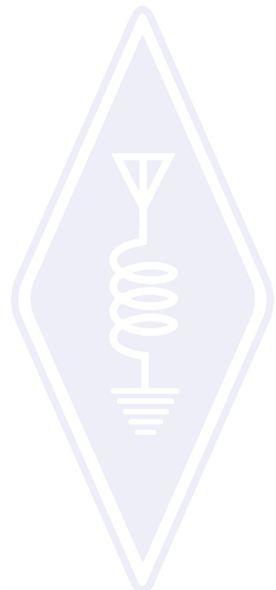
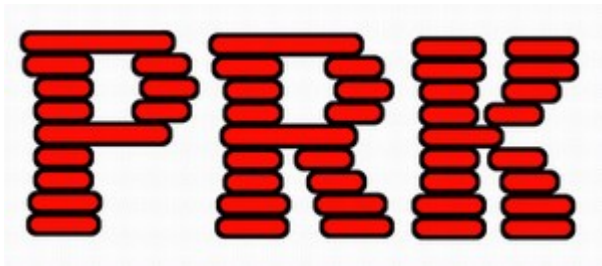


Radioamatöörikurssi 2014

Polyteknikkojen Radiokerho
Radiotekniikka

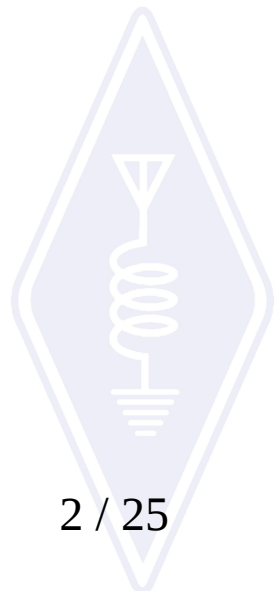
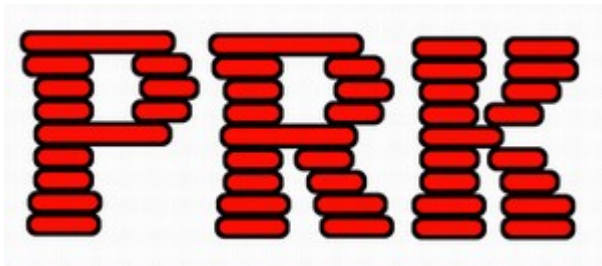
4.11.2014

Tatu, OH2EAT



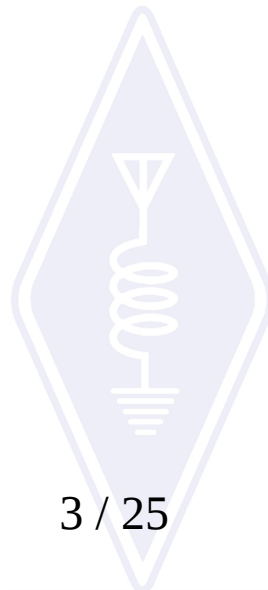
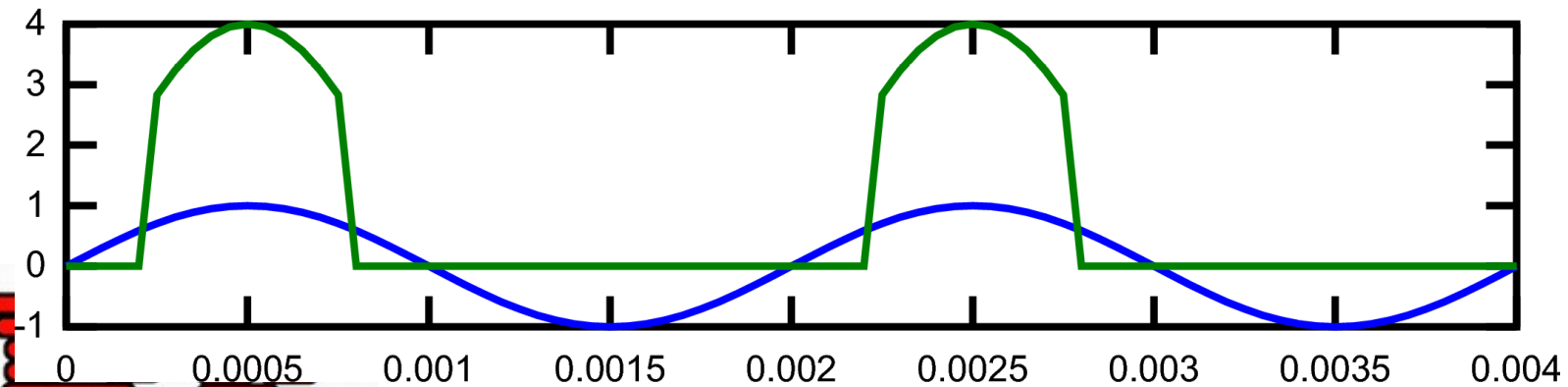
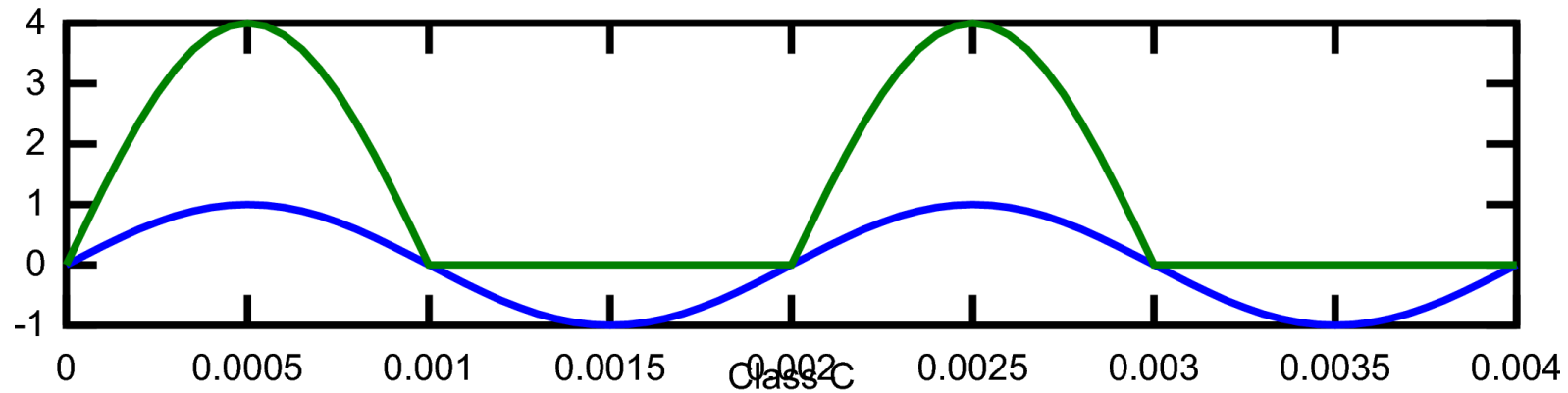
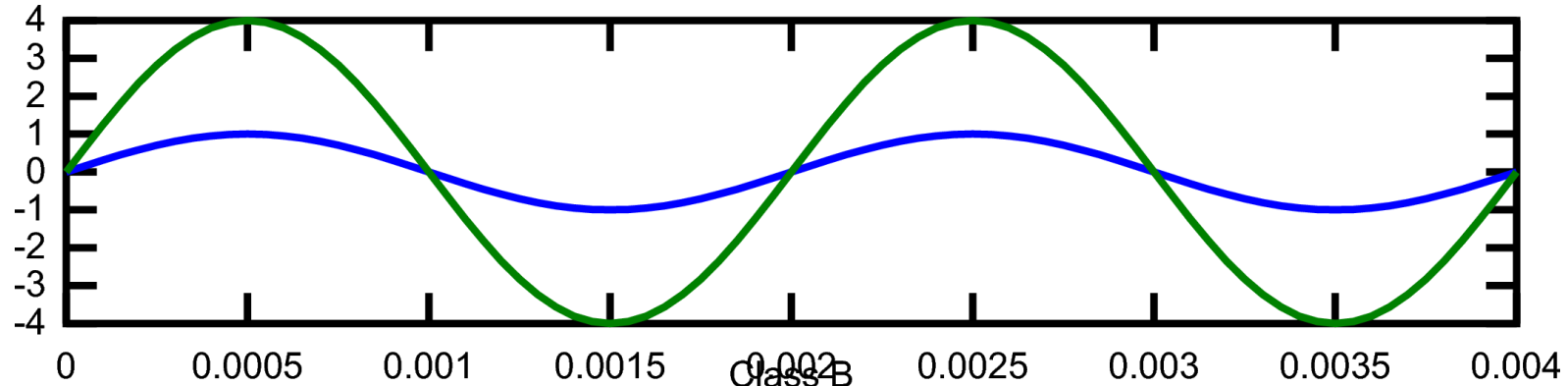
Vahvistimet

- Vahvistin ottaa signaalin sisään ja antaa sen ulos suurempitehoisena
 - Tehovahvistus, dB
 - Jännitevahvistus
 - Virtovahvistus



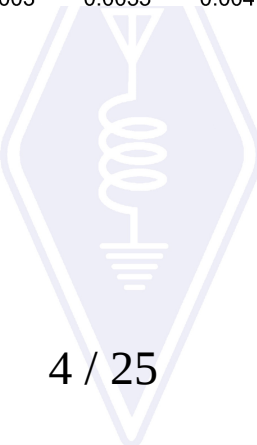
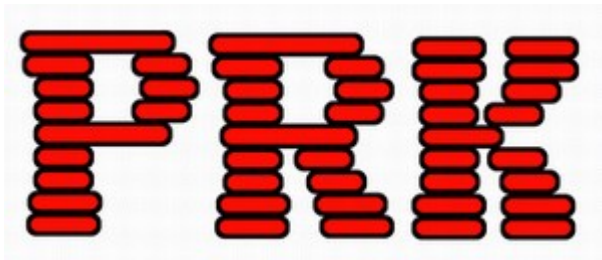
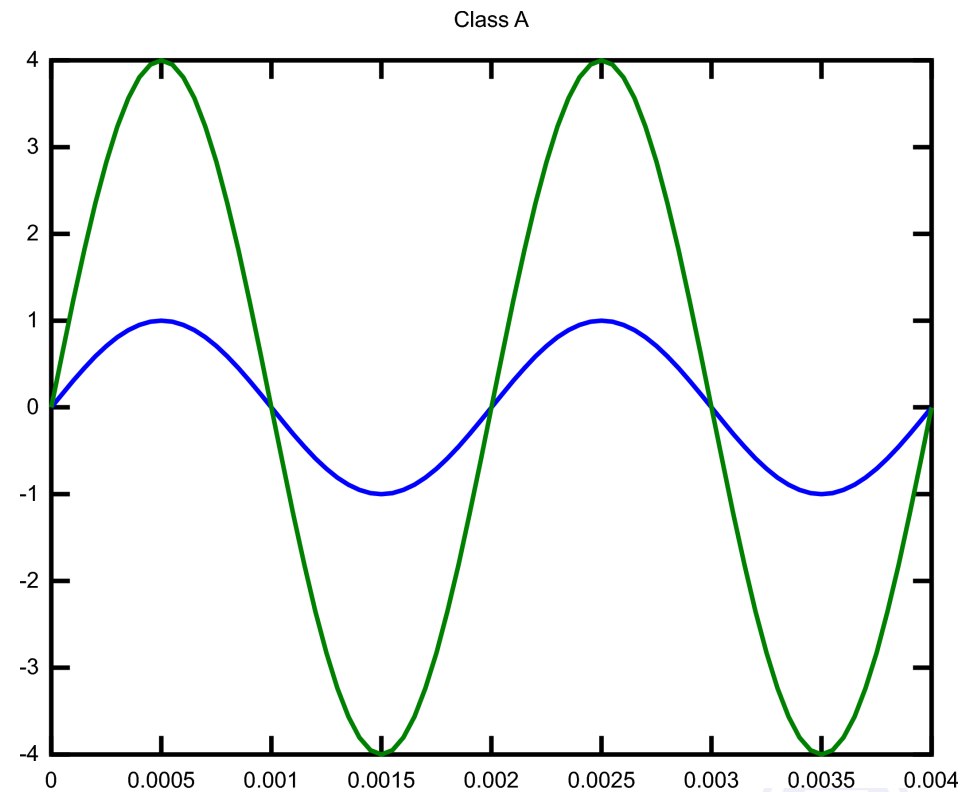
Vahvistinluokat

Class A



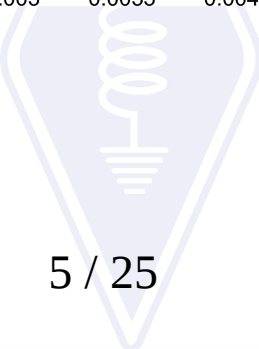
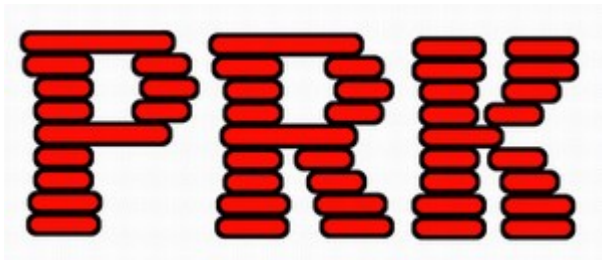
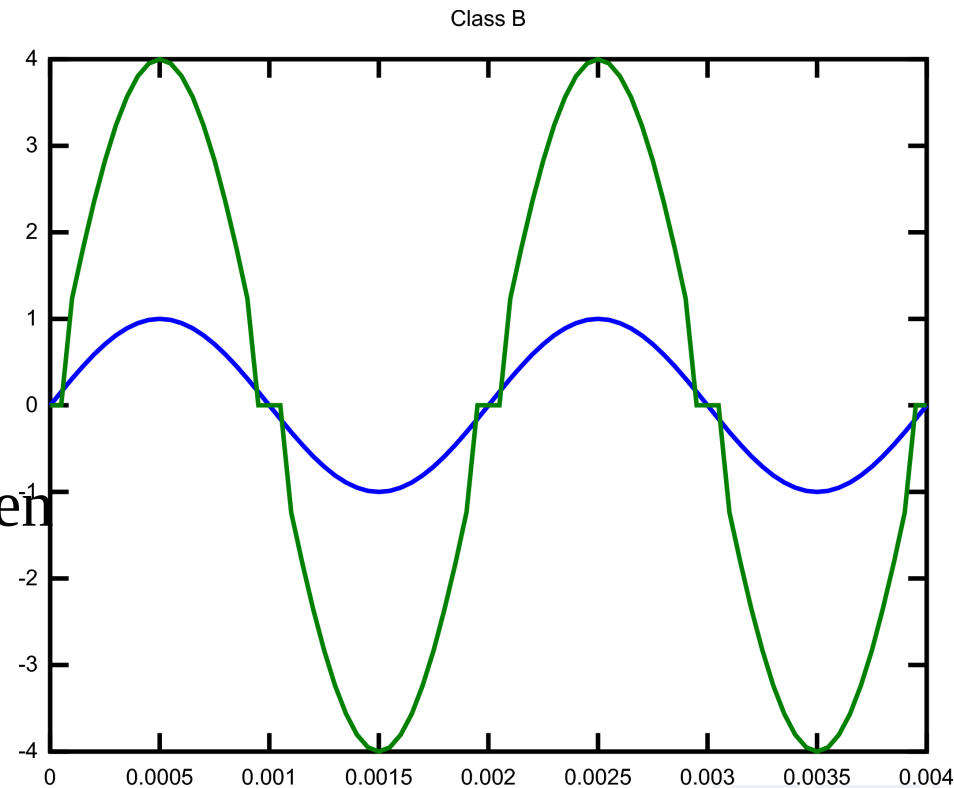
A-luokan vahvistin

- Lineaarisiin 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



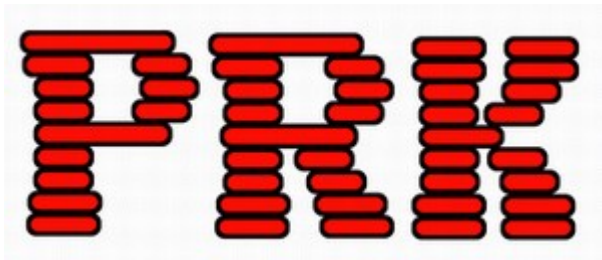
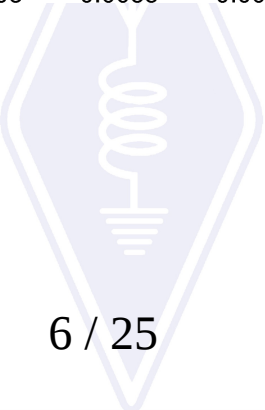
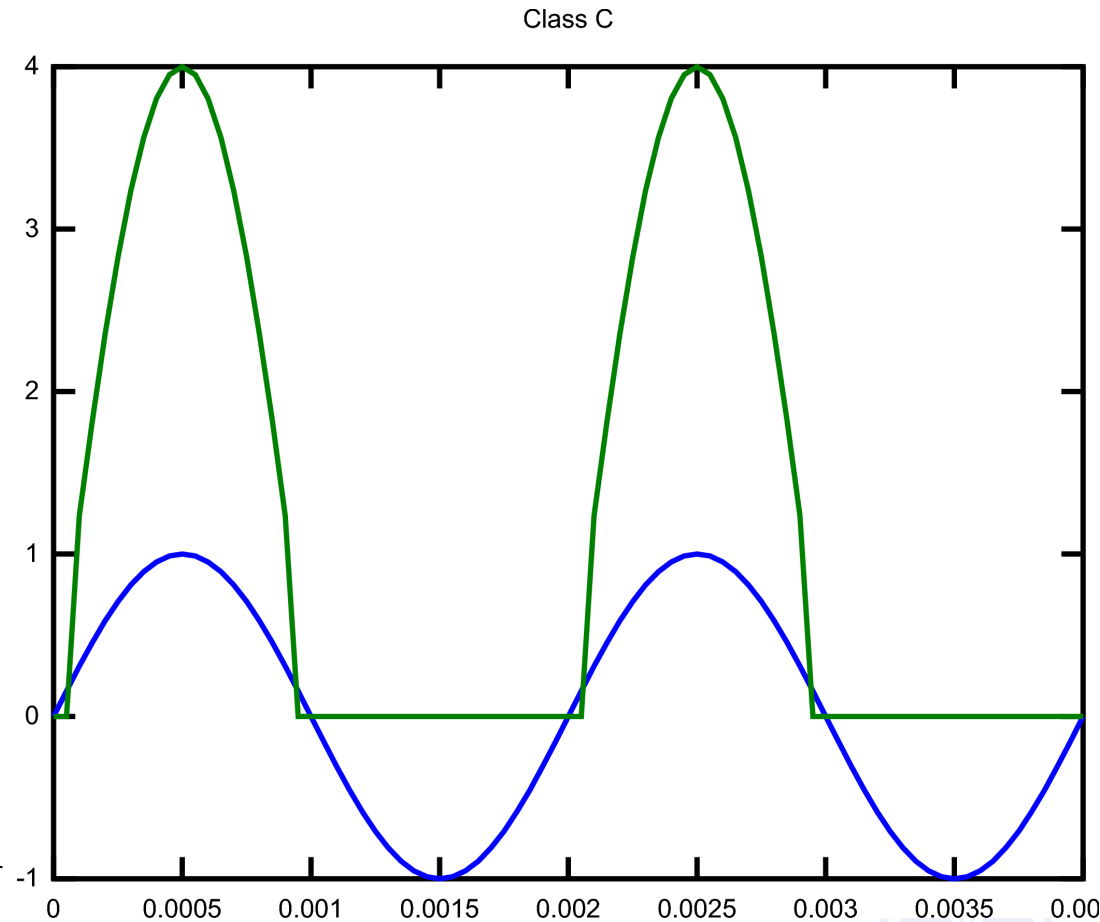
B-luokan vahvistin

- 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



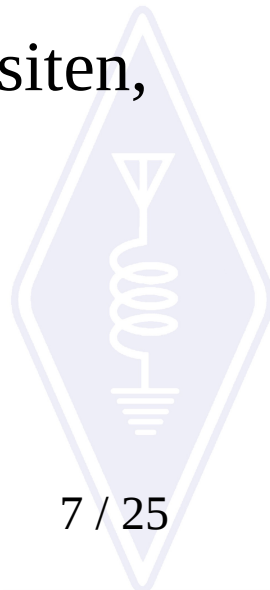
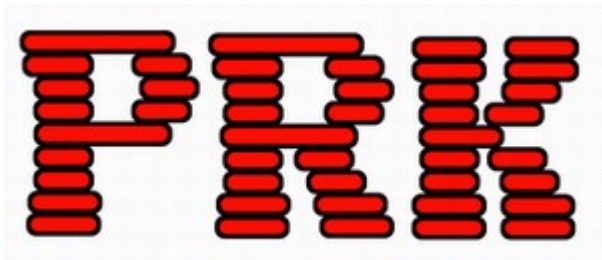
C-luokan vahvistin

- Epälineaarinen, vahvistaa vain huiput
- Hyötysuhde jopa 90%
- Tuotetut harmooniset suodatetaan pois → kapeakaistainen
- CW- ja FM-lähettimissä
- Taajuuskertojissa

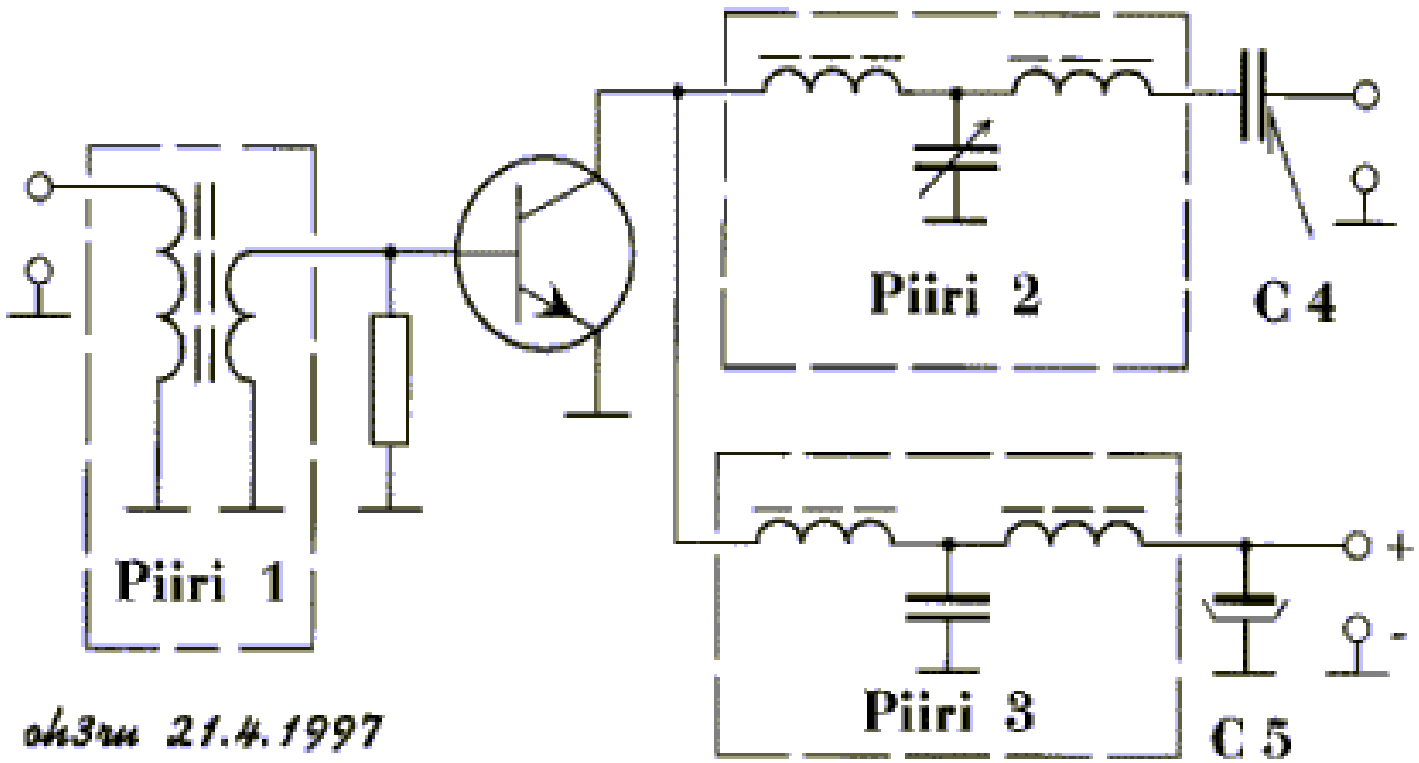


Muita vahvistinluokkia

- D-luokka
 - Aktiivikomponentit kytkiminä: kanttiaaltoa pulssinleveysmoduloidaan ja alipäästösuodatetaan
- E-luokka, F-luokka
 - RF-vahvistimissa
 - Muistuttaa C-(ja hieman D-)luokkaa, epälineaarinen
 - Muokataan aktiivikomponentin näkemiä aaltomuotoja siten, että hyötysuhde paranee
 - Kapeakaistainen



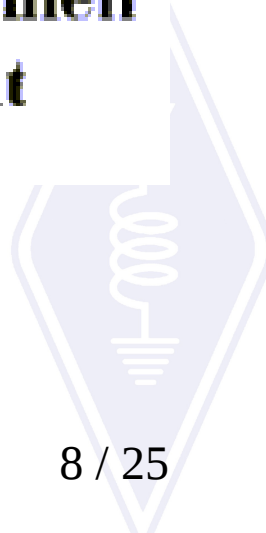
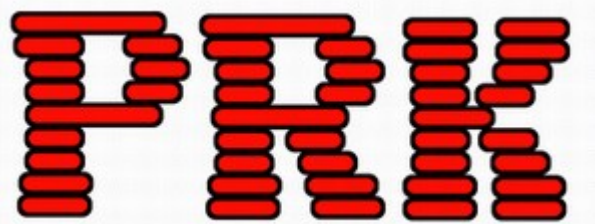
Esimerkki



oh3ru 21.4.1997

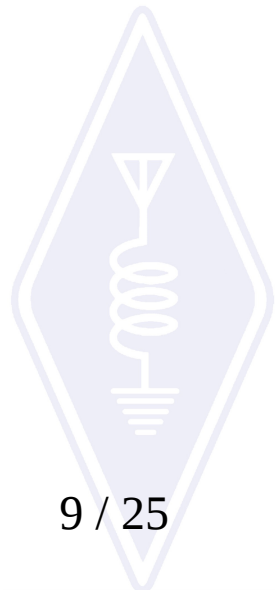
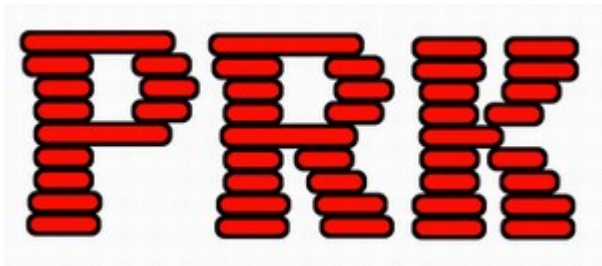
Kuva 3-9

Transistori-
vahvistimen
piirit



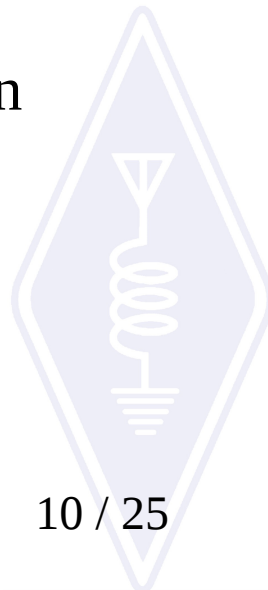
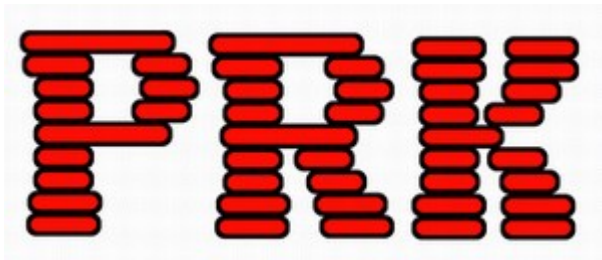
Oskillaattori

- Osa, joka tuottaa tietyn taajuista vaihtovirtaa
- Usein toteutetaan jonkinlaisella vahvistimella, jonka ulostulosta sisäänmenoon tehdään positiivinen takaisinkytkentä halutulla taajuudella



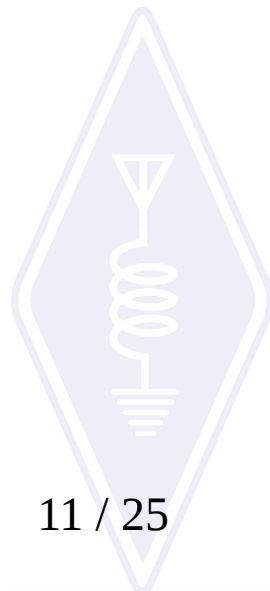
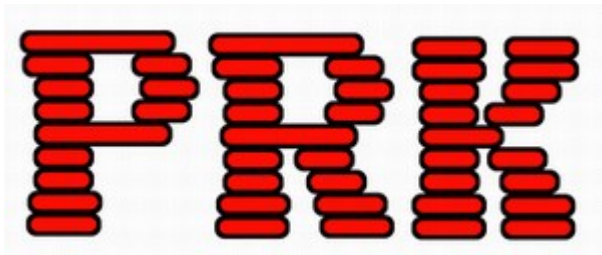
Erilaisia oskillaattoreita

- Kideoskillaattori (crystal oscillator)
 - Tarkka, vakaa taajuus, riippuu kiteen resonanssitaajuudesta
- LC-oskillaattori
 - Käyttää LC-piiriä (kelalla ja kondensaattorilla tehty resonanssipiiri), 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



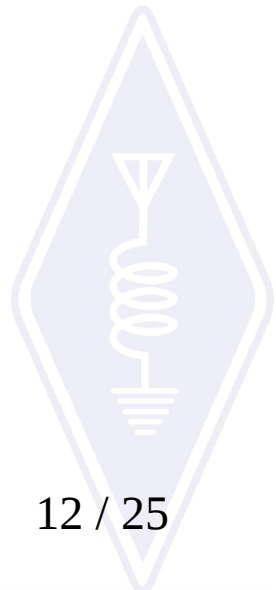
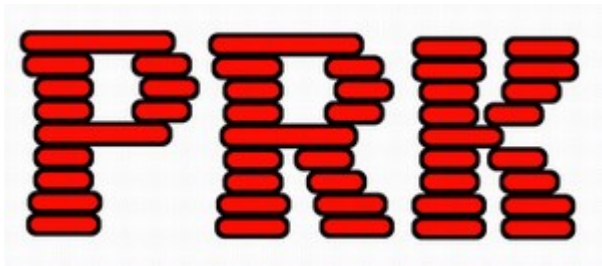
Säädettävät oskillaattorit

- 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



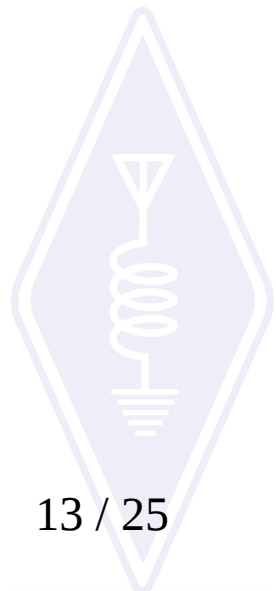
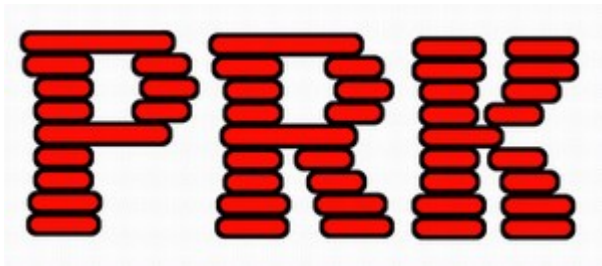
Suodattimet

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



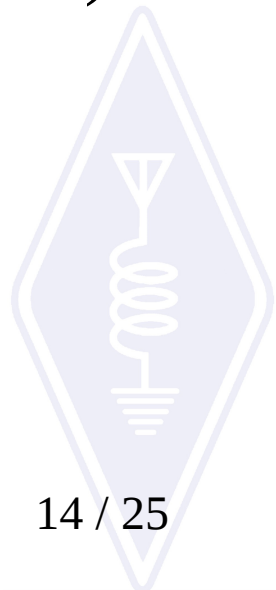
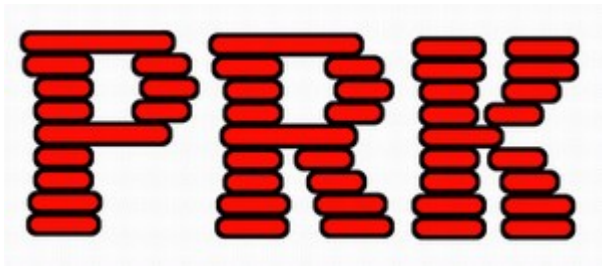
Suodattimet

- Passiiviset suotimet
 - Toimii ilman käyttöjännitettä
 - LC-suodin
 - RC-suodin
 - Kidesuodin
- Aktiiviset suotimet



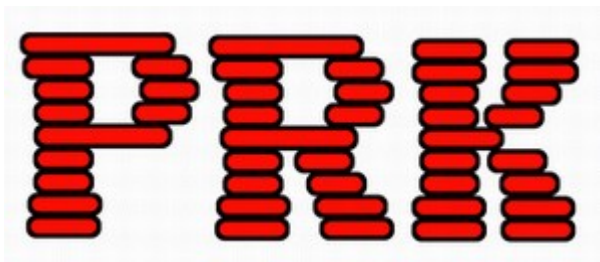
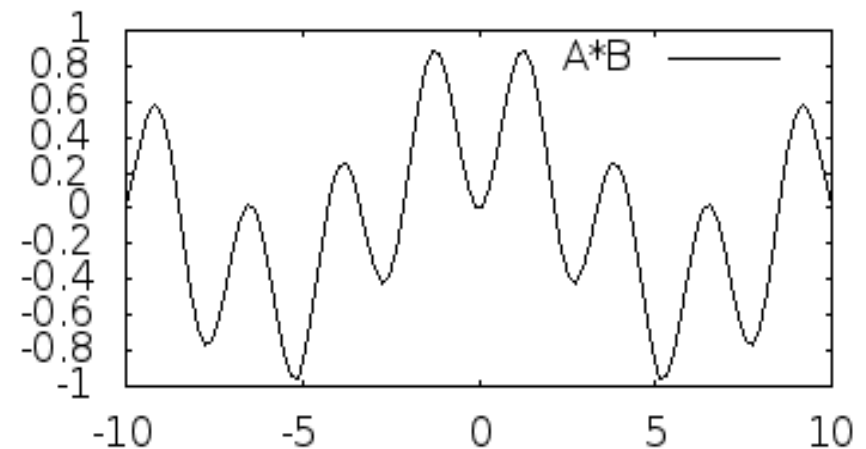
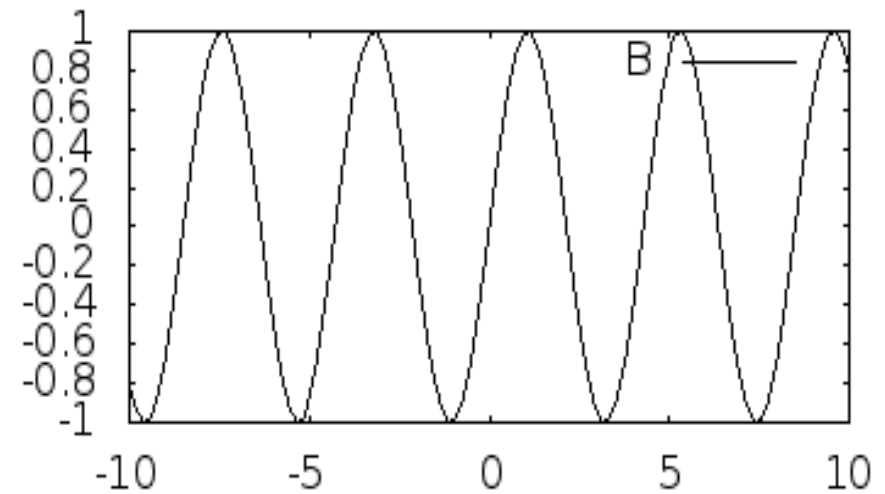
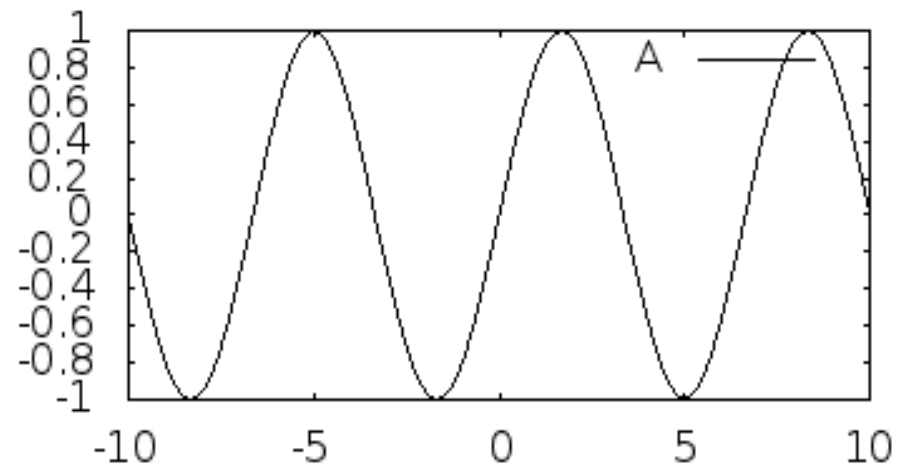
Sekoitin

- Ottaa sisään kaksi taajuutta (yleensä kahteen eri sisäänmenoon), antaa ulos näiden taajuuksien summan ja erotuksen
- Ainakin toinen taajuuksista on yleensä tehty radion sisällä oskillaattorilla
 - Kutsutaan paikallisoskillaattoriksi (LO, local oscillator)



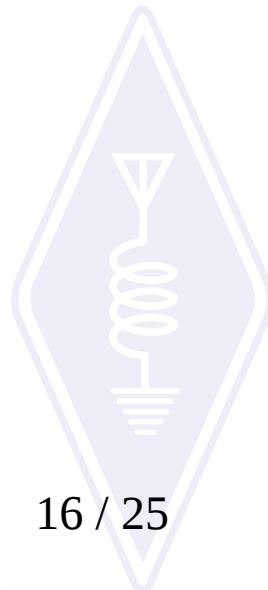
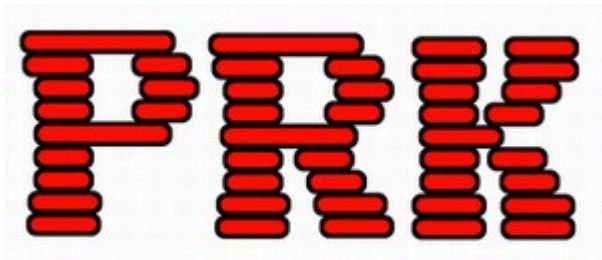
Sekoitus

- Matemaattisesti kahden signaalin kertolasku: ”ideaalinen sekoitin” kertoisi kaksi jännitettä keskenään



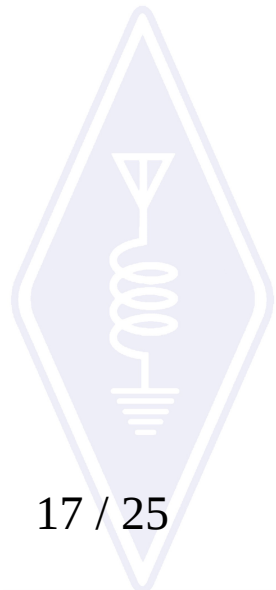
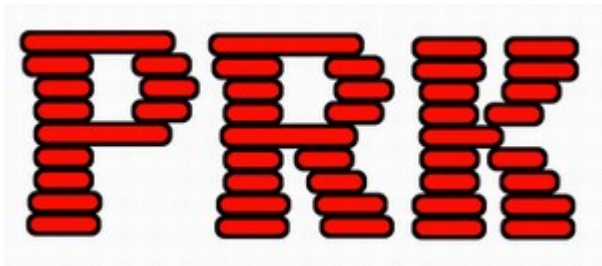
Erilaisia sekoittimia

- 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



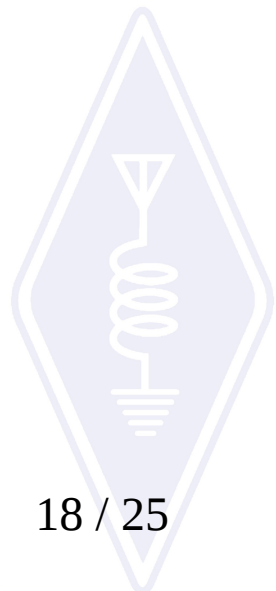
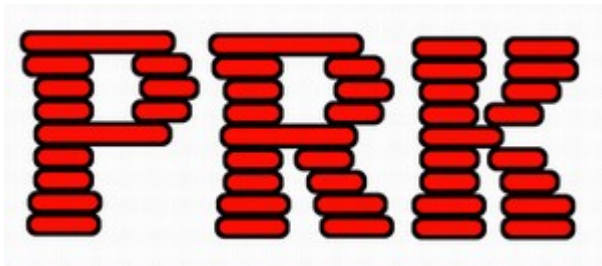
Balansoitu sekoitin

- Monimutkaisempi kytkentä
- Molemmat signaalit viedään omiin sisäänmenoihinsa
- Ulos ei tule juurikaan alkuperäisiä signaaleja, ainoastaan niiden taajuuksien summat ja erotukset



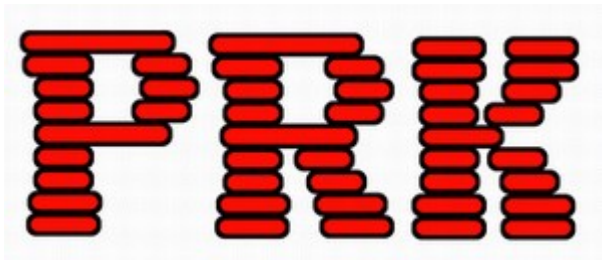
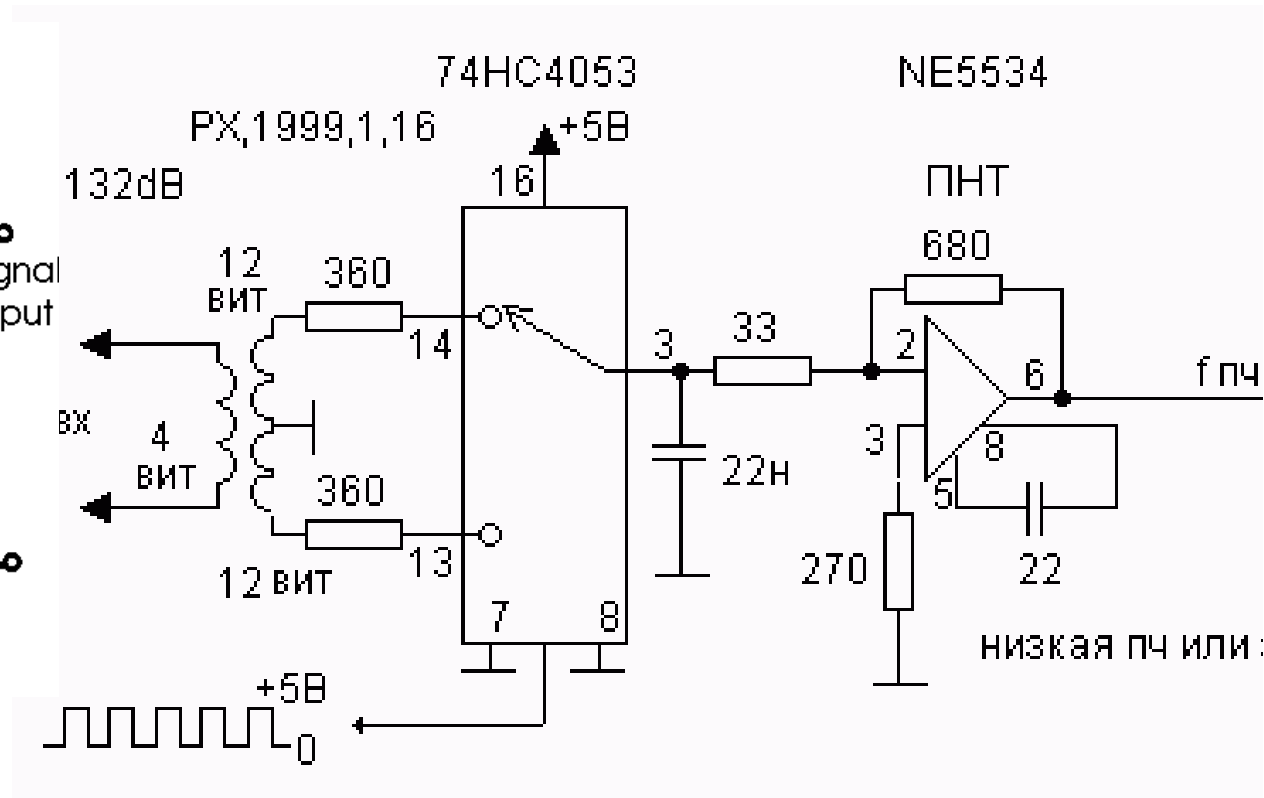
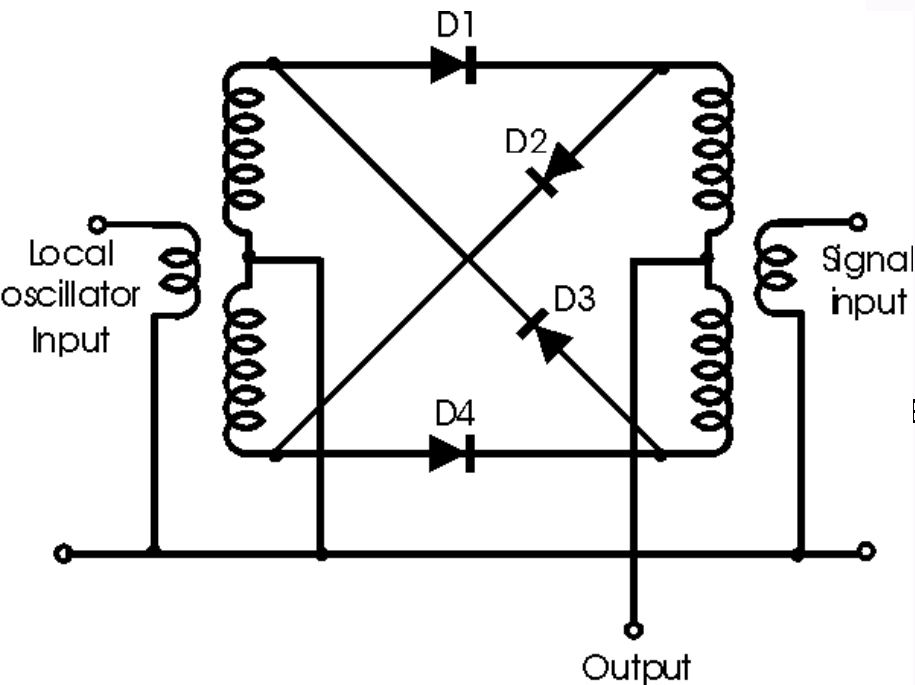
Peilitaajuus

- Yleensä halutaan vain joko summa- tai erotustaajuus, ei molempia
- Toinen, ns. peilitaajuus suodatetaan pois
- Peilitaajuusvaimennus kertoo, kuinka hyvin ei-toivottu sekoitustulos suodatetaan pois



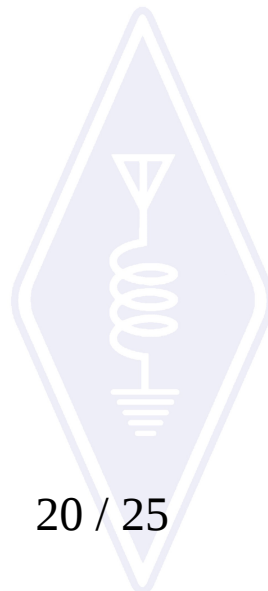
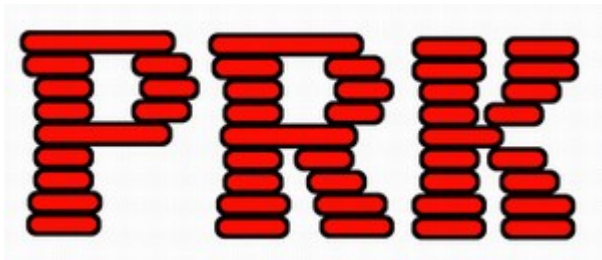
Sekoitin käytännössä

- Usein jokin komponentti toimii kytkimenä, jota paikallisoskillaattori ohjaa



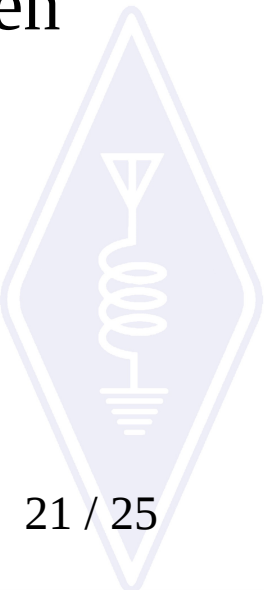
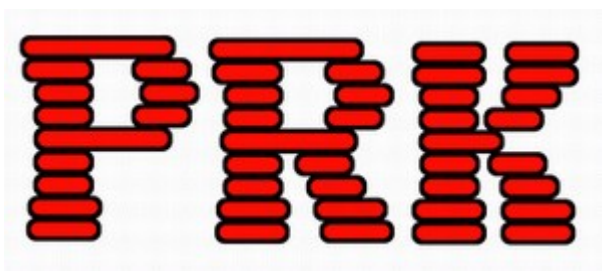
Välitaajuus

- Suodatus, vahvistus yms on helpompaa kiinteällä taajuudella
- Radiota halutaan kuitenkin käyttää eri taajuuksilla
- Muutetaan sekoittimella haluttu radiotaajuus kiinteälle välitaajuudelle
 - Paikallisoskillaattorin taajuutta säätämällä säädetään kuunneltavaa tai lähetettävää radiotaajuutta
 - Kutsutaan supervastaanottimeksi (superheterodyne receiver)



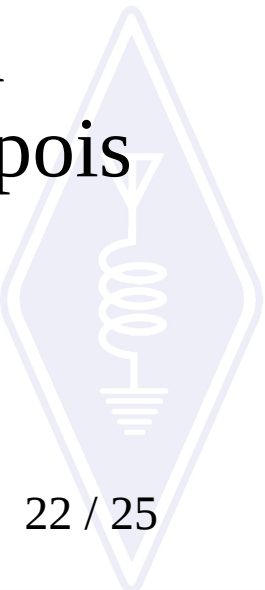
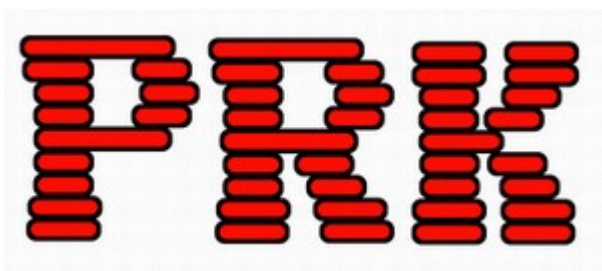
Esimerkki

- Radion välitaajuus on 9 MHz ja sillä halutaan kuunnella taajuutta 7 MHz
 - Säädetään paikallisoskillaattori taajuudelle 2 MHz (tai 16 MHz) → sekoittimeen tuleva 7 MHz radiotaajuus muuttuu 9 MHz välitaajuudeksi
 - Sama tulee sekoittimesta ulos myös 5 MHz (tai 23 MHz) taajuudella, mutta se suodatetaan pois heti sekoittimen jälkeen jolloin se ei haittaa



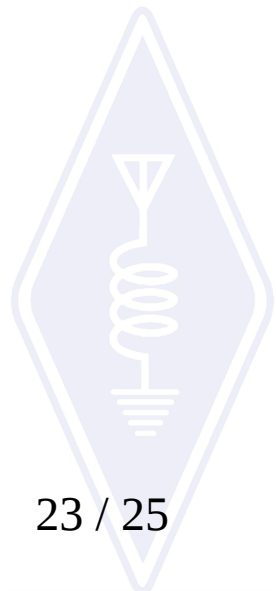
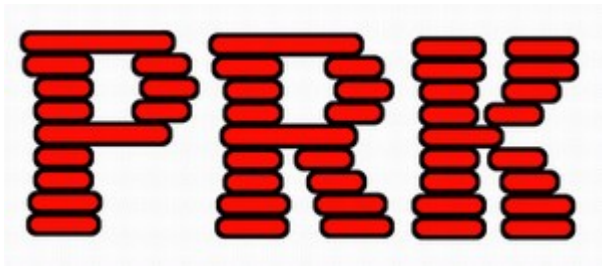
Esimerkki: peilitaajuus

- 2 MHz paikallisoskillaattorin tapauksessa kuitenkin myös 11 MHz radiotaajuus muuttuu samaksi välitaajuudeksi
 - Kaikki 11 MHz taajuudella oleva täytyy siis suodattaa pois ennen sekoitinta, ettei se kuulu samaan aikaan
 - 11 MHz on siis tällöin peilitaajuus
- 16 MHz paikallisoskillaattorin tapauksessa lähin peilitaajuus onkin 25 MHz, helpompi suodattaa pois



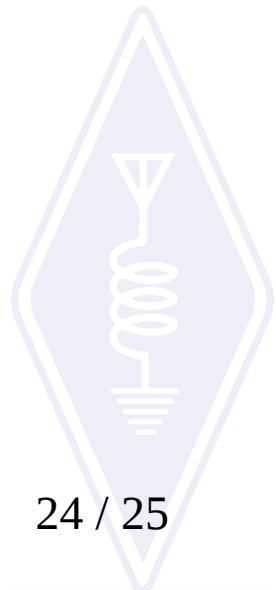
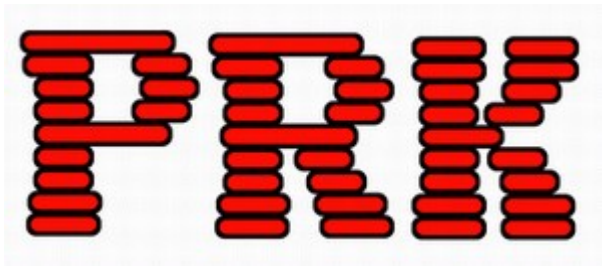
Modulaattori

- Amplitudimodulaattori, amplitudimodulaatio (AM)
 - Muuttaa radiotaajuisen signaalin amplitudia esim. äänen mukaan
 - Esimerkiksi vahvistimen käyttöjännitettä muuttamalla
- Taajuusmodulaattori, taajuusmodulaatio (FM)
 - Muuttaa taajuutta
 - Esimerkiksi VCO



Demodulaattori

- AM-demodulaattori
 - Mittaa radiotaajuisen signaalin amplitudia ja muuttaa sen takaisin esim. ääneksi
 - Esimerkiksi tasasuuntaaja
- FM-demodulaattori
 - Mittaa taajuutta jne
 - Esimerkiksi diskriminaattori



PARK

