

3.13. Rádió adóberendezések

3.13.1. Alapfogalmak

A rádióadó feladata az antenna által kisugárzandó, adott teljesítményű, modulált rádiófrekvenciás jel előállítás.

Illesztett antennalezárás

Az adó (az antenna kimenet szempontjából) egy rádiófrekvenciás feszültséggenerátor, melynek forrásfeszültsége és belső ellenállása van. (A korszerű rövid- és ultrarövidhullámú adóberendezések belső ellenállása szinte egységesen 50 Ω.) Az optimális teljesítményátadás céljából a rádióadó antenna kimenetét *illesztve* kell lezárni, azaz a terhelő ellenállás (az antenna ún. talpponti ellenállása) meg kell, hogy egyezzen a rádióadó belső ellenállásával.

Rádiófrekvenciás kimenő teljesítmény (antennateljesítmény)

Az adó antenna kimenetén megjelenő rádiófrekvenciás feszültség és az ennek hatására kialakuló antennaáram szorzata megadja az adó *rádiófrekvenciás kimenő teljesítményét*.

Burkoló csúcsteljesítmény (PEP = Peak Envelope Power)

Az adó antenna kimenetén a moduláló jel csúcstértékének pillanatában megjelenő rádiófrekvenciás jel egy periódusának átlagteljesítménye.

Végfokba bemenő egyenáramú teljesítmény

Az kívánt rádiófrekvenciás teljesítményt nagyfrekvenciás teljesítményerősítő (nagyjelű erősítő, 3.7.10. pont) állítja elő. A *végfokba bemenő egyenáramú teljesítmény* az erősítő által a tápegységből felvett teljesítmény (az egyenfeszültség ill. egyenáramáram átlagértékének szorzata). E teljesítmény egy része a veszteségek miatt hővé alakul, ezért a rádiófrekvenciás kimenő teljesítmény kisebb. A fokozat *hatásfoka* a leadott rádiófrekvenciás, illetve a tápegységből felvett egyenáramú teljesítmény hányadosa:

$$\eta = \frac{P_{RF}}{P_{DC}}$$

Megjegyzés: A 3.11. és 3.12. fejezetekben már tárgyalt fogalmak (rádiófrekvenciás sáv szélesség, oldalsávok, frekvencialeket, modulációs index stb.) értelmezése a rádióadók esetében ugyanaz. Rádióamatőr adásnál a jellegzetes rádiófrekvenciás sáv szélesség: kézi táviró adásnál (CW, A1A) néhányszor 10 Hz (a vevőben 250...500 Hz-es sávszűrőt szokás alkalmazni), AM-DSB adásnál 5-6 kHz, SSB adásnál 2-3 kHz.

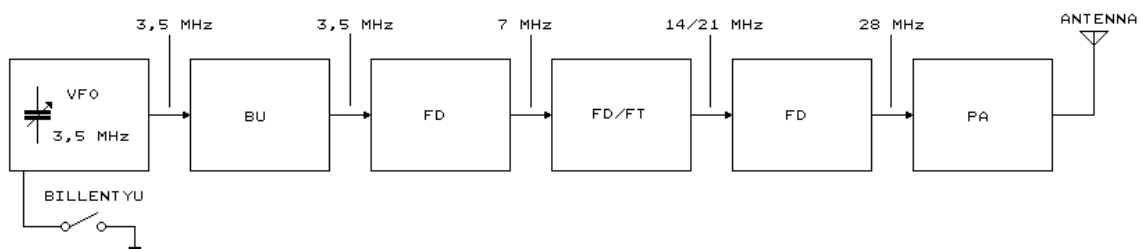
3.13.2. A CW (távíró) rádióadó felépítése és fokozatai

Frekvenciatöbbszörözős CW adó

Az adó igen fontos tulajdonsága a vevőkészülékek kapcsán (a 3.12.6. pontban) már említett *frekvenciastabilitás*, azaz hogy (pl. az idő múlása, a hőmérséklet vagy a tápfeszültség változása miatt) a beállított adási frekvencia minél kisebb mértékben változzon. Ezért az adási frekvenciát meghatározó oszcillátort különös gondossággal építik meg (és pl. sokszor hőszigetelt, esetleg állandó hőfokon tartott dobozban helyezik el).

Ezt figyelembe véve a (hagyományos) rádióamatőr frekvenciasávokat úgy jelölték ki, hogy az ezeken történő adáshoz elég legyen *egyetlen* ilyen, nagy stabilitású oszcillátort készíteni, és a többi amatőr frekvenciasávba tartozó vivőfrekvenciák ezen oszcillátor frekvenciájának a többszörözésével legyenek előállíthatók. A „hagyományos” öt amatőr hullámsáv: 3,5 MHz, 7MHz, 14 MHz, 21MHz, 28 MHz; az oszcillátort a 3,5 MHz-es sávra elkészítve a frekvencia kétszerezésével a 7 MHz-es, újabb kétszerezésével a 14 MHz-es (vagy háromszorozásával a 21 MHz-es), újabb kétszerezésével a 28 MHz-es amatőrsávba tartozó vivőfrekvencia állítható elő. (Ha az 1.8 MHz-es sávon is adni kívánunk, az oszcillátor ebben a sávban működik, és frekvenciakétszerezéssel juthatunk a 3,5MHz-es adási frekvenciához.)

Ilyen rendszerű adó tömbvázlatát mutatja az 1. ábra.



1. ábra

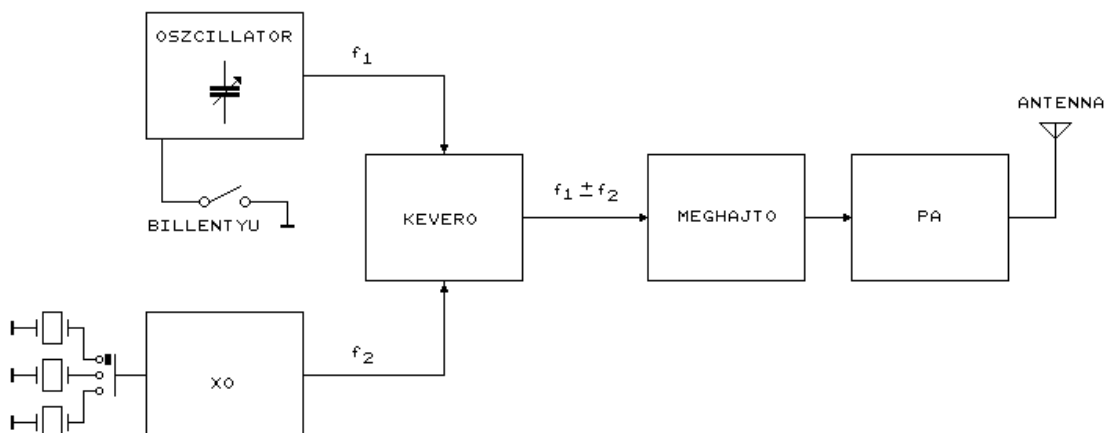
A nagy frekvenciastabilitású VFO (Variable Frequency Oscillator) a legalacsonyabb adási frekvenciatarományban (az ábra szerint 3,5 MHz) hangolható. A BU (Buffer) fokozat (pl. emitterkövető, vagy A osztályú erősítő) feladata megakadályozni, hogy a következő fokozat hangoló elemei visszahatásának következtében a VFO frekvenciája megváltozzon. Az FD (Frequency Doubler) a VFO frekvenciáját megduplázza, így 7 MHz-es jel keletkezik. Az ezt követő FD/FT azaz frekvencia kétszeresítő/háromszorozó fokozat 14 (háromszorozásakor 21) MHz-es jelet állít elő. A 14 MHz-es jel frekvenciakétszeresítésével az újabb FD fokozat kimenetén 28 MHz-es szinuszel jelenik meg, amely meghajtja a PA (Power Amplifier) végerősítő fokozatot. A végerősítő nagyfrekvenciás teljesítményerősítő (távíró üzem esetén akár C osztályú munkapontbeállítással.) Az antenna a végerősítő kimenetéhez csatlakozik.

A frekvenciakétszeresítő (háromszorozó) fokozat nem más, mint (általában C osztályú) hangolt nagyfrekvenciás erősítő, melyben a tranzisztor kollektorköri rezgőkörét nem a meghajtó jel frekvenciájára, hanem annak kétszeresére (háromszorosára) állítják be. Ez a rezgőkör akkor is saját rezonanciafrekvenciáján rezeg be, ha csak minden második (vagy harmadik) periódusban kap meghajtó impulzust. A kollektorköri rezgőkör rezonanciafrekvenciája a rezgőköri tekercs átkapcsolásával átváltható, így a fokozat - attól függően, melyik sávban kívánunk adni - beállítható, mint a meghajtó jel frekvenciáján működő erősítő, vagy mint frekvenciakétszeresítő, vagy mint frekvenciaháromszorozó is. (Ha tehát pl. 3,5 MHz-en kívánunk adni, valamennyi FD fokozatot a meghajtó jel frekvencián üzemelő erősítő üzembe kapcsoljuk.)

A végerősítő (mint nem tökéletesen lineáris áramkör) kimenetén a kívánt adási frekvencián kívül annak harmonikusain is megjelenik (sokkal kisebb szinten) jelkomponens. E harmonikusok kisugárzása zavarhatná a sávjukban működő rádióvevők vételét, ezért a végerősítő kimenete és az antenna csatlakozó közé olyan **kimeneti szűrőt** (harmonikus szűrő) építenek be, amely a nemkívánatos harmonikusokat elnyomja. A tömbvázlaton e kimeneti szűrő nincs külön ábrázolva; a PA tömb tartalmazza azt.

Frekvenciaáttevéses (keveréses) CW adó

A frekvenciátöbbszörözős rendszerű adóállomásoknál a VFO frekvenciájának (a stabilitás tökéletlenségéből eredő) megváltozása is többszöröződik: pl. ha a 3,5MHz-en működő oszcillátor frekvenciája a melegedés miatt 100 Hz-el megváltozik, az 7 MHz-en 200 Hz, 14 MHz-en 400 Hz, 28 MHz-en már 800 Hz vivőfrekvencia eltérést okoz. Ez a probléma küszöbölhető ki **frekvenciaáttevéses (keveréses)** rendszerű VFO alkalmazásával (2. ábra).



2. ábra

A VFO itt nem csak a viszonylag alacsony f_1 frekvencián működő, hangolható oszcillátort foglalja magába, hanem egy nagy stabilitású (itt kristályvezérelt), átkapcsolható f_2 frekvenciájú XO oszcillátort és egy keverőt is, melynek kimenetén $f_1 + f_2$ illetve $f_1 - f_2$ frekvenciájú jelek jelennek meg. XO átkapcsolható f_2 működési frekvenciáit úgy választják meg, hogy az összeg (vagy különbségi) frekvenciás jel éppen a kívánt adási frekvenciasávokba essen. A hangolható oszcillátor frekvenciájának megváltozása ebben a rendszerben minden frekvenciasávban azonos (és csak csekély) adási frekvencia változást okoz. (Másképpen, mivel az oszcillátor f_1 frekvenciájának változtatása az adási frekvenciát valamennyi sávban ugyanannyival változtatja meg, lehetővé válik több sávban is azonos frekvenciaskála alkalmazása).

Példa: Ha a VFO f_1 frekvenciája 5...5,5MHz között hangolható, XO kristályoszcillátor beállítható frekvenciái pedig $f_2 = 9$ MHz, 12,5 MHz, 16 MHz és 23 MHz, akkor a keverő kimenetén az alábbiak szerint adódnak az amatőr frekvenciasávok:

f_1	f_2	keverési mód	kevert frekvencia
5,5...5,0 MHz	9 MHz	$f_2 - f_1$	3,5...4,0 MHz
5,5...5,0 MHz	12,5 MHz	$f_2 - f_1$	7,0...7,5 MHz
5,0...5,5 MHz	9 MHz	$f_2 + f_1$	14,0...14,5 MHz
5,0...5,5 MHz	16 MHz	$f_2 + f_1$	21,0...21,5 MHz
5,0...5,5 MHz	23 MHz	$f_2 + f_1$	28,0...28,5 MHz

A VFO-t követő meghajtó fokozat hangolt nagyfrekvenciás erősítő, melynek feladata a keverő kimenetén megjelenő jelekből kiválasztani a kívánt adási frekvenciát, és azt olyan szintre erősíteni, amely elegendő a PA végfok kivezéréséhez.

PA végfokozat ugyanúgy tartalmazza a kimeneti szűrőt, mint a frekvenciatöbbszörözéses elven működő adó esetében.

PLL (DDS) vezérelt CW adó

A 3.8.4. pontban tárgyalt PLL (vagy a 3.18.6. pontban tárgyalt DDS) alapú frekvenciaszintézerekkel az adási frekvencia kristálypontossággal állítható elő.

Az ilyen rendszerű rádiókban a frekvenciát digitális áramkörök határozzák meg, ezért ezek beállítása is digitálisan, több féle módon történik:

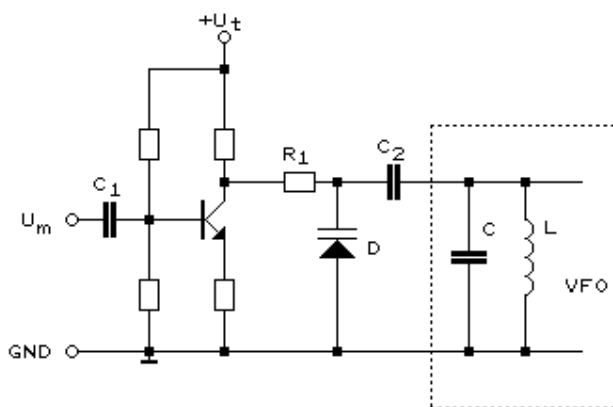
- igény van a frekvencia „folyamatos” (gyakorlatilag 10 vagy 100 Hz-enkénti) változtathatóságára, ezt forgatógomb segítségével oldják meg, amely forgatása közben impulzusokat ad le, ezek az impulzusok vezérlik a digitális áramköröket,
- a kívánt frekvencia a rádió előlapján elhelyezett számbillentyűkkel is beírható,
- a rádiót és a számítógépet összekapcsolva a rádiót a számítógép vezérelheti (másképpen a számítógép kiolvashatja a rádió aktuális beállításait, pl. a működési frekvenciát).

A szintézer kristálypontosságú frekvenciáját (ugyanúgy, mint a 2. ábra szerinti kapcsolásban) meghajtó fokozat erősíti a végfok kivezéréséhez szükséges szintre.

3.13.3. FM rádióadó felépítése és fokozatai

Frekvenciamodulátor

A rádióamatőr gyakorlatban keskenysávú frekvenciamodulációt (NBFM) alkalmaznak. A pillanatnyi adási frekvenciát a moduláló hangfrekvenciás jel pillanatnyi amplitúdójának megfelelően kell változtatni. A frekvenciamoduláció megvalósítható a VFO frekvenciájának közvetlen befolyásolásával (3. ábra), vagy a frekvenciamoduláció és fázismoduláció közötti kapcsolatot (ld. 3.11.2. pont) figyelembe véve, állandó frekvenciájú oszcillátor jele fázisának befolyásolásával is (fázismoduláció).



3. ábra

Az ábra szerinti modulátorkapcsolásban a szaggatott vonallal elválasztott VFO-ból a frekvenciameghatározó elemek: L és C ki vannak emelve. A frekvenciamodulációt C kapacitásának moduláló jel függvényében való befolyásolásával érjük el.

D varicap dióda katódjára R_1 ellenálláson keresztül a (földelt emitteres) tranzisztoros erősítő munkaponti feszültsége kapcsolódik, ez a pozitív feszültség a diódát lezárja. E zárófeszültség hatására D valamekkora kapacitást tanúsít, amely (C_2 kondenzátorral sorosan) párhuzamosan kapcsolódik az oszcillátor frekvenciáját meghatározó rezgőkör C kapacitásával.

Ha a bemenetre U_m moduláló feszültséget kapcsolunk, az a tranzisztoros erősítő kollektorán felerősítve jelenik meg, és R_1 ellenálláson keresztül változtatja D lezáró feszültségét, és ezzel együtt kapacitását. D kapacitásának változása pedig - C_2 kondenzátor útján – befolyásolja C kapacitását, az pedig az oszcillátor rezgési frekvenciáját.

Megjegyzés: 1. Frekvenciatöbbszörözős rendszerű adóknál figyelembe kell venni, hogy a többszöröző fokozatokon a löket (a névleges vivőfrekvenciától való eltérés) is sokszorozódik, ezért a VFO frekvencialöketét a kívánt löketnek olyan hányadára kell beállítani, ahányszoros frekvenciatöbbszörözés következik a további fokozatokban.

2. Ha a vivőfrekvenciát PLL-es frekvenciaszintézer állítja elő, akkor értelemszerűen a PLL VFO-jának frekvenciáját befolyásoljuk a moduláló jellel.

A PLL feladata, hogy az előállított frekvenciát a megadott értéken tartsa. Ebből következően a PLL „ellene dolgozik” minden olyan hatásnak, amely a kimenő frekvenciát változtatná, így a frekvenciamodulációnak is. Azt, hogy a PLL milyen gyors frekvenciaváltozást (modulációt) tud kiegyenlíteni, a hurokszűrő időállandója határozza meg. A szokásos hurokszűrők kb. 100 Hz frekvencia felett már záró tartományukba kerülnek, ezért a PLL a 100 Hz-nél nagyobb moduláló frekvenciát nem tudja kiegyenlíteni. Így a VCO frekvenciája hangfrekvenciával modulálható.

Ha ennél alacsonyabb moduláló frekvencia is előfordulhat (pl. a 70 cm-es sávban packetrádió üzemben alkalmazott modulációnál ez 10 Hz is lehet), az még a hurokszűrő áteresztő tartományába esik, ezért erre a PLL még hatásos, a modulációt kiegyenlíti. A megoldás ún. kettős moduláció alkalmazása. Az „egyik” modulációs út a PLL VCO-jának modulátor bemenete, ebből az irányból tehát a 100 Hz-nél nagyobb moduláló frekvenciák hatásosak. A kis (10...100 Hz közötti) frekvenciájú jelekkel viszont a szintézer referencia oszcillátorát moduláljuk (ez a „második” modulációs út). Mint láttuk, a PLL a referencia jelhez igazítja a kimenő jel frekvenciáját, tehát, ha a referencia oszcillátort alacsony frekvenciájú jellel moduláljuk, a kimenő jel ugyanilyen frekvenciával modulálódik.

Alapsávi előkiemelés (preemphasis) és utóelnyomás (deemphasis)

A magas hangoknak a vevőben való elnyomását a frekvenciahú átvitel érdekében az adóban (még a frekvenciamodulátorra bocsátás előtt) a magas hangok kiemelésével kell kompenzálni. Ez az *alapsávi előkiemelés*, vagy *preemphasis*.

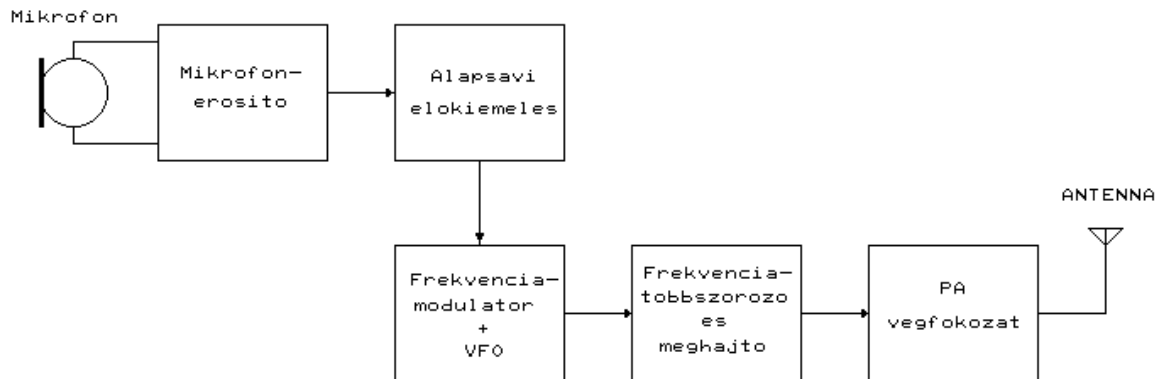
Adatjelek átvitelekor nem szoktak preemphasist ill. deemphasist alkalmazni.

Végerősítő (PA)

FM modulációnál a rádiófrekvenciás kimenő feszültség értéke állandó, ezért a végfokozatban jó hatásfokú, C osztályú erősítő alkalmazható.

FM adó tömbvázlata

A 4. ábrán közvetlen frekvenciamodulációval működő adó tömbvázlatát láthatjuk.



4. ábra

A mikrofon jelét a mikrofonerősítő erősíti a modulátor meghajtásához szükséges szintre. A mikrofonerősítő erősítése a rádió előlapján elhelyezett kezelőszervvel változtatható (MIC GAIN). Távbeszélő üzemben alapsávi előkiemelés után jut a jel a modulátorra. (Sokszor amplitúdóhatároló fokozatot is alkalmaznak, amely a moduláló jel amplitúdóját megadott szintek között tartja. Így elkerülhető az adó „túlmodulálása”, vagyis a löket nem lehet nagyobb a megengedettnél.)

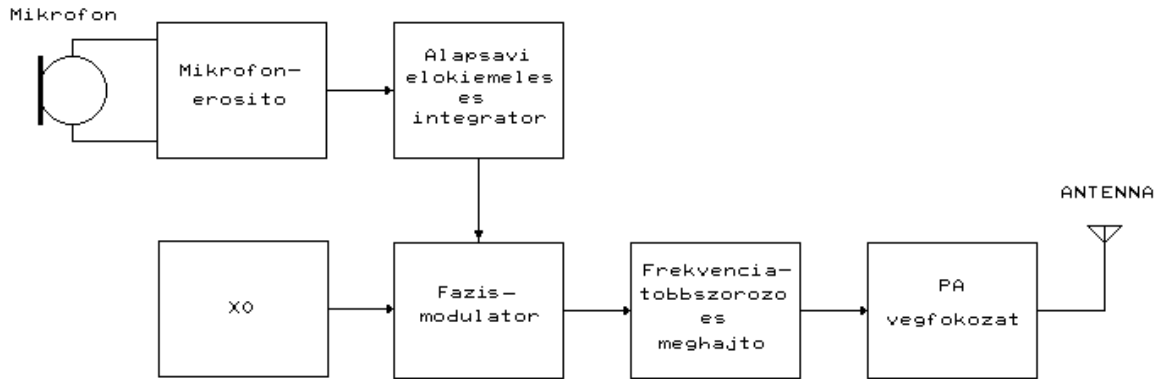
Maga a rádióadó lehet akár frekvenciatöbbszörözéses, akár keveréses, akár PLL VFO-val felépített. A VFO-val egy tömbben van feltüntetve a frekvenciamodulátor áramkör is.

A „frekvenciatöbbszöröző és meghajtó” tömb tartalmazza az összes, az adási frekvencia eléréséhez szükséges frekvenciatöbbszöröző, illetve a végfokozat meghajtásához szükséges teljesítményt előállító fokozatot, a végfokozat tömb pedig a kimeneti szűrőt is.

Az 5. ábra fázismodulátoros adót mutat. Ilyen modulációt jellemzően akkor alkalmaznak, amikor a kiindulási frekvenciát nagy stabilitású XO kristályoscillátorral állítják elő, és frekvenciáját fázismoduláció után többszörözik.

Azt használjuk ki, hogy az FM-jel megfelel egy olyan fázismodulált jelnek, amelynek fázislöketje fordítottan arányos a moduláló jel frekvenciájával. Ha tehát a fázismodulátorra olyan moduláló jelet adunk, amelynek összetevőit a frekvenciájukkal arányosan csillapítjuk, akkor FM-jelet kapunk. Ezért a mikrofonerősítő jelét az alapsávi előkiemelésen túlmenően egy, a jel amplitúdóját a frekvencia arányában csökkentő áramkörön (integrátor) is átvezetjük. (Van olyan frekvenciatartomány, amelyben a két, ellentétes jellegű kompenzáció semlegesíti egymást.)

A modulációt követően a jel frekvenciasokszorozó fokozatokon, ill. a jelet a végfokozat meghajtásához szükséges szintre erősítő fokozaton halad át. A végfokozat tömbje szintén magába foglalja a kimeneti harmonikus szűrőt.



5. ábra

3.13.4. SSB rádióadó felépítése és fokozatai

A több sávon működőképes SSB adó felépítése bonyolultabb az eddig tárgyalt adóberendezéseknél. Ennek oka, hogy ma már általánosnak mondható, hogy az egy oldalsávós jelet kristálysűrővel állítják elő, és bármilyen frekvencián kerül is majd a jel kisugárzásra, a megfelelő oldalsáv szűrését e szűrő (általában 9 MHz körüli) működési frekvenciáján kell elvégezni. A tényleges adási frekvenciát e frekvenciának és a VFO frekvenciájának (esetleg többszörös) keverésével állíthatjuk elő.

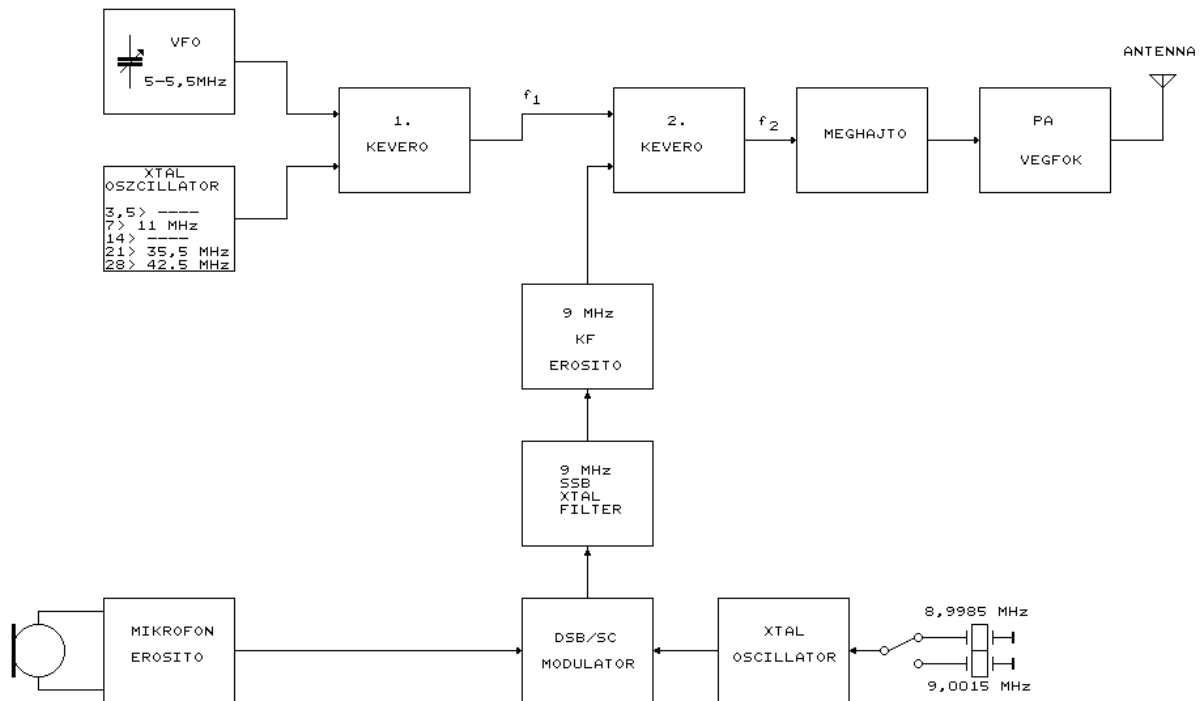
Erre mutat példát a 6. ábra (amely a YAESU FT-250, 5 sávós adó-vevő SSB adójának tömbvázlata).

Kövessük először a mikrofonjel útját. Ez a jel – az előlapi MIC.GAIN gombbal beállítható erősítés után – mint moduláló jel, a DSB/SC modulátor bemenetére kerül. Ez a modulátor ún. kiegyenlített modulátor, nem más mint egy szorzó áramkör, melynek kimenetén csak a bemeneteire adott jelek összeg- és különbségi frekvenciás komponensei jelennek meg, a vivőt maga a modulátor nyomja el (eleve AM-DSB/SC jelet produkál). A „vivőfrekvenciát” az XTAL OSCILLATOR fokozat állítja elő, még pedig átkapcsolhatóan attól függő frekvencián, hogy melyik oldalsávot kívánjuk majd a szűrővel kiválasztani (ld. a 3.12.3. pont megjegyzését és 9. ábráját). A modulátor által előállított AM-DSB/SC jel az SSB kristálysűrő (XTAL FILTER) bemenetére jut. A szűrő e jelnek csak azt az oldalsávját engedi át, amely az áteresztő tartományába esik. Az így kiválasztott oldalsáv jelét a 9 MHz-es KF erősítő erősíti, majd a jel a 2. keverő fokozat bemenetére kerül.

A 2. keverő fokozat feladata, hogy a 9 MHz-es SSB/SC jelet a kívánt adási frekvenciára transzponálja. Az ehhez szükséges szorzójel az 1. keverőfokozat kimenetéről érkezik; az 1. keverő ezt a jelet a bemeneteire kapcsolt VFO, illetve (az adási frekvenciától függő frekvencián rezgő) kristályoszillátor jeléből állítja elő a következő módon:

A nagy frekvenciastabilitású VFO az 5...5,5 MHz frekvencián rezeg.

- A 3,5 MHz-es amatőrsávban a kristályoszillátor nem rezeg; az 1. keverő kimenetén a VFO jele változatlan frekvencián jelenik meg, azaz pl. $f_1 = 5,5 \text{ MHz}$. A 2. keverő a 9 MHz-es jel és f_1 különbségi frekvenciáját képi: $f_2 = 9 \text{ MHz} - f_1 = 9 \text{ MHz} - 5,5 \text{ MHz} = 3,5 \text{ MHz}$.
- A 7 MHz-es amatőrsávban a kristályoszillátor rezgési frekvenciája 11 MHz, az első keverő e frekvencia és a VFO frekvenciájának (pl. 5 MHz) összegét képi: $f_1 = 11 \text{ MHz} + 5 \text{ MHz} = 16 \text{ MHz}$. A 2. keverő f_1 és a 9 MHz-es SSB jel különbségi frekvenciáját állítja elő: $f_2 = 16 \text{ MHz} - 9 \text{ MHz} = 7 \text{ MHz}$.
- a 14 MHz-es amatőrsávban a kristályoszillátor nem rezeg, az 1. keverő kimenetén a VFO jele változatlan frekvencián jelenik meg, pl. $f_1 = 5 \text{ MHz}$. A 2. keverő f_1 és a 9 MHz-es jel összegfrekvenciáját képi: $f_2 = 5 \text{ MHz} + 9 \text{ MHz} = 14 \text{ MHz}$.
- a 21 MHz-s sávban a kristályoszillátor 35,5 MHz frekvencián rezeg, az 1. keverő e frekvencia, és a VFO frekvenciájának (pl. 5,5 MHz) a különbségét állítja elő: $f_1 = 35,5 \text{ MHz} - 5,5 \text{ MHz} = 30 \text{ MHz}$. A 2. keverő pedig f_1 és a 9 MHz-s SSB jel különbségét képi: $f_2 = f_1 - 9 \text{ MHz} = 30 \text{ MHz} - 9 \text{ MHz} = 21 \text{ MHz}$.
- a 28 MHz-es sávban a kristályoszillátor frekvenciája 42,5 MHz; az 1. keverő kimenetén e frekvencia, és a VFO frekvenciájának (pl. 5,5 MHz) a különbsége jelenik meg: $f_1 = 42,5 \text{ MHz} - 5,5 \text{ MHz} = 37 \text{ MHz}$. A 2. keverő f_1 és a 9 MHz-es jel különbségét képi: $f_2 = 37 \text{ MHz} - 9 \text{ MHz} = 28 \text{ MHz}$.



6. ábra

A 2. keverő kimenetén megjelenő jel a meghajtó fokozatra jut, amely az adási frekvenciára hangolt nagyfrekvenciás erősítőként csak a kisugárzandó frekvenciájú jeleket erősíti. Az antenna meghajtó teljesítményét a PA végfok állítja elő.

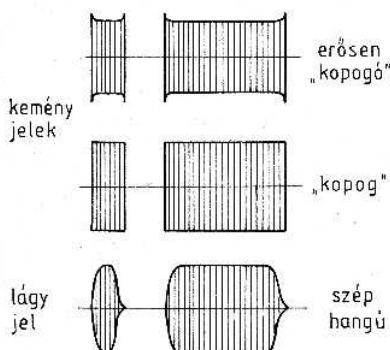
Mivel SSB adáskor lineáris üzemre van szükség (kétszeres meghajtó feszültséghez az erősítő kétszeres kimenő feszültsége tartozzon), végerősítőként AB osztályú erősítőket alkalmaznak. A kimenő teljesítményt a meghajtó jel szintjének változtatásával (MIC.GAIN, vagy a meghajtó fokozat erősítésének változtatása) lehet beállítani.

A lineáris üzem csak akkor biztosítható, ha az adót nem vezérik túl. Túlvezérlés esetén az erősítő nemlineáris tartományába kerülünk, és a nemlineáris eszközön épp úgy intermoduláció alakul ki, mint a vevőkészülék esetében (3.12.6. pont). Ez ahhoz vezet, hogy jelünkben az adási frekvenciánktól eltérő frekvenciákon is intermodulációs termékek jelennek meg, egész sávreszeket elfoglalva, és ezzel az ott folytatott fogalmat lehetetlenné téve (**fröcskölés, splattering**).

3.13.5. CW billentyűzési kattogás (klikk)

Ha a billentyű lenyomásakor a rádiófrekvenciás jel túl gyorsan fut fel (illetve a billentyű elengedésekor le), az adó zavarjeleket sugározhat ki. A négyszögjel ugyanis nagyon sok harmonikust tartalmaz, ezért az ilyen felfutású/lefutású rádiófrekvenciás jelek igen széles sávúak.

A kattogás megszüntethető a rádiófrekvenciás jel fel/lefutási idejének növelésével. A billentyűvel párhuzamosan kapcsolt soros RC tag ilyen jelformát eredményez (7. ábra)



7. ábra

Megjegyzés: a CW adók tömbvázlatát bemutató 1. és 2. ábra az egyszerűség kedvéért azt mutatja, hogy a billentyűzés a VFO-ban történik. A valóságban a VFO csak folyamatos működés esetén nyújtja a tőle elvárt frekvenciastabilitást, ezért ténylegesen a billentyű lenyomása/felengedése az elválasztó, vagy a meghajtó fokozat valamelyik erősítőelemének működését engedélyezi/függeszti fel.

3.13.6. Rádió adó-vevők

A rádióadó (transmitter) és rádióvevő (receiver) „összevonásával” készült rádióberendezés a rádió adó-vevő (transceiver). „Összevonás” alatt nem csak e berendezések közös dobozba építése értendő, hanem számos áramkört (pl. az SSB oldalsávszűrő) mind az adó, mind a vevő felhasználhat. Utóbbi esetben természetesen az adó és a vevő nem működhet egyidejűleg; a berendezést adásra ill. vételre kapcsolva választhatjuk ki a kívánt üzemi állapotot.

Az átkapcsolás lehet:

- kézi (pl. a mikrofonon elhelyezett kapcsoló megnyomásával, de lábkapcsoló alkalmazásának sincs akadálya), ezt a kapcsolójelet a berendezés a PTT (Push To Talk) vagy MOX (Manually Operated Transmitter) bemenete fogadja, e bemenetet rövidre zárva kapcsolunk adásra,
- az adás megkezdésével aktivált: távbeszélő üzemmódban a mikrofonra beszélve a transceiver detektálja a mikrofonerősítő kimenetén megjelenő jelet, és annak hatására adásra kapcsol (VOX = Voice Operated Transmitter), vagy a táviró billentyű első lenyomását érzékelve kerül a berendezés adás üzemmódbba (ezt a szolgáltatást ugyanúgy VOX-nak nevezik). A mikrofonjel megszűnése (vagy a billentyű elengedése) után a VOX áramkör bizonyos, beállítható késleltetési ideig (delay time) még adás üzemben tartja a berendezést (ennek célja a szóközi szünetek áthidalása), majd vételre kapcsol. A VOX üzemet szokás semi-BK (fél-BK) üzemmódban is nevezni.
- BK (full BK; BK = break in, megszakításos) üzem: a transceiver csak a billentyű lenyomásának a tartamára kapcsol át adás üzembe, a billentyű felengedésének pillanatában visszatér vétel üzemmódbba, így lehetővé válik, hogy az ellenállomás jeleit a billentyűzés szüneteiben is vegyük. Erre az üzemmódba csak nagyon gyors kapcsolási idejű, korszerű transceiverek alkalmasak.

Az amatőr összeköttetések jellegzetesen szimplex üzemmódban, azonos frekvencián bonyolódnak le (azaz hol az egyik fél ad, és a másik vesz a közösen használt frekvencián, hol fordítva). Ezért az adó-vevő VFO hangolásával egyszerre változtatjuk az adási és a vételi frekvenciát. Előfordulhat azonban, hogy a venni kívánt állomás valamennyire eltérő frekvencián ad, ezért szükséges, hogy a vevő frekvenciáját az adási frekvenciától függetlenül is változtatni tudjuk. Ezt a készülék előlapi CLARIFIER vagy RIT (Receiver Incremental Tuning = vevő járulékos hangolás) gombjának segítségével tehetjük meg.

Számos transceiverhez csatlakoztatható külső VFO, és egy kapcsolóval meghatározható, hogy az adás vagy a vétel (vagy mindkettő) a külső VFO-n beállított frekvencián történjen.

Egyes, korszerű, felső kategóriájú transceiverek a DX munka megkönnyítésére nem csak két VFO-t, hanem két, önálló vevőkészüléket is tartalmaznak, lehetővé téve, hogy (kapcsolóval átválthatóan) az operátor az egyik, vagy a másik, vagy mindkét vételi frekvenciát egyidejűleg hallhassa. Ugyanígy beállítható, hogy az adás melyik VFO frekvenciáján történjen.

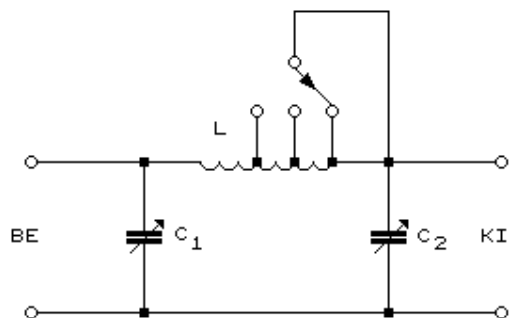
3.13.7. Antennaillesztő fokozat

A 3.13.1. pontban említésre került, hogy a rádióadó antennakimenete feszültséggenerátorként működik, melyet az optimális teljesítményátadás céljából illesztetten kell lezárni (azaz a lezáró ellenállás meg kell, hogy egyezzen az adó - általában 50Ω -os - kimenő ellenállásával).

A 3.14. fejezetben látni fogjuk, hogy ideális esetben az antenna képes az adót ezzel a talpponti ellenállással lezárni. Nagyon gyakori azonban, hogy az antenna a különböző frekvenciasávokban (és időjárási körülmények között) más ellenállást tanúsít, ezért a korszerű tranzisztoros rádióadók közül a magasabb kategóriájúakat *antennaillesztő fokozattal* látják el, amely mind a rádióadó, mind az antenna csatlakozás felé illesztett lezárást biztosít. (A régi, csöves adókat minden esetben ellátták ilyen antennaillesztő fokozattal, mert a csöves végerősítő néhány $k\Omega$ -os kimenő ellenállását mindenképpen illeszteni kellett a sokkal kisebb talpponti ellenállású antennához.)

A magasabb kategóriájú adó-vevők mikroprocesszoros vezérléssel automatikusan végzik el a hangolást. Antennaillesztő (vagy antennahangoló) fokozatot külön egységként is gyártanak és forgalmazznak.

A legáltalánosabban alkalmazott antennaillesztő a *Collins-szűrő* (8. ábra).

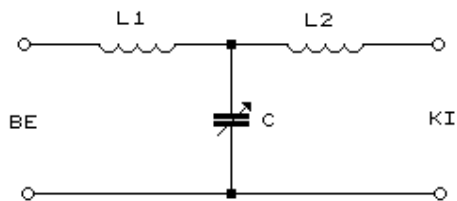


8. ábra

Az L induktivitás (melynek értéke frekvenciasávonként a kapcsolóval váltható) valamint C_1 és C_2 forgókondenzátorok által alkotott rezgőkört úgy hangoljuk az adási frekvenciára, hogy (C_1 és C_2 arányainak megfelelően) mind a bemenet, mind a kimenet illesztetten legyen lezárva. A Collins-szűrő széles impedanciatartományban alkalmas az antenna illesztésére.

Megjegyzés: L értékének változtatása fokozatkapcsolóval történik. A fokozatkapcsoló azért zárja rövidre L tekercs használaton kívüli meneteit, mert másként az autotranszformátorként működő tekercs szabadon maradt menetein indukálódott nagy feszültség átívelést okozhatna.

Nagy impedanciás fokozat illesztése esetén használható „T” kapcsolású antennaillesztő egység is (9. ábra). Mind L_1 és L_2 tekercsek, mint C kondenzátor hangolhatók.



9. ábra