Transiiveri olulisemad sõlmed

Jüri Ruut

ES5JR

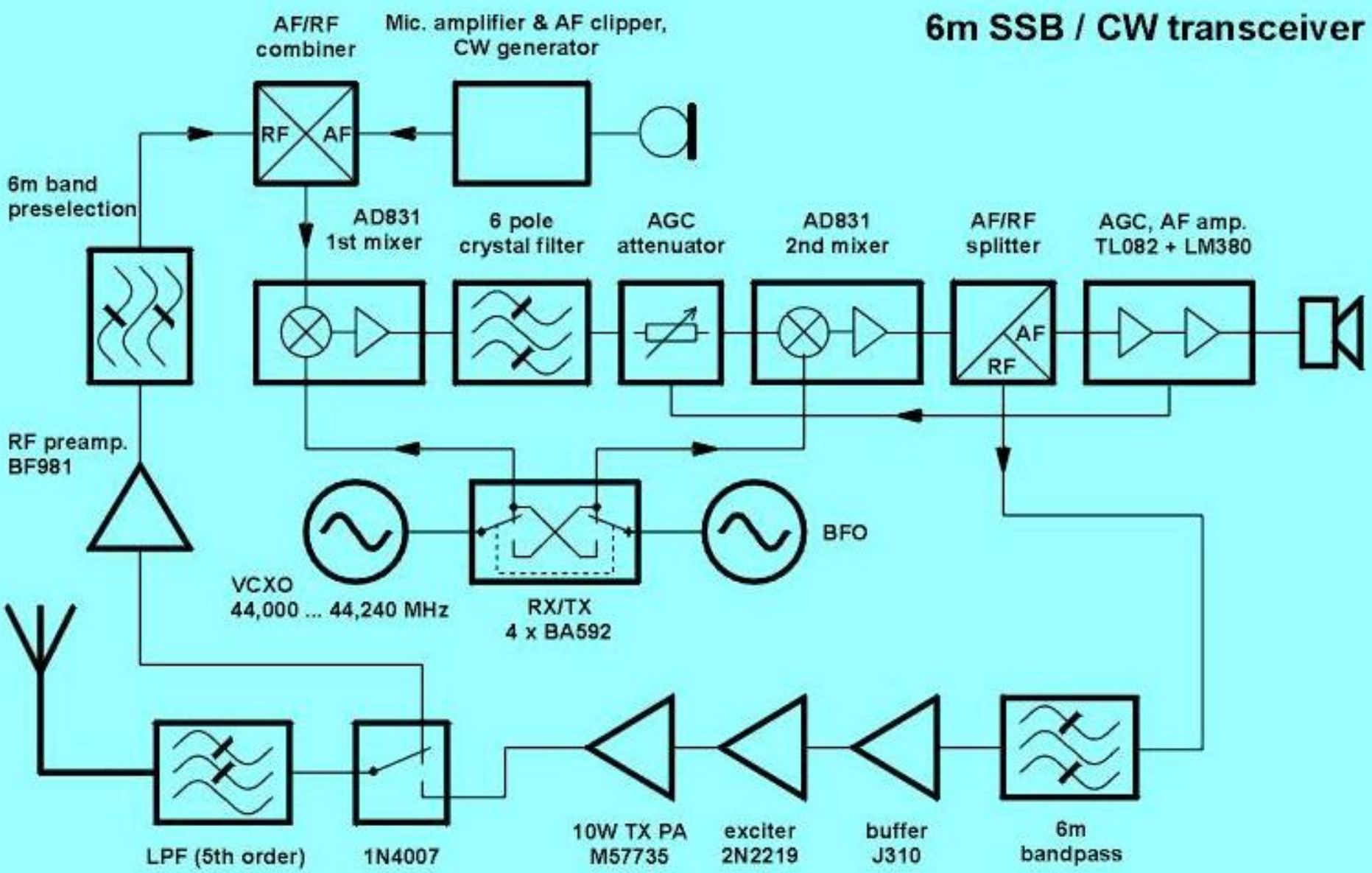
Yaesu FT-1000MP MK-V transiiver eestpoolt...



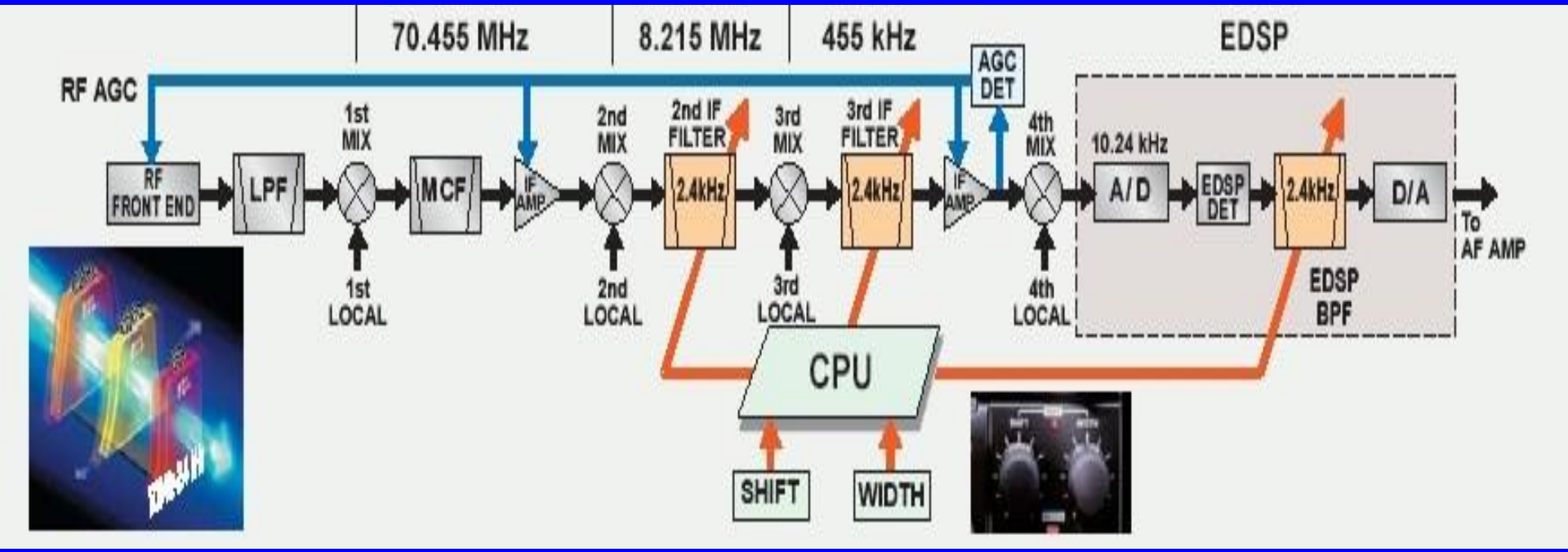
...ja seestpoolt



Transiiveri plokkskeem I



Yaesu FT-1000MP MkV plokkskeem, vastuvõtt



Olulisemad sõlmed

- Filtrid
- Võimendid
- Automaatne võimenduse regulaator (AVR)
- Segusti
- Sagedusgeneraatorid

Filtrid

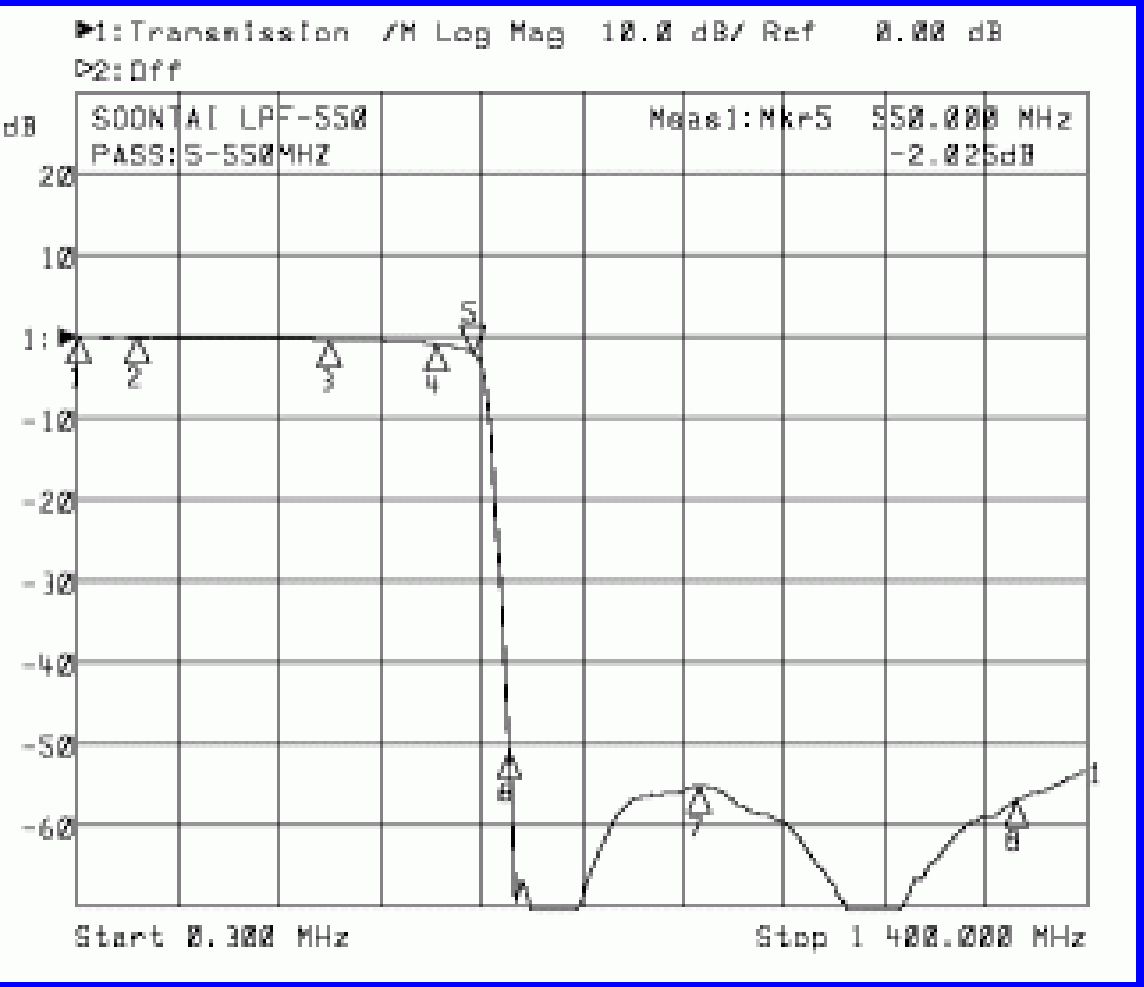
- Lasevad läbi või tõkestavad mingi sagedusriba
- Aktiiv- ja passiivfiltrid
- Madalpääs-, kõrgpääs-, ribapääs- ja ribatõkkefiltrid (sälkfiltrid)

Yaesu FT-1000MP MkV filtrid I

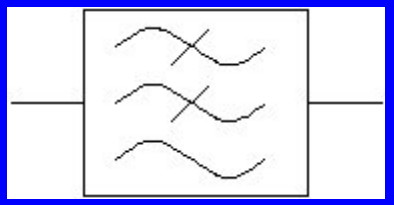
- Katusfilter (*roofing filter)*
  - I vahesagedusel (73,62 MHz)
  - Sagedusriba 4 kHz
  - Surub alla põhisagedusest 2..20 kHz kaugusel olevad tugevad signaalid
  - 8 elementi
- Vähendab III järku intermodulatsiooni teket segustis
- Ei saa olla liiga kitsas: signaalikaod

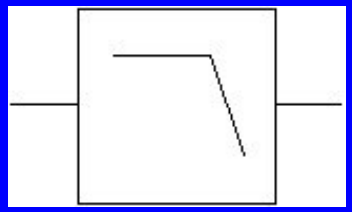


Madalpääsfilter

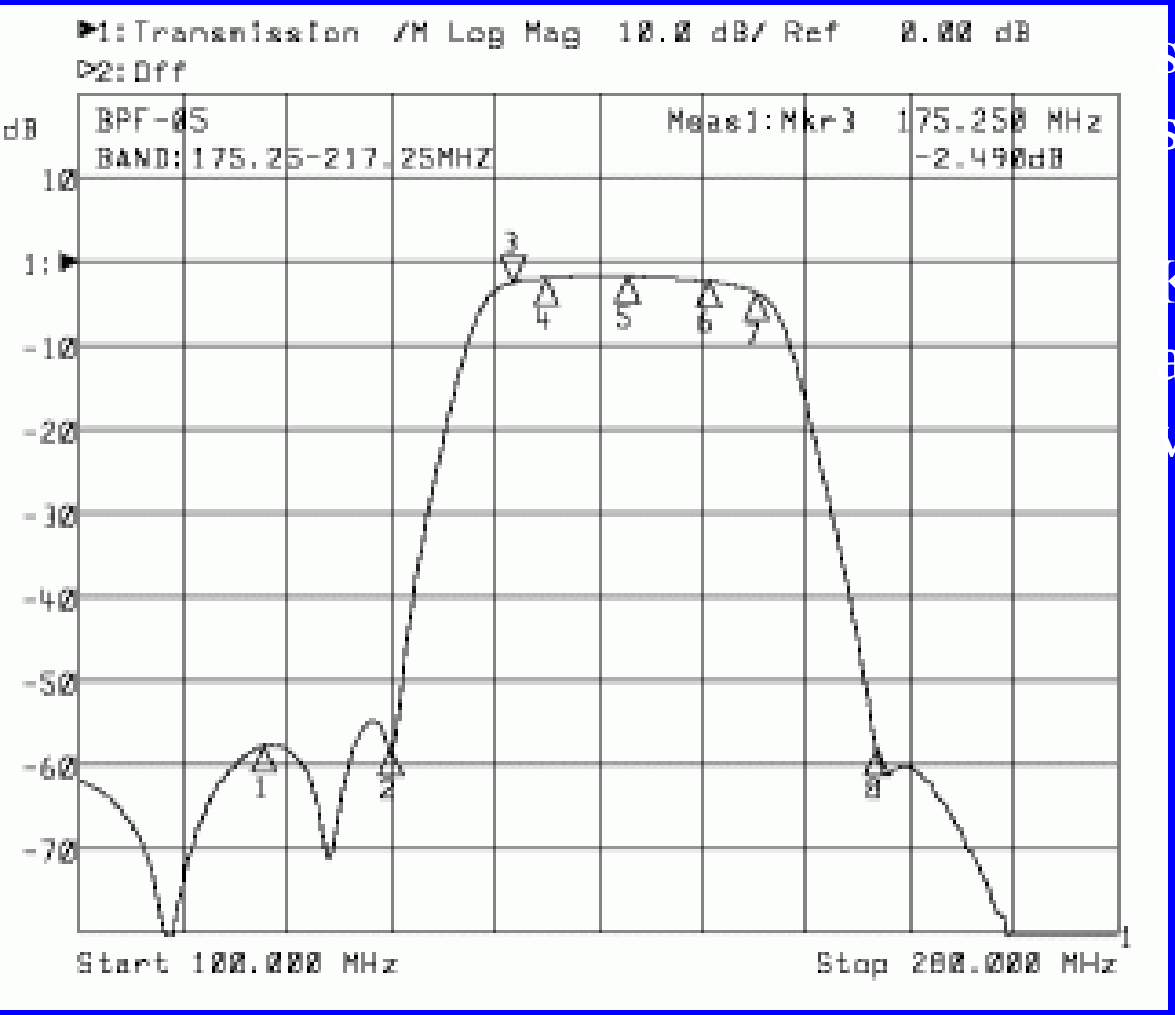


Vahetult pärast transiiveri antenni



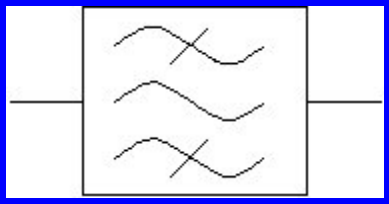


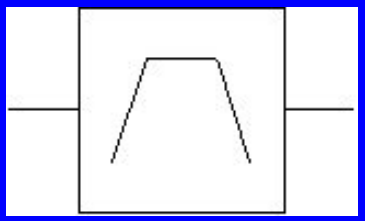
Ribapääsfilter



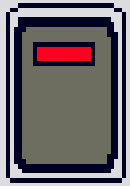
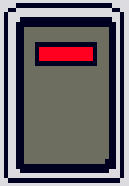
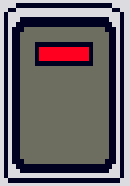
Surub alla ebasoovitavad sagedused väljaspool soovitavat riba.

Kasutusel pärast segusteid, aga ka transiiveri ja antenni vahel.





Yaesu FT-1000MP MKV ribapääsfiltrid

BAND WIDTH / MODE	NOR  (NOR)		NAR1  (NAR1)		NAR2  (NAR2)	
	2nd IF (8.2MHz)	3rd IF (455kHz)	2nd IF (8.2MHz)	3rd IF (455kHz)	2nd IF (8.2MHz)	3rd IF (455kHz)
SSB	THRU	6.0kHz	2.4kHz	2.4kHz	2.0kHz (YF-114SN)	2.0kHz (YF-110SN)
CW	2.0kHz (YF-114SN)	2.0kHz (YF-110SN)	500Hz	500Hz (YF-115C)	250Hz (YF-114CN)	250Hz (YF-110CN)
AM	THRU	6.0kHz	2.4kHz	2.4kHz	2.0kHz (YF-114SN)	2.0kHz (YF-110SN)
RTTY PKT (LSB)	2.0kHz (YF-114SN)	2.0kHz (YF-110SN)	500Hz	500Hz (YF-115C)	250Hz (YF-114CN)	250Hz (YF-110CN)

Ribafiltrite plokk transiiveris



Ribapääsfilter transiiveri ja antenni vahel



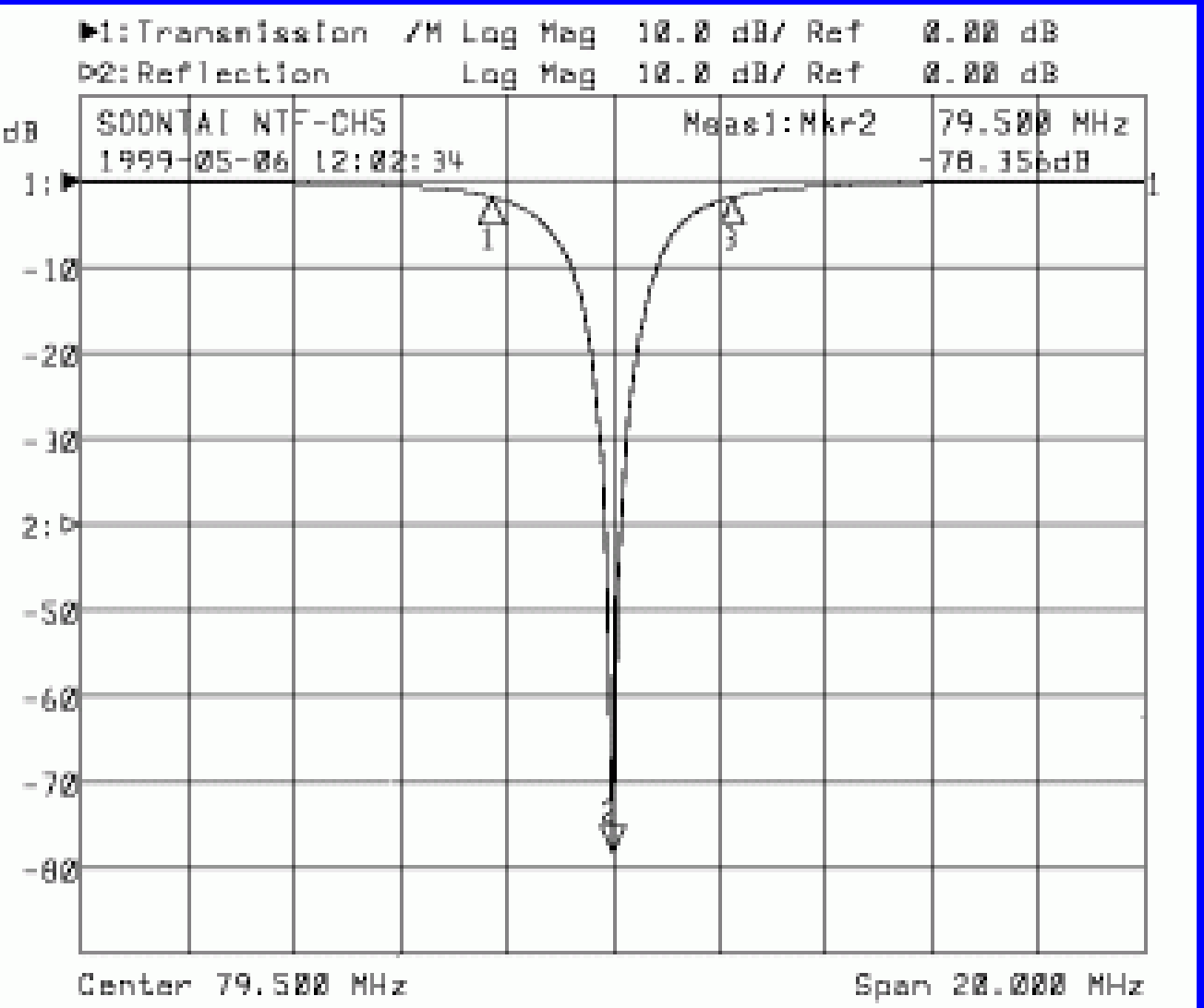
Ribafiltri erijuht: võnkering

- Koosneb induktiivsusest ja mahtuvusest
- Resonantsi korral on reaktiivtakistus
- Resonantssagedus:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

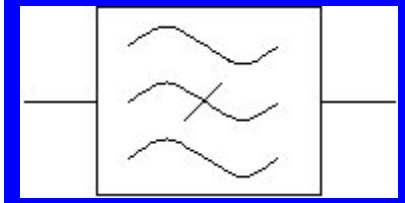
- Järjestikune võnkering: voolutakistus resonantsi puhul minimaalne
- Paralleelne võnkering: takistus resonantsi puhul maksimaalne, suur voolutugevus kontuuri sees.
- Võnkeringid häälestatakse iga sagedusala jaoks eraldi.

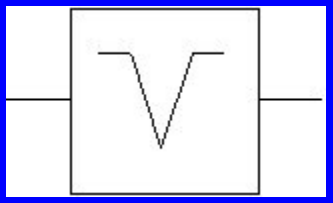
Sälkfilter (notch)



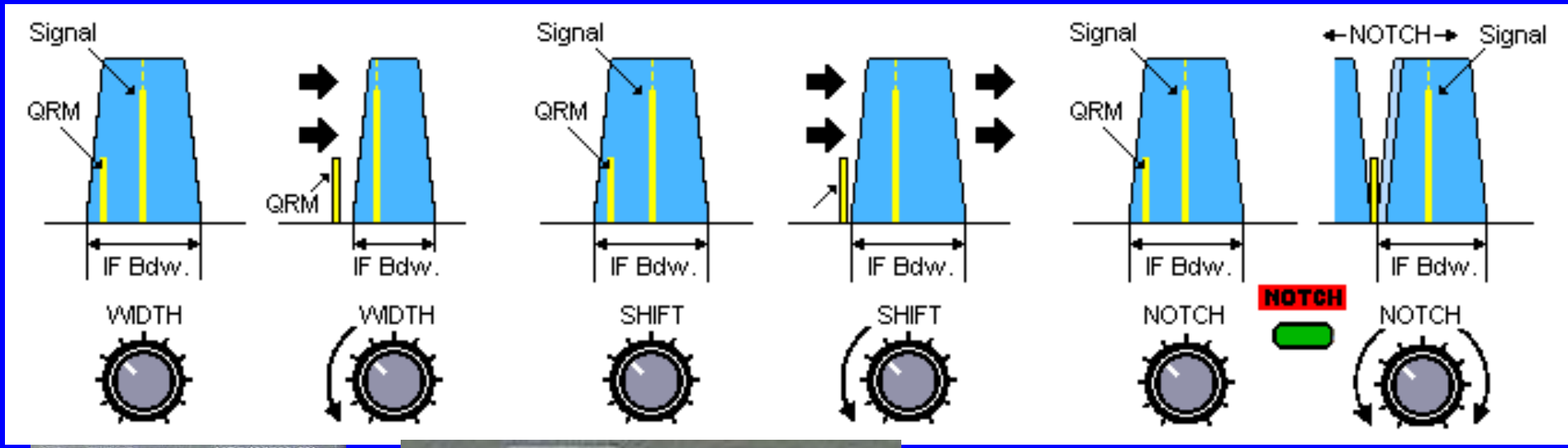
Kandevlainete või muude häirete eemaldamiseks kuulderibast.

Osadel transiiveritel seadistatav käsitsi, osadel automaatselt.





FT-1000 filtripaneel





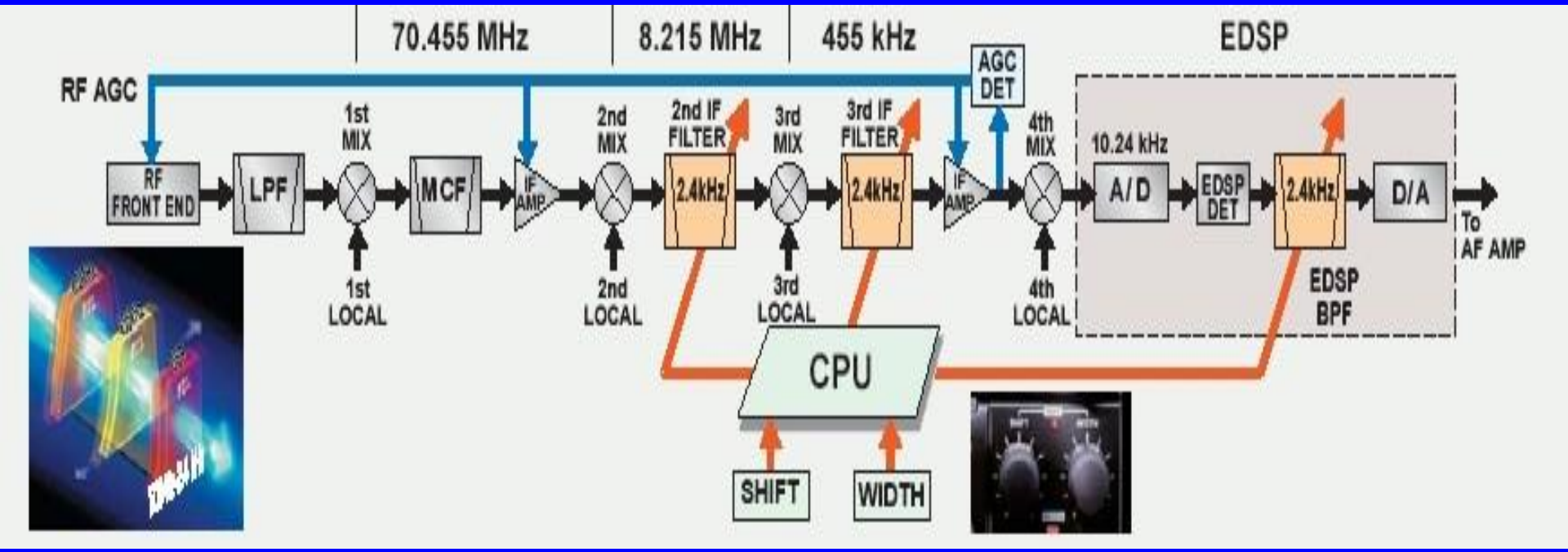




Superheterodüünvastuvõtja

- Kõrgsagedussignaal võimendatakse ja liidetakse segustis juurde VFO (*variable frequency oscillator)* signaal
- Valitakse edasivõimendatav sagedus, teised tekkinud sagedused filtreeritakse
- Vahesagedussignaal võimendatakse, vajadusel segustatakse veel ja detekteeritakse
- Detekteerimisel tekkinud madalsagedussignaal võimendatakse ja suunatakse kuuldeseadmesse

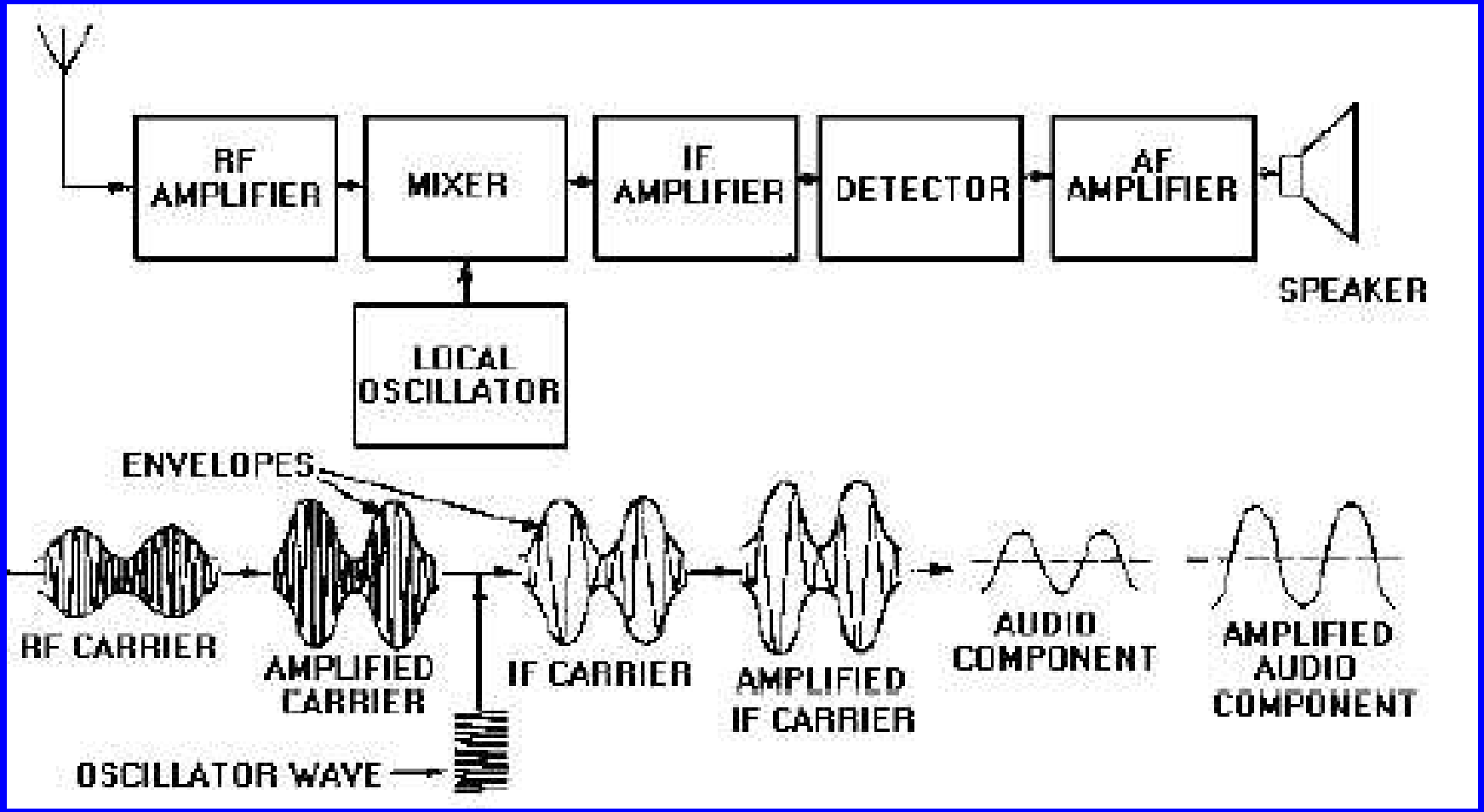
Yaesu FT-1000MP MkV plokkskeem, vastuvõtt



Superheterodüünvastuvõtja eelised

- Signaali töödeldakse kitsastes sagedusribades, laiaribaline peab olema ainult kõrgsagedusvõimendi
- Vahesagedused on konstantsed
- Häälestatavad ostsillaatorid on stabiilsemad häälestatavad filtrid: sagedussüntees
- Vahesagedusfiltrid võimaldavad selekteerida RF filtritest kitsamat sagedusriba

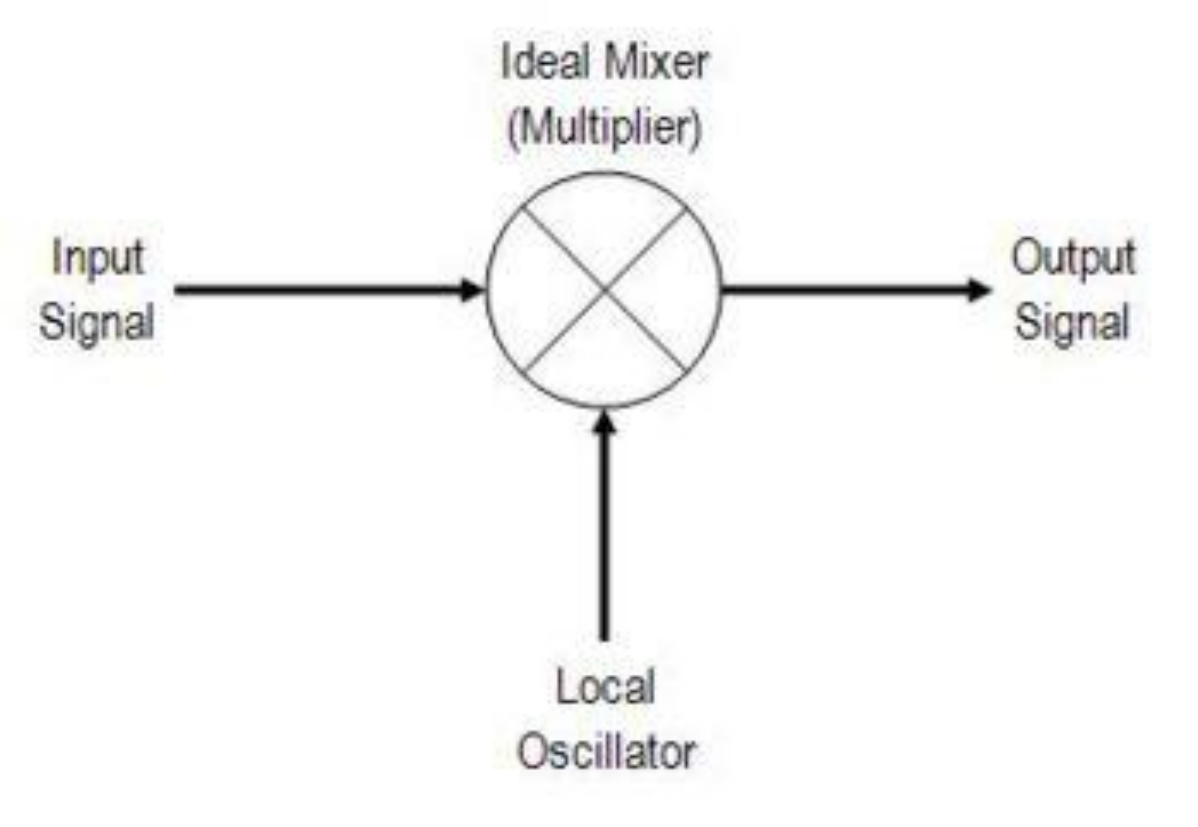
AM vastuvõtja



Segusti

- Segustis miksitakse signaali ostsillaatori signaaliga
- I vahesagedusaste: ostsillaatori ja vastuvõetava sageduse vahe on konstantne, ostsillaator häälestab end ümber (VFO, variable frequency oscillator)
- Segustis tekkivad sagedused: sisse f1 ja f2, välja f_1+f_2, $|f_1-f_2|$, $2*f_1$ ja $2*f_2$, $n*f_1+/-m*f_2$

Segusti sümbol



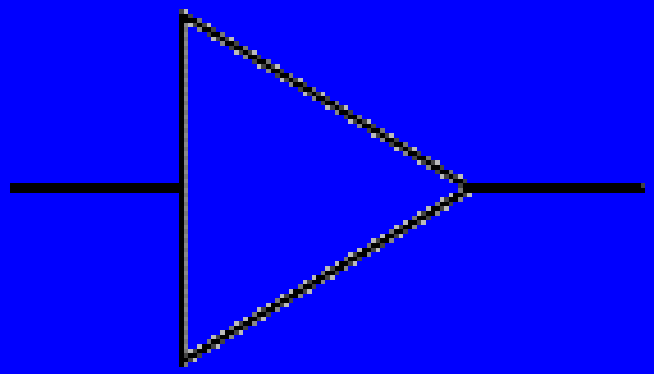
Ostsillaatorid

- Ostsillaator annab segustisse ühe sageduse vahesageduse saamiseks.
- Analoogostsillaator: soovitava sageduse saamiseks muudetakse võnkeringi mahtuvust kondensaatori või varaktori abil
- Digitaalostsillaator: soovitud sagedus arvutatakse välja.
- Kvartsgeneraator: resonants õhukese kvartsikristalli abil

Kvartsostsillaator



Võimendi



- Olulised parameetrid:
  - Võimendus
  - Lineaarsus
  - Sisendi ja väljundi dünaamiline piirkond
- Kõrgsagedusvõimendi: tundlikkus 0,2..0,5 µV, madalsagedussignaal võimendatakse 500 mV-ni (60 dB)
- Võimendamine on kasulik mitmes etapis: pole mõtet võimendada müra ja ebasoovitavaid sagedusi. Pärast iga etappi filtreerimine.
- Saatjas: puhver, erguti, lõppaste
- Võimendite nuppe ei tasu alati põhja keerata: see ei tarvitse tähendada paremat signaali.

Yaesu FT-1000 võimendusplokk

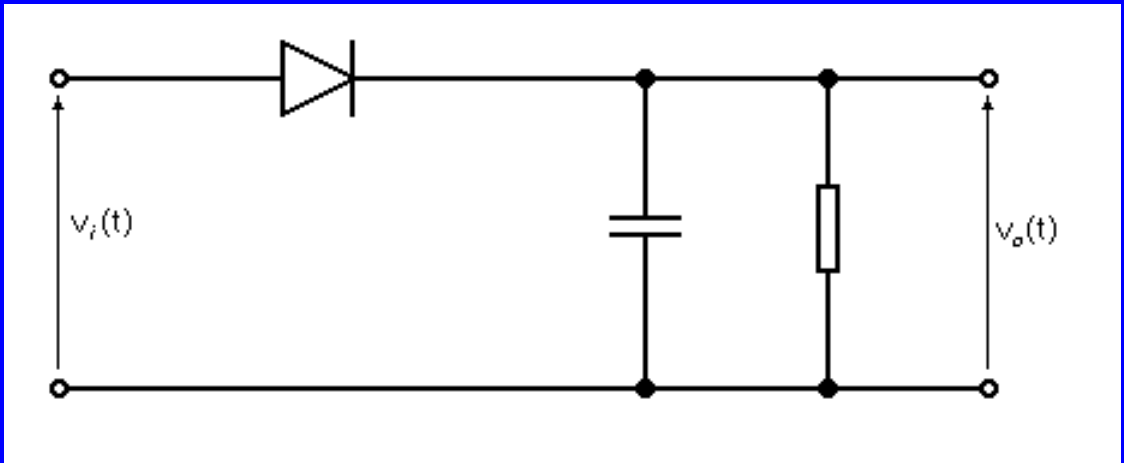


Automaatne võimenduse regulaator (AVR, AGC)

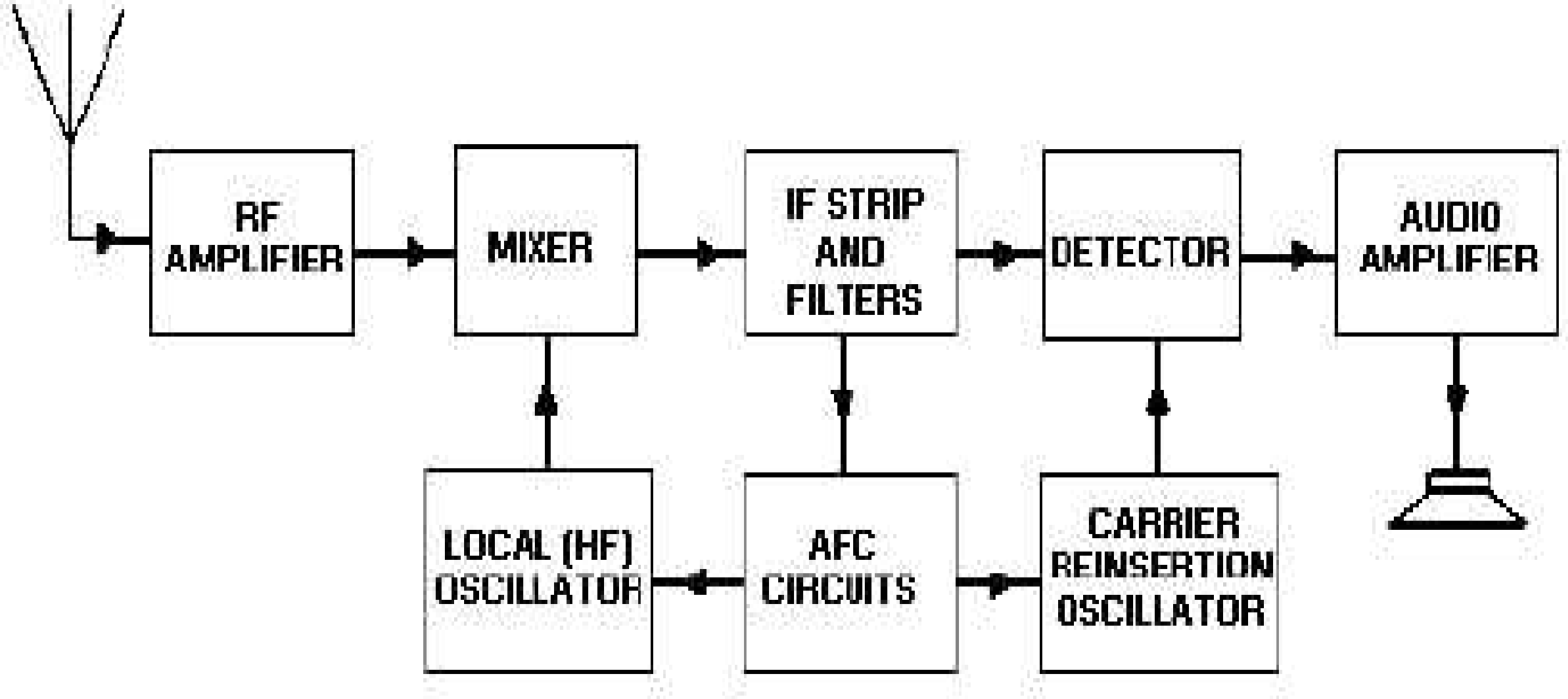
- Kasutusel tugeva signaali “normaalsele” tasemele viimiseks negatiivse tagasiside abil.
- Transiiver: nupp AGC
- Nõrk kuulatav signaal, tugev signaal läheduses, halvad filtrid: hakkab “pumpama”.
- Lahendus: AVR välja, võimendust reguleerida kõrgsagedusvõimendi regulaatori või attenuaatoriga.

Detektor

- Lahutab madalsageduse kandevsagedusest
- Lihtsaim detektor: diood, millele järgneb paralleelselt ühendatud kondensaator ja takisti.



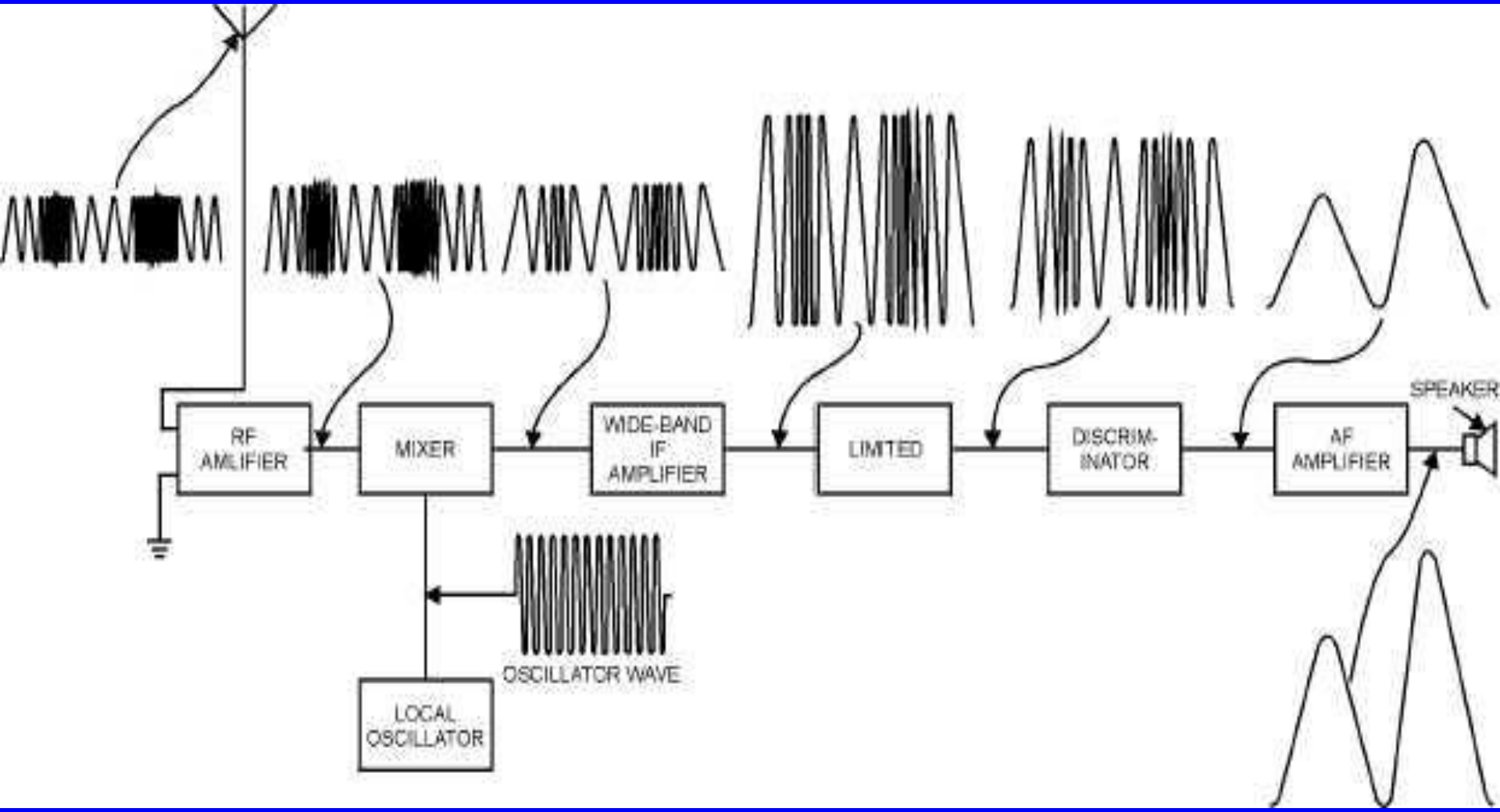
SSB vastuvõtja



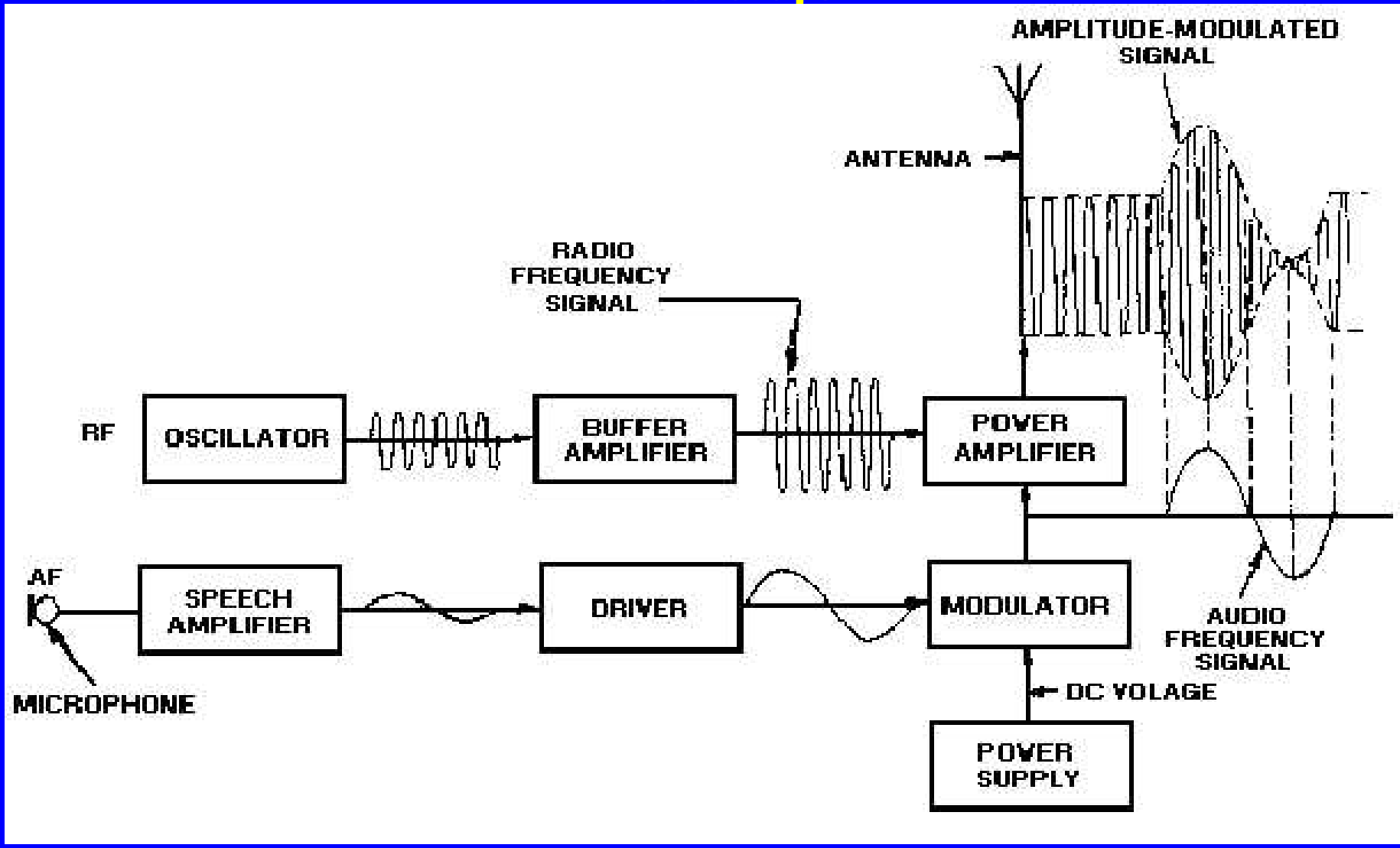
Produkt-detektor

- Kasutusel AM ja SSB signaalide jaoks
- Liidab moduleeritud signaalile juurde kandevsageduse, tegelikult segusti
- Eeliseks suurem signaali-müra suhe, puuduseks keerulisus

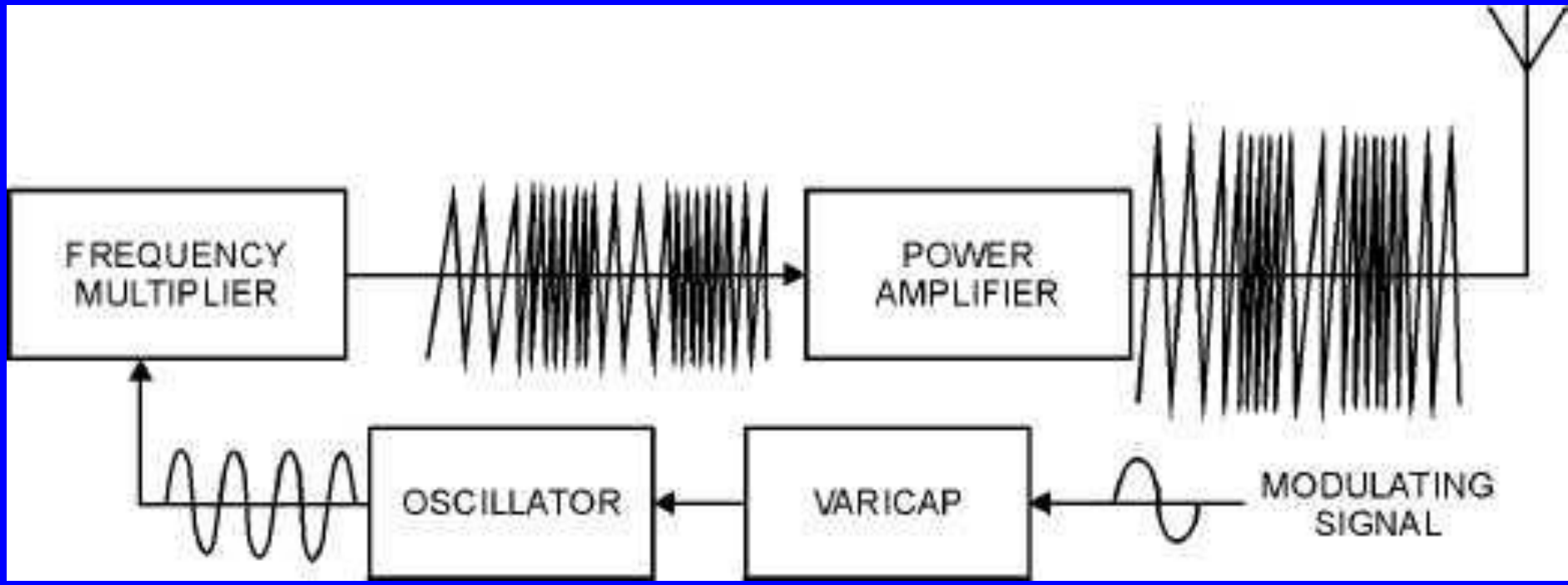
FM vastuvõtja



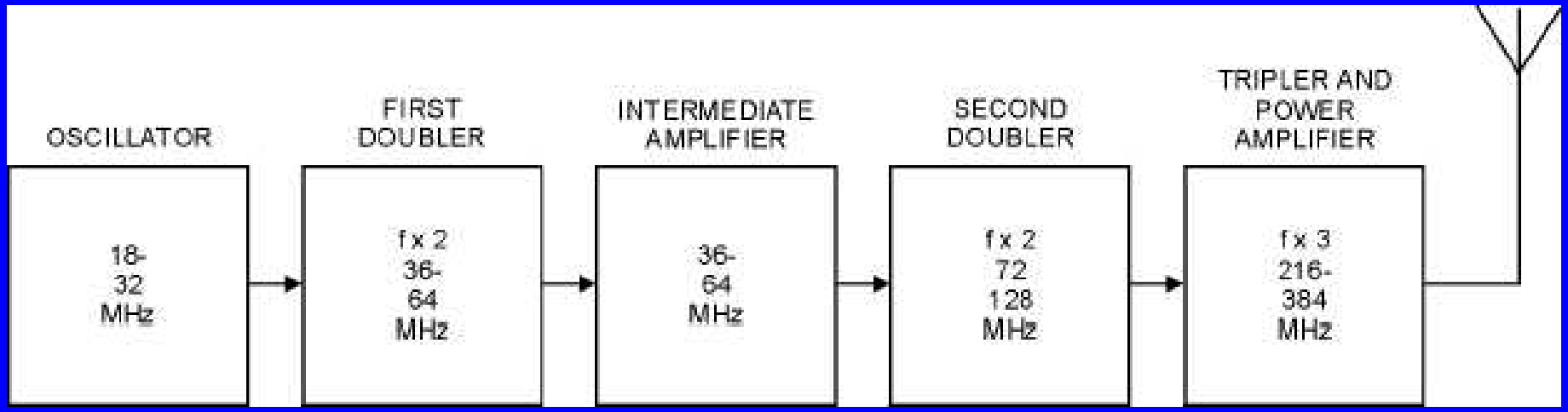
AM saatja

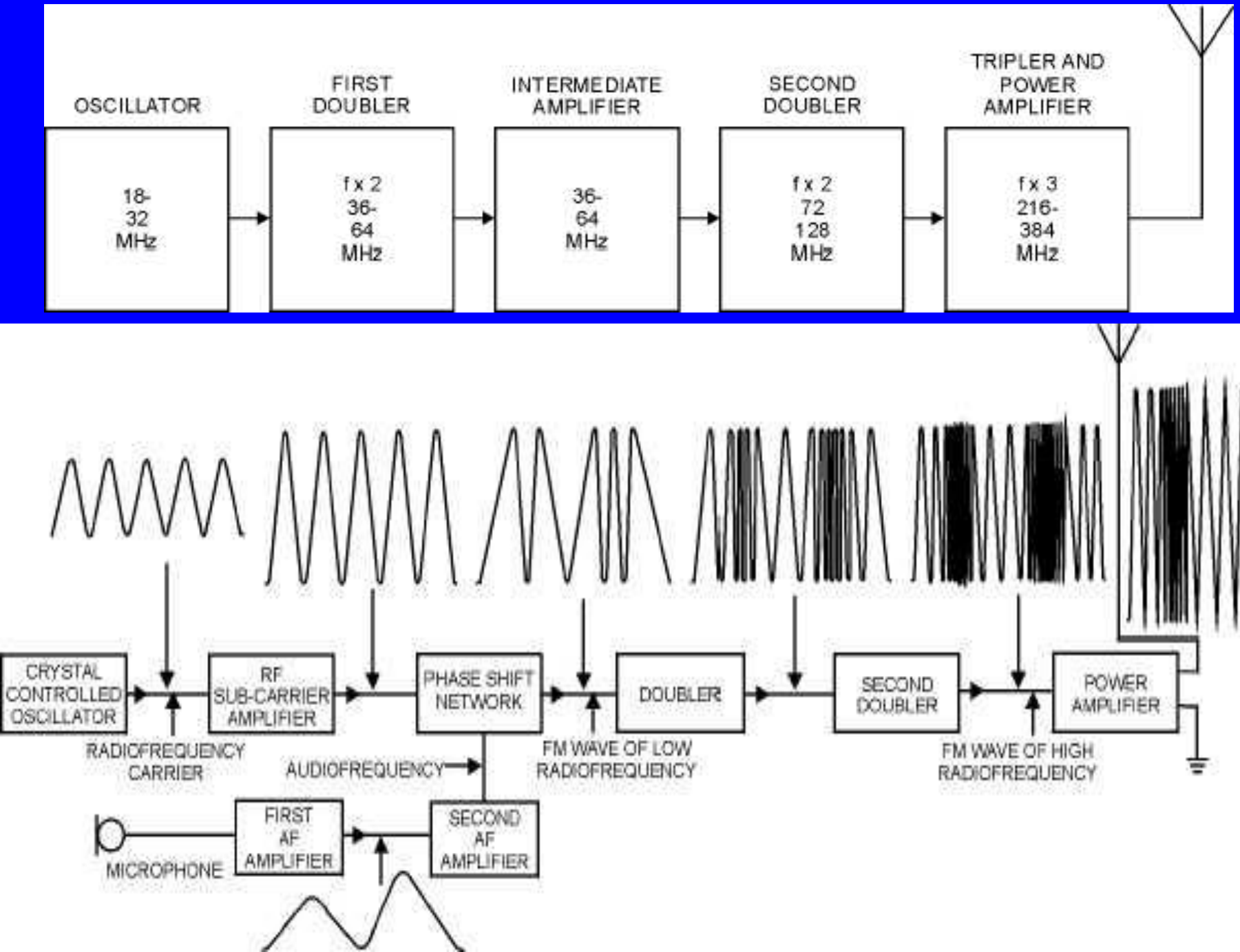

AMPLITUDE-MODULATED SIGNAL
ANTENNA
RADIO FREQUENCY SIGNAL
RF
OSCILLATOR
BUFFER AMPLIFIER
POWER AMPLIFIER
AF
SPEECH AMPLIFIER
DRIVER
MODULATOR
AUDIO FREQUENCY SIGNAL
MICROPHONE
DC VOLAGE
POWER SUPPLY

FM saatja


FREQUENCY MULTIPLIER
POWER AMPLIFIER
OSCILLATOR
VARICAP
MODULATING SIGNAL

Sageduskordistamine, VHF




OSCILLATOR
18-
32
MHz
FIRST
DOUBLER
f x 2
36-
64
MHz
INTERMEDIATE
AMPLIFIER
36-
64
MHz
SECOND
DOUBLER
f x 2
72
128
MHz
TRIPLER AND
POWER
AMPLIFIER
f x 3
216-
384
MHz
CRYSTAL
CONTROLLED
OSCILLATOR
RF
SUB-CARRIER
AMPLIFIER
PHASE SHIFT
NETWORK
DOUBLER
SECOND
DOUBLER
POWER
AMPLIFIER
RADIOFREQUENCY
CARRIER
AUDIOFREQUENCY
FM WAVE OF LOW
RADIOFREQUENCY
FM WAVE OF HIGH
RADIOFREQUENCY
MICROPHONE
FIRST
AF
AMPLIFIER
SECOND
AF
AMPLIFIER

DSP

- *Digital signal processing*, digitaalne signaalitöötlus
- Transiiveris protsessor(id) töötlevad signaali.
- Varem oli põhiliselt abifunktsioon, nüüd on valdav.

SDR

- *Software defined radio*: kasutatakse niipalju kui võimalik arvuti helitöötlusfunktsioone
- Lihtne
- Täisuslikumad arendused pole veel normaalses hinnapiirkonnas.
- Internetis:

http://websdr.ewi.utwente.nl:8901/

http://sys.estpak.ee:8008/80m.ogg

SDR: Softrock

