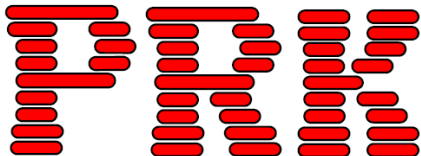


Radioamatöörikurssi syksy 2012

Mittalaitteet, elektroniikan peruskomponentit,
vahvistinluokat, sähköturvallisuus



Mittalaitteet

Radioamatööriyöskentelyssä:

- SWR-mittari

Muualla:

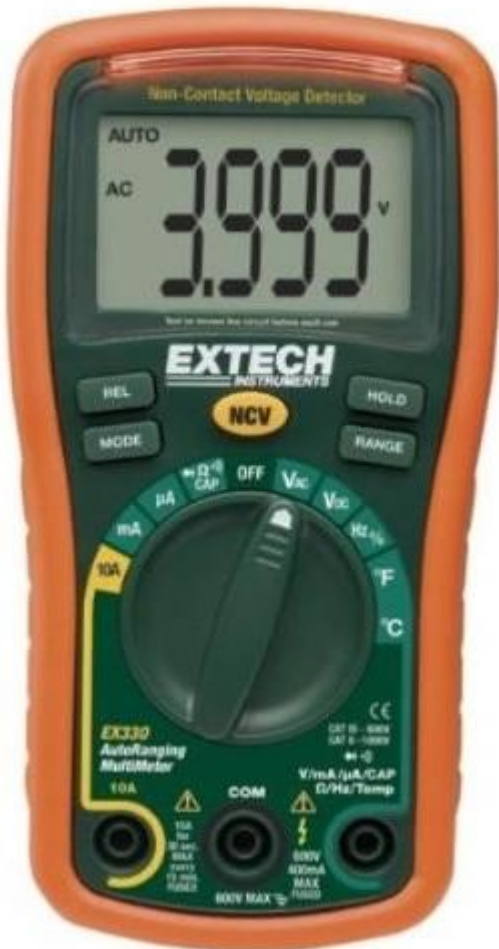
- Yleismittari
- Oskilloskooppi
- Taajuuslaskuri
- Spektrianalysaattori

SWR-mittari

- (V)SWR ~ (Voltage) Standing Wave Ratio eli SAS, seisovan aallon suhde
- Mittaa lähettimen pääteasteen sovitusta syöttöjohtoon eli antenniin päin menevää ja sieltä takaisin heijastuvaa tehoa.
- $SWR = (1 + \rho) / (1 - \rho)$
 - ...eli 1:stä äärettömään



Yleismittari



Yleismittari

- Yleensä mittaa:
 - Tasajännitteet, tasavirrat
 - Pientaajuiset vaihtojännitteet, vaihtovirrat
 - Resistanssi
- Usein myös muita mittaominaisuuksia:
 - "piippari", "buzzer", sähkönjohtavuuden l. elektroniikkakytkentöjen oikeellisuuden tarkastamiseen
 - Transistorien ym. puolijohhteiden mittaamiseen

Yleismittari: jännitemittaus

- Suuri sisäinen impedanssi
 - ei kuormita mitattavaa piiriä merkittävästi
- Jännitteen mittaaminen mitattavan komponentin yli eli rinnan

Yleismittari: virtamittaus

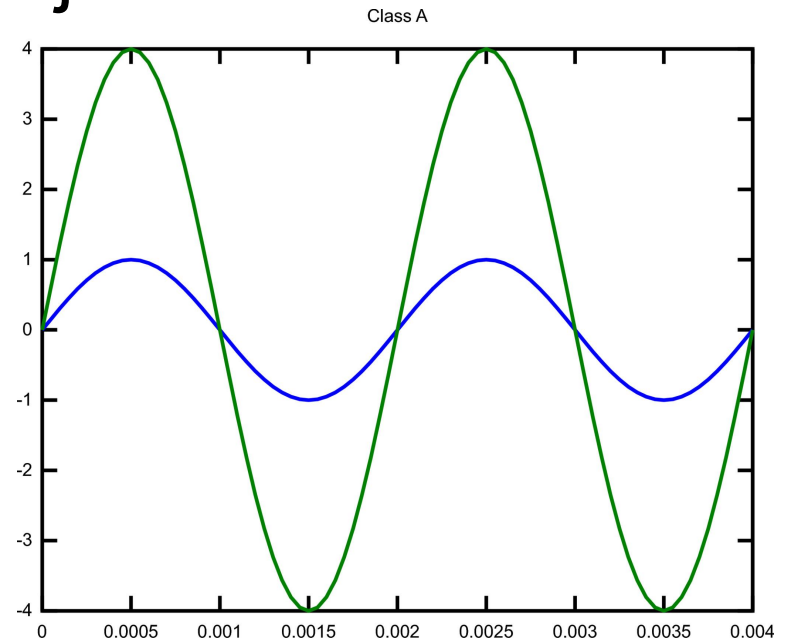
- Pieni impedanssi, jotta ei kuormita piiriä ylimääräisellä resistanssilla
- Virran mittaaminen mitattavan komponentin kanssa sarjassa
- Mittarissa usein erilliset liittimet virtamittausalueelle

Yleismittari

- Mittausaluetta voidaan laajentaa sarja- ja rinnakkaisvastuksella
 - Jännitemittauksessa vastus sarjaan
 - Virtamittauksessa vastus rinnan
- Jännitemittaria voi käyttää virtamittarina ja päin vastoin
 - usein virta helpointa laskea mittaamalla jännite tunnetun resistanssin yli

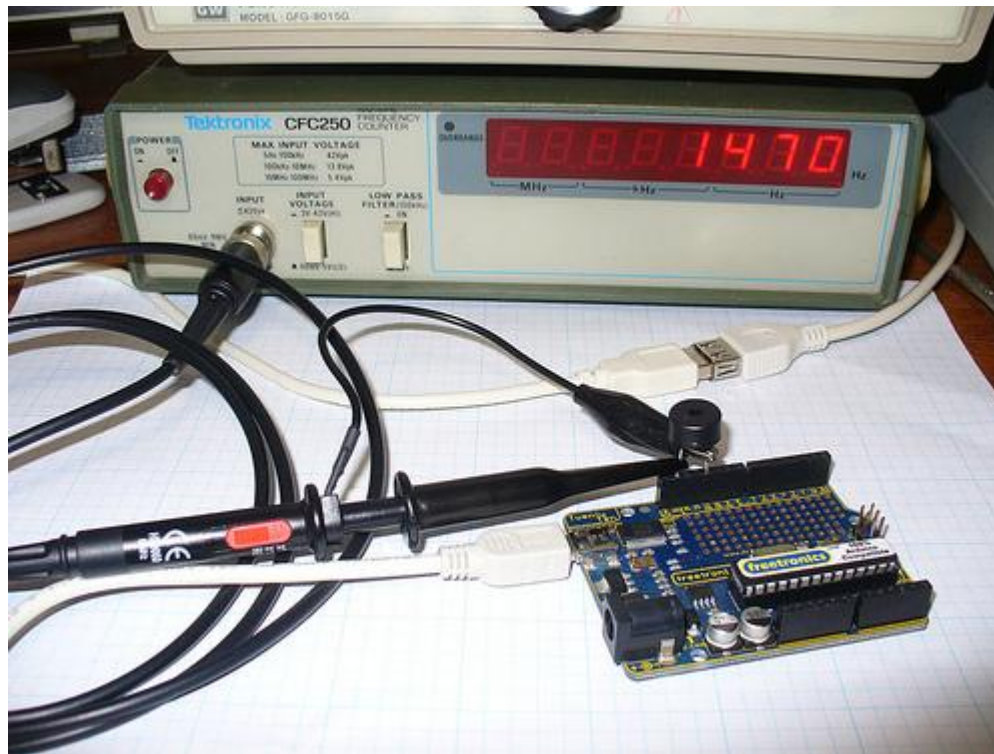
Oskilloskooppi

- Näyttää signaalin aja funktiona
- Ei sovellu taajuuden mittaamiseen (tarkasti)
- V_{pp} - huipusta huippuun -jännite
- V_{rms} - tehollinen jännite



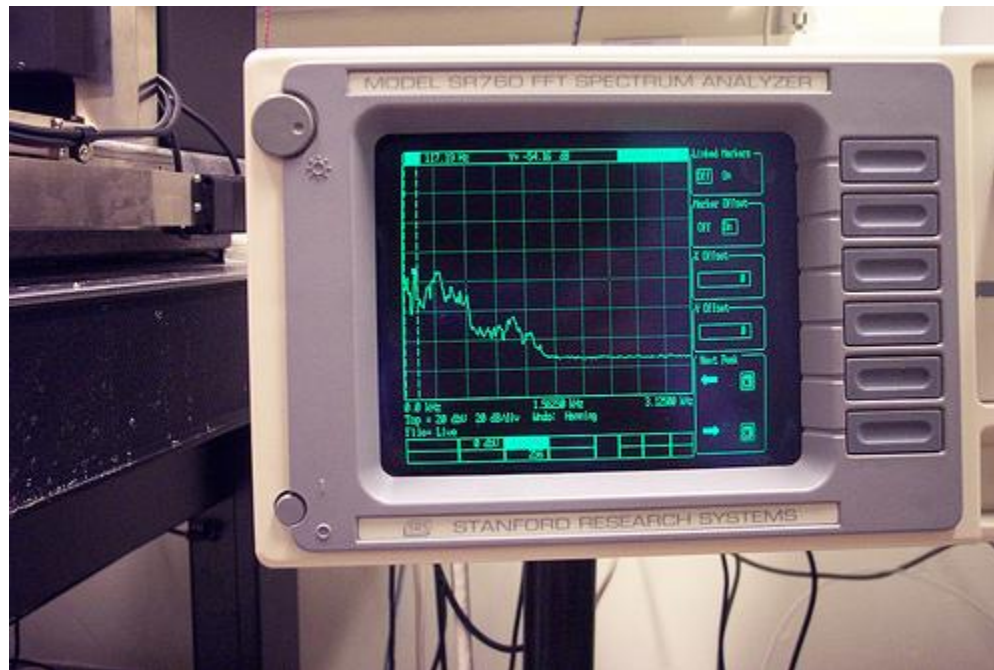
Taajuuslaskuri

- Mittaa moduloimattoman signaalin taajuutta
 - pelkkä kantaalto



Spektrianalysaattori

- Näyttää signaalin taajuustasossa
- Mitataan esimerkiksi:
 - signaalin "puhtaus" - harmoninen särö
 - tracking generatorin kanssa esim. suodattimet



Elektroniikan peruskomponentit

- Vastukset
- Kondensaattorit
- Kelat
- Muuntajat
- Puolijohteet

Vastukset

- Vastustavat sähkövirran kulkua
- Mittayksikkö ohmi (Ω)
- Tavallisten vastusten resistanssi on vakio
- Erikoisvastuksia
 - Valovastukset (LDR), resistanssi riippuu valon määrästä
 - NTC-/PTC-vastukset, resistanssi riippuu lämpötilasta. Toinen nimitys termistori

Vastukset

- T1-tenttimatematiikkaa, Ohmin lait:
 - $U = R * I$
 - $P = U * I$
 - Muistisäännöt: PUImURI ja muistikolmiot
- Vastusten sarjaankytkentä
 - $R = R1 + R2 + \dots$
- Vastusten rinnankytkentä
 - $1/R = 1/R1 + 1/R2 + \dots$

Vastukset: johdinhäviöt

- Johtimilla on resistanssia, mikä pitää ottaa huomioon suurilla virroilla
- Kuparin johtavuus $5,9 \cdot 10^7 \text{ / m / } \Omega$
- Tenttitehtävä 52035:
 - "Syötät autossa olevaa transseiveriäsi 3 m pituisella $d = 0,75 \text{ mm}$ parikaapelilla. Käyttöohjeen mukaan lähetin ottaa virtaa noin 20 ampeeria 12 voltin jännitteellä, joten"...
 - $R = 3\text{m} / (5,9 \cdot 10^7 \cdot 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2) = 0,045 \text{ } \Omega$
 - Jännitehäviö: $U = 20 \text{ A} \cdot R = 0,9 \text{ V}$
 - Tenttitehtävän väite 0,5 voltin häviöstä siis v

Kondensaattorit

- Varastoivat sähköenergiaa sähkökenttään
- Mittayksikkö Faradi (F)
 - Suuri yksikkö
 - Yleisemmät kokoluokat: mikro, nano, piko
- Polarisoimattomat
 - voidaan kytkeä kummin päin tahansa, napaisuudella ei väliä
- Polarisoidut
 - napaisuus otettava huomioon - elektrolyyttikondensaattorin keittää helposti.

Kondensaattorit

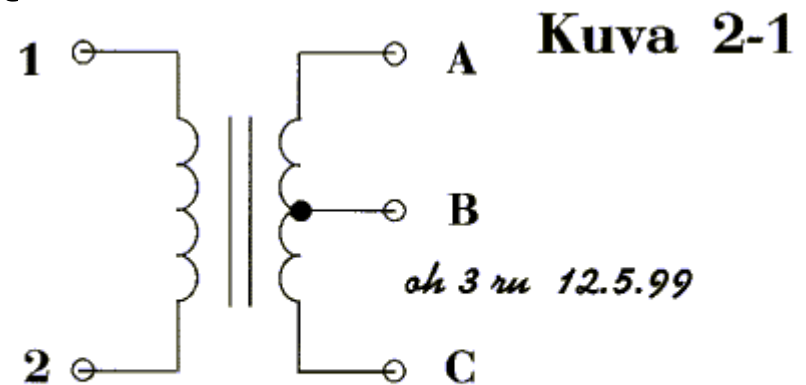
- Häviöt riippuvat väliaineesta
 - ilma, kiille, keraami pieni
 - elektrolyytti suuri
- Rinnan- ja sarjaankytkentä toisin päin kuin vastuksilla:
 - Rinnan: $C = C_1 + C_2 + \dots$
 - Sarjassa: $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$
- Kondensaattorin varaama energia
 - $e = 0.5 * C * U^2$

Kelat

- Varastoivat sähköenergiaa magneettikenttään
- Vastustavat vaihtovirran kulkua
- Mittayksikkönä Henry (H)
- Induktanssi kasvaa kierrosluvun mukana
- Induktanssi riippuu sydänmateriaalista
 - Ferriittisydän kasvattaa induktanssia
 - sydänmateriaali vaikuttaa myös häviöihin
- Laskukaavat kuten vastuksilla

Muuntajat

- Erottaa piirit toisistaan galvaanisesti, kytkee induktiivisesti
- Toimii vain vaihtovirralla
- Teho säilyy
 - $P_1 = P_2 = U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$
- Jännite ja virta muuttuvat
 - $U_1/N_1 = U_2/N_2$



Muuntaja

Puolijohteet

- Puolijohtavasta materiaalista (pii, germanium) valmistettuja komponentteja kutsutaan puolijohteiksi
- Paljon erilaisia
- Tentissä tiedettävä:
 - Diodi
 - Transistori
 - Tyristori

Diodi

- Johtaa sähköä yhteen suuntaan
 - Vaihtovirrasta tasavirtaa
- Erikoisdioditeita:
 - Zener-diodi: jännitteen vakavointiin
 - PIN-diodi: pienkapasitanssinen, kytkentään
 - Valodiodi eli LED

Bipolaaritransistorit

- Kolmijalkainen vahvistava komponentti
- NPN, PNP
- Jalat
 - C kollektori
 - B kanta
 - E emitteri
- Kannalla pieni ohjausvirta, joka aiheuttaa suuremman virran kollektorille

Tyristorit, triacit

- Liipaistava diodi
- Liipaisun jälkeen johtaa kunnes virtaa ei kulje
- Vaihtosähkön tehonsäätöön
- Ylijännitesuojina

Sähköturvallisuus 1

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (516/1996) sähköalan töistä

3 luku Pätevyysvaatimukset

Vaatimus sähköalan töissä, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä 10 §

Riittävää huolellisuutta noudattaen on sallittua tehdä seuraavia sähköalan töitä:

[...]

4) omaan käyttöön rakennettujen sähkölaitteiden korjaamista, jos tämä liittyy sähköalan harrastustoimintaan.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960516>

Sähköturvallisuus 2

- Radioamatööri saa rakentaa laitteensa itse, kunhan niistä ei aiheudu vaaraa ihmisille / eläimille tai omaisuudelle.
- Laitteiden pitäisi täyttää soveltuvin osin
 - Pienjännitedirektiivin
 - EMC – direktiivin
 - ja Radio- ja telelaitedirektiivin määräykset.
- Maalaisjärjellä ja ylisuunnittelemalla pääsee pitkälle.

Sähköturvallisuus 3

- Laitteita saa rakentaa omaan käyttöön.
- Rakennetut laitteet kuuluvat I – suojausluokkaan. (maadoitettu pistotulppa)
- Itserakennetun laitteen verkkokytkimen täytyy katkaista molemmat sähköjohdot. Maadoitusta ei saa koskaan katkaista.
- Metallinen kotelo täytyy maadoittaa.
- Metallikoteloä suositellaan.
- Laitteiden rakentaminen ansiotarkoituksessa ei ole sallittua
 - Vastuukysymykset mahdollisissa vika- / häiriötapauksissa
- Jännitteisiä osia ei saa olla kosketeltavissa. - Jännitteisien oien on oltava työkalulla avattavan esteen takana.

Sähköturvallisuus / maadoittaminen

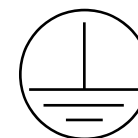
- Verkkomaadoituksen lisäksi aseman laitteet täytyy käyttömaadoittaa
- Käyttömaa on hyvä maa radiosignaaleille
- Toteutetaan yleensä kuparikiskolla, johon laitteet kytketään
- Kuparikisko maadoitetaan maahan kaivettuun elektrodiin tai muuhun luotettavaan maapisteeseen
 - Elektrodin suosituskoko on vähintään 10 metriä 16 mm² kuparia 0,70 metrin syvyydessä.

Sähköturvallisuus / tilat

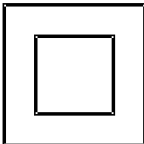
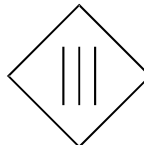
- Tilat jaetaan vaarallisuusasteen mukaan eri luokkiin
 - Vaaraton. Ei paljaita metallipintoja.
 - Vaarallinen. Tilassa kosteutta/johtavia pintoja.
 - Erittäin vaarallinen. Kylpyhuone.
 - Palo ja räjähdysvaarallinen.
- Tilan vaarallisuusluokka määrää mikälaisia laitteita tilassa saa käyttää.

Suojausluokat 1/2

- 0-luokka
 - Yksinkertainen peruseristys
 - Vanhanmallinen pyöreä pistotulppa, 2 napainen verkkojohdin
 - Käyttö sallittu vain vaarattomissa tiloissa
 - Esimerkkinä vanhat sisustusvalaisime
- I-luokka – Suojamaadoitetut laitteet
 - Peruseristyksen lisäksi kosketeltavat metalliosat on maadoitettu
 - Pyöreä maadoitettu SUKO-pistotulppa, 3 napainen verkkojohdin
 - Kaikki radioamatöörin rakentamat laitteet kuuluvat tähän luokkaan
 - Laitetta saa käyttää myös vaarallisissa tiloissa
 - Esimerkkinä mikroaaltouuni



Suojausluokat 2/2

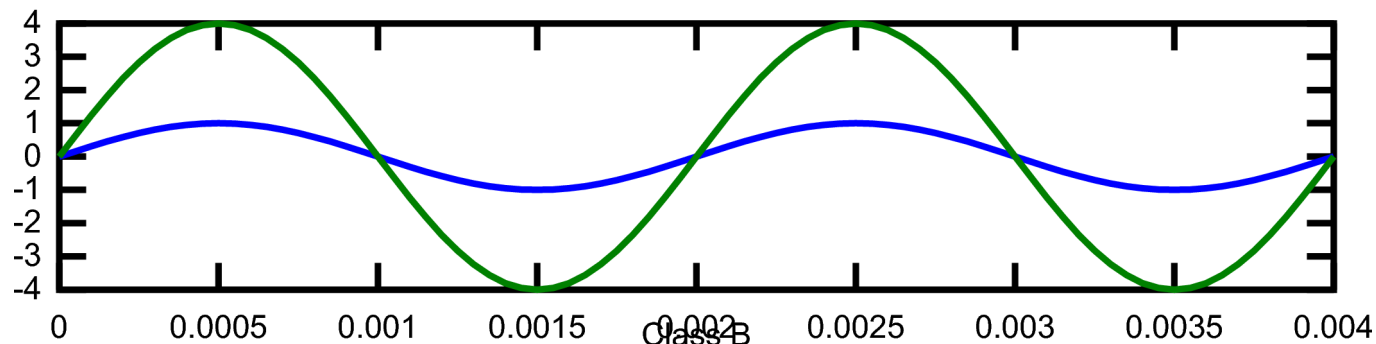
- II-luokka – Suojaeristetyt laitteet 
 - Peruseristyksen lisäksi *suojaeristys*
 - 2-napainen verkkojohdin, litteä tai pyöreä pistoke
 - Laitetta saa käyttää myös erittäin vaarallisissa tiloissa
 - Esimerkkinä kännyköiden laturit
- III-luokka – Suojajännitteiset laitteet 
 - Laitteen sähkönsyöttö erillisen suojamuuntajan kautta.
 - Kosketettaessa jännitteisiä osia ei välitöntä hengenvaaraa ole. Jänniteraja, tehoraja.
 - Esimerkkinä lasten sähköautoradat

Tentissä esiintyviä laskutehtäviä

- Zener-stabiloidun virtalähteen mitoitus
- Akut/paristot rinnan/sarjassa
- Tehohäviön laskeminen
- Vastukset/kondensaattorit rinnan/sarjassa

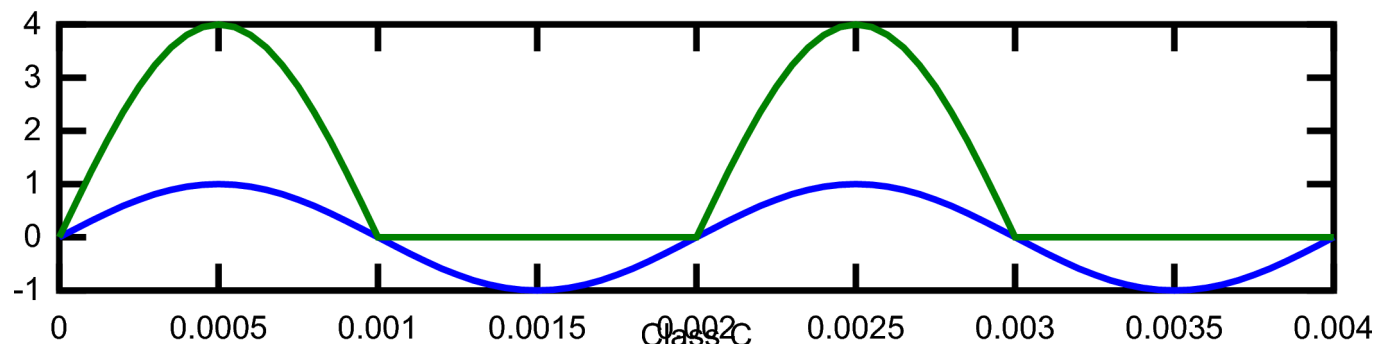
Vahvistinluokat

Class A



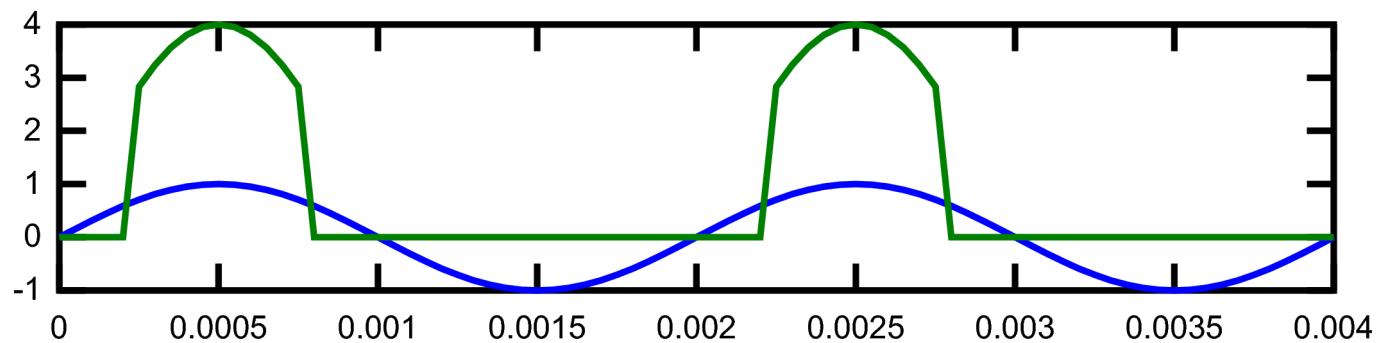
Luokka A

Class B



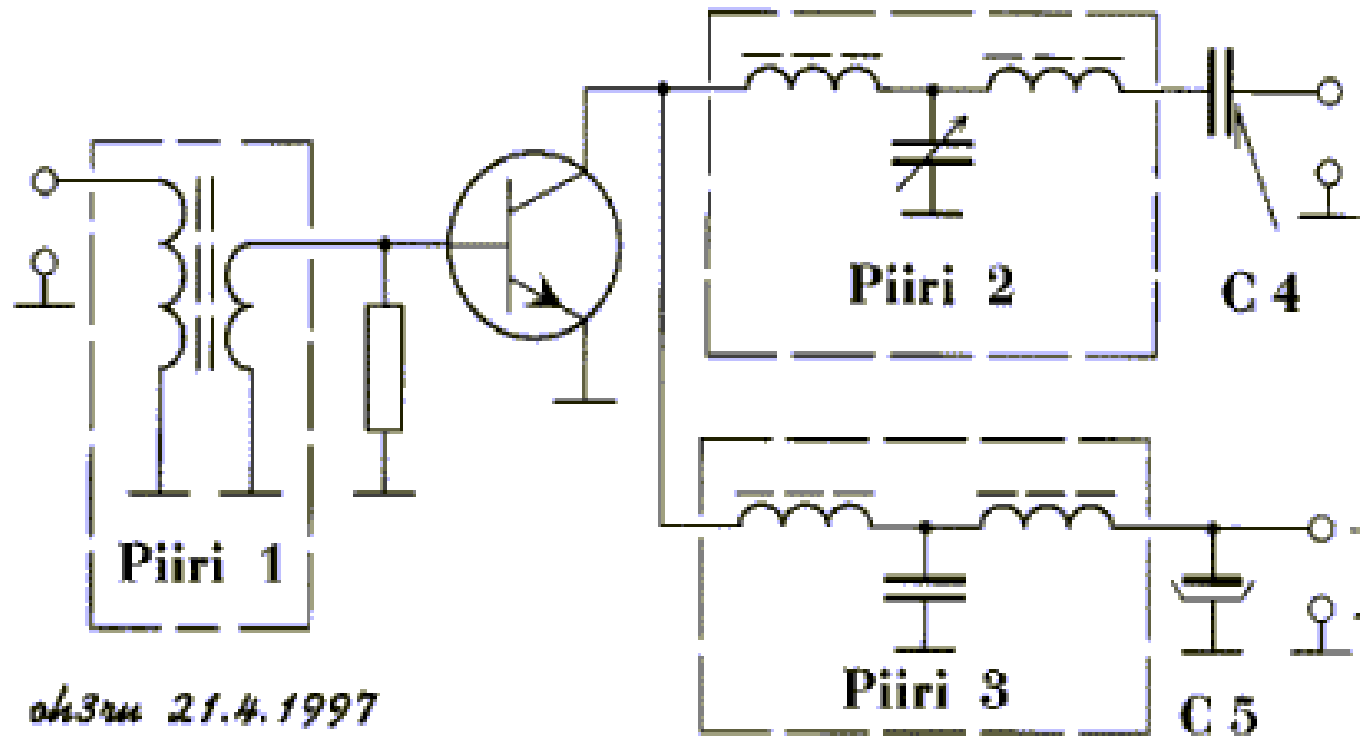
Luokka B

Class C



Luokka C

Vahvistinluokat / esimerkki

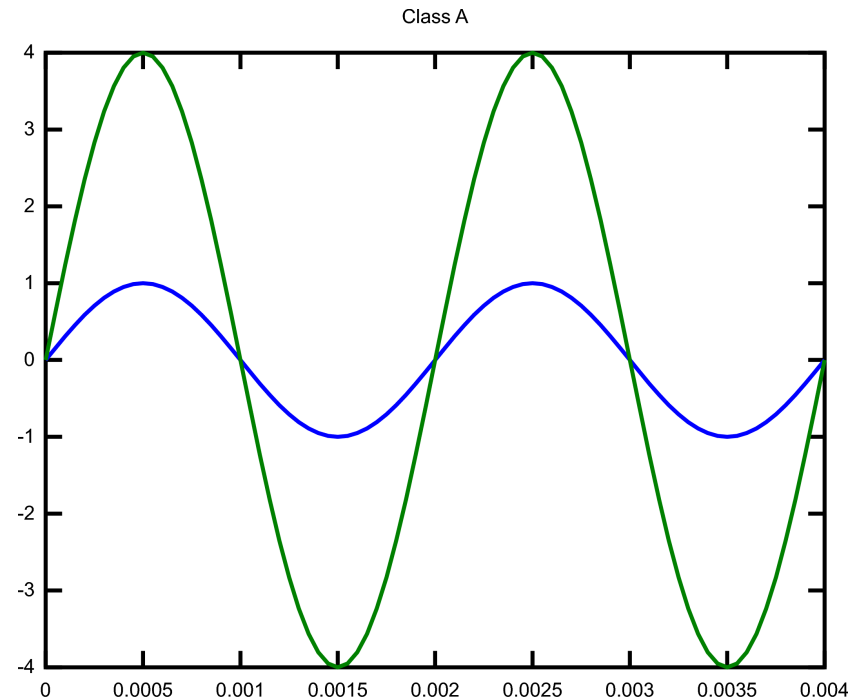


Kuva 3-9

**Transistori-
vahvistimen
piirit**

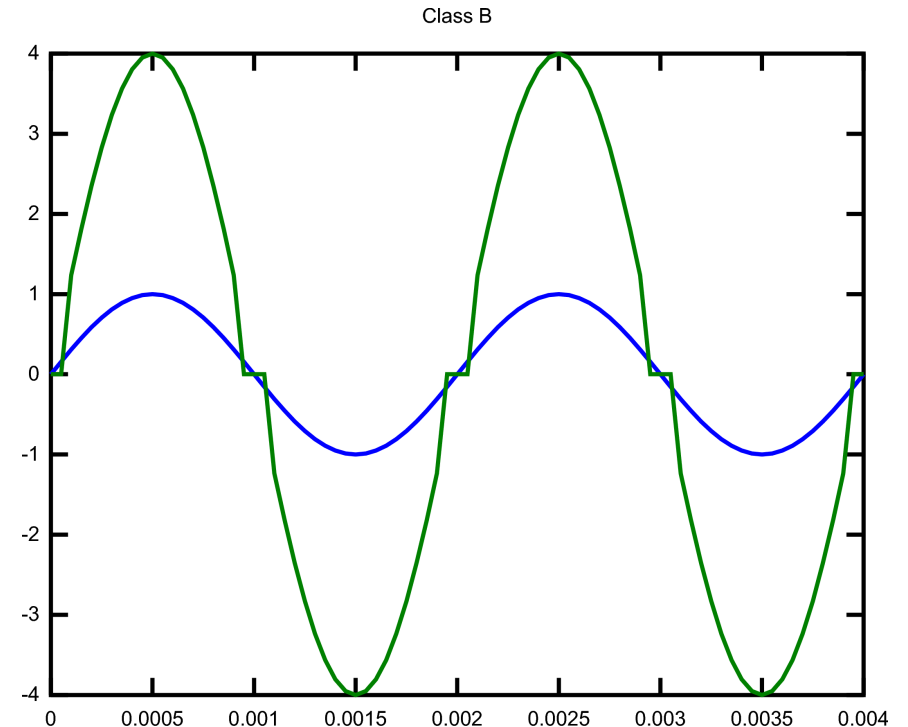
Vahvistinluokat / Class A

- Lineaarisiin vahvistintyyppi
- Hyötysuhde max 50%
- Vahvistavan komponentin läpi kulkee jatkuvasti virtaa
- Voidaan käyttää kaikkien pienitasoisten signaalien vahvistamiseen.
- Mahdollista suunnitella laajakaistaiseksi



Vahvistinluokat / Class B

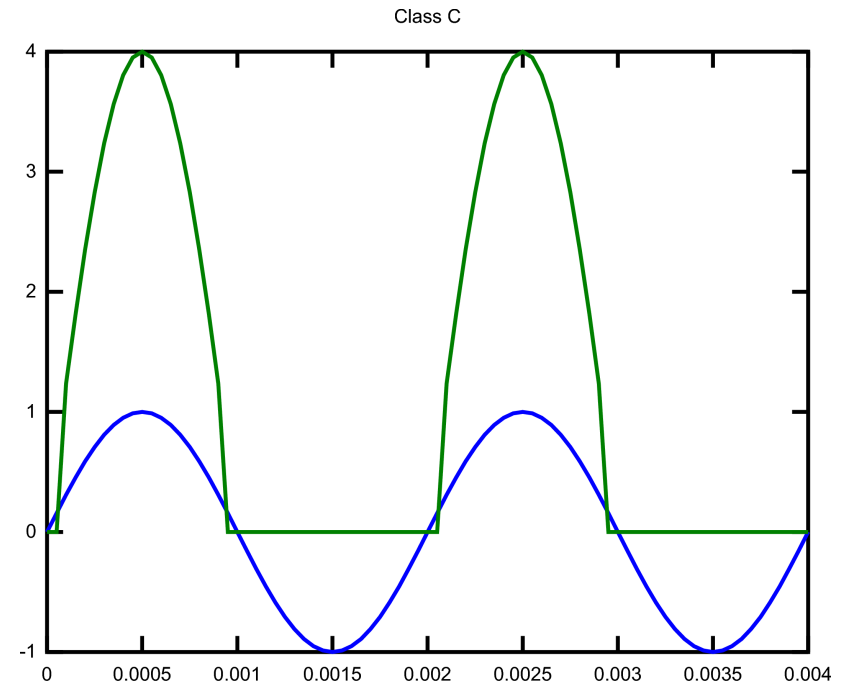
- Vähemmän lineaarinen
- Hyötysuhde $\leq 78,5\%$
- Aktiivikomponentti johtaa enintään yhden puolijakson ajan.
- Oikein toteutettuna suhteellisen lineaarinen
- Käytetään suhteellisen suuren ulostulotehon sovelluksissa
- Käytännössä vahvistimet ovat AB-luokassa push-pull tyypisesti kytkettynä. 2 aktiivikomponenttia, vahvistavat puolijaksot vuorotellen.



Kuvassa B-luokan push-pull -vahvistimen "simulaatio"

Vahvistinluokat / Class C

- Epälineaarinen, vahvistaa vain signaalin huiput
- Hyötysuhde max 90%
- Harmooniset komponentit poistetaan suodattamalla
- Käytetään:
 - CW-lähettimissä
 - FM-lähettimissä
 - Taajuuskertojissa



Vahvistinluokat / muut

- Muita vahvistinluokkia: (ei tutkinnossa)
- D – luokka
 - Audiovahvistimissa käytetty.
 - Pulssinleveysmoduloidaan ja alipäästösuodatetaan
- E / F – luokka
 - RF-vahvistimissa.
 - Vahvistavaa komponenttia ajetaan on / off -signaalilla.
 - Monimutkainen sovituspöytä
 - Kapeakaistaisia