

10. AUDIOMITTAUS

10.1 Audiomittauksen käsitteistä

10.1.1 Painotussuodattimet

Kuulokynnys ja äänenvoimakkuuden aistiminen riippuu taajuudesta ja äänenvoimakkuudesta. Tästä johtuen on otettu käyttöön painotussuodattimia, jotka pääsääntöisesti korostavat keskitaajuusaluetta, joka on kuulon herkin alue, ja vaimentavat matalia ja korkeita taajuuksia. Näistä painotuskäyristä ovat "A" ja "C" tunnetuimpia.

Koska varsinkin "A" - painotus vastaa varsin hyvin kuulovaikutelmaa pienillä äänenvoimakkuuksilla, käytetään sitä yleisesti kohina-, häiriö- ja äänenpainetasojen mittauksissa. Näiden painotusten lisäksi on maailmalla käytössä kymmeniä eri standardeja eri käyttötarkoituksiin. Näistä varsinkin CCIR - normin mukaista suodinta käytetään yleisesti häiriötasojen mittauksissa.

Monet painotusnormit ovat puhelintekniikan sivutuotteita eikä niillä ole suurtakaan merkitystä audiolaitteiden mittauksissa. Materiaalien ja komponenttien parantuessa on yhä useammin otettu käyttöön täysin lineaarinen (painotukseton) mittaus. Mikäli kohinatasot ovat hyvin alhaisia, saadaan mahdolliset erot tällöin paremmin näkyviin. Mitattaessa häiriöetäisyyksiä lineaarisesti rajoitetaan kaistaa yleensä alueen ääripäistä esim. 20 Hz:n yli- ja 20 kHz:n alipäästösuotimilla. Tällöin kuuloalueen ulkopuolelle sijoittuvat taajuudet eivät vaikuta mittaustulokseen. Myös 400 Hz:n ylipäästösuodinta käytetään yleisesti silloin, kun verkkohurinan harmonisine kerrannaistaajuuksineen ei haluta vaikuttavan mittaustulokseen. Hurinaa syntyy helposti itse mittauskytkenässä maalenkistä johtuen.

Kytettävissä olevilla suodattimilla voidaan havaita myös suoranaisia vikoja, kuten esimerkiksi juuri mainitun hurinan tai suurtaajuuden värähtelyn esiintyminen mitattavassa laitteessa.

10.1.2 Ilmaisimet

Jos signaali on tasoltaan ja taajuussisällöltään vaihtelevaa, kuten äänisignaali aina on, riippuu mittaustulos tasomittarin ilmaisutavasta ja aikavakioista. Audiomittauksissa käytetään useimmiten RMS (Root Mean Square) - eli tehollisarvoilmaisinta. Muita vaihtoehtoja ovat esim. huippuarvo (peak) -, keskiarvo (average) - ja ns. valehuippuarvo (quasi-peak) -ilmaisus

RMS-kirjainyhdistelmän eteen liitetään joskus sana "true" - "tosi" - kuvaamaan sitä, että laite näyttää oikein kaikilla aaltomuodoilla (muillakin kuin siniaallolla) ja laajalla taajuusalueella. Tällä seikalla on merkitystä mm. käytettäessä yleismittaria audiomittauksiin. Monet nykyaikaiset, hyvälaatuiset yleismittarit sisältävät tosi - RMS-

ilmaisimen ja toimivat siis oikein kaikilla audiosignaaleilla. Asiaan kannattaa kuitenkin kiinnittää huomiota vanhojen mittareiden yhteydessä.

Eräät yleisradiokäyttöön tarkoitetut mittaustandardit edellyttävät huippuarvo- tai valehuippuarvo-ilmaisimen käyttöä. Jos mitattava signaali (kohina) sisältää nopeita ja satunnaisesti toistuvia huippuja, saadaan siitä näin parempi kuva.

Audiolaitteiden laatumittauksissa tarkastellaan tavallisesti hitaasti muuttuvia tai staattisia ilmiöitä, jolloin RMS - ilmaisu on tarkoituksemukaisiin. Monet audiomittalaitteet ovatkin varustetut ainoastaan tämäntyyppisellä ilmaisimella.

10.1.3 Audiolaitteiden omat tasomittarit

Jo kappaleessa 3.3 Nimellistasot kuvattua nimellistasojen sekamelskaa lisää entisestään se, että äänilaitteiden omien tasomittareiden ominaisuudet vaihtelevat. Ammattikäyttöön tarkoitettujen tasomittareiden ominaisuudet on standardisoitu, ja käytössä on kaksi tyyppiä:

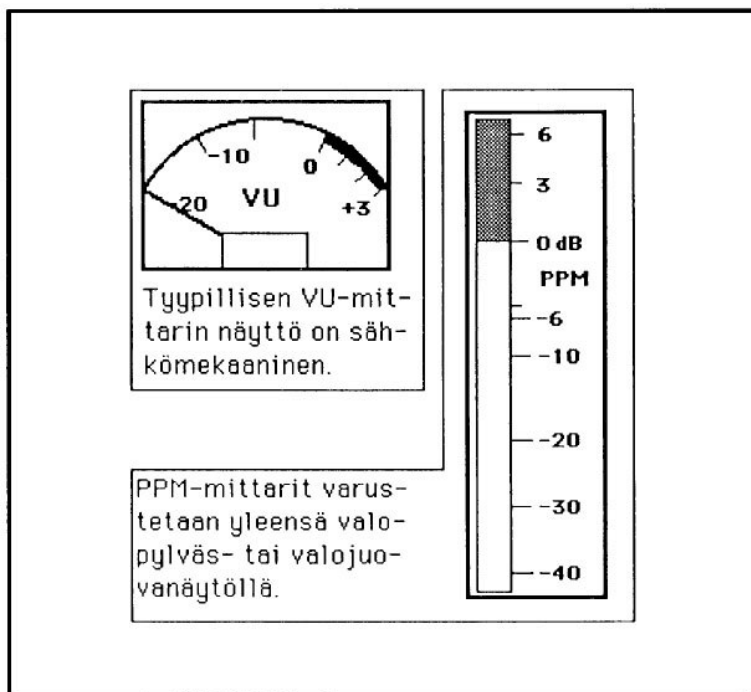
- Vu - mittari (volume unit = "voimakkuusyksikkö") osoittaa nollaa laitteen omalla nimellistasolla. Asteikko ulottuu yleensä - 20 dB:stä + 3 dB:iin. Vu - mittarin ominaisuudet ovat ilmaisimen ominaisuuksista ja mittarin mekaanisesta hitaudesta johtuen sellaiset, että sen voidaan sanoa näyttävän lähinnä signaalin keskiarvoa. Tavallisimmilla ohjelmasignaaleilla, musiikilla ja puheella, signaalin huippukohdat ovat tyypillisesti 6 dB - 10 dB vu - näyttämän yläpuolella.

- PPM - mittari eli huippuarvomittari (peak programme meter) osoittaa nimensä mukaisesti signaalin huippuja. Mittarit ovat rakenteeltaan valokuovamittareita ja ne on useimmiten toteutettu joko LED-pylväällä, fluoresenssinäytöllä tai plasmapurkausputkella, eikä niillä ole mekaanista hitautta

PPM - mittarin ominaisuuksiin kuuluu nopea nousuaika ja hidas laskeaika. Ominaisuudet on aikaansaatu elektronisesti mittarin ilmaisinosassa. Hitaalla laskuajalla luettavuus on saatu hyväksi, mittari ei väpätä asteikon päästä päähän vaan seuraa rauhallisesti mutta tarkasti signaalin huippuja. Asteikko voi olla joko dBu - kalibroitu tai käyttäjän kalibroitavissa, jolloin nollakohta asetetaan halutulle tasolle. Näyttö on yleensä laaja, 40 dB...60 dB laidasta laitaa. PPM-mittari antaa olennaisesti parempaa informaatiota kuin VU - mittari.

Ainoa seikka, joka puoltaa VU - mittarin käyttöä, on sen antama parempi kuva kuullusta äänenvoimakkuudesta. Tämäkin etu menettään usein siksi, että VU - mittarin skaala eli näyttöalue ei ulotu alle - 20 dB:n.

Kuva 10.1 Tasomittarit: vu- ja PPM-mittarit



Sekä vu- että PPM - mittarien ominaisuudet on standardoitu. Usein niitä käytetään rinnakkain, ja tällöin pitää muistaa se, että todellisilla ohjelmasignaaleilla PPM - mittari näyttää edellä mainitut 6 dB - 8 dB enemmän. Tästä syystä mittarit on rinnakkaiskäytössä syytä kalibroida siten, että jatkuvalla signaalilla PPM - mittari näyttää 6 dB - 8 dB enemmän kuin vu - mittari.

10.1.4 Särömittauksista

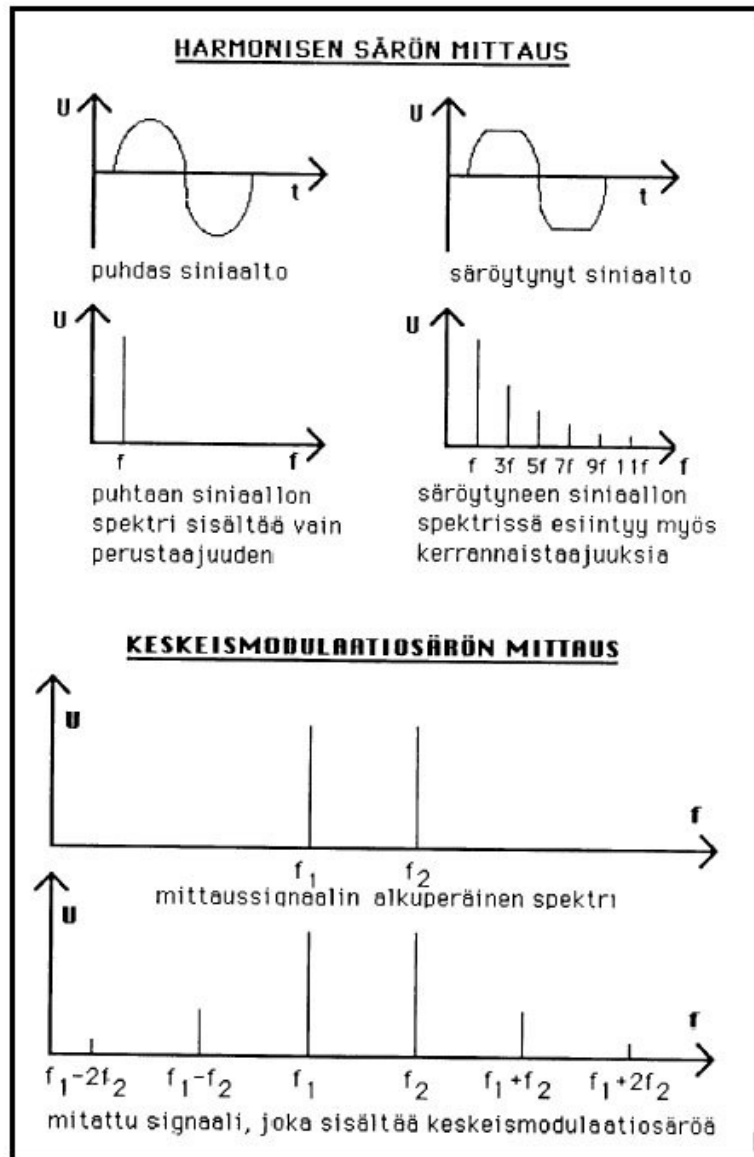
Viime vuosina on nostettu esille eräitä aikaisemmin tuntemattomia särötyyppejä. Varsinkin vahvistinasiantuntijat ovat saaneet uutta päänvaivaa dynaamisten säröjen tultua päivänvaloon. Näille säröille on toistaiseksi vaikeaa löytää mittalaitteita tai standardeja. Voidaan kuitenkin todeta, että kun uusia särömuotoja on löydetty, on niitä opittu myös varsin tehokkaasti välttämään. Tästä syystä niiden merkitys on mittaustekniikan kannalta jäänyt odotettua vähäisemmäksi.

"Vanhanaikaisista" särömuodoista on harmonisella säröllä yhä eniten merkitystä audiomittauksissa. Sillä tarkoitetaan niitä asiaankuulumattomia komponentteja, jotka ovat perusäänen kerrannaisia. Harmonisesta säröstä ilmoitetaan usein vain kolmannen kerrannaisen osuus. Tämä on perusteltavissa, koska kuulo aistii juuri parittomat kerrannaiset häiritsevinä, ja useimmissa tapauksissa juuri kolmas kerrannainen on särön spektrissä dominoiva. THD (Total Harmonic Distortion) tarkoittaa kokonaisharmonista säröä, joka sisältää kaikki muut komponentit paitsi perusäänen. Käytännössä THD -mittari onkin laite, joka suodattaa pois perusäänen (mittaussignaalin, joka on siniaalto) ja mittaa jäljelle jääneiden komponenttien osuuden. Myös harmonisen särön mittauksessa käytetään joskus painotussuotimia.

Nykyaikaisissa äänipöydissä, vahvistimissa ja äänenmuokkauslaitteissa harmonisen särön esiintyminen häiritsevässä määrin on harvinaista. Käytännössä puhutaan prosentin kymmenes-, sadas- ja jopa tuhannesosista. Huonolaatuiset tai vialliset rakennekomponentit voivat kuitenkin aiheuttaa harmonista säröä. Esim. huonolaatuinen symmetrintimuuntaja saattaa aiheuttaa säröä varsinkin suurilla taasoilla ja matalilla taajuuksilla.

Nahurimittauksissa harmonisen särön mittaus on yksi parhaista tavoista saada selville nauhurin kunto ja nauhasäättöjen (varsinkin esimagnetointi- eli biasvirran) asianmukaisuus. Myös äänipöydissä käytetyt VCA -piirit saattavat vaatia harmonisen särön mittaukseen perustuvia säätötoimenpiteitä.

Kuva 10.2 Harmonisen särön ja keskeismodulaatiosärön mittaus

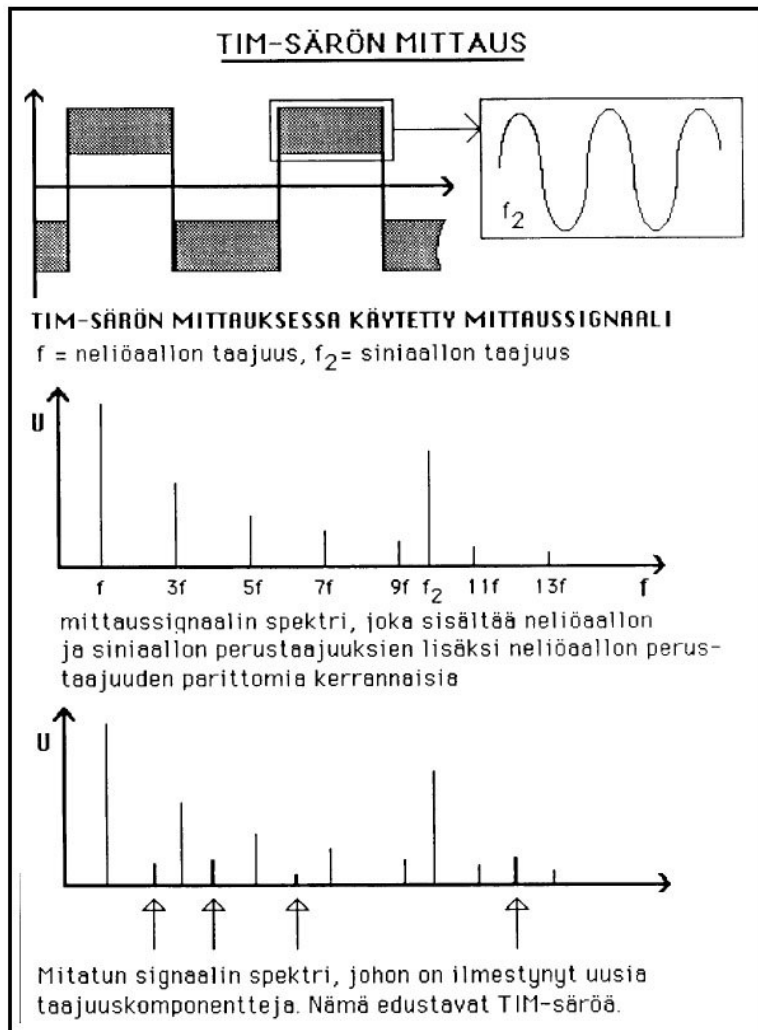


Keskeismodulaatiosäröllä (IMD, InterModulation Distortion) tarkoitetaan särökomponentteja, jotka esiintyvät useampien äänien erotustai summataajuuksina. Mittaussignaalina käytetään kahden eritaajui-

sen siniaallon muodostamaa summasignaalia. IMD - mittauksissa on käytössä kaksi eri standardia, SMTP ja CCIF, joista ensin mainittu on yleisempi. SMTP käyttää mittaussignaalina 60 Hz ja 7 kHz sini-aaltoja, jotka sekoitetaan suhteessa 4:1. CCIF - normin mukaan käytetään vapaasti valittavaa perustaajuutta, mutta kahden taajuuden välinen ero pidetään vakoina.

Dynaamisia säröjä (TIM tai TID eli Transient Intermodulation Distortion) voidaan tutkia esimerkiksi signaalilla, jossa matalataajuiseen neliöaalltoon on sekoitettu korkeampitaajuisia siniaaltoja. Yhdistelmän spektrikomponentit lasketaan ja mitattua signaalia tarkastellaan spektrianalysaattorilla. Ne komponentit, jotka poikkeavat lasketuista, edustavat TIM - säröä.

Kuva 10.3 TIM - särön mittaus



Tämän tyyppistä säröä saattaa esiintyä muun muassa vahvistimissa, joiden vastakytkentä "ei pysy mukana" nopeasti vaihtuvilla signaaleilla. Asian tutkiminen edellyttää hyvälaatuisen, suurella resoluutiolla eli erottelukyvulla varustetun spektrianalysaattorin käyttöä. Audiokäytössä tavallinen 1/3 - oktaavin näytöllä varustettu tosiaikainen spektrianalysaattori ei sovellu tähän tarkoitukseen.

10.1.5 Huojunta ja värinä

Nahurin huojunnan (wow) ja värinän (flutter) mittaus antaa hyvän kuvan laitteen suoritusarvoista ja sen mekaanisten osien kunnosta. Huojuntaa esiintyy myös levysoittimissa, mutta sen mittaus edellyttää testilevyä, eivätkä nykyaikaisten suoravetolevysoittimien arvot juuri huonone pitkänkään ajan kuluessa.

Huojuntamittauksissa mitataan testisignaalin taajuuspoikkeamaa. Korva ei havaitse hitaasti muuttuvaa taajuutta yhtä helposti kuin nopeaa "lepatusta", josta syystä myös huojuntamittauksia painotetaan. Yleisimmin käytetty painotus on normitettu DIN 45507 - standardissa, mutta varsinkin japanilaiset painottavat suoritusarvoja usein eri standardien mukaan.

Huojunnan ja värinän mittaus nauhureissa tapahtuu testisignaalilla, jonka taajuus on normin mukaan 333 Hz. Mittaussignaali äänitetään, ja sen taajuuspoikkeama mitataan toiston aikana.

10.1.6 Vaihevakavuudesta

Stereo- ja moniraitanauhureiden yhteydessä vaihevirheellä, sekä staattisella että dynaamisella, on huomattavaa merkitystä. Jos äänipään kulma nauhaan nähden (atsimuuttikulma, azimuth) ei ole kohtisuora, on eri kanavien välillä taajuudesta riippuva vaihe-ero. Mikäli ko. kulma on erittäin pahasti vinossa, saadaan aikaan lisäksi korkeiden taajuuksien kato.

Jos atsimuuttikulmaltaan vinolla nauhurilla äänitetty stereosignaali summataan monoksi, saadaan aikaan kampasuodinilmiö. Tällöin varsinkin ylätaajuudet samenevat voimakkaasti. Vaikka signaali toistettaisiin kaksikanavaisesti, saattaa seurauksena olla stereokuvan hajoaminen.

Jos saman nahurin äänitys- ja toistopäät ovat yhtä paljon vinossa samaan suuntaan, ei ongelmia välttämättä esiinny toistettaessa nauhaa samalla koneella. Ne tulevat esille siirrettäessä nauha toiseen nauhuriin. Tämä onkin ollut yksi hankalimmista teknisistä kysymyksistä pyrittäessä saattamaan C-kasettiäänitteet keskenään vaihtokelpoisiksi.

Edellä kuvatut seikat liittyvät äänipäiden pysyvästi väärästä kulmasta johtuvaan, staattiseen vaihevirheeseen. Tämän lisäksi nauhureissa esiintyy nauhankuljetuksen puutteellisesta mekaanisesta toiminnasta johtuvaa vaihtelevaa, dynaamista vaihevirhettä. Tämän pystyy havaitsemaan selvästi esim. äänittämällä kahdelle raidalle taajuudeltaan korkeahkoa (esim. 10 kHz) siniääntä ja summaamalla ne toistossa monoksi. Dynaaminen vaihevirhe aiheuttaa tällöin tasovaihtelun.

Staattisen vaihekulman tarkistus käy parhaiten päinsä testinauhan ja oskilloskoopin avulla.

10.2. Mittalaitteet

10.2.1 Tasomittarit ja äänitaajuusgeneraattorit

Suurin osa audiomittauksista on itse asiassa tasomittauksia. Näitä ovat esim. häiriötasojen mittaukset sekä nauhurin säädön yhteydessä suoritettavat mittaukset. Taajuusvasteen mittaus voidaan suorittaa tasomittaria ja äänitaajuusgeneraattoria käyttäen. Myös säröjen mittaus on itse asiassa tasojen mittausta.

Perusmuodossaan audiokäyttöön tarkoitettu tasomittari sisältää mitausvahvistimen, RMS - ilmaisimen sekä joko analogisen tai digitaalisen näyttölaitteen, joka on yleensä kalibroitu dBu - asteikolle. Joskus on mukaan liitetty myös jänniteasteikko. Usein tasomittariin lisätään joitakin oheislaitteita. Näitä saattavat olla mm. erilaiset painotussuotimet sekä vaihtoehtoiset ilmaisimet.

Muutamia tasomittareihin liittyviä seikkoja:

- Audiokäyttöön tarkoitettujen tasomittarin RMS - ilmaisimen toimii oikein ainakin koko audiokaistalla 20 Hz ... 20 kHz. Joskus saattaa laajakaistaisemmasta toiminnasta olla hyötyä, esim. nauhureiden bias- ja poistosignaali-jännitteiden mittauksissa. Niin ikään saatetaan olla kiinnostuneita kuuloalueen ulkopuolisista häiriöistä.
- Painotussuotimista tärkeimmät ovat CCIR- ja A-painotukset. Monissa audiomittalaitteissa jompikumpi tai molemmat suotimet ovat vakiovarusteina. Laitteisiin on usein mahdollista liittää myös muita suotimia.
- Vaikka mittari olisikin laajakaistainen, on hyödyllistä, jos yli 20 kHz ... 30 kHz:n ja alle 20 Hz:n taajuudet voidaan suodattaa pois. Näin saadaan käsitys siitä, miten paljon esim. suurtaajuisia häiriöitä mittaustulos sisältää. Jos laite on varustettu 400 Hz:n ylipäästösuotimella, voidaan eliminoida verkkohurinan vaikutus.
- Nykyaikaiset äänilaitteet ovat usein niin pienikohinaisia, että mittarin tulisi kyetä mittaamaan tasoja aina n. - 100 dBu:n asti. Yläpäässä asteikon pitää riittää n. + 30 dBu:n asti.
- On työskentelyn kannalta hyvä, jos mittalaite on varustettu symmetrisillä tulo- ja lähtöliitännöillä. Tasoja voidaan tosin mitata epäsymmetriselläkin laitteella vaiheiden välistä, mutta jos mitattavan laitteen - napa on maadoitettu, saattaa mittaustulokseen syntyä 6 dB:n virhe laitteen rakenteesta riippuen.
- Muistona menneiltä ajoilta joidenkin laitteiden tuloimpedanssi on 600 ohmia. Tällaisten laitteiden käyttö on nykyaikana varsin rajoitettua. Missään tapauksessa niitä ei saa liittää muiden laitteiden rinnalle. Käytännöllisintä on, jos mittalaitteen tuloimpedanssi on suuri (useita kymmeniä kilo-ohmeja tai enemmän). Tällöin ei rinnankytkennässäkään käytännössä tarvitse välittää itse mittarin aiheuttamasta kuormituksesta.

Äänitaajuusgeneraattori ja tasomittari rakennetaan usein yhdeksi laitteeksi. Näin saadaan hyvin monipuolinen perusmittapaikka. Generaattorille asetettavat vaatimukset riippuvat suuresti käyttötarkoituksesta. Esim. pelkkiin tasomittauksiin tarkoitettulta laitteelta ei vaadita

kovinkaan pientä säröä. Jos generaattorin kuitenkin halutaan olevan yleiskäyttöinen, tulisi ainakin seuraavien seikkojen olla otettu huomioon:

- Lähtötason tulee olla säädettävissä sellaisissa rajoissa, että laitteella voidaan simuloida myös mikrofoneja (esim. - 60 dBu ... + 30 dBu).
- Laitteen tulee pystyä syöttämään 600 ohmin kuormaa.
- Särömittauksissa käytettävä laite ei itse saa tuottaa säröä. On suotavaa, että generaattorin oma särö on prosentin sadasosa- tai tuhannesosaluokkaa.
- Taajuusvasteen mittauksia varten on hyväksi, jos taajuus on portaattomasti säädettävissä.
- Yleisen käytön vaivattomuuden ja mittaustuloksien luotettavuuden kannalta on suotavaa, että taajuus- ja tasokalibroinnit ovat stabiileja eli vakaita.

Generaattoreiden yhteydessä on aina selvitettävä se, onko mittaus-signaali laadultaan sopivaa mitattavan suureen tarkasteluun. Joskus generaattorin taajuus on niin epävakaa, että esim. huojuntamittauksen tulos on epäluotettava. Varsinaiset huojuntamittarit varustetaankin tästä syystä omilla, kidelukituilla generaattoreillaan.

Äänipöydissä on usein oma testiäänigeneraattori, jota voi mainiosti käyttää tasomittauksiin. Särömittauksiin se ei kuitenkaan yleensä sovellu.

Kohinageneraattorit muodostavat oman erikoisryhmänsä. Niitä käytetään lähes yksinomaan ajantasaisten spektrianalysointilaitteiden yhteydessä akustisissa mittauksissa, mutta myös sähköisten laitteiden taajuusvasteen pikatarkistus käy niiden avulla päinsä. Mittaus-signaali on tällöin ns. vaaleanpunainen kohina (pink noise), jonka energiasisältö oktaaveittain pysyy samana.

Kohina on luonteeltaan satunnaisesti vaihtelevaa signaalia, joka sisältää kaikkia taajuuksia. Kohinageneraattoreihin liittyy olennaisena suurena ns. huippukerroin (crest factor), joka kertoo, miten suuri on signaalin huipputaso ja keskimääräisen tason suhde. Esim. AES-standardin mukaisen vaaleanpunaisen kohinan huippukerroin rajoitetaan 6 dB:iin.

Mitä suurempi on huippukerroin, sitä enemmän saatu mittaustulos riippuu tasomittarin ilmaisimen toimintatavasta. Tästä syystä mikä tahansa generaattori - analysointiyhdistelmä ei aina anna oikeaa tulosta. Analysointia pitääkin aina käyttää sen kohinageneraattorin kanssa, jolle se on tarkoitettu.

Jos siniaaltogeneraattoria käytetään piirturin yhteydessä taajuusvaste-mittauksiin, tulee siinä olla pyyhkäisymahdollisuus ja generaattorin ja piirturin tulee olla synkronoitavissa eli tahdistettavissa. Tällaiset ominaisuudet löytyvät yleensä laajemmista mittalaitteepaketeista, niin sanotuista mittapaikoista.

Muita kuin siniaaltomuotoja ja kohinaa tarvitaan audiomittauksissa verraten harvoin. Ne tulevat kysymykseen joidenkin laitteiden, esim. vahvistimien, laatumittauksissa sekä muutamissa erikoissäätötoi-

menpiteissä. Monet äänitaajuusgeneraattorit sisältävät kuitenkin myös neliö- ja/tai kolmioaalto generaattorin.

Erikoismittauksia varten voidaan joillakin laitteilla tuottaa purskeita, joilla tarkoitetaan määrämittäisiksi katkottuja mittaussignaalin "paloja". Tällaista ominaisuutta tarvitaan, jos esim. halutaan mitata vahvistimen hetkellisiä huipputehoja. Jos tällainen toiminta yhdistetään pyyhkäisevään generaattoriin, voidaan kaiuttimen vapaakenttäväste tietyissä rajoissa mitata tavanomaisessa huoneessa kaiuttoman huoneen sijasta. Tällöin purskeesta mitataan vain suoran äänen osuus, heijastumat poistetaan mittaustavastaanottimessa olevan säädettävän portin avulla.

10.2.2 Särömittarit

Myös särömittarit ovat itse asiassa tasomittareita. Niillähän mitataan särökomponenttien tasoja ja säröt ilmoitetaan esim. prosentteina mittaussignaaliin verrattuna.

Kokonaisharmonisen särön mittausta tapahtuu laitteella, jonka avulla poistetaan taajuudeltaan säädettävällä kaistanestosuotimella (BRF, Band Rejection Filter t. notch filter) varsinainen mittaussignaali, jonka jälkeen mitataan jäljellejääneiden komponenttien (= särön ja kohinan) taso. Perinteisellä laitteella tämä tapahtuu siten, että mittarin lukema säädetään minimiinsä kaistanestosuotimen taajuussäätimellä. Saatu lukema ilmoittaa kokonaisharmonisen särön ja kohinan yhteismäärän.

Jos halutaan tarkastella yksittäisten särökomponenttien (esim. kolmannen harmonisen) tasoa, korvataan kaistanestosuodin säädettävällä kaistanpäästösuotimella (BPF, Band Pass Filter). BPF:n taajuussäätimellä etsitään lukeman maksimikohtia, ja taajuusasteikolta saadaan selville, mistä komponentista on kysymys.

Nykyaikaiset audiomittapaikat sisältävät yleensä särömittarin, joka automaattisesti lukkiutuu mittaussignaalin taajuuteen.

Muiden kuin harmonisten säröjen mittaamiseen tarkoitettujen laitteiden erikoismittalaitteita, jotka sisältävät sekä särömittarin että tarvittavan moniäänigeneraattorin. IMD:n mittausta on tosin mahdollista myös eräillä yleislaitteilla.

Parhailta särömittareilla voidaan mitata säröjä aina prosentin tuhannesosien tarkkuudella. Vikojen toteamiseen ja analogisten nauhureiden mittauksiin riittää tosin paljon pienempikin tarkkuus.

10.2.3 Nauhureiden erikoismittalaitteet

Eräät mittalaitteet kuuluvat luonteenomaisesti nauhureiden yhteyteen. Näitä ovat huojuntamittarit sekä jousivaa'at ja nauhajännityksen mittarit.

Nauhurin huojuntamittaus voidaan suorittaa kahdella tavalla: Joko testinauhan avulla pelkästään toistettaessa tai äänittämällä nauhalle taajuudeltaan vakaa testisignaali ja mittaamalla huojunta toistettaessa. Testinauhoista on sanottava, että niiden taajuuspoikkeama saattaa olla suurempi kuin itse nauhurin aiheuttama, ja näin voidaan ensin mainittu menetelmä käytännössä unohtaa.

Huojuntamittarit sisältävät yleensä oman testiäänigeneraattorinsa, jonka taajuus on tyypillisesti 333 Hz, 400 Hz tai 1 kHz. Mittaustulos voidaan lukea joko painotettuna tai lineaarisena.

Jousivaa'at ja nauhajännityksen mittarit ovat erikoislaitteita, jotka tulevat kysymykseen nauhakuljetuksen säädöissä ja tarkistuksissa. Valmistajat antavat yleensä ohjeet oikeista arvoista. Nämä mittaukset eivät kuulu jokapäiväisiin toimenpiteisiin, vaan niihin ryhdytään ainoastaan epäillyissä vikatapauksissa sekä esimerkiksi vuosihuoltojen yhteydessä.

10.2.4 Spektrianalysointilaitteet

Spektrianalysointilaitteet voidaan jakaa kahteen ryhmään: Ajantasaisiin ja ei-ajantasaisiin. Näistä ensin mainitut ovat viime vuosina yleistyneet äänistudioiden ja teattereiden ääniohjaamoiden jokapäiväisinä työkaluina. Ei-ajantasaiset laitteet kuuluvat jo hintansa puolesta pääasiassa alan valmistajien, maahantuojien ja tutkimuslaitosten käyttöön, joten niitä ei tässä yhteydessä käsitellä enempää.

Ajantasaisella spektrianalysointilaitteella tarkoitetaan laitetta, jolla mitattavan signaalin taajuussisältöä voidaan tarkastella jatkuvasti ilman näytteiden ottoa tai mainittavaa viivettä. Laitteet toimivat tavallisesti joko oktaavin tai terssin kaistoilla. Kohinageneraattorilla ja mittausmikrofonilla varustettu ajantasa-analysointilaitte on varsin käyttökelpoinen akustisissa mittauksissa, mutta sen avulla voidaan hyvin tarkastella myös esim. nauhurin taajuusvastetta "pikatekkinä".

Toimintaperiaatteeltaan spektrianalysointilaitte on laite, jossa mittaus-signaalista suodatetaan useita vierekkäisiä taajuuskaistoja, joiden taot mitataan ja tuodaan näytölle. Näyttölaitteena voi toimia esimerkiksi led - matriisi, nestekidenäyttö tai katodisädeputki (CRT).

Analysointilaitteen laatu (ja hinta) määräytyy suurelta osin suodatinten laadun mukaan. Oktaavi- ja terssianalysointilaitteiden suodatimet on normitettu mm. ANSI-, IEC- ja DIN - normistoissa. Kannattaa huomata, että, varsinkin halvempien laitteiden suotimet eivät aina täytä näitä normeja.

10.2.5 Audiomittapaikat ja tulostuslaitteet

Nykyaikaiset mittapaikat toimivat usein prosessoripohjaisina ja ovat jopa liitettävissä tietokoneeseen mittaustulosten analysointia ja tulostamista varten. Tämän tyyppisiin laitteisiin on yhdistetty lähes aina useampia erilaisia mittaustoimintoja.