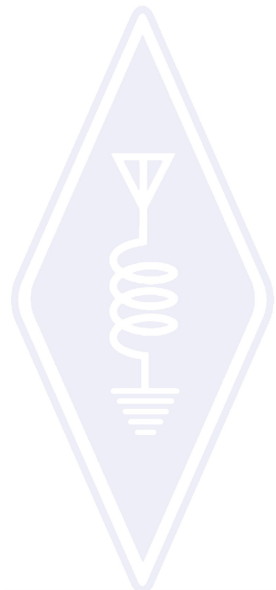
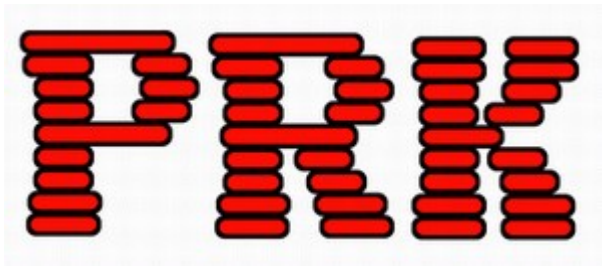


Radioamatöörikurssi 2017

Elektroniikan kytkentöjä

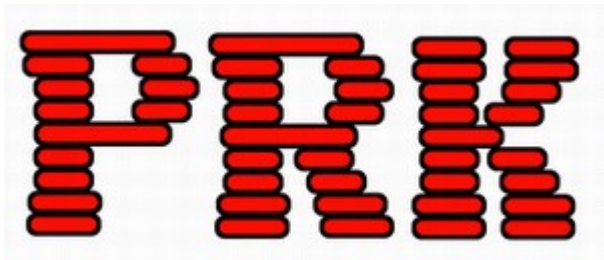
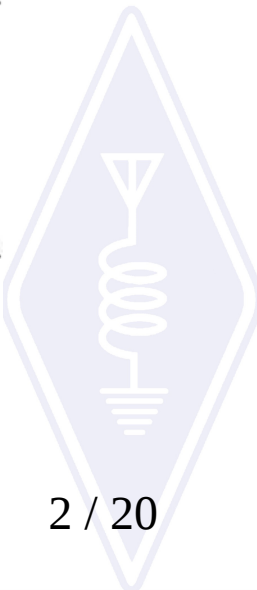
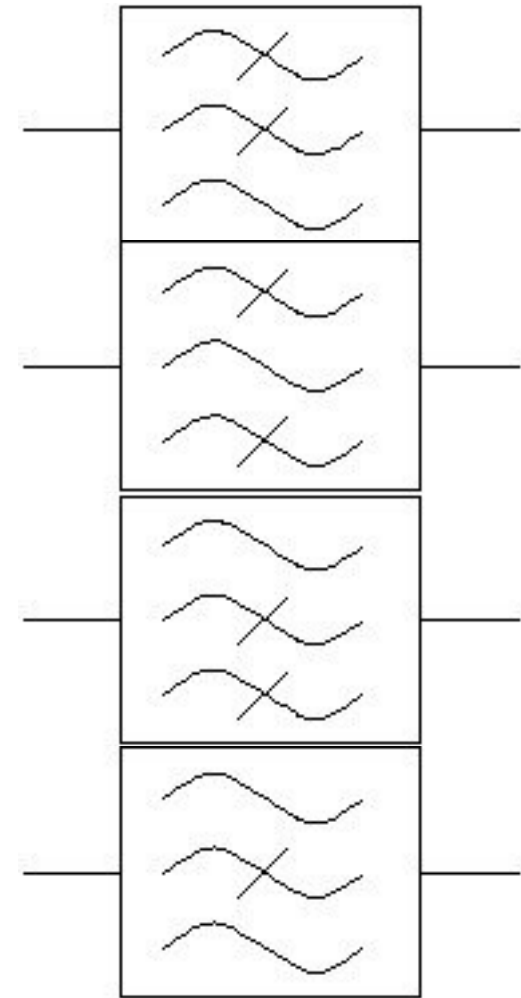
7.11.2017

Tatu Peltola, OH2EAT



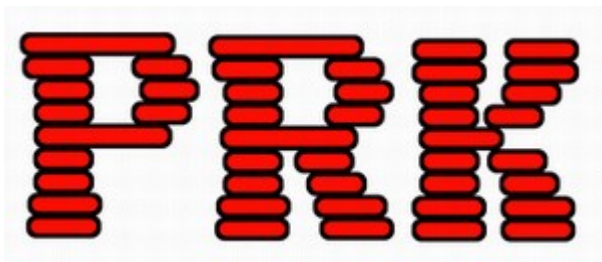
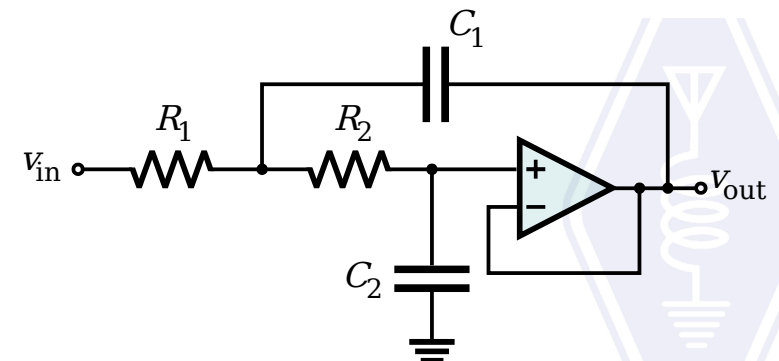
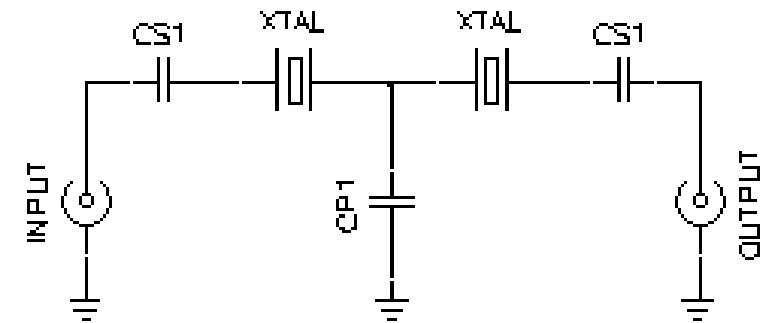
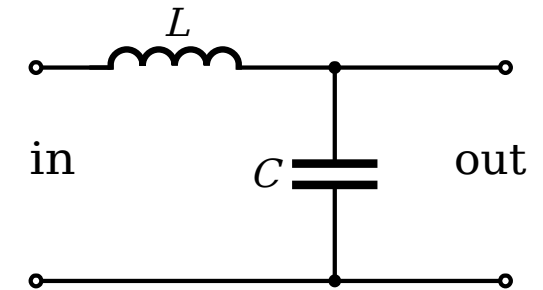
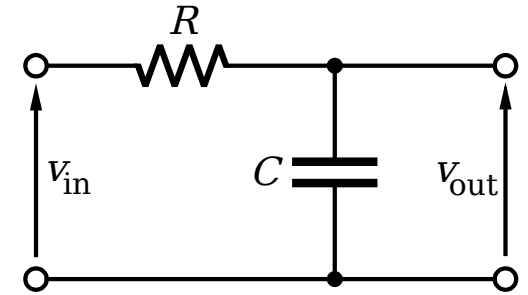
Suodattimet

- Suodattaa signaalia: päästää läpi halutut taajuudet, vaimentaa ei-haluttuja taajuuksia
 - Alipäästösuodin
 - Kaistanpäästösuodin
 - Ylipäästösuodin
 - Kaistanestosuodin



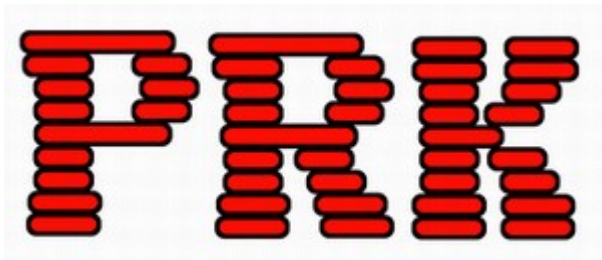
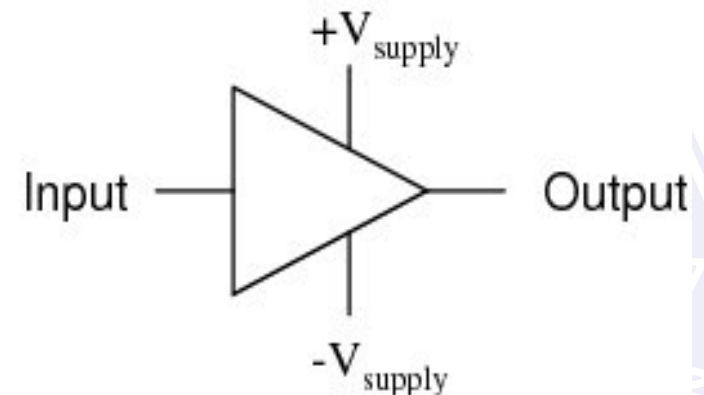
Suodattimet

- Passiiviset suodattimet
 - Toimii ilman käyttöjännitettä
 - RC-suodatin
 - LC-suodatin
 - Resonanssiipiiri
 - Kidesuodatin
- Aktiiviset suodattimet



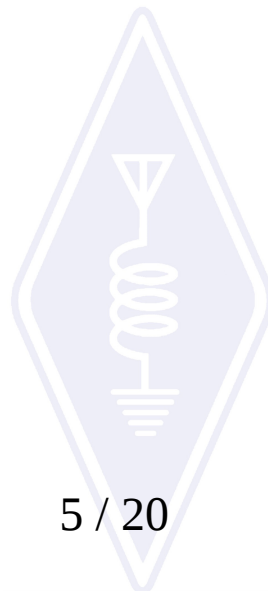
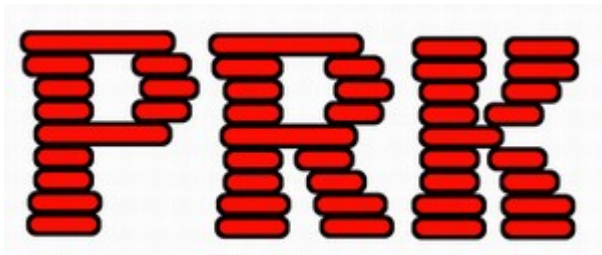
Vahvistimet

- Vahvistin ottaa signaalin sisään ja antaa sen ulos suurempitehoisena
- Tehty jollain aktiivisella komponentilla: BJT, JFET, MOSFET, elektroniputki, tunnelidiodi, varaktori...

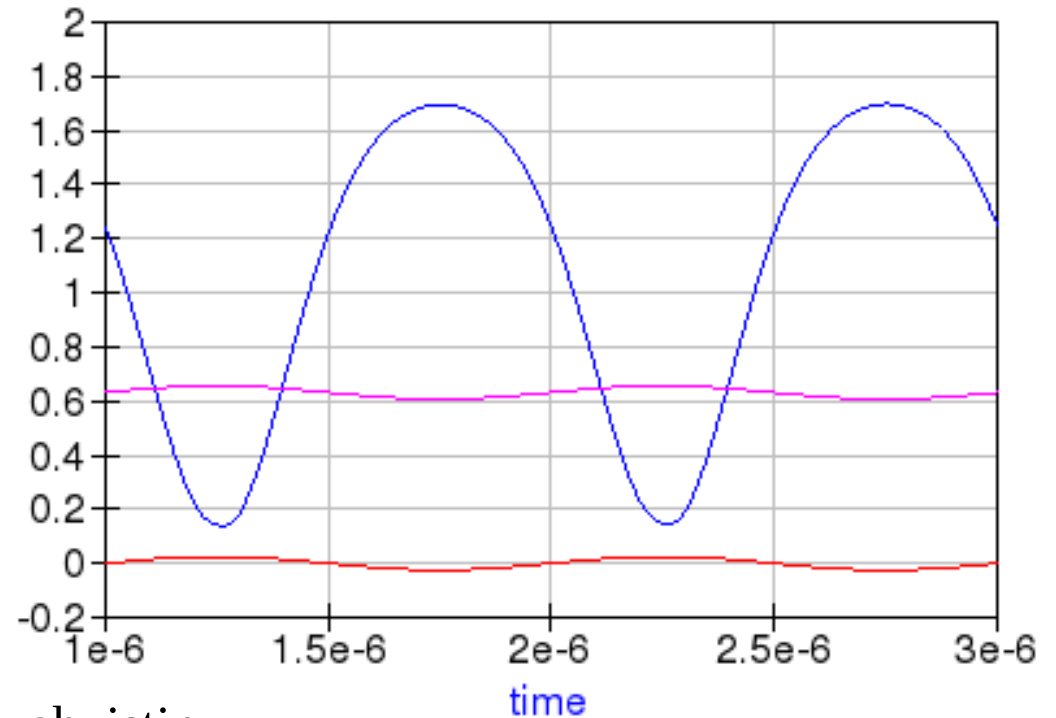
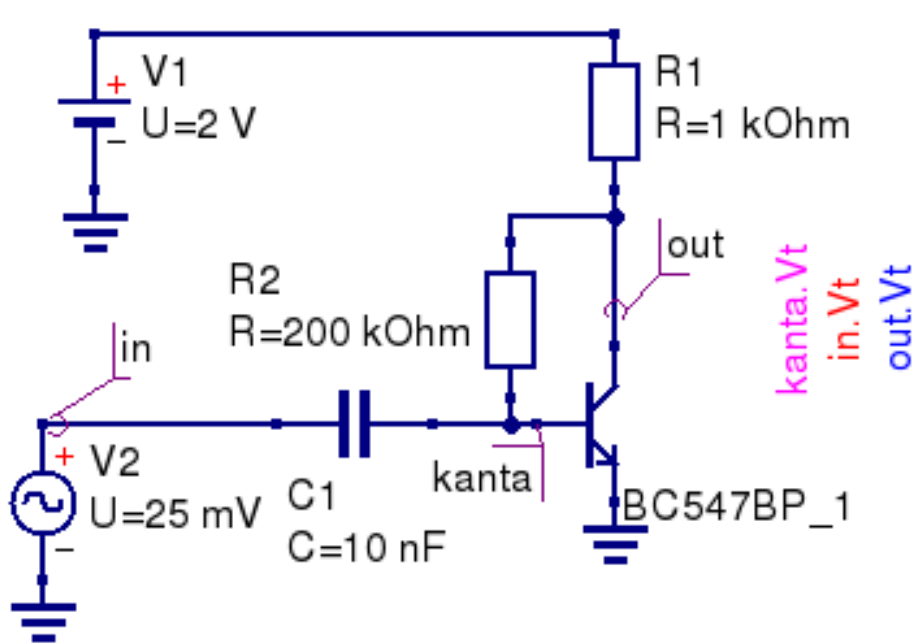


Vahvistimen ominaisuuksia

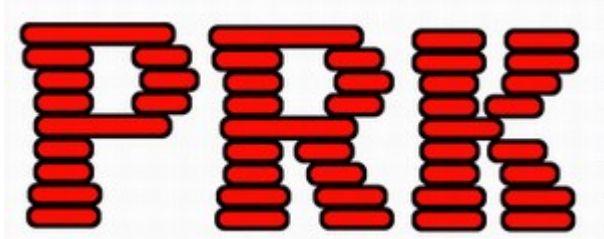
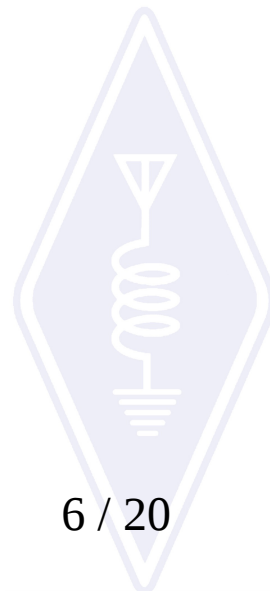
- Vahvistus
 - Tehovahvistus (dB), jännitevahvistus, virtavahvistus
- Toimintataajuus, kaistanleveys
- Sisäänmenon ja ulostulon impedanssit
- Särö, (epä)lineaarisuus
- Maksimi signaalitaso, maksimiteho
- Kohinaluku
- Tehonkulutus



Yksinkertainen esimerkki vahvistimesta

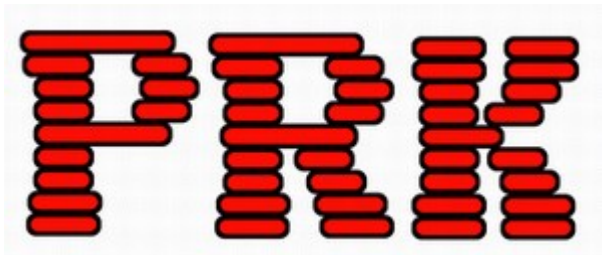
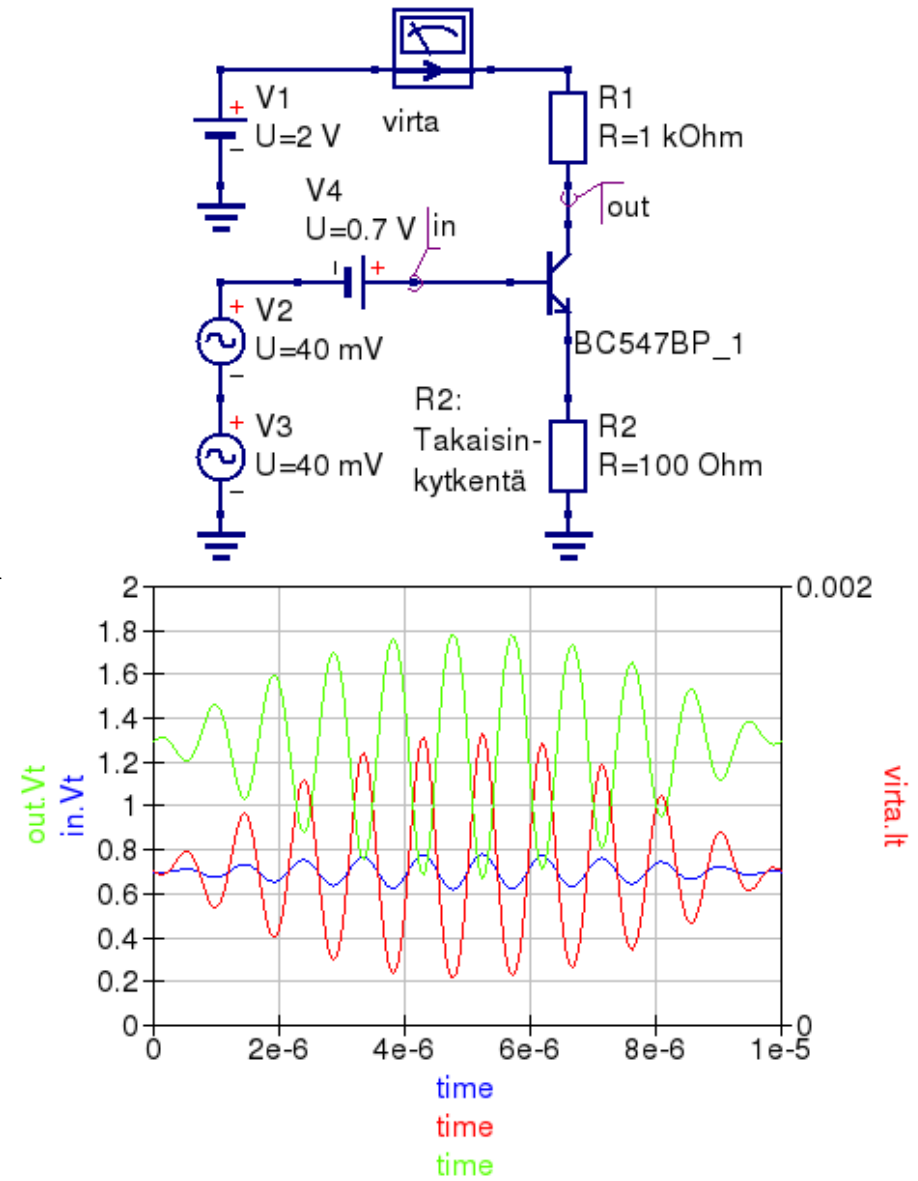


- Yksinkertainen A-luokassa toimiva BJT-vahvistin
- Biasointi: R1, R2. Sisäänmenon DC-erotus biasointia varten: C1
- Melko korkea vahvistus
- Jonkin verran säröä (näkee aaltomuodosta)
- Säröä voisi pienentää käyttämällä enemmän takaisinkytkentää



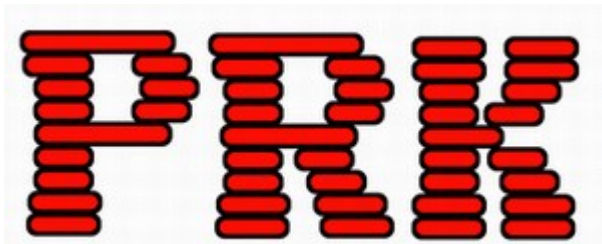
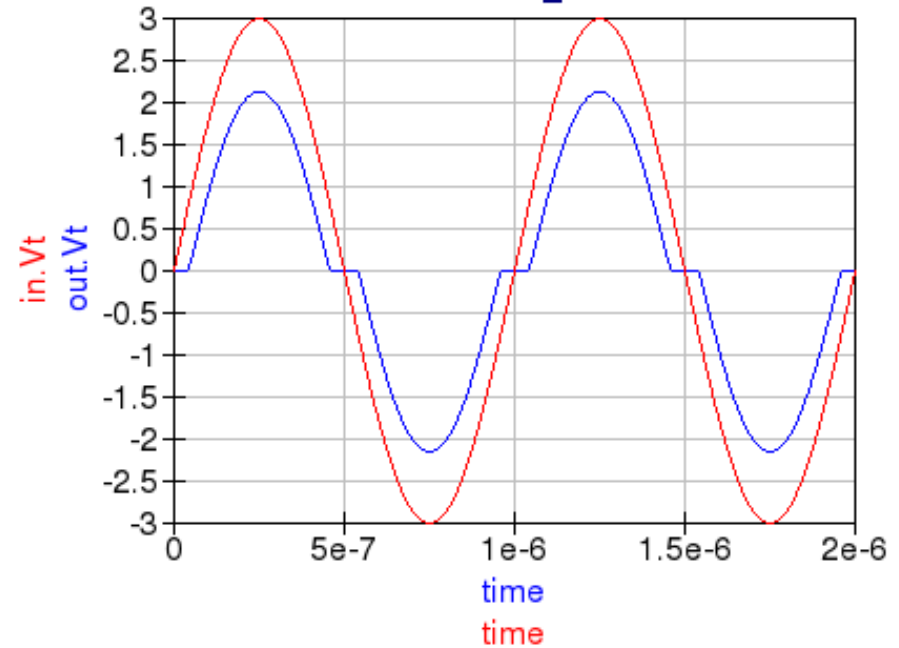
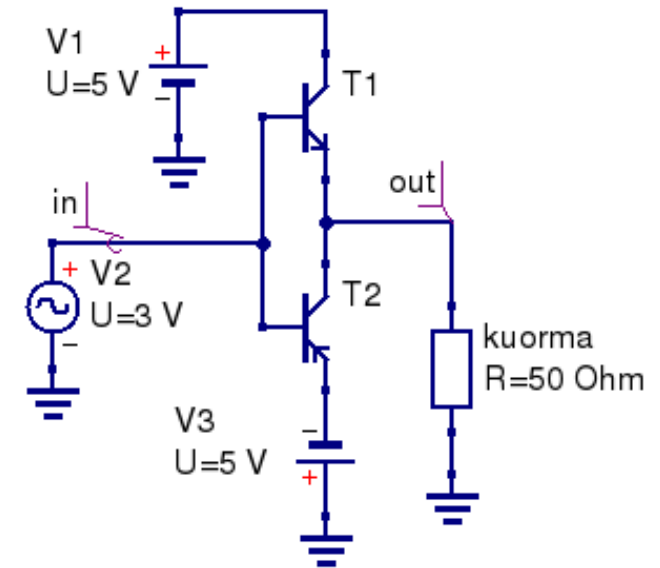
Vahvistinluokat: A-luokan vahvistin

- Lineaarisin vahvistintyyppi
- Vahvistavan komponentin läpi kulkee jatkuvasti virtaa
- Matala hyötysuhde
 - Siniaallolle max 50%
 - Kuluttaa aina saman keskimääräisen tehon riippumatta ulos tulevasta tehosta
- Kaikenlaisten pienitehoisten signaalien vahvistamiseen



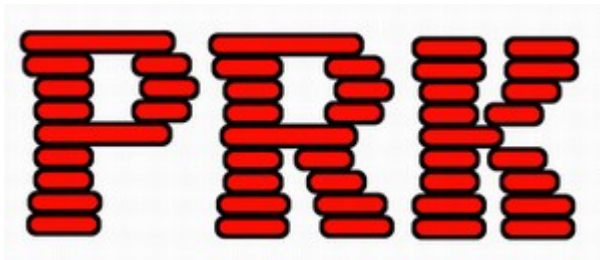
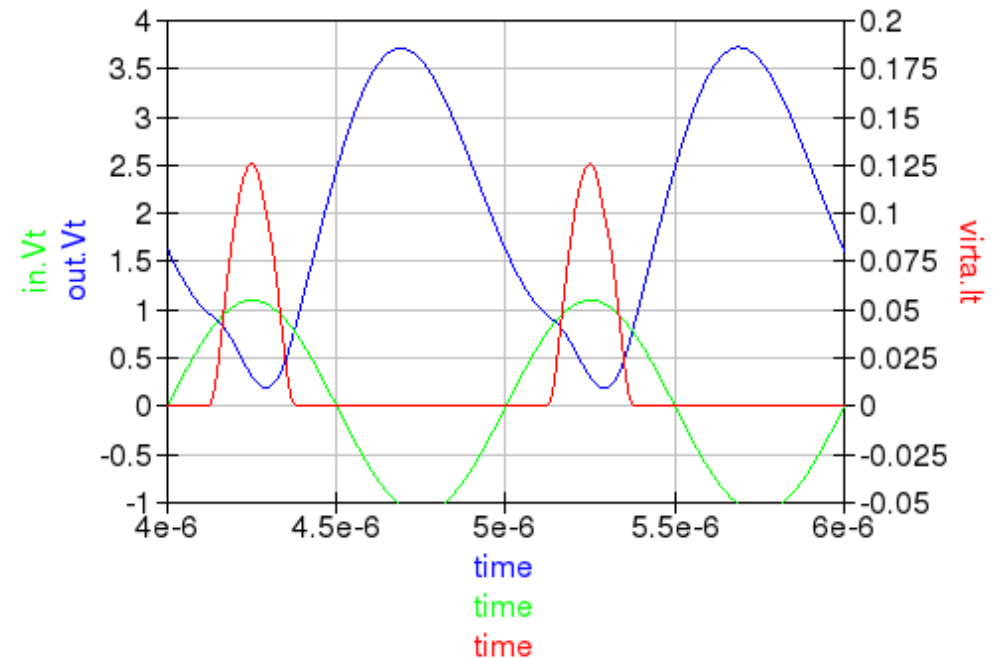
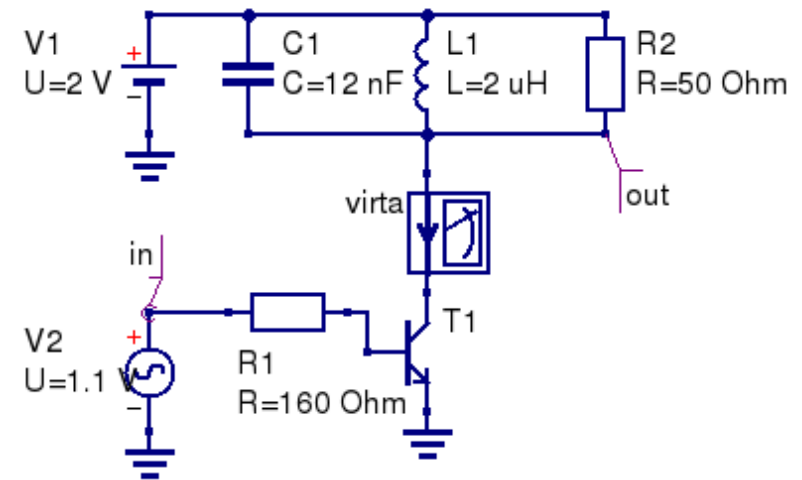
B-luokan vahvistin

- Aktiivikomponentti johtaa enintään yhden puolijakson ajan
 - AB-luokka: vähän yli puolijakson
- Useimmiten push-pull
 - 2 aktiivikomponenttia vahvistaa puolijaksot vuorotellen
 - → ylimenosärö
- Parempi hyötysuhde → käytetään suuremmilla tehoilla
- Oikein toteutettuna suhteellisen lineaarinen



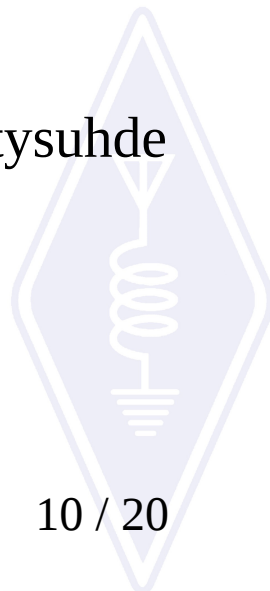
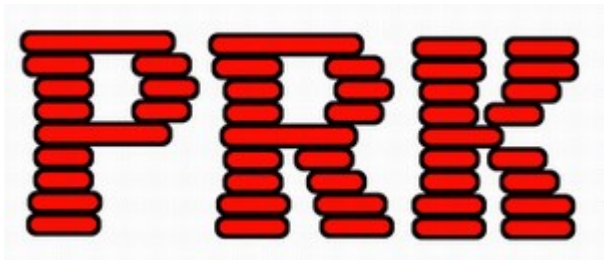
C-luokan vahvistin

- Epälineaarinen, vahvistaa vain huiput
- Hyötysuhde jopa 90%
- Tuotetut harmooniset suodatetaan pois → kapeakaistainen
- Voidaan käyttää, jos signaalin amplitudi on vakio → CW- ja FM-lähettimissä
- Taajuuskertojissa

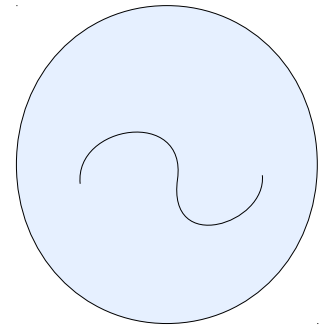


Muunlaisia vahvistimia

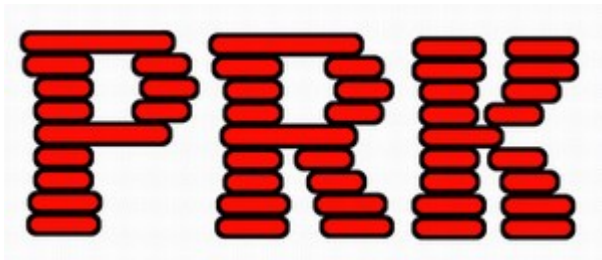
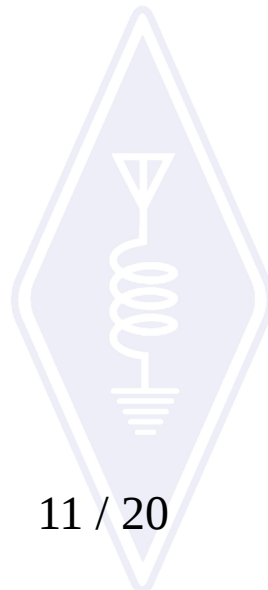
- Erilaisia integroituja vahvistimia:
 - Operaatiovahvistimet
 - MMIC-vahvistimet (monolithic microwave integrated circuit)
 - Säädetävät vahvistimet yms
- Muita vahvistinluokkia: D-luokka
 - Aktiivikomponentit kytkiminä: kanttiaaltoa pulssinleveysmoduloidaan ja alipäästösuodatetaan
- E-luokka, F-luokka
 - RF-vahvistimissa
 - Muistuttaa C- ja D-luokkia, epälineaarinen
 - Muokataan aktiivikomponentin näkemiä aaltomuotoja siten, että hyötysuhde paranee
 - Kapeakaistainen



Oskillaattori

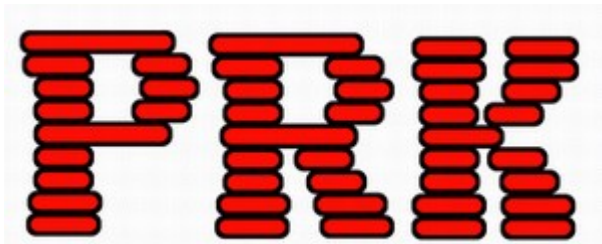
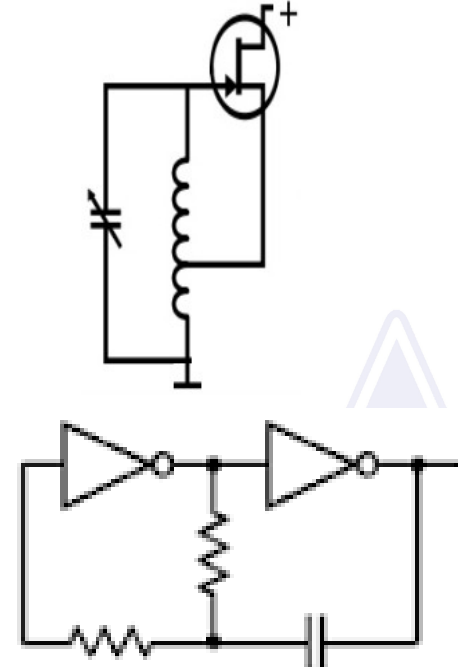
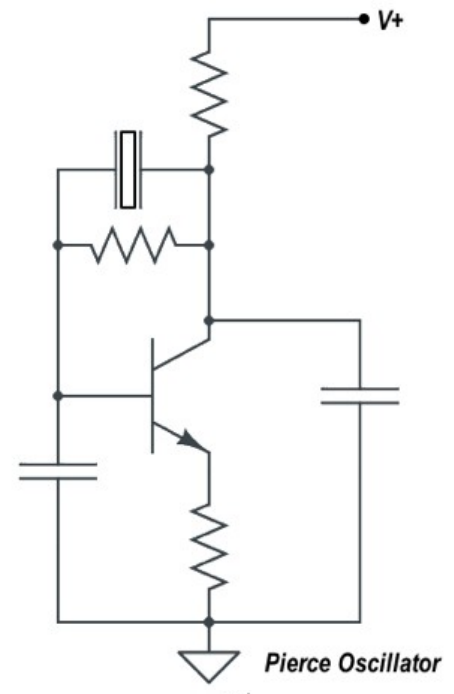


- Osa, joka tuottaa tietyn taajuista vaihtovirtaa
- Usein toteutetaan jonkinlaisella vahvistimella, jonka ulostulosta sisäänmenoon tehdään positiivinen takaisinkytkentä halutulla taajuudella
- Ominaisuuksia: taajuus, taajuuden lämpötilakerroin, taajuusvakavuus, vaihekohina, spektri, (aaltomuoto, tehonkulutus, amplitudi jne)



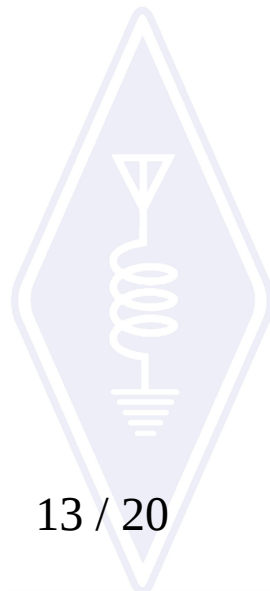
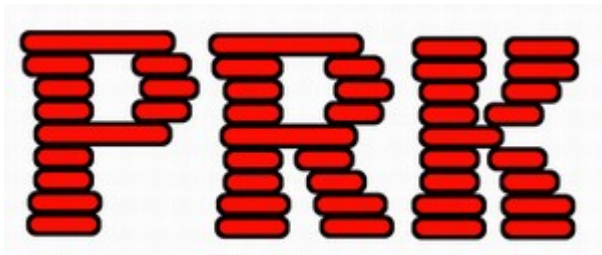
Erilaisia oskillaattoreita

- Kideoskillaattori (crystal oscillator)
 - Tarkka, vakaa taajuus, riippuu kiteen resonanssitaajuudesta
- LC-oskillaattori
 - Käyttää LC-resonanssipiiriä, toimii sen resonanssitaajuudella
 - Ei niin vakaa taajuus kuin kideoskillaattorilla
- RC-oskillaattori
 - Perustuu kondensaattorin varaamiseen ja purkamiseen vastuksen kautta, taajuus riippuu RC-piirin aikavakiosta
 - Epävakaa taajuus, ei yleensä käytetä radioissa



Säädettävät oskillaattorit

- VXO (variable crystal oscillator)
 - Säädettävä kideoskillaattori, voidaan säätää korkeintaan muutamia kilohertsejä
- VFO (variable frequency oscillator)
 - Käytetään esim. säätökondensaattoria muuttamaan LC-oskillaattorin taajuutta
- VCO (voltage controlled oscillator)
 - Taajuutta voidaan säätää jännitteellä
 - Taajuussyntetisaattoreissa ja FM-modulaattoreissa



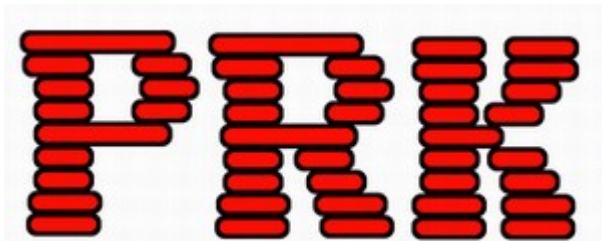
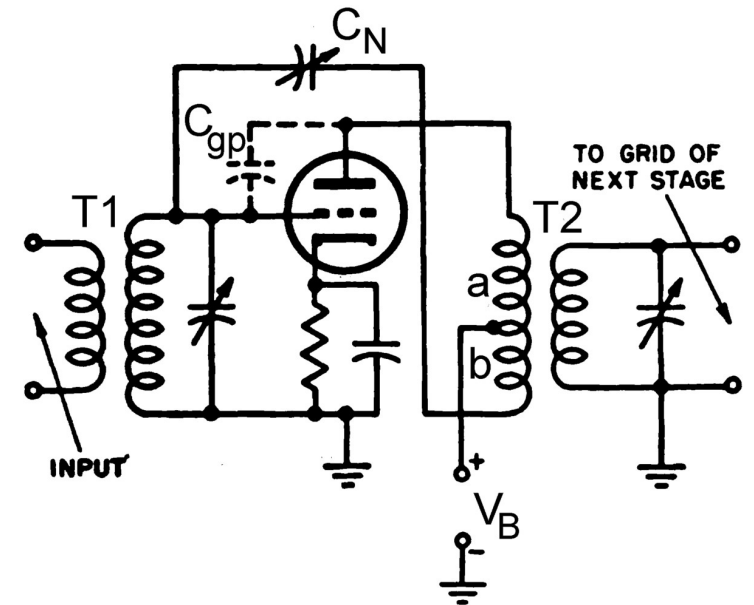
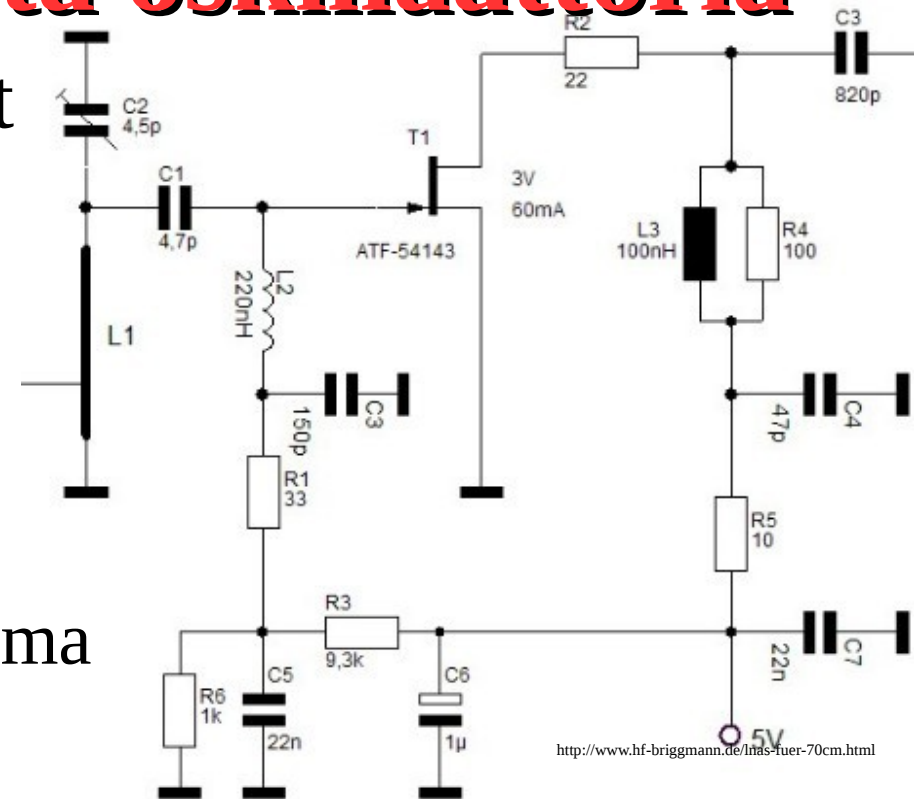
Vahvistimesta ei haluta oskillaattoria

- Parasiittikuristimet, vaimentimet

- Vahvistinkomponentti näkee korkeilla taajuuksilla sellaisen impedanssin, että se ei värähtele

- Neutralointi

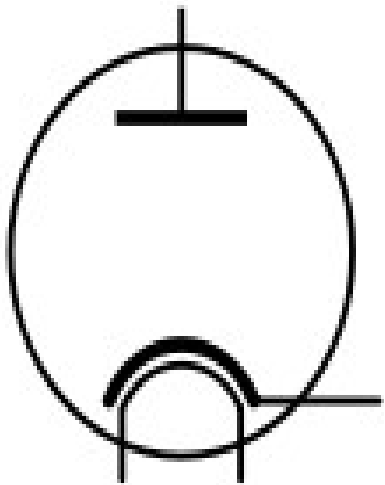
- Kumotaan kapasitanssien aiheuttama takaisinkytkentä ulostulosta sisäänmenoon
- Ei tarvita yhteiskanta / maattohilavahvistimissa



Putkivahvistimet

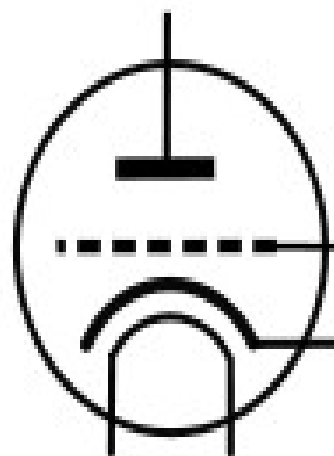
- Käytetään edelleen suuritehoisissa vahvistimissa radiotaajuuksilla
- Muistuttaa transistoria: pienemmällä hilajännitteellä voidaan ohjata suurempaa jännitettä ja virtaa anodilla

diodi



triodi

anodi

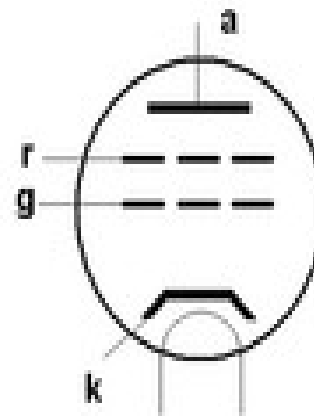


hila

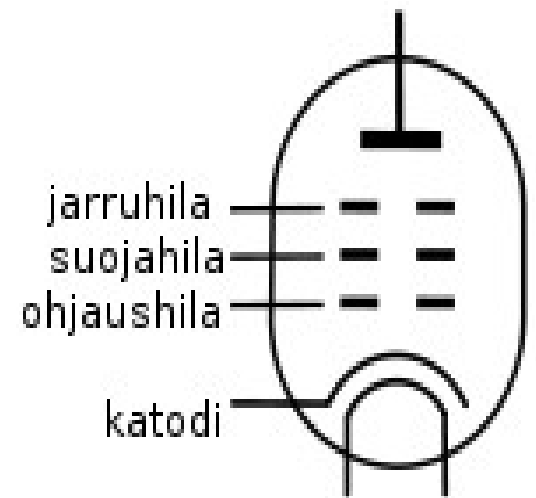
katodi

hehku

tetrodi

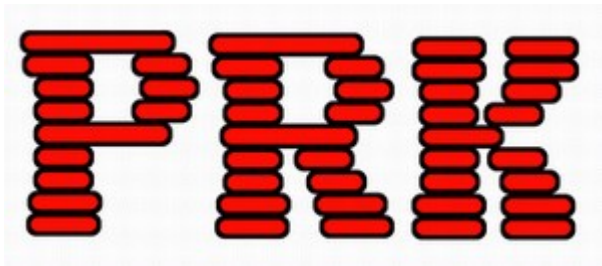
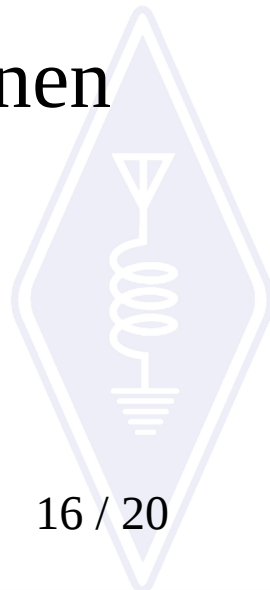


pentodi



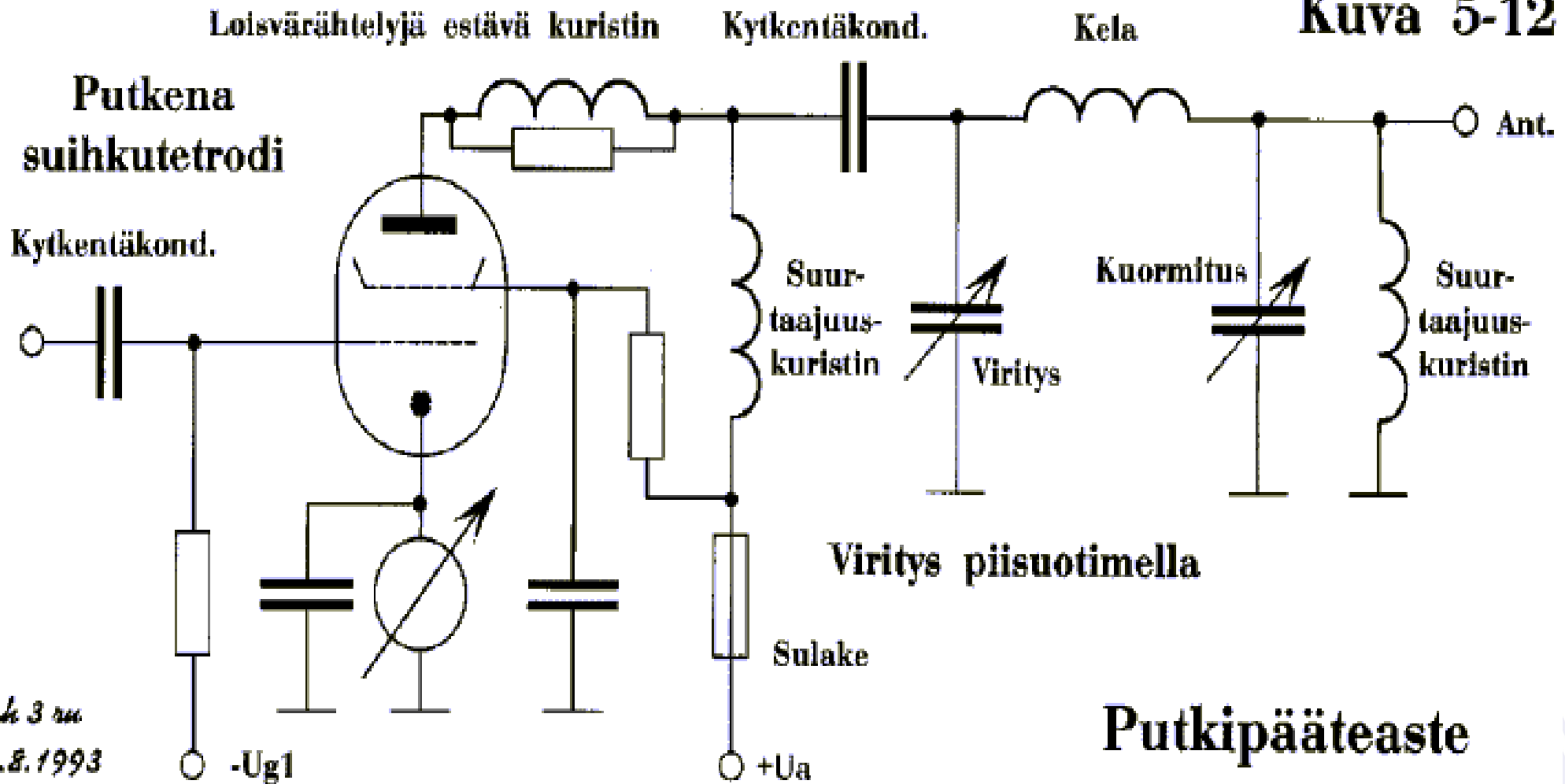
Putkien erot transistoreihin

- Suuret anodijännitteet, pienemmät virrat
 - korkeammat impedanssit → vähän erilainen sovituspiiri
 - Sähköturvallisuus: Virtalähteessä on oltava purkausvastus
 - Antenniliittimestä runkoon on oltava suurtaajuuskuristin
 - Avainnus tehdään ohjaamalla hilajännitettä, ei katkomalla katodivirtaa
- Tarvitsee monimutkaisemman virtalähteen: erillinen jännite hehkulangalle ja mahdollisesti hiloille



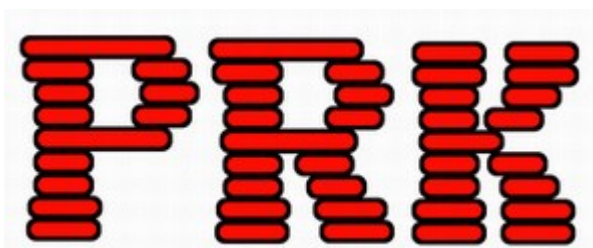
Esimerkki putkivahvistimesta

Kuva 5-12



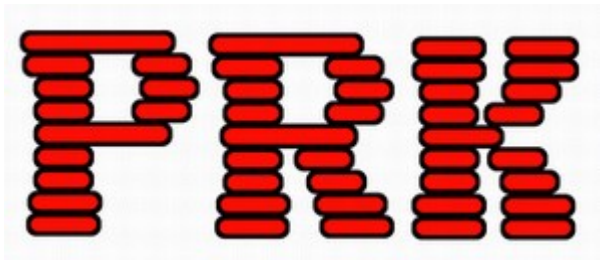
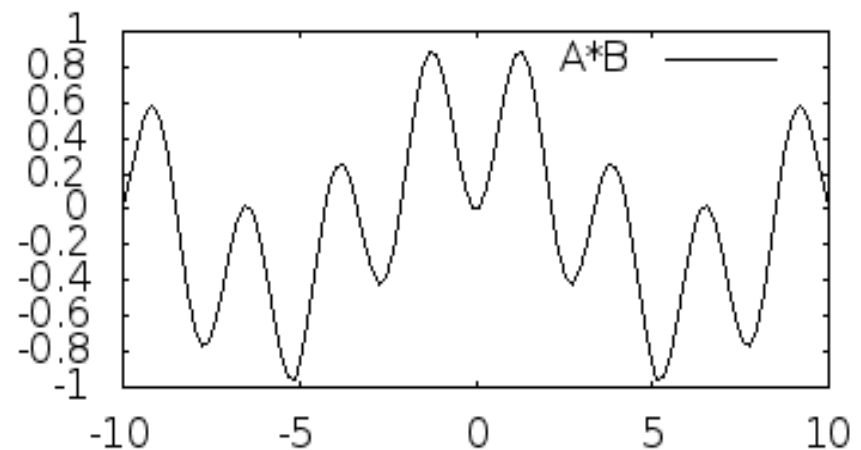
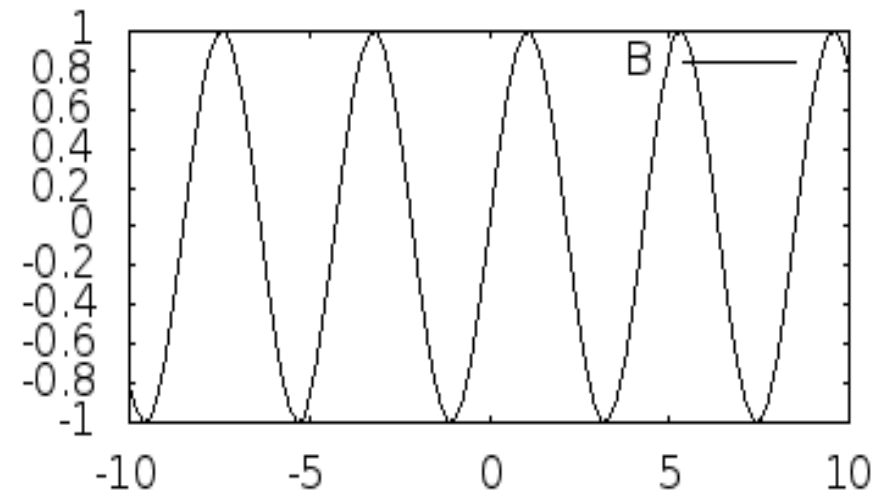
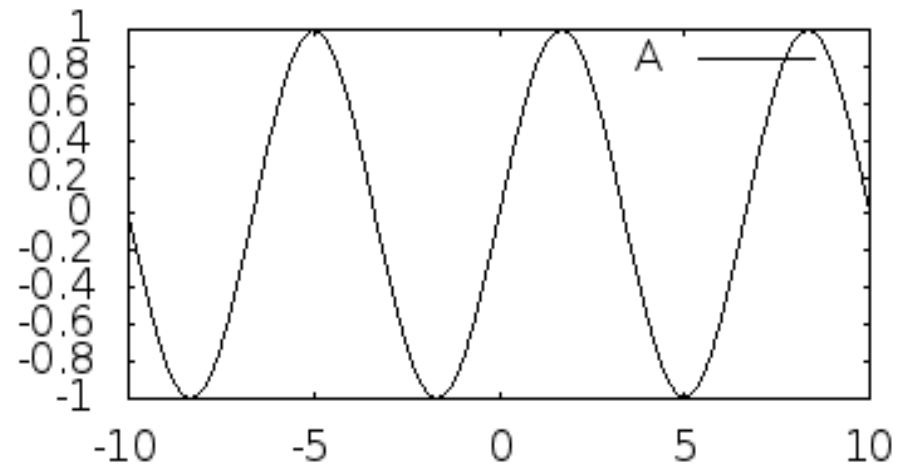
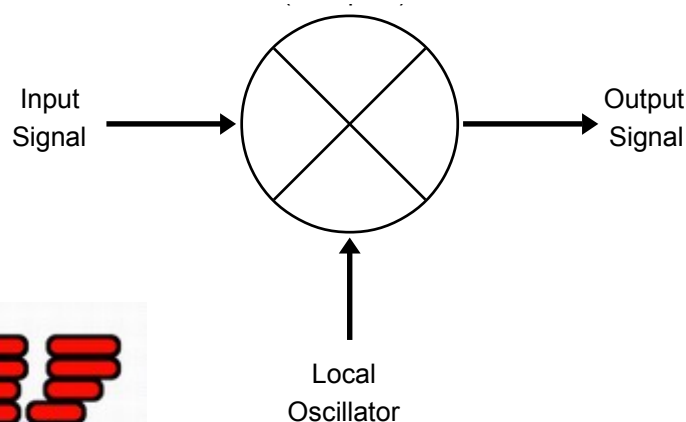
ohj 3 ru
15.8.1993

Sovituspiirin virittämisen apuna voidaan käyttää anodivirtamittaria ja hilavirtamittaria



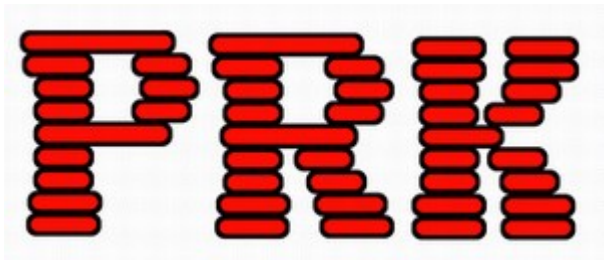
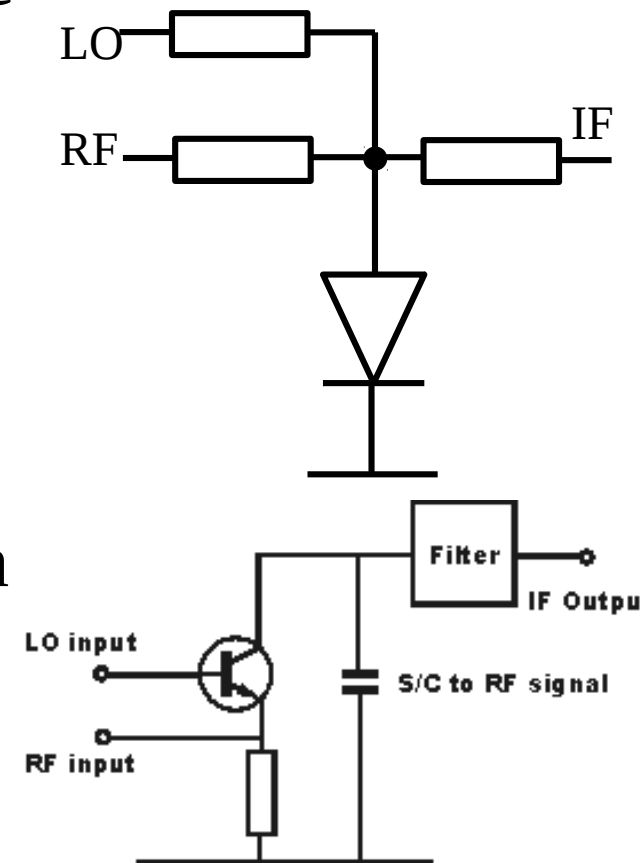
Sekoitin

- ”Kertoo” kaksi signaalia keskenään
- Antaa ulos sisään tulleiden signaalien taajuuksien summan ja erotuksen
- Yleensä toisessa sisäänmenossa radion paikallisoskillaattorilla (local oscillator, LO) tuotettu taajuus



Erilaisia sekoittimia

- Yksinkertaisimmillaan yksi diodi tai muu epälineaarinen komponentti, jolle tuodaan molemmat signaalit
 - = Balansoimaton sekoitin
 - Huonoja puolia: ulos tulee summa- ja erotustaajuuksien lisäksi myös huomattava määrä alkuperäisiä signaaleja → täytyy suodattaa enemmän
 - Ei siedä kovin suuria signaaleja (särö)



Balansoitu sekoitin

- Monimutkaisempi kytkentä
- Molemmat signaalit viedään omiin sisäänmenoihinsa
- Ulos ei tule juurikaan alkuperäisiä signaaleja, ainoastaan niiden taajuuksien summat ja erotukset
- Usein jokin komponentti toimii ”kytkimenä”, jota naikallisoskillaattori ohjaa

