Radioamatöörikurssi 2011

- Perusmittalaitteet / mittaaminen
- Peruskomponentit
- Vahvistinluokat
- Sähköturvallisuus
- NAC VHF kilpailudemo kello 2000->

Tiistai 1.11.2011

Paavo Leinonen, OH2GYT

Perusmittalaitteet

- Yleismittari
- Oskilloskooppi
- Taajuuslaskuri
- SWR-mittari (SAS- / seisovanaallonmittari)
- Spektrianalysaattori

Yleismittari 1/2

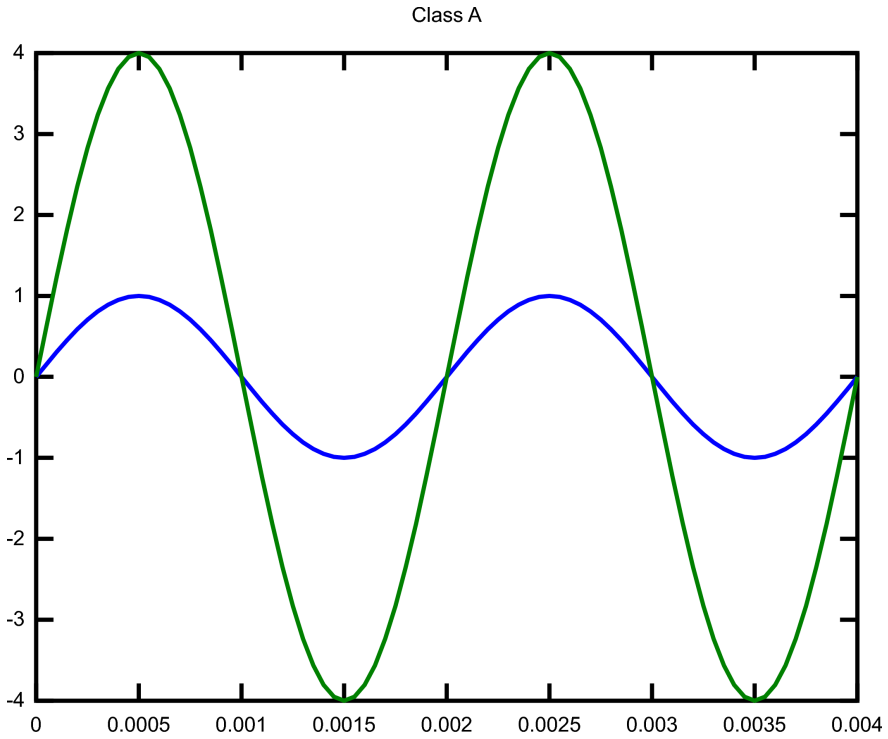
- Analogisia ja digitaalisia
- Mittaa tasajännitteitä / -virtoja, resistanssia.
- Pienitaajuisia vaihtojännitteitä / -virtoja
- Jännitemittaus
  - Suuri impedanssi, jotta kuormittaa mahdollisimman vähän mittauskohdetta
  - Mitataan komponentin yli
- Virtamittaus
  - Pieni impedanssi, jotta ei tuo piiriin ylimääräistä vastusta
  - Mitataan komponentin kanssa sarjassa

Yleismittari 2/2

- Yleismittarin mittausaluetta voidaan laajentaa
  - Sarjavastuksella jännitealueen kasvattamiseen
  - Shuntti (rinnakkais) vastuksella virta-alueen kasvattamiseen
- Vastaavasti jännitemittarista voi tehdä virtamittarin ja päinvastoin
  - Mittarin sisäinen impedanssi on tiedettävä

Oskilloskooppi

- Näyttää signaalin ajan funktiona
- Oskilloskoopilla ei saa määritettyä tarkkaa taajuutta.
- Kuvasta voidaan arvioida signaalin amplitudi
  - Vp-p “peak to peak”
  - Vrms tehollinen jännite



Taajuuslaskuri / SWR-mittari / Spektrianalysaattori

- Taajuuslaskurilla mitataan **moduloimattoman** signaalin taajuus.
  - Taajuuslaskuri mittaa oikein vain jatkuvien signaalien taajuuden
- SWR-mittarilla mitataan antenniin menevä ja palaava teho.
  - Tarkemmin keskiviikkona
- Spektrianalysaattori näyttää signaalin taajuustasossa
  - Kuvasta näkee eri taajuuskomponenttien tasot
  - Käytetään esimerkiksi harhalähetteiden mittaamiseen

Peruskomponentit

- Vastukset
- Kondensaattorit
- Kelat
- Muuntajat
- Puolijohteet

Vastukset 1/3

- Vastustavat sähkövirran kulkua.
- Mittayksikkönä ohmi (Ω)
- Tavallisilla vastuksilla resistanssi on vakio.
- Erikoisvastuksia:
  - Valovastukset (LDR), resistanssi riippuu valon määrästä. Valmistusmateriaalina CdS.
  - NTC-/PTC-vastukset, resistanssi riippuu lämpötilasta. Kutsutaan termistoreiksi.

Vastukset 2/3

- Tentissä esiintyviä tyypppitehtäviä
  - 2000 ohmin vastuksen yli vaikuttaa 400 voltin jännite, mikä on vastuksen häviöteho?
    - Ohmin lait: U=I*R P=U*I
    - Pyöritetään kaavat ja sijoitetaan
  - Kaksi 470 ohmin vastusta kytketään sarjaan/rinnan, mikä on kokonaisresistanssi?
    - Kirkchoffin lait: jännitelaki / virtalaki
    - Vastukset rinnan 1/Rtot=1/R1+1/R2+..
    - Vastukset sarjassa Rtot=R1+R2+..

Vastukset 3/3

- Johtimilla on myös resistanssia, joka täytyy huomioida mikäli johtimessa kulkee huomattava virta.
- Kuparin johtavuus: $5{,}9 * 10^7$ S/m
- Esimerkki:
  - Mikä on jännitehäviö 20 A:n virralla 0,75 mm²:n poikkipintaisessa 2 m pitkässä kuparijohtimessa?
  - $R = 2\ m / (5{,}9 * 10^7\ S/m * 7{,}5 * 10^{-7}\ m^2) = 0{,}045\ \Omega$
  - Jännitehäviö: $U = 20\ A * R =$ **0,9 V**

Kondensaattorit 1/2

- Varastoivat sähköenergiaa sähkökenttään
- Mittayksikkönä Faradi (F)
  - Faradi on suuri yksikkö.
  - Yleisimmät kokoluokat: mikro, nano, piko
- Polarisoituja
  - + / - navat huomioitava
- Polarisoimattomia
  - napaisuudella ei ole väliä

Kondensaattorit 2/2

- Kondensaattorin häviöt riippuvat väliaineesta
  - Ilma, kiille, keraami – pienet häviöt
  - Elektrolyytti – suuret häviöt
- Kondensaattorit
  - Rinnan: $C_{tot}=C_1+C_2+..$
  - Sarjassa: $1/C_{tot}=1/C_1+1/C_2+..$
- Kondensaattorin varaama energia

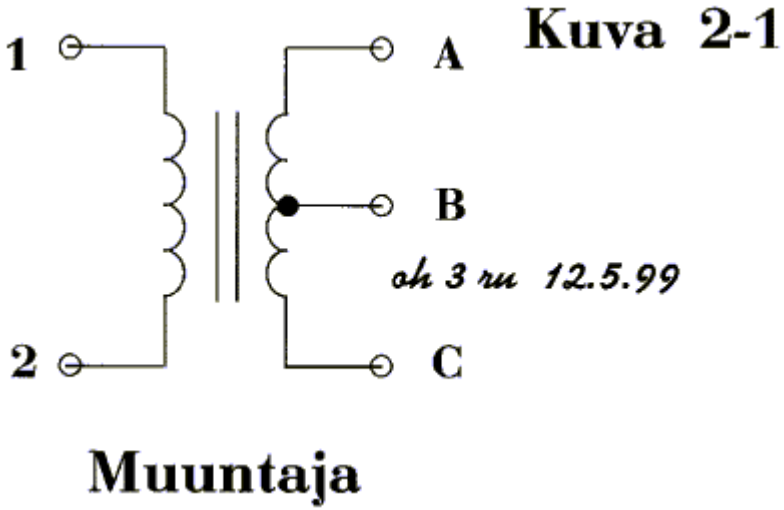
$$E = 1 / 2 * C * U^2$$

Kelat

- Varastoivat sähköenergiaa magneettikenttään
- Vastustavat vaihtovirran kulkua
- Mittayksikkönä Henry (H)
- Induktanssi kasvaa kierrosluvun neliönä
- Induktanssi riippuu sydänmateriaalista
  - Ferriittisydämmisellä kelalla suurempi induktanssi kuin ilmasydämmisellä
  - Sydänmateriaali vaikuttaa häviöihin
- Kytketään harvoin sarjaan / rinnan
  - Samat laskukaavat kuin vastuksilla

Muuntajat

- Erottaa piirit toisistaan galvaanisesti
- Toimii vain vaihtojännitteillä
- Muuttaa jännitetasoa ja impedanssitasoa
- Teho säilyy
  - P1=P2=U1*I1=U2*I2
- Jännite muuttuu
  - U1/n1=U2/n2
  - n1,2 käämin kierrosluku



Puolijohteet

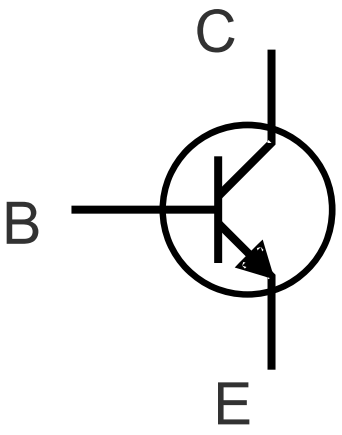
- Puolijohtavasta materiaalista (pii, germanium) valmistettuja komponentteja kutsutaan puolijohteiksi
- Tentissä “tarvittavat” puolijohteet:
  - Diodi
  - Transistori
  - Tyristori
- Paljon muita tyyppejä

Diodit

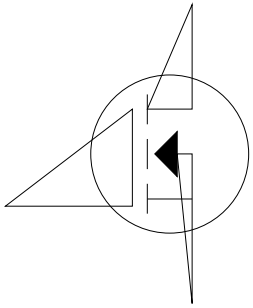
- Muuttavat vaihtosähkön (sykkiväksi) tasasähköksi
- Erikoisdiodit:
  - Zener-diodi. Jännitteen vakavointiin.
  - PIN-diodi. Pienikapasitanssinen kytkentädiodi.
  - Varaktori, kapasitanssidiodi. Taajuuskertojana tai virityspiirin säätökondensaattorina.
  - Valodiodi, Led. Merkkivalona.
  - Fotodiodi. Aurinkopaneeli, muuttaa valon sähköksi

Transistorit

- 3-jalkainen vahvistava komponentti
- NPN ja PNP tyyppisiä
- Jalat
  - C Collector Kollektori
  - B Base Kanta
  - E Emitter Emitteri
- Pieni ohjausvirta (yleensä) kannalle aiheuttaa suuremman virran kollektorille.
- MOSFET transistori
  - “Jännitteellä ohjattava vastus”
  - Käyttäytyy ~kuten putket
  - Ei käsitellä tentissä



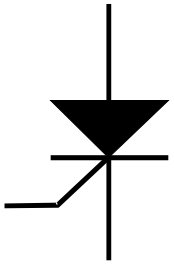
NPN-transistori

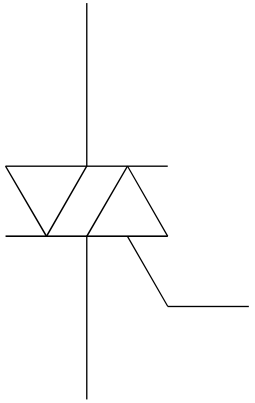


N-kanavan Mosfet

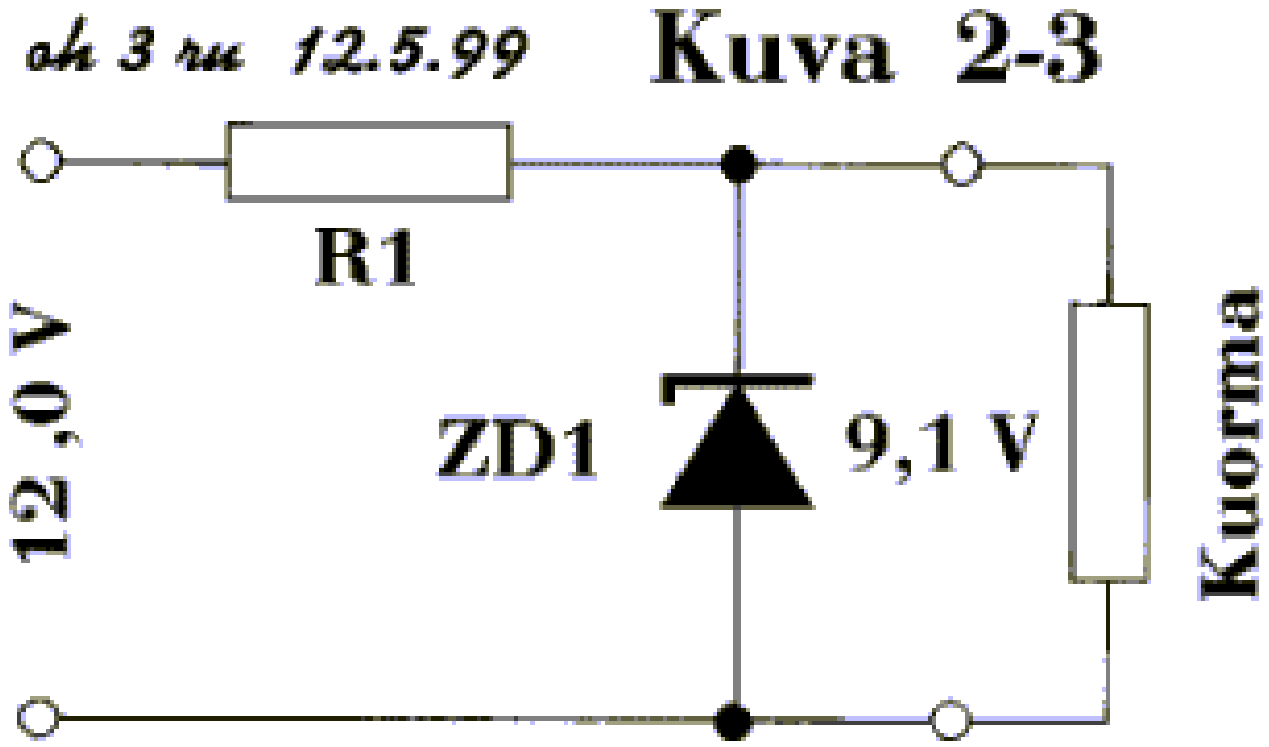
Tyristorit (SCR) / Triakit

- Liipaistavia diodeja.
- Liipaisun jälkeen johtavat kunnes virtaa ei komponentin läpi kulje
- Käytetään:
  - Vaihtosähkön tehonsäätöön (himmentimet)
  - Ylijännitesuojina
- Triakki koostuu kahdesta yhteenkytketyst SCR:stä





Zener-vakavoidun teholähteen “mitoitus”



Tasajännitteen stabilointi zenerdiodilla

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)
- Itserankennetun laitteen verkkokytkimen täytyy katkaista molemmat sähköjohdot. Maadoitusta ei saa koskaan katkaista.
- Metallinen kotelo täytyy maadoittaa.
- Metallikoteloa 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

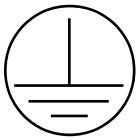
- Verkkomaadoituksen lisäksi aseman laitteet täytyy käyttömaadoittaa
- Käyttömaa on hyvä maa radiosignaaleille
- Toteutetaan yleensä kuparikiskolla, johon laitteet kytketään
- Kuparikisko maadoitetaan maahan kaivettuun elektrodiin tai muuhun luotettavaan maapisteeseen
  - Elektrodin suosituskoko on vähintään 10 metriä 16 mm^2 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.

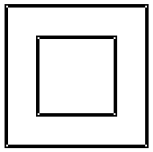
Suojausluokat 1/2

- 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

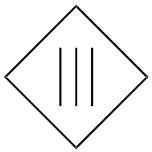


Suojausluokat 2/2

- II-luokka – Suojaeristetyt laitteet



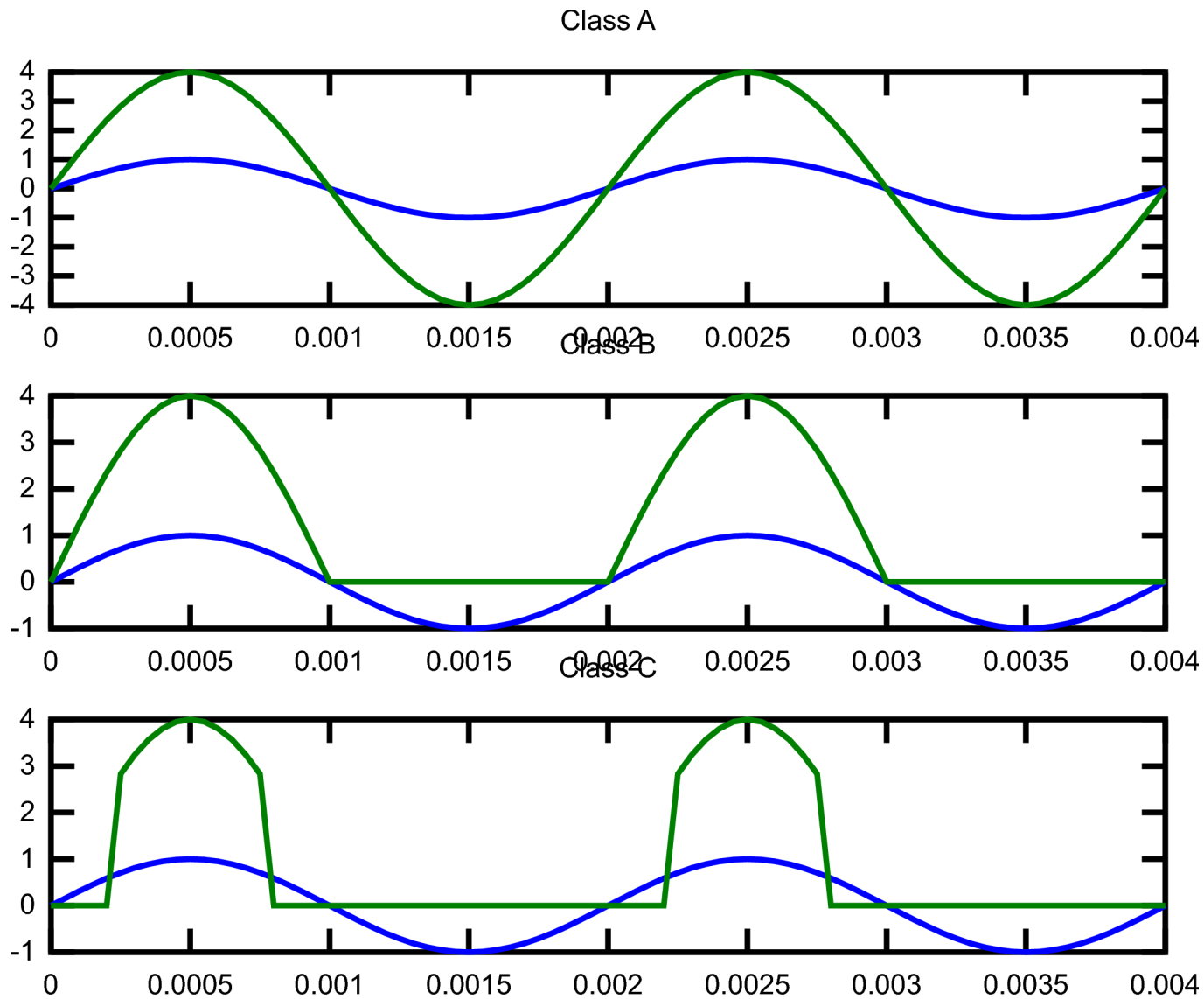
  - Peruseristyksen lisäksi *suoja*eristys
  - 2-napainen verkkojohdin, litteä tai pyöreä pistoke
  - Laitetta saa käyttää myös erittäin vaarallisissa tiloissa
  - Esimerkkinä kännyköiden laturit
- III-luokka – Suojajännitteiset laitteet
  - Laitteen sähkönsyöttö erillisen suojamuuntajan kautta.
  - Kosketettaessa 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

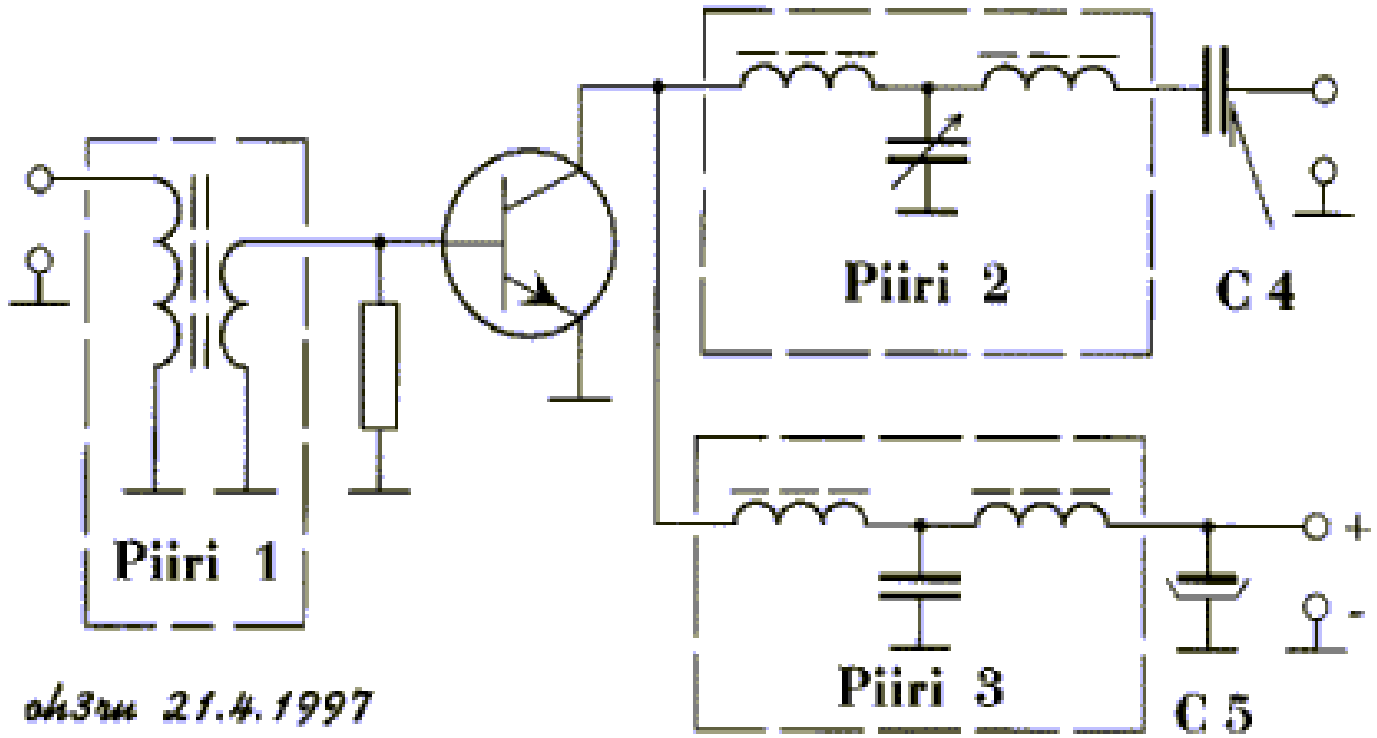


Luokka A

Luokka B

Luokka C

Vahvistinluokat / esimerkki

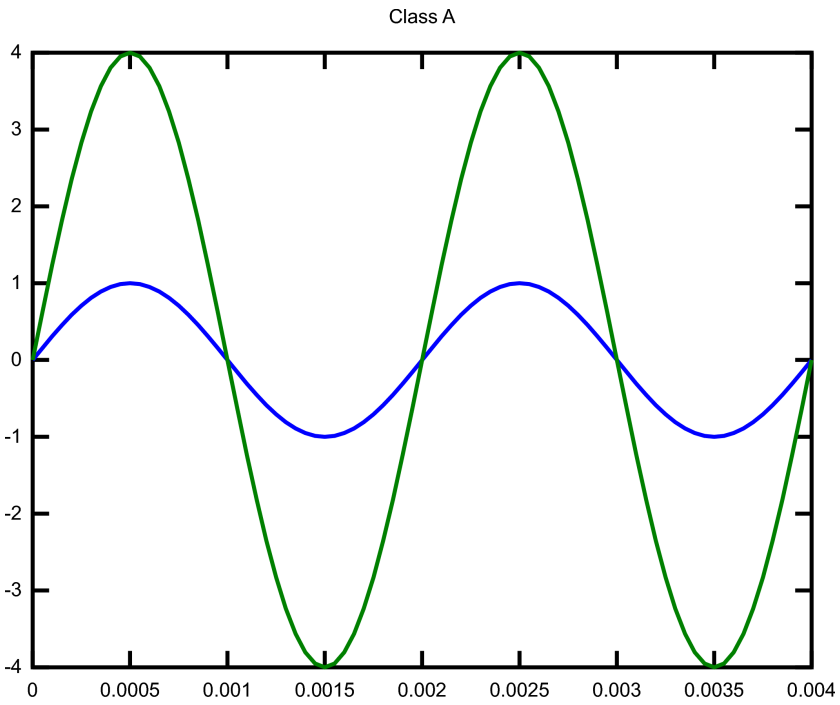


Kuva 3-9

Transistori-vahvistimen piirit

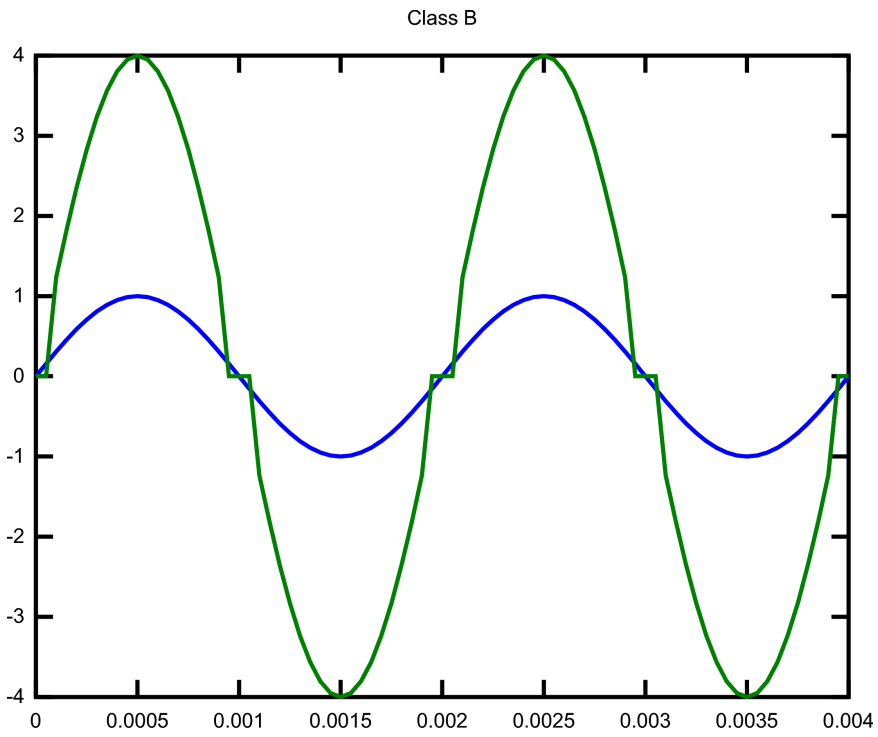
Vahvistinluokat / Class A

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



Vahvistinluokat / Class B

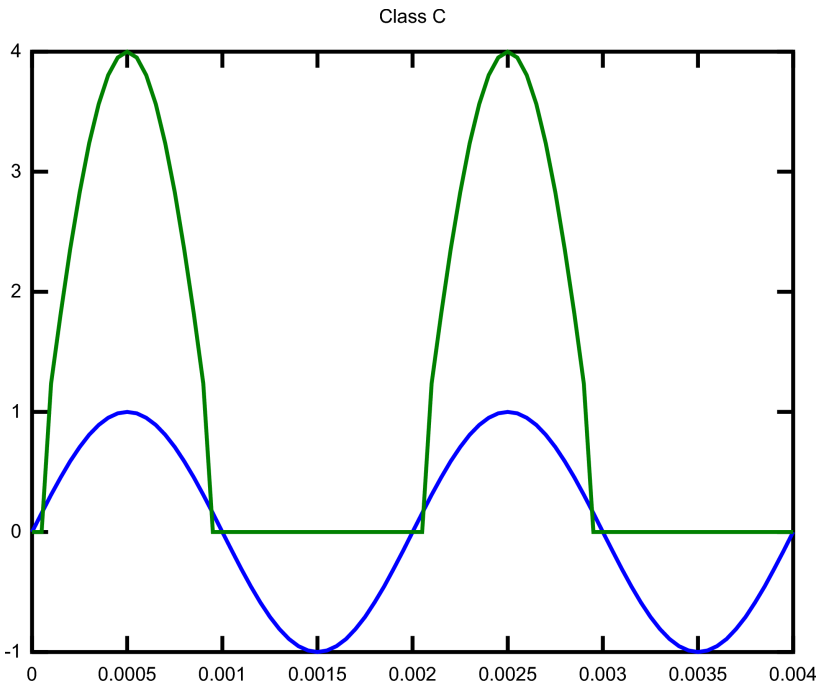
- Vähemmän lineaarinen
- Hyötysuhde <= 78,5%
- Aktiivikomponentti johtaa enintään yhden puolijakson ajan.
- Oikein toteutettuna suhteellisen lineaarinen
- Käytetään suhtellisen suuren ulostulotehon sovelluksissa
- Käytännössä vahvistimet ovat AB-luokassa push-pull tyyppisesti kytkettynä. 2 aktiivikom-ponenttia, 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 sovituspiiri
  - Kapeakaistaisia