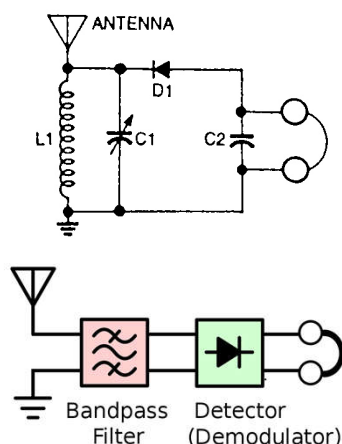


Vevők

Molnár Dániel HA5TBN

Detektoros vevő



Detektoros vevő (egyenest vevő)

- Detektoros vevőt gyakorlatban sehol nem használják
- Egy-két közeli állomást képes csak venni
- Kicsi a szelektivitása és egyszerre több állomást hallani benne
- Nagy méretű antenna és nagyon jó földelés szükséges hozzá, mert működéséhez szükséges összes energiát az éterből veszi

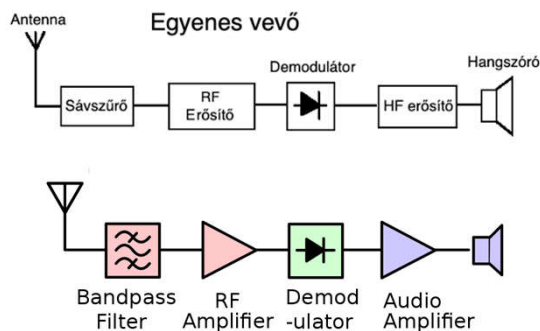
A legegyszerűbb rádióvevő típus a „detektoros vevő”. Ez az egyenes vevők családjába tartozik, ami azt jelent, hogy a vevő közvetlenül a beérkező rádiófrekvenciás jelből veszi ki az információt, nincs frekvencia konverzió. Kvázi az RF egyenesen a detektorba jut. Ez a vevő, csak AM jelek vételére alkalmas.

A detektoros vevő felépítése a dián látható. A kezdeti változatok még tekercset és kondenzátort sem tartalmaztak, de ez azt jelentette, hogy semmilyen szelektivitása nem volt ennek az áramörnek. Természetesen annak idején így is működött, mert csak 1-1 nagyteljesítményű adó sugározta a műsort. Az áramkör elején lévő hangolt L-C kör sávszűrőként működik és arra szolgál, hogy ennek a hangolásával kiválasszuk a venni kívánt állomást. Ez adja ennek a vevőnek a szelektivitását. A dióda a demodulálást végzi. Ennek az áramkörnek többek között azért is rossz a szelektivitása, mert a diódás detektor és fejhallgató impedanciája néhány száz Ohm, ami párhuzamosan kapcsolódik az L-C rezgőkörrel és leterheli azt. Nagyon alacsony lesz emiatt a rezgőkör Q-ja. Többek között ezért is szükséges minél nagyobb impedanciájú fejhallgatót használni hozzá. Ezen a problémán még úgy is lehet segíteni, hogy a rezgőköri tekercs megcsapolásokkal készül és a detektor az egyik ilyen megcsapolásra kapcsolódik. Mivel a tekercs ebben az esetben úgy viselkedik, mint egy impedancia transzformátor, a detektor és a fejhallgató kevésbé fogja beterhelni a rezgőkört, nagyobb lesz a Q és ezzel a szelektivitás.

Az érzékenysége is pici, mert semmilyen aktív erősítő elemet nem tartalmaz. A működéséhez az összes energiát az éterből nyeri. A kis jelfeszültségek miatt a detektorhoz germánium diódát szoktak használni, mert annak 0.1-0.2 V a nyitófeszültsége.

A detektoros rádió kielégítően csak az adóhoz közel működik és nagy antennára van hozzá szükség, valamint kiemelten fontos a jó rádiófrekvenciás föld is. A cél, hogy minél hatékonyabban és több energiát tudjunk kinyerni az éterből, hogy a vétel jó hangerővel hallható legyen.

Egyenes vevő



- Felépítése: Antenna, sávszűrő, hangolt RF erősítő, detektor, HF erősítő, hangszóró
- Nagyobb a szelektivitása és érzékenysége, mint a detektoros vevőnek
- Csak AM vételre alkalmas

A detektoros vevőnél sokkal jobb tulajdonságokkal rendelkezik a hangolt erősítővel rendelkező egyenes vevő. Felépítése a blokkvázlaton látható.

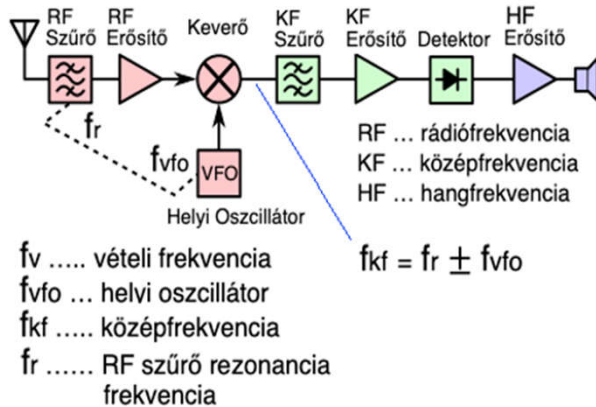
Az antennáról a jel az első hangolt körre jut, ami egy sávszűrő. Ennek a fokozatnak a feladata a venni kívánt állomás kiválasztása és a rádióállomás vivőfrekvenciájára hangoljuk. Innen a jel tovább jut a hangolt körös RF erősítőre.

A nagyfrekvenciás erősítő fokozat feladata az antennában a venni kívánt állomás által keltett, és a bemenő kör által kiválasztott $1\mu\text{V} \dots 1\text{V}$ nagyságrendű feszültség felerősítése olyan feszültségszintre, amely a demodulátor fokozat működéséhez szükséges (kb. 1V). Mivel az antennajel minden venni kívánt állomásnál más értékű lehet, az erősítésnek e széles tartományok között szabályozhatónak kell lennie. Az erősítést a vett állomás térerejétől függő mértékben az AGC (automatic gain control) áramkör szabályozza, kézi úton pedig a rádió „RF GAIN” (rádiófrekvenciás erősítés, érzékenység) előlapi kezelőszervével állíthatjuk. A nagyfrekvenciás erősítőnek mindig az aktuális vételi frekvencián kell erősítenie, ezért az erősítő rezgőköröit ugyanúgy a vett állomás frekvenciájára kell hangolni, mint a bemenő kör rezgőkörét. Kezdetben az egyes hangolt köröket külön-külön kellett behangolni, ami körülményes volt, ezért a modernebb készülékek úgy készültek, hogy az egyes hangolókondenzátorok közös tengelyre voltak „felfűzve”. Így a hangoláskor az egyes fokozatokat együtt egy kezelőszervvel „együtt futva” hangolhatók.

A demodulátor lehet a már korábban megismert diódás detektor vagy modernebb készülékekben az úgynevezett audion kapcsolás. Ebben az esetben a detektor dióda helyett egy elektroncsővel vagy tranzisztorral készül, ami nemcsak demodulál, de egyúttal erősítőként is működik.

A HF erősítő a demodulátorból érkező már hangfrekvenciás jel felerősítésére szolgál. Az ilyen módon megépített többfokozatú egyenes vevőnek több problémája van: Az együtt hangolás közös tengelyre szerelt forgókondenzátorral (kettős-, hármas, négyes forgó) megoldható, de minél több fokozatú az erősítő, annál nagyobb gondot jelent a rezgőkörök tényleges együttfutásának a biztosítása; Az egyes fokozatok kimenő rezgőköreit ugyanahhoz a többes forgókondenzátorhoz kell csatlakoztatni, így az egymás közelében futó vezetékek között elkerülhetetlen csatolás lép fel. Ezen a csatoláson keresztül a felerősített kimenő jel visszajuthat az erősítő egy előző fokozatának a bemenetére, ami gerjedéshez vezet; A rezgőkör sávszélessége $B = f / Q$ összefüggés alapján a rezonanciafrekvencia függvénye. Így a pillanatnyi vételi frekvenciától függ az erősítő sávszélessége.

Szuperheterodin vevő



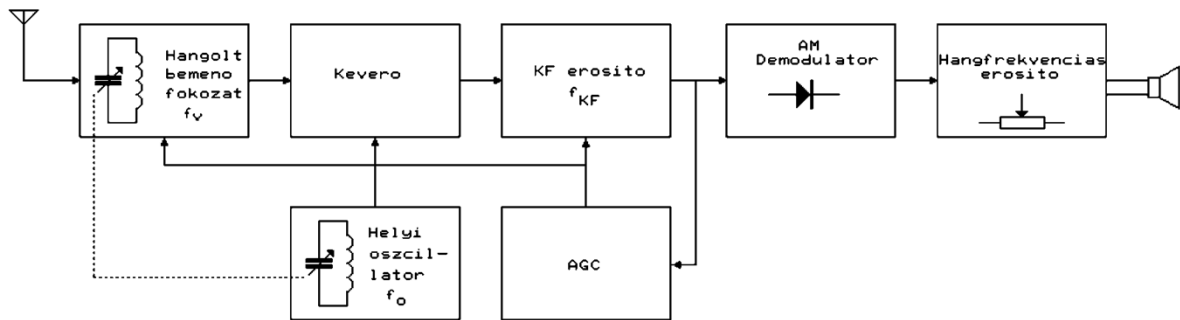
- Felépítése: Antenna, sávszűrő, hangolt RF erősítő, keverő és helyi oszillátor, középfrekvenciás szűrő és erősítő, detektor, HF erősítő, hangszóró
- A keverő a helyi oszillátor és RF jelet összekombinálja és a kimenetén megjelenik ennek a kettőnek az összege és különbsége
- KF szűrő és erősítő fix frekvenciára van hangolva, hogy csak az egyik kevert jelet erősíti tovább.

A szupervevő vagy más néven frekvenciatranszponáló vevő tömbvázlata az ábrán látható. Az antennáról érkező jel az első szűrő/RF erősítő fokozatra jut, amit a venni kívánt állomásra hangolunk. Innen a jel a keverőre kerül. A keverő az f_v vételi frekvencián érkező bemenő jelet egy helyi oszillátor jelével keveri és az így keletkezett jel tartalmaz egy olyan komponenst, melynek frekvenciája a helyi oszillátor és a bejövő jel frekvenciájának különbsége (ezt a frekvenciát középfrekvenciának nevezik és KF-el jelölik), amplitúdója pedig követi a bejövő jel amplitúdóját. A továbbiakban a KF jelet erősítjük és demoduláljuk. A helyi oszillátort úgy hangoljuk együtt a bemenő fokozat rezgőkörével, hogy a helyi oszillátor és a venni kívánt adó vivőfrekvenciájának különbsége mindig a középfrekvenciát adja ki. A módszer előnye, hogy így a szükséges nagy erősítést a vételi frekvenciától független, állandó középfrekvencián lehet elvégezni. A KF erősítő fokozatait erre a frekvenciára vannak hangolva, és a gerjedések elkerülése céljából megfelelően árnyékoltak egymástól. A vevőkészülék B sávszélessége a KF erősítő (vételi frekvenciától független) sávszélességével egyezik meg. Az áramkör többi része már a korábban ismertetett módon működik.

A keverő egy olyan eszköz, aminek két bemenete és egy kimenete van. A két bemenetére kapcsolt jelet összekombinálja, aminek az eredménye, hogy a kimenetén

megjelenik a két bemenő jel frekvenciájának összege és különbsége. A rádió vevőkben lévő keverő egyik bemenetére a rádiófrekvenciás jel, a másikra pedig a helyi oszcillátor jele kerül. Tehát, ha a venni kívánt adó frekvenciája 3500 kHz, a helyi oszcillátor pedig 3955 kHz-en működik, akkor a keverő kimenetén megjelenő jelek frekvenciája: 455 kHz és 7455 kHz. A kf szűrő ebből a két jelből választja ki az egyiket és a kf erősítő már csak ezt erősíti tovább. Mivel a KF fokozat frekvenciája fix, ezért a venni kívánt frekvenciát a VFO frekvenciája fogja meghatározni.

Szuperheterodin vevő

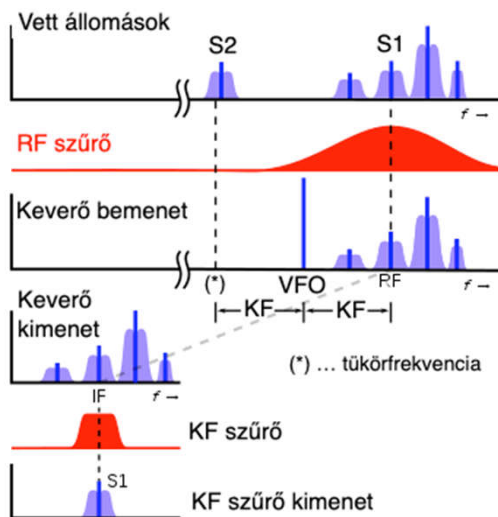


Ezen az ábrán egy AM szupervevő látható. A korábban ismertett módon működik, de a tömbvázlat kiegészült egy AGC-nevű áramkörrel.

A különböző állomások vett jelei változó erősségűek lehetnek. Ezért az RF erősítő és KF erősítő erősítését folyamatosan szabályozni kell, hogy a hangerő mindig állandó maradjon. Ezt kézi úton az RF-gain kezelőszervvel lehet megtenni, de sokkal jobb megoldás az AGC áramkör. Automatic gain control, azaz automatikus erősítő szabályozás. Ez az áramkör arra szolgál, hogy figyeli a KF fokozatból kijövő jel szintjét és úgy állítja az egyes fokozatok erősítését, hogy ez állandó maradjon. Így nem kell az RF-gaint kézzel állítani, hanem ez automatikusan megtörténik.

Ilyen jelingadozásokat okoz például a fading, vagy pusztán az a tény, hogy a különböző állomások, más és más körülmények között sugároznak, a jelük nem ugyanakkora erősséggel jutnak be a vevőnkbe.

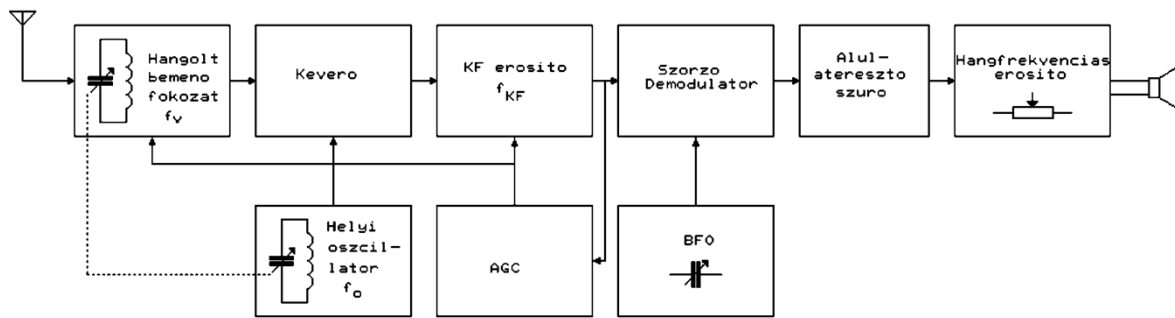
Szuperheterodin vevő



- Mindkét állomás (S1 és S2) ugyan arra a KF-re frekvenciára keveredne ($f_{kf} = f_r \pm f_{vfo}$), de az RF szűrő már előzetesen elnyomta az S2-est. Így a KF szűrő bemenetére már csak az RF szűrő által átengedett állomások kerülnek.
- A KF szűrő egy igen szűk, egy állomás sáv szélességét átengedő filter.
- A KF szűrő után már csak a kiválasztott állomás jelenik meg.
- A szuperheterodin vevő bonyolultabb, de a szelektivitása sokkal jobb mint az előzőekben tárgyalt vevőké.

Az ábrán a szuper vevő fokozatainak spektrumai láthatók. Az antennára több állomás jele egyszerre kerül rá. Ebből választja ki a venni kívánt állomást az RF szűrő. Látható, hogy ez a szűrő viszonylag széles és emiatt több közeli állomást is átenged. Azonban a lényege az, hogy a frekvenciában „távoli” állomásokat minél jobban elnyomja. Ugyanis a keverő működésénél fogva, ha egyszerre kerül a bemenetére egy VFO+KF és egy VFO-KF frekvenciájú jel, akkor mind a kettő egyszerre fog megjelenni a kimenetén, utána már szétválasztani őket nem lehet. Az RF szűrő feladata, hogy ezt az úgynevezett tükörfrekvenciát minél jobban elnyomja. Az ábrán az S1 és S2 állomások, a VFO től frekvenciában ugyan olyan távol vannak egymástól, pont KF távolságban. A KF szűrő egy olyan keskeny szűrő, hogy a lekevert frekvenciasávból, amiben akár több közeli adó jele is megtalálható, kiválassza az általunk venni kívántat. Mint, ahogy már korábban tárgyaltuk, a KF frekvencia fix és alacsony, ezért ide sokkal könnyebb jó minőségű és állandó sáv szélességű szűrőt készíteni.

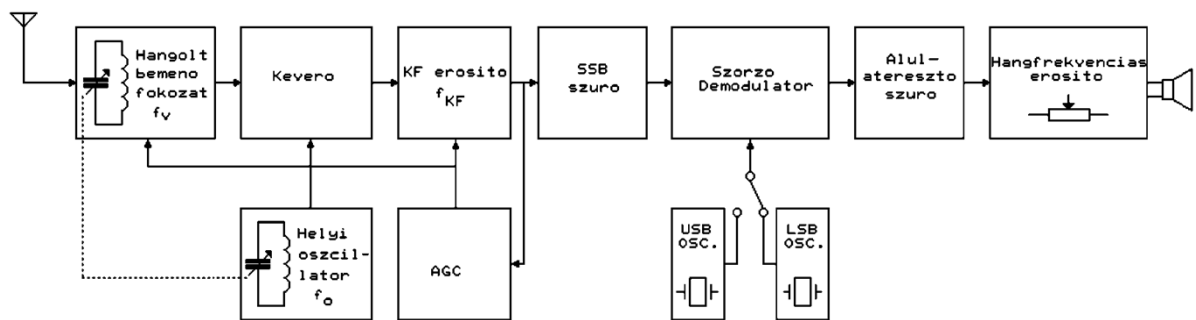
CW vevő



A távíró jelek vételére szolgáló rádióvevő az AM vevőhöz képest abban különbözik, hogy szorzó demodulátort és BFO-t tartalmaz a burkoló görbe detektor helyett, hogy a modulálatlan vivőhullám megjelenése esetén a demodulátor kimenetén hangfrekvenciás szinuszjel jelenjen meg. A más néven produkt detektor után szükség van egy aluláteresztő szűrőre is, hogy a hangfrekvenciás erősítőre csak a különbségi frekvencia jusson. Ha a BFO frekvenciája megegyezik a középfrekvenciával, a távíró jel megjelenésekor a különbségi frekvencia 0 lesz, és nem hallunk hallható hangot ez a „füttymélypont”, de ha a BFO frekvenciáját bármelyik irányban változtatjuk, a hallható hang frekvenciája megegyezik a BFO frekvencia és a középfrekvencia különbségi frekvenciájával.

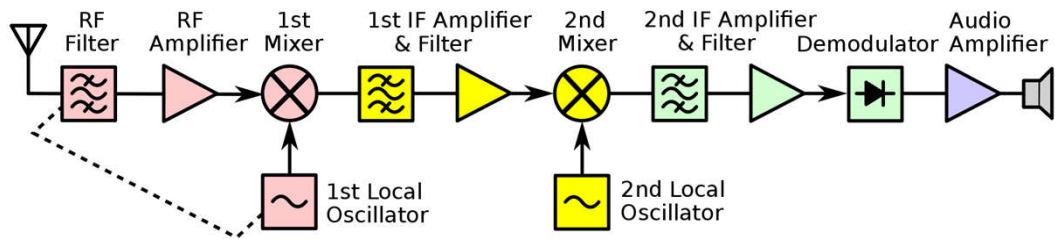
A KF kokozat sávszélessége az AM vevőnél lévővel ellentétben itt sokkal kisebb lehet. Morze adás vételénél elegendő a néhány 100 kHz. A modern rádiókban többféle KF szűrőt is kiválaszthatunk, sőt akár a DSP-s rádiókban ez folyamatosan is változtatható.

SSB vevő



Az SSB/SC vételhez ugyancsak szorzó demodulátor alkalmazására van szükség, amelyet ezúttal pontosan a KF frekvenciájára kell beállítani. Az aluláteresztő szűrő a kétszeres KF frekvenciás jelet kiszűri, és az alapsávi jel marad csak meg. Ha a KF erősítő frekvenciamenete az átranzponált vivőfrekvenciának megfelelő középfrekvenciára szimmetrikus, akkor erősíti mind a felső (USB), mind az alsó (LSB) oldalsávot. Ténylegesen azonban ezek közül csak az egyik oldalsáv erősítésére van szükség, a nem használt oldalsáv helyén lehet, hogy egy másik adóállomás működik. Így a két adóállomás jele egyszerre jutna a szorzó demodulátorra, és a demodulált jelben a venni kívánt állomáson kívül a másik adótól származó zavarjel is megjelenne. Ennek megelőzésére egy SSB oldalsávszűrőt iktatunk be a szorzó demodulátor elé vételkor. Mivel az „oldalsávszűrő” drága alkatrész, az alsó és felső oldalsáv szűréséhez ugyanazt a szűrőt használjuk. A szorzó demodulációhoz a helyi oszcillátor jelének frekvenciáját váltjuk át a szerint, hogy melyik oldalsáv jelét kívánjuk demodulálni.

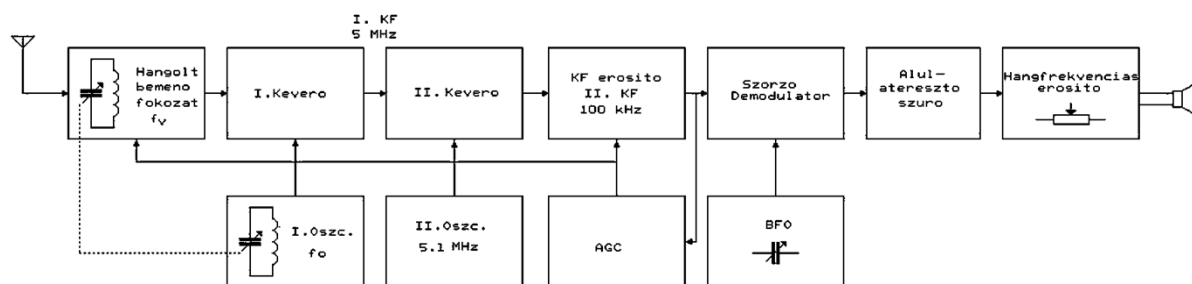
Többszörös transzponálású vevők



- Nagyobb szelektivitás és jobb minőség elérése érdekében 2, néha 3-szoros keverésű vevőket is alkalmaznak. Manapság a rádióamatőr készülékek majdnem mindig 2-szeres keverésűek.
- A második helyi oszcillátort mivel nem hangolt, kristály oszcillátorral oldják meg. VFO helyett VXO-val szokták jelölni.

A vevő paramétereit tovább javíthatjuk, ha több keverő fokozatot és így több KF fokozatot is alkalmazunk. Ezeket a vevőket többszörös transzponálású vevőknek hívjuk. A második oszcillátor frekvenciája fix, mert az 1KF és a 2KF is fix frekvencián dolgozik. Egy ilyen vevő blokkvázlata látható az ábrán.

Kétszeres transzponálású vevő



Az egyszeres transzponálású vevőnek az a nagy problémája, hogy ha a középfrekvencia nagy értékű, a bemeneti rezgőkör csillapítása a tükrőfrekvencián már kellően nagy, tehát a készüléknek jó a tükrőszelektivitása, de viszont a nagy

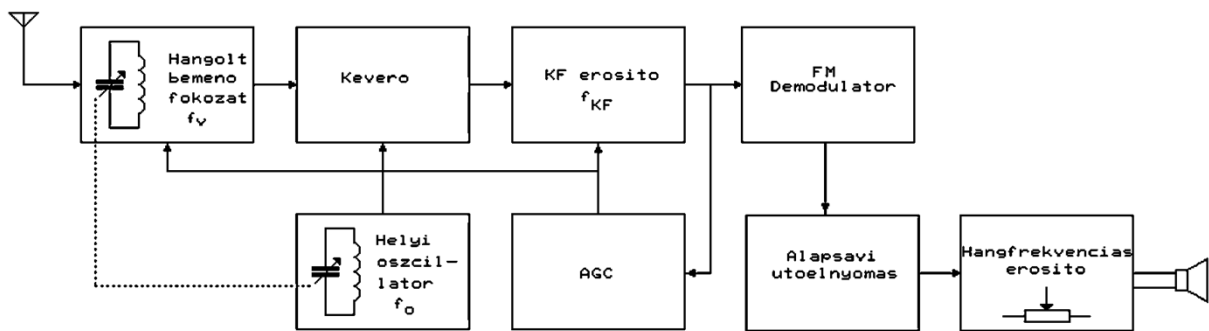
középfrekvencia miatt, a $B_{KF} = \frac{f_{KF}}{Q}$ összefüggés alapján, a hagyományos

módon megépített KF erősítőnek nagy a sávszélessége, és így a szomszédos vivőfrekvenciájú adóállomásokkal szembeni szelektivitás lesz gyenge. Ha viszont a középfrekvencia kis értékű, igaz ugyan, hogy a KF erősítő kis sávszélessége miatt jó lesz a szelektivitás, de közel esik a tükrőfrekvencia, és ezt a bemeneti rezgőkör már nem csillapítja a kellő mértékben, tehát a tükrőszelektivitás romlik. A kétszeres transzponálású vevővel nagyobb tükrőszelektivitást valósíthatunk meg, mert az első KF nagy frekvenciájú a jó tükrő szelektivitás miatt, de a második KF alacsony frekvencián működik a jó szelektivitás elérése érdekében.

Az ábrán egy ilyen vevő bloksémája látható. Az antenna jele az RF erősítő fokozatra kerül, melynek feladata a megfelelő tükrőszelektivitás biztosítása. Az első oszcillátor frekvenciája „együtt fut” a bemenő körével, és ez a két frekvencia különbsége adja az első KF-et, amely jelen esetben 5 MHz. Így a tükrőadó 10 MHz-re van a vételi frekvenciától. Ez a nagy frekvenciátávolság jó tükrőszelektivitást biztosít. Ilyen nagy

középfrekvenciánál viszont nagy KF sávszélesség és ezzel rossz szelektivitás adódna. Ezért a jelet a második keverő fokozatra vezetjük, amely az ábra szerinti példában a második oszcillátor 5,1 MHz-es jelével keveri azt. A keverés eredményeként jelenik meg a második KF, amely $5,1 \text{ MHz} - 5 \text{ MHz} = 0,1 \text{ MHz}$. A II. KF erősítő fokozat ezt a 100 kHz-s jelet erősíti, és ezen az alacsony frekvencián már kellően kis sávszélesség érhető el, tehát nagy szelektivitás biztosítható.

FM vevő



A ábrán látható rádióvevő a már megismert szupervevő, amely FM demodulátort tartalmaz. Az FM demodulátor tömb tartalmazza a limiter fokozatot is. Az FM demodulátort alapsávi utóelnyomás (deemphasis) áramkör követi. Limiterre az az amplitúdóhatárolóra azért van szükség, mert a, mint a korábban tanultakból már tudjuk, az FM demodulátor működése olyan, hogy az amplitúdó változásra is érzékeny. Mi csak a frekvencia változásban tárolt információt szeretnénk kinyerni és az amplitúdó változás csak zavaró jelet okoz. A limiter fixen tartja a demodulálandó jel amplitúdóját.

Alapsávi utóelnyomásra azért van szükség, mert a frekvenciamodulált jel demodulálásakor keletkező zajfeszültség amplitúdója arányos a frekvenciájával, azaz FM üzemben a vevőkészülék hangszórójából magas hangú, sűrű zaj hallatszik. E zavaró zaj csökkentése céljából a vevőkészülékben a magas hangokat csillapítjuk, más néven deemphasis. Ahhoz viszont, hogy a magas hangoknak a vevőben való elnyomása ellenére az átvitel frekvenciahű legyen, az adóban a magas hangokat ugyanilyen mértékben ki kell emelni. Ez az alapsávi előkiemelés, vagy preemphasis.

Vevőkészülékek jellemzői

Sensitivity (TYP)	SSB/CW (BW: 2.4kHz/10dB S+N/N)
	1.8MHz - 30MHz 0.16µV (IPO: AMP2)
	AM (BW: 6kHz/10dB S+N/N, 30% modulation @400Hz)
	0.5MHz - 1.8MHz 7.9µV
	1.8MHz - 30MHz 2µV (IPO: AMP2)
	FM (BW: 12kHz, 12dB SINAD, 3.5kHz DEV @1kHz)
	28MHz - 30MHz 0.25µV (IPO: AMP2)

Érzékenység

A rádióvevő zajjal határolt érzékenysége az az antenna bemenetre kapcsolandó RF jelszint, amely mellett a hangfrekvenciás kimeneten 10 dB jel/zaj viszony jön létre.

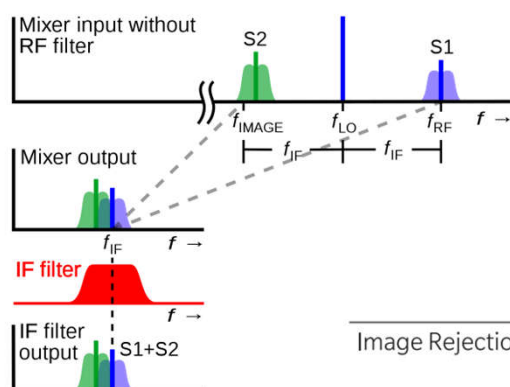
Szelektivitás

A szelektivitás jellemzi azt, hogy a készülék milyen mértékben képes kiválasztani a venni kívánt adó jelét a közeli frekvencián dolgozó más adók jelei közül.

A KF szűrő határozza meg.

Selectivity (WIDTH: Center)	Mode	-6dB		-60dB	
	CW (BW=0.5kHz)	0.5kHz or better		0.75kHz or less	
	SSB (BW=2.4kHz)	2.4kHz or better		3.6kHz or less	
	AM (BW=6kHz)	6kHz or better		15kHz or less	
	FM (BW=12kHz)	12kHz or better		25kHz or less	

Tükörszelektivitás



A tükörszelektivitás megadja, hogy a vevőkészülék milyen mértékben, hány dB-el csökkenti a venni kívánt adótól kétszeres KF frekvencia távolságra, a tükörfrekvencián működő adóállomás jeleit. A bemenő RF szűrő határozza meg.

Image Rejection	70dB or better (1.8MHz - 28MHz Amateur bands)
	60dB or better (50MHz - 54MHz Amateur bands)

Vevő S-méter és zajzár



S-point	Microvolt	dBm
S9+10	= 160.00 μ V	= -63 dBm
S9	= 50.15 μ V	= -73 dBm
S8	= 25.13 μ V	= -79 dBm
S7	= 12.60 μ V	= -85 dBm
S6	= 6.31 μ V	= -91 dBm
S5	= 3.16 μ V	= -97 dBm
S4	= 1.59 μ V	= -103 dBm
S3	= 0.79 μ V	= -109 dBm
S2	= 0.40 μ V	= -115 dBm
S1	= 0.20 μ V	= -121 dBm

Vételi-jelerősségmérő

- Röviden S-mérő, azt méri milyen erővel jön egy állomás.
- A skála 0-tól 9-ig terjed, majd dB skálával folytatódik
- S9 azt jelenti, hogy a bejövő jel feszültsége $50\mu V$.
- 1S érték 6dB-t jelent.
- Nem egy hitelesített műszer, főleg relatív jelerősség méréshez használjuk.

Zajzár

- Jelerősség bizonyos szintje alatt elnémítja a vevőt, vagyis amíg az adás szünetel ne halljuk a fölösleges zajokat, sistergést, stb.

Az S mérő megmondja, hogy mekkora a jelerősség a vevőben. Azonban figyeljük meg, hogy ha bekapcsoljuk a rádióban az előerősítőt, vagy csillapítót, IPO-t, akkor az S értéke ennek függvényében változik. Általában a rádiók műszaki leírásában meg van adva, hogy milyen beállítások mellett működik pontosan a kijelzés. Továbbá azt is figyelmebe kell venni, hogy az antennától, koaxkábeltől és tulajdonképpen minden a vételi jelútba betett eszköztől függeni fog az S érték. Ha pontosan szeretnénk tudni a vett jel helyi térerősségét, akkor ehhez speciális műszerre van szükség, ami amatőrök számára sajnos nagyon ritkán áll rendelkezésre.

A zajzár a rádiókon SQL-el van jelölve. Általában FM vételnél alkalmazzuk, ahol stabil a vett jel amplitúdója és jó a jel/zaj viszony.

Forrás

- HA5CLF Rádióamatőr vizsga felkészítő tananyag
- https://www.puskas.hu/r_tanfolyam/r_tananyag.html
- ARRL évkönyv
- Wikipedia
- Internet sources