

Vahvistimen testaus

Veikko Pöyhönen

Vahvistimen "tieteellinen testaus" sinällään on yksinkertainen suorittaa, mutta vaatii sen, että käytössä on virtalähteen lisäksi funktiogeneraattori ja oskilloskooppi. Virtalähteeksi kannattaa valita numeronäyttöinen malli, jossa on sekä voltti- että ampeerinäyttö (niitä saa kohtuuhintaan mm. seuraavista liikkeistä: Suomen Huoltopalvelu Oy, Helsinki; Kouluelektronikka Oy, Rauma; Step Systems Oy, Lahti). Vaikka koululla ei varsinaisesti rakennettaisikaan vahvistimia, tarvitaan oskilloskooppia tavallisten esim. vaikka 9V:n jännitteellä toimivien tasavirtalaitteiden vianetsinnässä. Tavallinen numeronäyttöinen mittari on niin hidas, ettei se ehdi näyttämään kontaktihäiriöitä tai virtalähteen jännitteessä esiintyviä nopeahkoja vaihteluita.

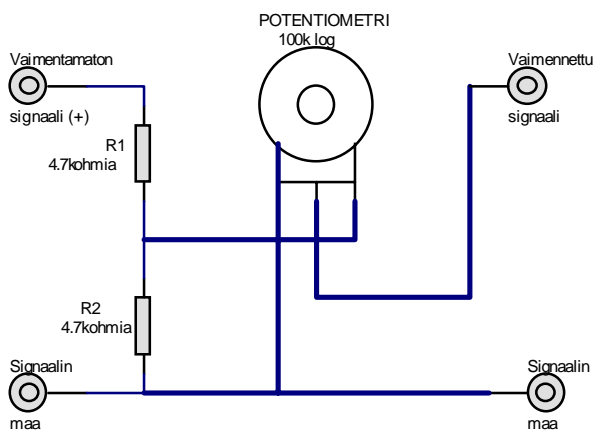
Toisaalta myös jo mahdollisuus testata vahvistimia luotettavasti on houkutteleva ajatus. Kaupan valmiista vahvistimistakin oli hyvä saada omakohtaista faktatietoa, ettei myöhemmin tuntisi itseään jymäytetyksi - ja hemmetin vihaiseksi. Palaan vahvistimien hyvyuden testaukseen tuonnempana artikkelissa.

Em. testilaitteiden käyttökyvnys oli ainakin minulla aluksi todella korkea. Niiden hintakin oli sen verran suolainen, että hankinta arvelutti siitakin syystä. Onneksi hinnat ovat sittemmin laskeneet siinä määrin siedettäväksi, että ko. laitteiden hankinta kouluihin on käynyt realistiseksi. Jos useampi koulu voi suorittaa laitteiden oston yhteishankintana, saa laiteisiin usein lisäksi myös ilmaisen käyttökoulutuksen. Esim. Teklab Oy järjesti helsinkiläisille opettajille ilmaista koulutusta oskilloskoopin ja funktiogeneraattorin käytöstä vuoden 2001 alkupuolella. Ilmaisen koulutuksen saaminen ei edellyttänyt laitteiden hankkimista, mutta kylläkin tilojen järjestämisen koulutusiltaa varten.

Kun elektroniikkalaitteita valmistumisen jälkeen testataan, on hetki tietenkin aina yhtä jännittävä. Kun laite toimii heti kättelyssä, on riemu käsin koskeltavissa - samoin on tietenkin pettymyksen kanssa. Toiminnan ja testauksen helpottamiseksi olen nykyisin koettanut jakaa laitteen tavallaan moduuleihin; tästä myöhemmin. Jottei jutusta jälleen kerran tulisi niin pitkä, ettei kukaan jaksa sitä lukea, olen tässä pyynnöstä keskittynyt vain pikkuvahvistimien testaukseen.

Suosittelisin opettajaa rakentamaan seuraavanlaisen laitteen. Se on paitsi yksinkertainen, niin se säästää myös testaajaa monelta harmilta ja turhalta rahanmenolta.

Vaimennus- / suojauskytkentä signaalilähteeseen



Helpoimmalla pääset, kun käytät jotain valmista koteloa, johon sijoitat osat. Kotelon vasempaan ja oikeaan ylä- ja alakulmaan poraat reiät tavallisille banaanipistikkeille (naarasbanaaneille). Keskelle koteloa taas poraat reiän 100klog potentiometriä varten. Lineaarinen potentiometrikin käy vallan mainiosti, koska äänenvoimakkuuden lisääntyminen hieman ”hölmösti” testauksessa ei häiritse mitään.



- Alemmat vasen ja oikea eli mustat pistikkeet yhdistetään suoraan johdoilla toisiinsa. Niiden välisestä johdosta vedetään johto potentiometrin vasemmanpuoleiseen karvaan (kun potikan säätönuppi osoittaa itseäsi kohti).
- Vasemmanpuoleisten pistikkeiden (punaisen ja mustan) väliin kytketään peräkkäin eli sarjaan 2kpl 4.7kΩ:n vastuksia. Niiden välisestä johdosta vedetään johdin potentiometrin oikeanpuoleiseen karvaan. Potentiometrin keskimmäisestä karvasta puolestaan vedetään johdin oikeanpuoleiseen ylempään pistikkeeseen (punainen).

Jos laitetta tutkiskellaan julkisivupuolelta, potentiometrin nupin osoittaessa katsojaan päin, tulisi sisääntulojohtojen olla vasemmalla ja ulostulojohtojen oikealla. Mustat banaaniliittimet alhaalla ja punaiset ylhäällä.

Valmista laitetta voidaan testata esim. seuraavasti: Syötetään laitteen sisääntuloon virtalähteeltä esim. 9V:n jännite. Jos potentiometri on käännetty aivan vasempaan laitaan, tulisi ulostulon jännitteen olla noin 0V:a. **HUOM! Virtalähteen virranrajoitus tulee olla lähes minimissä, jottei potentiometri tuhoutuisi!**

Kun potentiometri taas käännetään aivan toiseen laitaan, pitäisi ulostulossa näkyä puolet sisäänsyötetystä jännitteestä eli em. tapauksessa n. 4.5V, koska jännitteenjakokytkentä R1, R2 aiheuttaa 50%:n jännitteenpudotuksen ennen potentiometriä.

Mitä hyötyä koko laitteesta sitten lopultakin on ?

Mainitsin aiemmin laitteen testaamisesta ns. moduuleina:

- Ensin mitataan virtalähteestä tuleva jännite, jonka tulisi olla välillä 12 - 15 V:a.
- Kun vahvistin liitetään virtalähteeseen, tulisi virtalähteen virta olla sammutettuna. Kun virta kytketään päälle, ”pomppaa” virta sekunnin murto-osaksi jopa 2A:iin asettuen sitten noin 0.1 - 0.2 A:iin (nelikanavaisessa vahvistimessa 0.2 - 0.4A) jos vahvistin on kunnossa.

Jos vahvistin on ollut viallinen, tuhoutuu näin pahimmassakin tapauksessa vain mikropiiri, joka taas on vaihdettavissa uuteen tinaimurisuksella käyttämällä ja poistamalla piirin piikit yksitellen.

Tässä vaiheessa voitto on jo kotona: Laite tuntuu toimivan ainakin osittain!

- Nyt otetaan sitten käyttöön open rakentama vaimennuskytkentä ja kytketään sisääntuloon signaali. Paras olisi n.1kHz:n siniaalto signaali funktiogeneraattorilta. Vastaavan signaalin saa testi CD:tä (Suomen Huoltopalvelu OY, Helsinki). Testailu on tosin tällöin hieman ärsyttävää, koska yhden taajuuden kesto aika CD:llä on lyhyehkö - hinta tosin on houkutteleva, kun levy maksaa runsaan satasen ja soittimenkin saa 500 - 600mk:lla. Jos jotain on ollut pahasti pielessä, estää open rakentama vaimennuskytkentä vahvistimeen liitettyä signaalilähdettä hajoamasta. Signaalin voi myös imuroida ilmaiseksi sivuilta:

<http://www.kolumbus.fi/mikko.esala/infolista.htm>

Testiäännet:

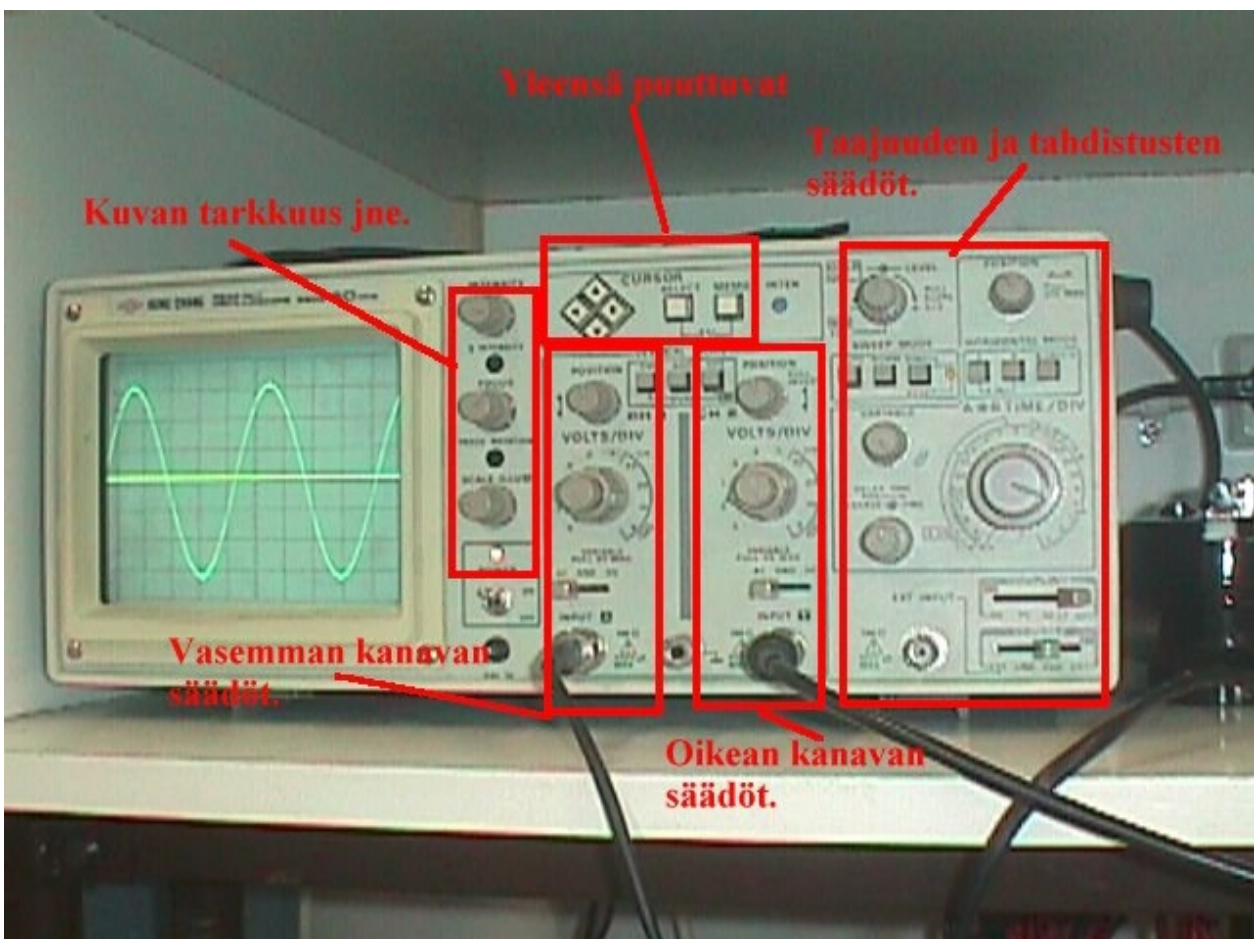
[Eritaajuisia sini- ja kantiaaltosignaaleita mm. vahvistimien, nauhureiden ym. Testaamiseen ja kalibroitiin.](#)

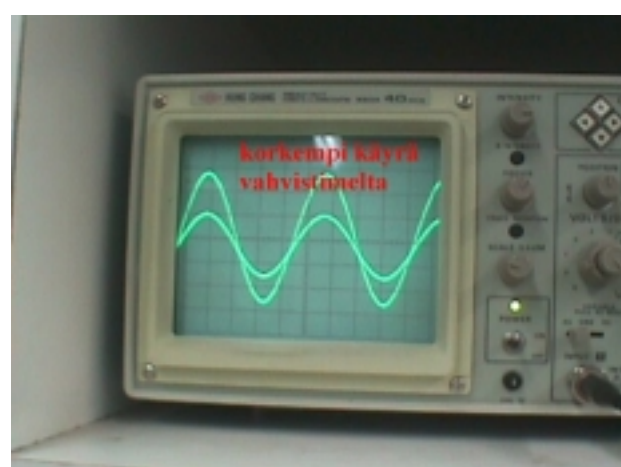
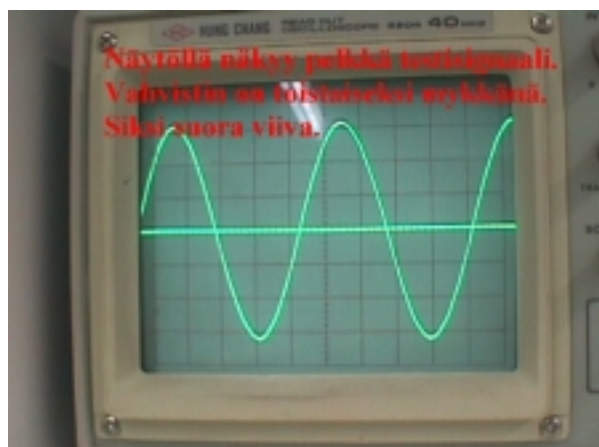
Taajuudet 20Hz...20kHz+ erikoisäännet

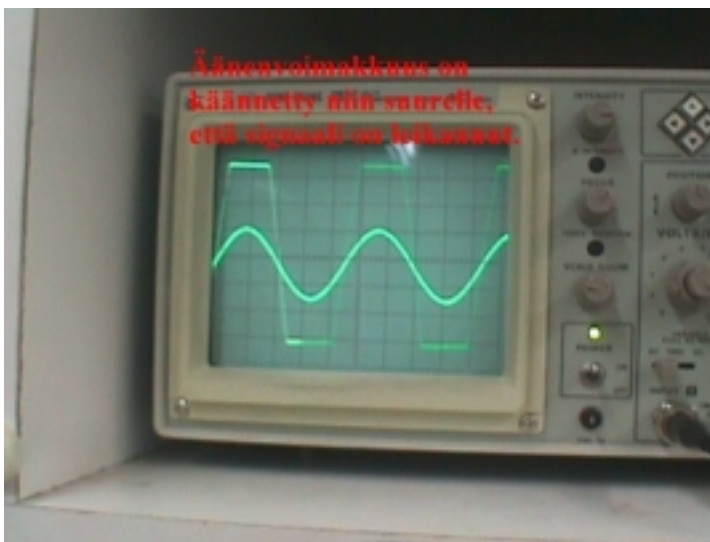
- Seuraava vaihe on testata oppilaan rakentama potentiometrikytkentä erikseen aiemmin selostetulla tavalla.

Lopuksi testataan laite vielä kokonaisuudessaan, koteloidaan se ja testataan vielä kerran.

Kuvia oskilloskoopista







Oppilaan ohje vahvistimen mittausta varten

- Pistä tämä ohje muovitaskuun ja sijoita testattava vahvistin ohjeen päälle. Tällä estät esim. johdonpätkien, ruuvien ym. Aiheuttamasta oikosulkua piirilevyllä.
- Säädä virtalähteen jännite 12-15V:iin. Jos virtalähteessä on virranrajoitus, käännä virta täysille eli nuppi oikeaan laitaan.
- Jos virtalähteessä ei ole erikseen jännite- ja virtanäyttöä, käännä asteikko virtaasteikolle.
- Ota vahvistimen rakennusohjeet testauspöydälle.
- Tarkista **JOKAINEN** osa: onko oikea osa, onko oikeinpäin; esim. väärinpäin sijoitettu elko voi tuhoutuessaan jopa räjähtää.
- Tarkista kellosepän luupilla tai suurennuslasilla kaikki juotokset ja varmista samalla, ettei johtimien välillä ole tinasiltoja tai liiallisesta kuumentamista johtuvaa kuonaa. Jos oikosulkuja on, poista ne hammaslääkärin poralla.
- Kytke vahvistimen maa- eli miinusjohto vahvistimeen. Plusjohto kiinnitetään vasta kun kaikki on varmistettu.
- Kytke oskilloskoopin maajohto **virtalähteen** miinukseen !
- Oskilloskoopin plusjohto kytketään vahvistimen kaiutin plusjohtoon.
- Varmista, etteivät kaiutinjohdot ole oikosulussa (on syytä kiinnittää erityisesti sen kanavan johtimiin, joita ei testata.
- **TÄSSÄ VAIHEESSA KUTSU OPETTAJA PAIKALLE. MUOM! ÄLÄ KYTKE VIRTAA, ENNEN KUIN OPETTAJA ON PAIKALLA !**
- Jos virtalähteen johtimet ovat väärinpäin virtaa kytkettäessä, tuhoutuu vahvistimen mikropiiri silmänräpäyksessä. Tämän estät sillä, että pyydät opettajalta 1N4007 diodin ja juotat sen virtajohtojen väliin estosuuntaan. Eli; diodin miinuksen virtajohtoon plussaan ja diodin plussan virtajohtoon miinukseen. Tämä kytkentä suojelee vahvistin useita sekunteja mikäli olet vahingossa kytkenyt virtajohtot väärinpäin. Vikatilanteessa virtamittari pomppaa toiseen laitaan. Jos näin käy, **SAMMUTA NOPEASTI VIRTALÄHDE !!!**

Mikko Esalan ohjeet vahvistimen hyvyyden testaukseen

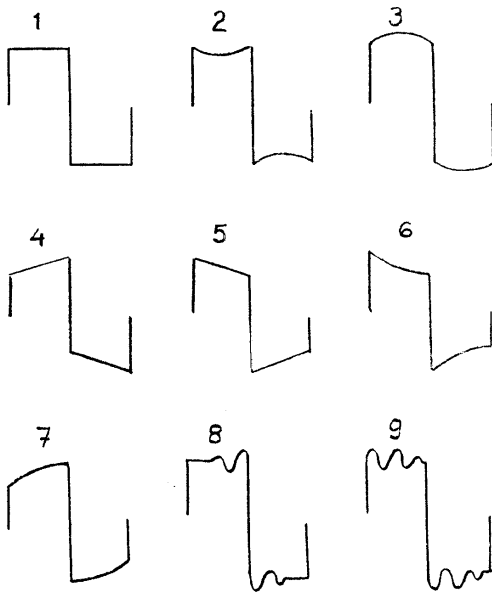
Vahvistimen testaus suoritetaan usein syöttämällä suorakulmaista aaltomuotoa funktiogeneraattorilla vahvistimen sisääntuloon ja analysoimalla sitten oskilloskoopilla saatu kuva. Kun vahvistimeen tuodaan tietty taajuus, voidaan oskilloskoopin kuvapinnalla näkyvän aaltomuodon ominaisuuksista päätellä vahvistimen toisto-ominaisuuksia ja siten arvostella vahvistimen hyvyyttä.

Jos vahvistin toistaa aaltomuodon ilman vääristymistä, on vahvistimen toistoalue ainakin niin suuri kuin saadaan jakamalla mittaustaajuus 10:llä kertomalla se 10:llä. Esim. mittaustaajuuden ollessa 100 Hz, ja vahvistimen toistaessa sen moitteettomasti, on toistoalue hyvä ainakin välillä 10Hz ... 1000kHz:ä. Vastaavasti kun mittaustaajuus on 1 kHz:ä, ja vahvistin toistaa sen moitteettomasti, ulottuu toistoalue tällöin 100 Hz:stä 10 kHz:iin jne., kunnes on saavutettu niin korkea toistoalue, joka tyydyttää testaajaa (käyrien olisi hyvä olla kunnossa aina 100 kHz:iin saakka).

Suorakulmaisen aaltomuodon avulla on mahdollista arvostella myös vahvistimen vaihevääristymää ja värähtelyalttiutta. 10%:n kaltevuus aallon huipussa vastaa 2 asteen vaihevääristymää.

Alla on kuvia joista nähdään kuinka erilaiset vahvisti-

men virheellisyydet vaikuttavat suorakulmaiseen aaltomuotoon.



1. Virheetön toisto.
2. Matalat taajuudet vaimenevat.
3. Matalat taajuudet korostuvat.
4. Matalien taajuuksien vaihejättämä.
5. Matalien taajuuksien vaihe-edistämä.
6. Matalien taajuuksien vaimeneminen ja vaihevääristymä.
7. Korkeiden taajuuksien vaimeneminen ja vaihevääristymä.
8. Värähtely voimakkaasti vaimeneva.
9. Värähtely heikosti vaimeneva.

Huomattavaa

Mittaukset suoritetaan vahvistinta kuormittamatta ts. kaiuttimet tulee testin ajaksi kytkeä pois käytöstä. Myös skoopin mittajohtojen kytkennässä kannattaa olla huolellinen, jotta mittaustulokset pitäisivät paikkansa. Kaiuttimelle menevä plusjohto kytketään skoopin mittajohtoon ja kaiuttimelle menevä miinusjohto skoopin maajohtoon.

HUOM!

Siltaankytketyissä vahvistimissa kuten TDA7370, TDA2003 tai TDA2005 -piireillä toteutuissa vahvistimissa skoopin maajohto kytketään virtalähteen maajohtoon!

Otan kommentteja kämmäyksistä ja pyrin toimittamaan korjatun version mikäli tarpeellista. Olen tavoitettavissa asian tiimoilta sähköpostitse tai puhelimitse:

Mailaa osoitteeseen: Veikko.Poyhonen@kapy.edu.hel.fi

Edellisen pitäisi toimia aina, mutta jälkimäinen tökkii toisinaan.

pt. 09 / 310 80778,

pk. 09 / 347 6341

Molemmissa on vastaaja; jälkimmäiseen vastaan vasta kun olen kuullut viestin.

Veikko Pöyhönen