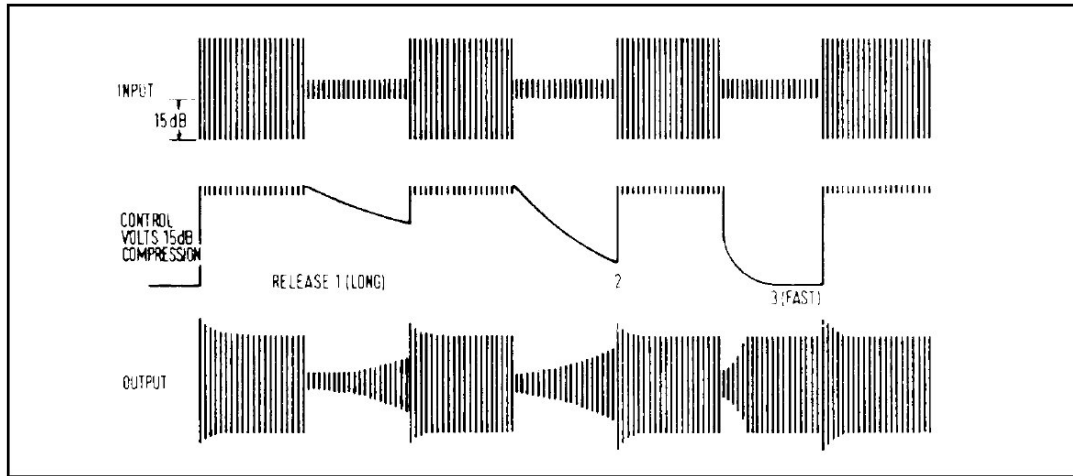
Kynnystason säätöä ei välttämättä tarvita, jos laitteessa on sekä tulo- että lähtötason säädöt. Tällöin kynnystaso on kiinteä, ja käyttäjä hakee haluamansa kynnysen säätämällä tulotasoa.

Aikavakiot muodostavat kolmannen tärkeän parametriryhmän. Nousu- eli tartunta-ajalla (attack time) tarkoitetaan sitä aikaa, minkä kuluessa laite säätää vahvistuksen pienemmäksi sen jälkeen, kun kynnystaso on ylitetty. Lasku- eli päästöajalla (release time) tarkoitetaan vastaavasti sitä aikaa, mikä tarvitaan vahvistuksen palauttamiseen alkuperäiselle tasolle kynnystason alittumisen jälkeen (kuva 5.7).

Aikavakioiden säätö on tärkeää. Ajatellaan esim. tilannetta, jossa ohjelmassa esiintyy voimakas bassorummun isku, joka halutaan limitoida. Jos tartunta-aika asetetaan hyvin lyhyeksi, saattaa signaali säiröytyä kynnyskohdassa. Tämä johtuu siitä, että tartunta-aika on signaalin aallonpituuteen nähden lyhyt ja laite ehtii "puraista" osan aaltomuodosta. Seurauksena on ikävä, napsahtava ääni. Jos signaali sen

sijaan sisältää korkeataajuisia iskuääniä, ei limiteri ehdi seurata niitä, jos tartunta-aika on liian pitkä.

**Kuva 5.7 Lasku- eli päästöai-
koja**



Aikavakioiden asetus riippuu paitsi ohjelmamateriaalin laadusta myös siitä, millaista vaikutusta etsitään. Jos esim. halutaan leikata pois nopeita, satunnaisia huippuja, voidaan päästöaika asettaa lyhyehköksi. Tämä saattaa olla tilanne esim. silloin, kun puhujan tai laulajan huonosta mikrofoninkäsittelystä johtuen jo sanojen sisällä esiintyy sellaisia voimakkuusvaihteluita, joiden vuoksi ymmärrettävyys kärsii. Hyvinkin pitkää päästöaikaa voi sen sijaan soveltaa tapauksessa, jossa halutaan säätää ohjelman kokonaistasoa huippukohtien mukaan. Tällaista toimintaa voidaan käyttää eräänlaisena automaattisena äänitystason säätönä. Aika-arvojen asetuksessa on kuulo tärkein työkalu.

Monet laitteet pystyvät itse säätämään aikavakiensa ohjelmamateriaalin mukaan. Muutamissa laitteissa arvot on asetettu kiinteiksi. Tällaiset laitteet ovat helpokäyttöisiä, mutta eivät luonnollisesti sovellu kaikkiin erikoistarkoituksiin.

5.3.2.1 Kompessorien ja limiterien käytöstä

Jo mainittu limiterin käyttö "äänittäjän työsuhteturvana" on nykyäänkin kompressorilimiterien tärkeä käyttötapa. Toinen tärkeä käyttö perustuu varsinaiseen sointiväriin muokkaamiseen. Esim. bassorummun ja bassokitaran ääntä voidaan "paksuntaa" ja "tukevoittaa" voimakkaalla kompressoinnilla. Tällöin soittimen äänen dynamiikkaa supistetaan ja soitin on helpompaa saada miksattaessa kuuluville muun musiikin seasta.

Samantyyppinen käyttötapa on esim. puheen eli ns. spiikin äänittäminen kompressoituna taustaohjelman päälle. Tällöin taustaohjelma (esim. musiikki) voidaan miksata voimakkaammaksi, kun se ei peitä spiikkiin hiljaisempia kohtia yhtä helposti.

Laitteiden ominaisuudet vaihtelevat niille suunniteltujen käyttötarkoitusten mukaan. Erään erikoisryhmän muodostavat monialueiset dynamiikansäätimet, joita valmistetaan sekä äänityskäyttöön että erityisesti radiokäyttöön. Näissä taajuuskaista on jaettu useaan (tavallisesti kahdesta viiteen) osaan, joita säädetään erikseen. Eri taajuusalueilla voidaan tällöin käyttää niille parhaiten sopivia aikavakioita. Tällöin laitteella voidaan kohottaa keskimääräistä tasoa ja saada siten ohjelma kuulostamaan voimakkaammalta kajoten mahdollisimman vähän varsinaiseen äänen sointiin.

Tämän tyyppisiä laitteita käytetään varsinkin paikallisradiotoiminnassa, jossa sallitut lähetystehot ovat pieniä. Nostamalla ohjelmanaalin keskimääräistä tasoa parannetaan kuuluvuutta varsinkin kuuluvuusalueen rajoilla, joilla häiriöt ja kohina pyrkivät peittämään alleen hiljaiset ohjelmakohdat.

Varsinaisella kuuluvuusalueella monikaistainen dynamiikansäätölaitte aiheuttaa sen, että prosessoitu ohjelma kuulostaa voimakkaamman kuin prosessoimaton. Ja psykoakustiikkaan kuuluu se, että äänen voimakkuudeltaan naapurikanavaa suurempi ohjelma koetaan helposti "paremmin kuuluvaksi". Tästä syystä varsinkin niissä maissa, joissa kaupallisia radioasemia on kuultavissa hyvin paljon, joutuu käytännöllisesti katsoen jokainen asema kilpailusyistä käyttämään mainitun tyyppistä lähtöprosessoria.

Nykyään sekä monikaistaisia että tavanomaisia kompressorilimittereitä käytetään paljon varsinkin mainosten äänen prosessointiin sekä TV- että radiomainoksissa nimenomaan psykoakustisista syistä. Mainostajahan toki haluaa, että hänen mainoksensa kuuluu "hyvin".

5.3.3 Dynamiikan laajentaminen ja kohinaportti

Ekspanderi eli dynamiikan laajennin (expander) on toiminnallisesti kompressorin vastakohta. Kun signaalin taso laskee kynnystason alapuolelle, aiheutuu tietynsuuruudesta laskusta laitteen tuloliitännöissä vielä suurempi lasku lähtöliitännöissä (kuva 5.8). Vastaavasti kynnystason ylitystä seuraa vielä suurempi nousu lähdössä. Tulosiinaalin voimakkuuden vaihteluita pyritään liioittelemaan. Näiden eroon voidaan vaikuttaa ekspansiosuhteen säädöllä.

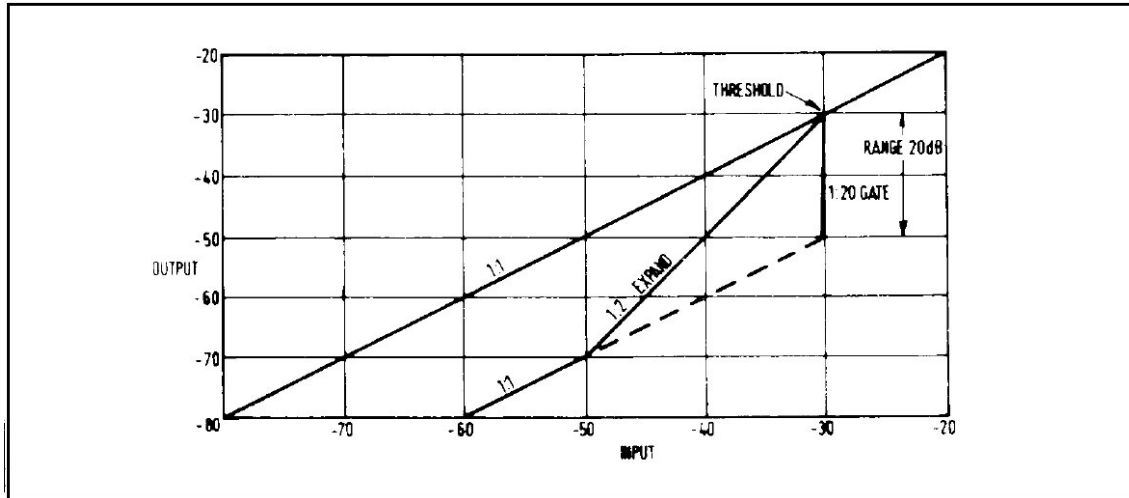
Kohinaportti eli kohinasalpa (noise gate) on tavallaan ekspanderin erikoistapaus. Se on itse asiassa ekspanderi, jossa on vain yksi ekspansiosuhde: yhden suhde äärettömään. Tämä tarkoittaa sitä, että kynnystason alapuolella signaali vaimenee hyvin jyrkästi joko kokonaan tai ennalta asetettuun arvoon.

Sekä ekspanderin että kohinaportin aikavakioita voidaan monissa tapauksissa säätää samantapaisesti kuin kompressorilimitterinkin ollessa kyseessä.

Ekspanderi, samoin kuin monet muutkin äänenmuokkauslaitteet, on alunperin tarkoitettu huonolaatuisen ohjelmamateriaalin ymmärrettä-

väksi tekemiseen. Jos laite yhdistetään esim. kompressorilimiteriin ja taajuuskorjaimen, saadaan aikaan yhdistelmä, jolla taitava käyttäjä tekee kokolailla kelvottomastakin puhelinäänityksestä ymmärrettävän.

Kuva 5.8 Laajennuskäyriä



Ekspanderille löytyy paljon muitakin käyttötarkoituksia, varsinkin muiden äänenmuokkauslaitteiden yhteydessä. Ajatellaanpa, että esim. moniraitanauhurille äänitetyn soittimen ääntä haluttaisiin miksausuksen yhteydessä voimakkaasti kompressoida. Seurauksena on helposti se, että hiljaisissa kohdissa, joissa hyötysignaali ei peitä nauhurin pohjakohinaa, nousee se häiritsevälle tasolle. Pulma selvitetään siten, että ko. raitaa muokataan kompressorin lisäksi ekspanderilla, jonka kynnystaso asetetaan hyötyäänäen alapuolelle mutta kohinatason yläpuolelle. Näin haluttu efekti voidaan toteuttaa, ja ekspanderin avulla kohina vaimennetaan taukokohtissa. Tämä voitaisiin toteuttaa myös kohinaportin avulla, mutta sen jyrkkä toiminta saattaisi aiheuttaa ns. pumppausilmiön (pumping, breathing).

Kohinaportti on - vaikka onkin ekspanderiin verrattuna säätömahdollisuuksiltaan suppeampi - hyvin käyttökelpoinen sekä nauhoituksissa että saliaänityöskentelyssä. Jos halutaan esim. vaimentaa hurisevan kitaravahvistimen aiheuttamaa häiriöääntä, asetetaan kynnystaso siten, että portti on kiinni taukokohtien aikana. Toinen suosittu käyttötapa on mikrofonien välisen akustisen vuodon eliminointi. Tässä tapauksessa portti on auki vain sen ajan, kun vastaavasta instrumentista tulee ääntä, ja näin viereisestä soittimesta vuotava ääni häiritsee vähemmän. Menetelmää käytetään paljon varsinkin rumpujen äänityksessä.

Kohinaporttia voidaan joskus käyttää "automaattimikserinä" siten, että mikrofoni on auki vain silloin, kun siihen puhutaan. Hälyänet jäävät muuna aikana poimimatta.

5.4 Signaalin viivästäminen

5.4.1 Yleistä

Signaalin viivästämiseen käytettävillä laitteilla on yhteistä se, että signaali tallennetaan muistiin ja kutsutaan myöhemmin käyttöön joko kokonaisuina tai paloina, kerran tai useammin. Näin saadaan aikaan suuri määrä erilaisia efektejä.

Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta kaikki nykyään valmistettavat viiveeseen perustuvat äänenmuokkauslaitteet perustuvat digitaali-tekniikkaan. Digitaalisessa viivelaitteessa äänisignaali muutetaan A/D - muuntimessa bittijonoiksi, ns. sanoiksi, jotka tallennetaan muistipiireihin. Halutun ajan kuluttua sanat otetaan muistista ja muutetaan D/A - muuntimessa takaisin analogiseen muotoon. Tähän toimintaan perustuvat lähes kaikki viivettä hyväkseen käyttävät äänenmuokkauslaitteet.

Käytännössä yhä useammat tämän ryhmän laitteista ovat hyvin monitoimisia efektiprosessoreita, jotka pystyvät toteuttamaan monia eri toimintoja joko yhtä aikaa tai yksitellen. Efektin muodostamisen kannalta voidaan laitteet kuitenkin jakaa kolmeen eri ryhmään, vaikka käytännössä kaikki ryhmät saattavat löytyä yhden laitteen sisästä:

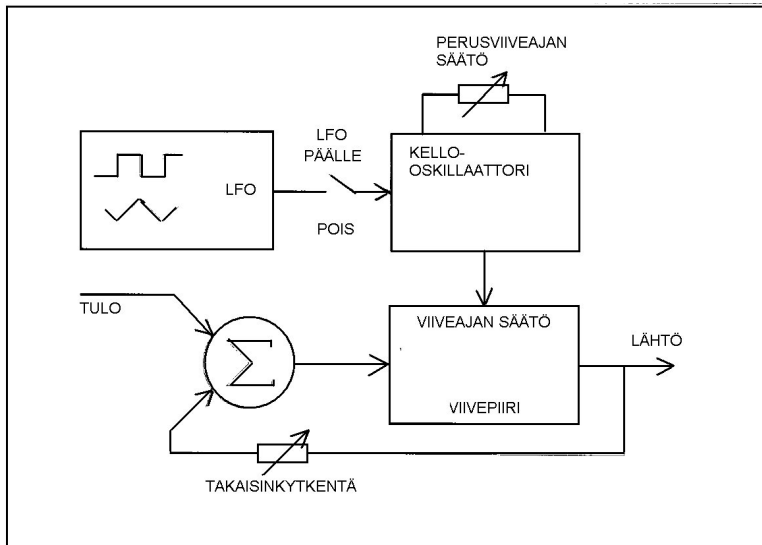
- Varsinaiset viivelaitteet (delay)
- Kaikulaitteet (echo)
- Kaiuntalaitteet (reverb)
- Taajuusmuuttajat (pitch transposer, harmonizer, frequency shifter)

5.4.2 Viive- ja kaikulaitteet

Yksinkertaisesti viivästettyä ääntä voidaan käyttää efektien muodostamiseen monin tavoin. Jos viiveaika on säädettävissä ja viivästettyä ääntä voidaan sekoittaa alkuperäiseen signaaliin halutussa suhteessa, saadaan aikaan monia perusefektejä. Perinteiset peruslaitteet sisältävätkin yleensä ainakin seuraavat ominaisuudet (Kuva 5.9):

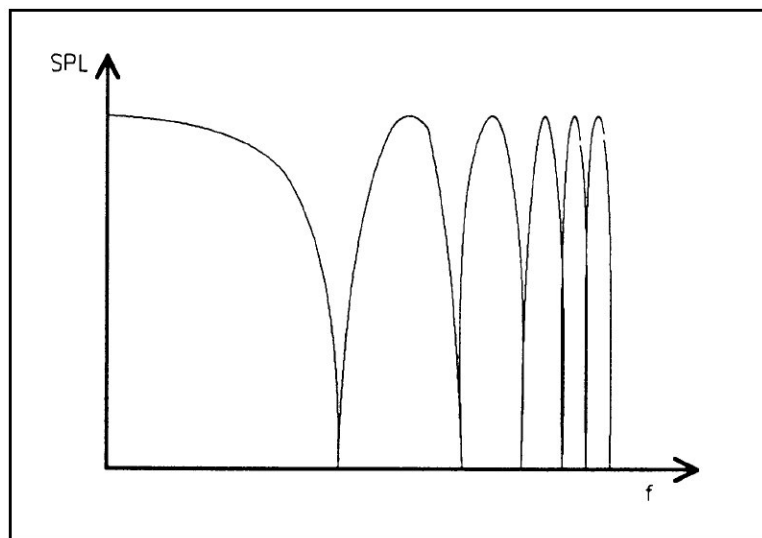
- Säädettävä viiveaika. Pisin aika vaihtelee laitteesta riippuen muutamista millisekunneista (1/1000 sekunti) useisiin sekunteihin.
- Mahdollisuus sekoittaa jo viivästettyä signaalia uudestaan tulosignaaliin (takaisinkytkentä eli feedback, regeneration), jolloin saadaan aikaan toistuva viive-efekti, "fläppikaiku".
- Mahdollisuus säätää (moduloida) viiveaikaa laitteen omalla matalataajuusgeneraattorilla (LFO, Low Frequency Oscillator). Tällöin viiveaika vaihtelee edestakaisin LFO:n määräämässä tahdissa, joka aiheuttaa myös äänenkorkeuden edestakaisen vaihtelun.

Kuva 5.9 Viivelaite



Näillä perusominaisuuksilla voidaan jo tehdä paljon. Lyhyen viiveajan käyttö ja viivästetyn signaalin sekoittaminen alkuperäiseen saa aikaan niin sanotun kampsuodinilmiön (comb filter effect) taajuusvasteeseen (kuva 5.10). Jos tätä lyhyttä viiveaikaa moduloidaan LFO:lla, siirtyy kampsuodin taajuusasteikolla edestakaisin.

Kuva 5.10 Kampsuodin



Aikaansaadusta efektistä käytetään nimitystä "flanging", ja vain tätä tarkoitusta varten rakennetut laitteet ovat siis "flangererita". Nimi juontaa juurensa siitä, että ennen kehittyneemmän elektronikan olemassa oloa efekti saatiin aikaan äänittämällä sama materiaali kahdelle kelanauhurille. Molemmat nauhurit käynnistettiin yhtä aikaa, ja niiltä saatavat signaalit summattiin. Kun jommankumman pyörimisnopeutta hidastettiin jarruttamalla käsin kelalautasen laipoista (flange), saatiin aikaan mainittu efekti.

"Chorus"- eli kuoroefektillä tarkoitetaan edellisen hieman "miedompaa" muotoa, jossa lyhyehköllä viiveajalla viivästetyn signaalin viiveaikaa muutetaan hitaasti pienissä rajoissa, ja tämä summataan al-

kuperäiseen signaaliin. Jos efektistä halutaan erityisen tehokas, voi eri lailla viivästettyjä ja viiveajaltaan vaihtelevia kanavia olla useita. Syntynyt efekti muistuttaa kuorolaulua, jossa laulajien sävelkorkeus hieman vaihtelee toisiinsa nähden.

Asettamalla viiveaika suhteellisen pitkäksi ja lisäämällä jo viivästettyä signaalia tulosignaaliin feedback - säädöllä saadaan aikaan eräänlainen "vuoristokaiku". Jos käytössä on kaksi viivelaitetta tai stereofoninen laite, jossa eri kanavien viiveajat voidaan säätää toisistaan poikkeaviksi, voidaan hieman toisistaan poikkeavat viiveajat panoroita eri stereokanaviin. Näin saadaan aikaan erilaisia tilaefektejä ("space echoes"). Ainoastaan laitteita, jotka on tarkoitettu nimenomaan tämäläyttyypisten efektien luomiseen, pitäisi nimittää "kaikulaitteiksi" (echo).

Niinsanottu doubling eli kahdennus saadaan aikaan seuraavasti: viiveaika asetetaan muutamiin kymmeneen millisekunteihin ja viivästetty signaali sekoitetaan alkuperäiseen. Jos viivästetty ja alkuperäinen signaali vielä ekvalisoidaan toisistaan poikkeavasti, saadaan aikaan jonkinlainen vaikutelma kahdesta esiintyjästä, jotka laulavat tai soittavat yksiäänisesti, unisonona.

Monissa viivelaitteissa on mahdollisuus tallentaa lyhyehkö audiosignaalin "pala" muistiin ja toistaa sitä jatkuvasti (ääretön toisto, infinite repeat). Jos tämä voidaan toistaa haluttuun aikaan liipaisemalla ("triggaamalla") se jonkin ulkopuolisen ohjauksen mukaan, puhutaan trigattavasta viivelaitteesta. Ulkopuolinen ohjaus voi olla joko laitteessa itsessään oleva "trig"- painike tai tarkoitusta varten rakennettu tuloliitäntä, johon tuotu signaali laukaisee viivelaitteeseen tallennettua äänen.

Tällaisia laitteita hyväksikäyttäen on ollut mahdollista jo ennen nykyäikaisten digitaalisesti tallentavien kosketinsoittimien (sampling keyboards) olemassaoloa "ryöstää soundeja" vaikka toisten artistien äänilevyiltä. Tämä tapahtuu siten, että etsitään valmiilta äänitteeltä esimerkiksi hyvältä kuulostava bassorummun isku, jonka päällä ei kuulu muita soittimia. Tämä tallennetaan viivelaitteen muistiin. Sen jälkeen ei äänitetäkään oikean soittajan bassorumpua, vaan liipaistaan hänen rummussaan olevasta mikrofonista saatavalla signaalilla viivelaitteeseen tallennettua bassorummun ääntä.

Yksinkertaisellakin viivelaitteella voidaan yhdessä muiden äänenmuokkauslaitteiden kanssa saada aikaan monia mielenkiintoisia efektejä. Rajoittavaksi tekijäksi muodostuu lähinnä käyttäjän mielikuva.

Markkinoilla on joitakin erityisesti viive-efektien luomiseen tarkoitettuja monipuolisia stereoeffektilaitteita, joita ei kuitenkaan ole tarkoitettu varsinaisiksi kaikulaitteiksi. Näissä saattaa olla yhteenrakennettuna erilaisia dynamiikan säätömahdollisuuksia, taajuuskorjaimia ja suotimia. Tämäläyttyypisillä laitteilla pystyy luomaan erilaisia viive-efektejä stereokannalle halutulla tavalla.

5.4.2.1 Viiveen käyttö kulkuaikeerojen korjaamisessa

Viivelaitteelle löytyy myös erikoiskäyttötapa, jotka eivät liity äänen tehosteenomaiseen muokkaukseen vaan muun äänijärjestelmän virheiden korjaukseen. Tällainen käyttötapa on etäälle toisistaan sijoitettujen kaiuttimien kulkuaikeeron kompensoiminen.

Suurissa salitiloissa ja usein myös ulkoilmatiloissa (esimerkiksi stadionit) joudutaan esiintymislavasta etäällä olevien kuulijoiden lähelle tuomaan tukikaiuttimia, koska esiintymislavan välittömään läheisyyteen sijoitetut pääkaiuttimet ovat liian etäällä tuottaakseen laadultaan ja määrältään riittävän äänentoiston. Tällöin ongelmana on, että näiden etäällä sijaitsevien kaiuttimien ääni kuuluu kaikuna lähellä sijaitsevista kaiuttimista kuuluvaan ääneen verrattuna. Tämä johtuu siitä, että pääkaiuttimista kuuluva ääni viipyy matkalla kauemmin kuin lähellä olevasta kuuluva. Äänen etenemiseen ilmassa kuluu noin kolme millisekuntia metriä kohden, kilometrillä jo kolme sekuntia. Audio-signaali etenee johdossa lähes valon nopeudella.

Asiaa voidaan korjata viivästäällä tukikaiuttimien audiosignaalia siten, että erillisenä häiritsevänä kaikuna kuultavaa viivettä ei synny. Joskus eri lailla viivästettyjä tukikaiutinvyöhykkeitä voi joutua rakentamaan useita.

Useimmissa tapauksissa on tarkoituksenmukaista, että kuulija kokee äänen tulevan esiintymislavalta päin. Näin ei tapahdu, jos tukikaiutin soi liian suurella voimakkuudella. Näin ei myöskään tapahdu, ellei viivästetyn kaiuttimen ääni saavu kuulijan korviin "hieman liian myöhään" verrattuna pääkaiuttimista tulevaan ääneen. Sopiva ylimääräinen viiveaika on n. 10 ms...30 ms. Tällöin kuulija tunnistaa äänen tulosuunnan hänen korviinsa ensimmäiseksi tulleen signaalin mukaan, mutta kokee äänenvoimakkuuden ja ymmärrettävyyden nousevan, jos tukikaiuttimista kuultava signaali mahtuu ns. Haasin ikkunaan. Haasin ilmiöstä enemmän luvussa 8.

Edellä kerrottuun tarkoitukseen valmistetaan erikoislaitteita, joissa on esim. yksi tuloliitäntä ja useita lähtöliitäntöjä, joiden viiveaikaa voi säätää toisistaan riippumatta.

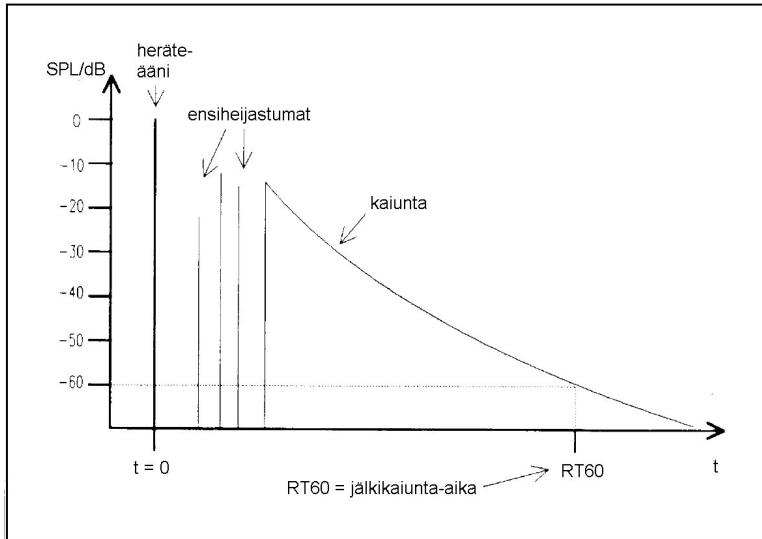
5.4.3 Kaiuntalaitteet

Kaiuntalaitteella (reverberator, reverb) tarkoitetaan laitetta, jolla voidaan jäljitellä saleissa, huonetiloissa ja muissa tiloissa syntyvää kaiuntaa. Tällainen kaiunta koostuu useista, toisiaan seuraavista viiveistä. Salissa syntyvälle kaiunnalle on luonteenomaista se, että ensimmäiset viivästetyt äänet, ensiheijastumat (early reflections) esiintyvät voimakkuudeltaan suurehkoina mutta aika-akselilla harvemmin kuin varsinainen tiheä kaiunta (kuva 5.11).

Ensiheijastumien jäljittely vanhanaikaisilla levy- ja jousikauilla oli vaikeaa. Tämä on yksi niistä syistä, joiden vuoksi nykyaikaisilla digitaalisilla kaikulaitteilla voidaan paremmin jäljitellä olemassaolevia

akustisia tiloja. Useimmat digitaaliset kaikulaitteet mahdollistavat myös monien "fantasiakaikuefektit", eli tehosteet, joilla ei luonnossa ole esikuvaa.

Kuva 5.11 Kaiunta



5.4.3.2 Jousi- ja levykaikulaitteet

Jousi- ja levykaiuntalaitteet (spring-, plate reverb) olivat aina 70-luvulle asti ainoa tapa jäljitellä salikaiuntaa. Molemmat perustuvat sähköisen äänisignaalin muuttamiseen akustiseksi värähtelyksi jonkin tyyppisessä sähköakustisessa muuntimessa. Rakenteeltaan tämä saattaa muistuttaa kaiutinta puhekeloiheen ja magneetteineen.

Akustinen värähtely ohjataan joko jouseen tai ohueen metallilevyyn, johon on liitetty myös akustosähköinen muunnin (vrt. mikrofoni). Jousessa tai levyssä ääni ehtii heijastua puolelta toiselle moneen kertaan ennen vaimenemistaan. Näin saadaan aikaan jäljitely salikaiunta. Toimintaperiaatteensa perusteella laitteita voidaan nimittää sähköakustisiksi kaiuntalaitteiksi.

Näillä perinteisillä kaiuntalaitteilla on yhä oma, vannoutunut kannattajakuntansa. Edes hienoimmalla digitaalisella kaiuntalaitteella ei joidenkin äänittäjien mielestä saada aikaan "sitä saundia". Joistakin jopa parikymmentä vuotta vanhoista, perinteisistä levykaiuntalaitteista saatetaan maailmanmarkkinoilla maksaa huimia summia.

Rakenteestaan johtuen molemmat laitetypit ovat arkoja ulkopuolisille äänille, liikkeille ja tärähdyksille. Varsinkin levykaiuntalaitteet joudutaan lähes aina sijoittamaan omaan huoneeseensa. Ääritapauksessa saattaa syntyä akustinen kierto kuuntelukaiuttimien ja kaiuntalaitteen välille. Koska molemmat kaikulaitteet perustuvat mekaanisiin rakenteisiin, ovat niiden säätömahdollisuudet esim. jälkikaiunta-ajan suhteen rajatut.

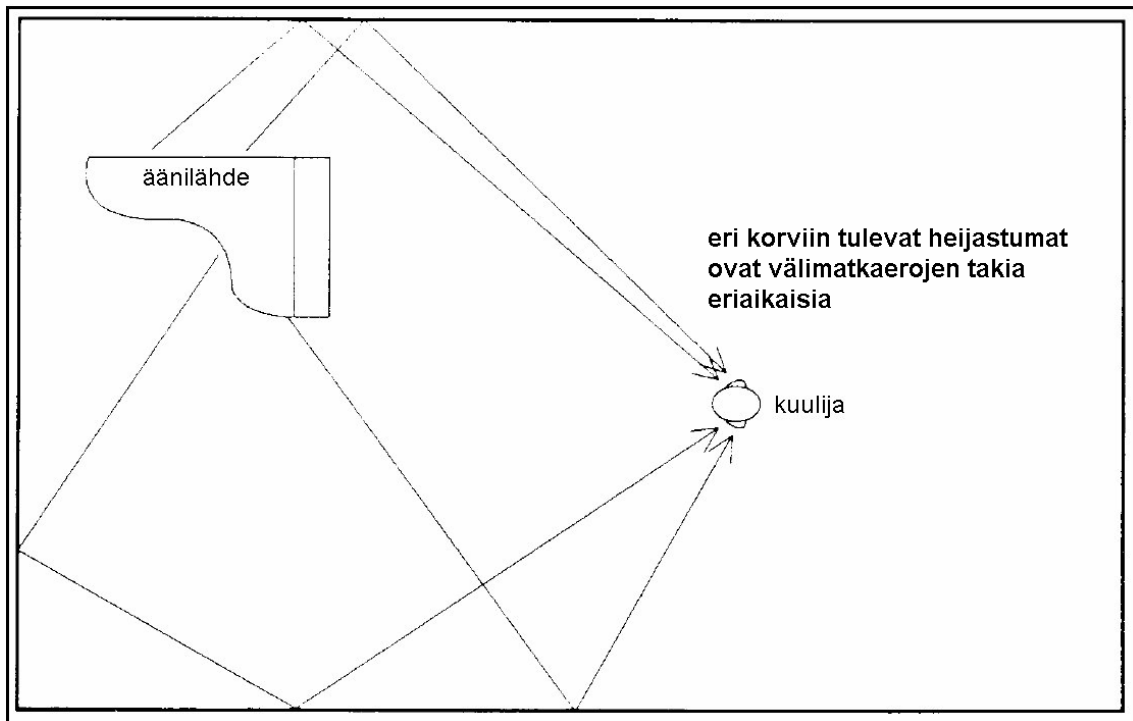
Sähköakustisten kaiuntalaitteiden ominaisuuksia voidaan usein parantaa lisäämällä ketjuun ns. esiviive (pre-delay). Tällöin kaiuntalaitteelle menevää signaalia viivästetään esim. digitaalisen viivelaitteen avulla, ja äänenlaatu saadaan ilmavammaksi ja erottelevammaksi.

Myös muita äänenmuokkauslaitteita voidaan käyttää kaikulaiteen yhteydessä, taajuuskorjaimella voidaan paljonkin vaikuttaa kaiun sävyyn. Dynamiikan säätölaitteiden käyttö on myös mahdollista, liittimillä estetään kaikulaiteen ylioheutuminen. Kohinaportin ja ekspanderin avulla voidaan keinotekoisesti vaikuttaa jälkikaiun verhokäyrään.

Stereofoninen kaikuefekti on lähes aina tehokkaampi kuin monoefekti. Stereofonisesti voidaan kaiunta käsitellä kahdella tavalla: Joko muodostetaan monosignaalista kvasi- eli valestereofoninen efekti tai syötetään kaksikanavaisen laitteeseen molempiin kanaviin (vasen, oikea) valmiiksi stereofoninen signaali. Teknisesti tämä on molempien sähköakustisten laitteiden kohdalla toteutettavissa helposti.

Jos kaksikanavaisessa jousikaiussa halutaan monosignaalista aikaansaada stereofoniselta kuulostava kaiunta, syötetään monosignaali yksinkertaisesti molempiin kanaviin. Jouset ovat ominaisuuksiltaan aina sen verran toisistaan poikkeavia, että heijastukset kuullaan hieman eriaikaisina ja vaikutelma on haluttu. Kuva 5.12 havainnollistaa stereofonisen kaiun syntymistä luonnollisessa tilassa.

Kuva 5.12 Stereofonisen kaiun syntymisen luonnollisessa tilassa



5.4.3.3 Kaiuntahuone

Kaiuntahuone (reverberation chamber) muodostaa erään sähköakustisen kaiuntalaitteen erikoistyyppin. Se voidaan muodostaa, jos käytössä on mikrofoni esivahvistimiseen, tehovahvistin, kaiutin ja sopiva kovaseinäinen tila.

Järjestelmä toimii siten, että kaiutettava materiaali syötetään vahvistimen kautta kaiuttimeen. Samassa tilassa olevasta mikrofonista signaali palautetaan esim. äänipöydän tulokanavaan, josta sitten voidaan sekoittaa haluttu määrä kaiuntaa alkuperäiseen ohjelmaan. Käytännössä menetelmää voi soveltaa ainakin huvittelumielessä, jos lähietäisyydeltä löytyy esim. hiljainen rappukäytävä tai suihkuhuone. Menetelmän käyttökelpoisuus riippuu mielikuvituksesta.

5.4.3.4 Digitaaliset kaiuntalaitteet

Perusmuodossaan digitaalinen kaiuntalaite (digital reverb) saadaan aikaan kokoamalla yksin kuoriin useita erimittaisia viiveitä takaisinkytkentäsilmukoineen ja summaimineen. Laiteryhmästä löytyy nykyään kaikuja aivan peruslaitteista hyvin monipuolisiin tilasimulaattoreihin ja erikoisefektilaitteisiin asti.

Koska laitteet ovat täysin sähköisiä, eivät ne ole arkoja akustisille häiriöille. Ulkoiset mitat ovat kohtuullisia. Saippuulaatikon kokoinen laite pystyy tuottamaan useampia ja monipuolisempia tehosteita kuin jääkaappipakastinyhdistelmän kokoiset laitteet kymmenisen vuotta sitten. Signaali-kohinasuhde ja yleinen äänenlaatu on monissa laitteissa erinomainen. Koska signaalinkäsittely on digitaalista ja laitteet ovat mikroprosessoripohjaisia, voidaan näiden laitteiden lähes kaikkiin parametreihin vaikuttaa ohjelmallisesti.

Nykyaikaiset digitaalkaiut ovat todellisia monitoimilaitteita. Yleensä lähes kaikkiin olennaisiin parametreihin voidaan vaikuttaa. Näitä ovat muun muassa:

- jälkikaiunta-aika (reverberation time, RT)
- jälkikaiunta-aika taajuusalueittain
- ensiheijastumien (early reflections) voimakkuus ja niiden viiveaika (delay time)
- esiviiveen pituus
- simuloidun tilan koko
- kaiunnan tiheys (diffuusio)

Laitteissa on yleensä vaihteleva määrä ennakolta asetettuja ohjelmia, jotka on vaikutuksensa mukaan nimetty esim. huoneiksi (rooms), halleiksi (halls), pienemmiksi tiloiksi, kamareiksi tai "kammioiksi" (chambers), levyiksi (plates) ja lukuisiksi erikoisefekteiksi. Kannattaa huomioda, että levykaikulaitteita jäljittelevät ohjelmat ovat mukana melko usein. Tämä johtuu perinteisten levykaikulaitteiden ominaisesta soinnista, joka mm. tiheydensä vuoksi on hyvin suosittu varsinkin iskuääniä (esim. lyömäsoittimet, perkussio) äänityksessä ja miksausessa.

Saatavilla olevat erikoisefektit vaihtelevat laitetyypin mukaan. Eräs hyvin yleinen efekti on ns. gated reverb. Tällä tarkoitetaan kaiuntaa,

joka ei laske tasaisesti vaan laskettuaan tiettyyn tasoon vaimenee nopeasti. Ilmaisuihin "gated" viittaa kohinaporttiin (noise gate). Liittämällä kohinaportti kaikulaitteeseen, joka tuottaa tavanomaisen kaiun, saadaan aikaan samantyyppinen efekti.

Toinen erittäin yleinen efekti on "inverse room", käänteinen huone. Tällä tarkoitetaan kaiuntaa, jonka taso ei laske, vaan nousee, kunnes vaimenee kokonaan saavutettuaan ennalta asetetun tason. Molemmat edelläesitetyt efektit löytyy helposti kuuntelemalla uusia ja viime vuosien aikana tehtyjä rockäänitteitä.

On mielenkiintoista miettiä, millaista todellista tilaa jotkut erikoiseffektit mahtaisivat vastata. Jos esimerkiksi digitaalisen kaiuntalaitteen jälkikaiuntaan lisätään chorus-efekti, vastaa kuultu vaikutelma hallia, jonka seinät ja katto liikkuisivat edes takaisin sisään ja ulospäin.

5.4.3.5 Viive- ja kaiuntalaitteiden käyttö salin jälkikaiunt ominaisuuksien muokkaamiseen

Joskus konserttisalien akustisiin ominaisuuksiin halutaan vaikuttaa esitettävän ohjelman mukaan. Tämä voidaan toteuttaa muun muassa siten, että salin seiniin ja kattoon sijoitetaan suurehko määrä mikrofoneja, joista saadut audiosignaalit syötetään viivelaitteiden ja taajuuskorjaimien kautta päätevahvistimiin ja kaiuttimiin. Järjestelmän avulla voidaan sähköakustisesti pidentää salin jälkikaiunta-aikaa ja keinotekoisesti säätää muita akustisia ominaisuuksia. Tämän tyyppisiä järjestelmiä on asennettu muutama ympäri maailmaa. Menestys on ollut vaihteleva.

Hyvälaatuisia kaiuntalaitteita voidaan käyttää samantapaiseen tarkoitukseen siten, että kaiuntalaitteesta saatu signaali ohjataan eri kaiuttimiin kuin pääsignaali. Nämä voivat olla esim. salin sivu- ja takaseinille asetettuja tehostekaiuttimia. Näin voidaan muodostaa erilaisia tilaefektejä, joiden toimivuus luonnollisesti riippuu myös itse salin akustisista ominaisuuksista. Käyttötapa edellyttää kaiuntalaitteelta hyvää laatua, koska eri kaiuttimiin syötetyt efektit on helpompi erottaa kuin pääkaiuttimien kautta kuultavat, ohjelmaan miksatut.

Kaiuntalaitteen käyttö ei välttämättä edellytä alkuperäisen signaalin, esim. puheen, vahvistamista.

5.4.4 Taajuusmuuttajat

Tallennetun signaalin purkaminen tallennustapahtumasta poikkeavalla nopeudella aiheuttaa taajuuden muuttumisen (pitch change). Tätä hyväksikäyttäen voidaan viiveeseen perustuvaan laitteeseen lisätä muutamia erikoistoimintoja. Sisään syötetty äänisignaali tulee ulos esim. oktaavin verran korkeampana tai matalampana. Viiveeseen perustuva taajuudenmuutos ei koskaan voi olla täysin tosiaikainen, mutta käytännön laitteilla tällä seikalla ei juurikaan ole merkitystä.

Jos signaalin sävelkorkeutta halutaan nostaa, tulee purkamista nopeuttaa. Tällöin tallennettu ohjelma "loppuu kesken", jos halutaan

aikaansaada vaikutelma tosiaikaisesta taajuusmuutoksesta. Laitteen tulee siis lisätä alkuperäiseen signaaliin informaatiota. Tämä voi tapahtua siten, että laite kopioi audiosignaalista pieniä paloja ja sijoittaa nämä sopivan lyhyin välimatkoin alkuperäisen signaalin sekaan. Jos taajuutta vastaavasti lasketaan, tulee purkamista hidastaa. Näin aikaa kuluu liikaa, ja alkuperäisestä signaalista pitää ottaa paloja pois.

Toimintatavoista riippuen puutteellisuudet ovat joskus kuultavissa ainakin jatkuvilla, siniaaltoja muistuttavilla signaaleilla. Muuttuvalla signaalilla, kuten puheella, äänenlaatu yleensä riittää efektikäyttöön.