

Ultrarövidhullámú rádió-iránymérő vevő

A Rádiós Tájékozódási Futó sportág fejlődése során a használt rádióadók teljesítménye a kezdeti 10W-ról mára már 1W-ra csökkent, sőt néhány külföldi versenyen már 0,5W-os adókat is használnak. Az antennák sem kerülnek a fák tetejére, csupán maximum 2m-re a földtől. Ahhoz, hogy a versenyzők az adókat ilyen feltételek mellett is hallják, olyan sokkal érzékenyebb vevőkre van szükség, amelyekkel az adók közelében, 1-2 méter távolságról, is pontosan lehet az adó irányát mérni.

Ezek a követelmények megkövetelik azt, hogy a vevők legyenek érzékenyek, kis zajúak, legyenek nagy dinamikájúak, és a szabályzási tartományuk 100-110dB legyen, ami az adóközeli mérésnél elengedhetetlen.

Legyenek egyszerű masszív mechanikai kivitelűek, csepegő víz ellen védettek.

Elengedhetetlen a könnyű kezelhetőség, lehetőleg egy kézzel (Jobb, vagy balkézzel!).

A vevő működése:

A készülék kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Felépítése egyszeres szuper 10,7 MHz-es középfrekvenciás erősítővel. A szabályzás miatt az előerősítő alkalmazása elengedhetetlen. Ebben két BFR93A tranzisztor (Tr1 – Tr2) működik kaszkód fokozatban. Az antennakör T1 nem hangolt, mert a vevő használata körülményei nem indokolják azt, hogy ez a kör hangolt legyen, de az elhelyezése olyan, hogy helyére egy 7 x 7 mm-es árnyékolt tekercs behelyezhető. A T1 N200-as, kétlyukú ferritre készül. Ilyen ferritet használnak egyes TV antennajel elosztókban. A kétszer egy menet, ellentétes menetiránnyal az antenna felé csatlakozik, ez szimmetrikus antennacsatlakozást biztosít a 28Ω-os antennához. A másik két tekercsből az egyik a C1-re a másik a C23-ra csatlakozik. A T2 és a T3 a SUMIDA 449 G7 (7 x 7 mm) rezgőkörből készül. A tekercset óvatosan szét kell bontani, letekerjük róla a rajtalévő tekercset, kiforrasztjuk a hangoló kondenzátort. 0,15 CuZ huzalból a csévetest bordái közé egy-egy menet tekerve feltekerünk rá 4 menetet. A T1-nél a háromlábú oldalból a két szélső lábra forrasztjuk a tekercsvégeket, majd a két középső bordába feltekerjük a csatoló tekercs két menetét, aminek végeit a másik oldal két lábára forrasztjuk. A serlegből vegyük ki a ferrit serleget, amire nincs szükség. Az eredeti hangoló ferritmag sajnos nem fér bele a vevő dobozába, ezért a vasmag fölött 1mm-rel a műanyagot lombfűrészszel vágjuk le, és fűrészszeljük be 1mm mélyen a csavarhúzóval való hangoláshoz. Sajnos a ferritmag még így is túl hosszú, ezért azt óvatosan le szoktam köszörülni 3-3,5 mm hosszúra. Az oszcillátor tekercset ugyanígy készítjük. A keverő és az oszcillátor az IC1 a SA612, amely ezen a frekvencián kiválóan működik. A keverő mereedsége, dinamikája és stabilitása egyaránt megfelel még az ARDF vevőktől igényesebb eszközökben történő használatra is.

A kétfokozatú Kf erősítő (Tr4 –Tr6) szintén kaszkód, BFS17 tranzisztorokkal működik 10,7 MHz-en. A megfelelő szabályozhatóság miatt, ezek bázis-előfeszültségét is szabályozni kell az előerősítővel együtt. A Kf1 és Kf2 a SUMIDA ZMT 2359 (narancs) Kf tekercs. Az F1 SFE10,7MA5, vagy CSA10,7MT típusú szűrő.

A Tr9 nagyon jól bevált kapcsolásban demodulátorként működik. A tranzisztor kb. 600 mV-al van előfeszítve, és így a tranzisztoron csak a vett jel, vagy zaj hoz létre kollektor-áramot így az egészen gyenge jeleket is egyenirányítja.

A hangfrekvenciás erősítő IC3, egy igen kiszajú OPA277UA típusú IC. Ez egy kiszajú (0,22 μ Vp-p) operációs erősítő, amely rövid ideig 35mA kimenő áramot is elvisel, 9V-os tápfeszről is jól működik, egy fejhallgató meghajtásához a beállított erősítés elegendő. A bekötése megegyezik több olcsó, könnyen beszerezhető OPA erősítővel, tehát azokkal helyettesíthető, (Pld. μ A741D) de ezek zajtényezője egy kicsit magasabb.

A Tr8 BC847 Wienhidas hangfrekvenciás oszcillátor, bekapcsolásakor (K2) a 800 Hz körüli frekvencia modulálja a szabályzó körön keresztül a szabályzott tranzisztorokat. Erre akkor van szükség, ha valamelyik adó modulátora meghibásodik, ami néha előfordul, és nem hallható normál AM vevővel. Ez az oszcillátor hallhatóvá teszi ezeknek az adókat.

A Tr7 BS250 FET kacsoló tranzisztorként működik. Segítségével a K1 kapcsolóval lekapcsoljuk a tápfeszültséget a vevő minden fokozatáról a hangfrekvenciás erősítő kivételével. A C23 – D2 dióda és az IC3 egyenes vevőként működik, és 50-100m távolságról hallható vele az ebbe a körzetbe lévő adó. A vevő szabályzását úgy állítom be az R38 ellenállás változtatásával, hogy teljes leszabályozás esetén 10mV (-30dBm) jelet éppen hallani lehessen, mert ilyen jelszint mellett már a dióda is szolgáltat hallható jelet. A K1 kapcsolót bekapcsolva innen a versenyzők már így keresik az adót. Ezt a szisztémát az 1970-es években kikísérleteztem ki, amikor még nem álltak rendelkezésre korszerű szilícium tranzisztorok és jól árnyékolt tekercsek, KF-ek, és nem tudtuk a 10W-os adók mellett a vevőket megfelelően leszabályozni.

Ezek a vevők ennél nagyobb szabályzásra is képesek, de a versenyzők megszokták és ragaszkodnak hozzá, nekik biztonságérzetet ad, ezért továbbra beépítem a vevőkbe. A versenyzők azt mondják, hogy ha a „detektort” bekapcsolják, és azzal hallják az adót, akkor meg tudják találni azt abban az adásperiódusban.

Az SA612 ideális tápfeszültsége 6-7V ezért az IC2-ről (78L06) kapja a tápfeszültséget. A vevő hangolása a D1 BB609, vagy hasonló kapacitásdiódával történik. Az oszcillátor hangolási tartományát az R9 ellenállással állíthatjuk be úgy, hogy 132,8 – 135,8MHz közé, így a hangolás kényelmes, és van 0,5MHz „taralék” a sáv alatt és felett. A hangoló P2 potenciométer a stabilizált feszültséget kap a szabályzó P1 potenciométerrel együtt. Mindkét potenciométer P729 típusú 22k Ω lineáris, de természetesen más típusú, és más értékű is használható, de ebben az esetben az R9, R37 és R38 ellenállásokat is más értékre kell választani. Ezek a potenciométerek 270°-os tengely elfordulású és a skála is ilyenhez van tervezve 3. ábra, de vannak más, pl. 300°-os potenciométerek is.

A vevő kétoldalas nyomtatott áramköri lapra készül SMD alkatrészekkel. A beültetési rajz a 2. ábrán látható. A rajzon a folyamatos vonallal rajzolt alkatrészek a panelen alul (forrasztási oldal), a szaggatott vonallal rajzoltak felül, a csupán néhány átkötést tartalmazó oldal felől vannak. A potenciométereket a doboz tarja azért, hogy a panelt mozgassa, és ne okozzon a versenyző eleséskor, alkatrésztörést. A helyüket a nyákon ki kell vágni. A két kapcsolót, K1 és K2 a nyákra kell forrasztani és azért, hogy könnyebben be lehessen helyezni a dobozba, működtető gombok alatt a panelt célszerű kivágni. Működtető nyomógombként hibás, fémtokos TO-72 tokozású tranzisztorok (AF106; BC107; stb.) alapjait használom, lábak nélkül. Ezek átmérője 4,8 mm.

Az antenna, a hallgató és a telep csatlakozásához alkalmazzunk forrasztó tűskét, amit készíthetünk, vastagabb (0,8-1mm) huzalból vagy bármilyen kiforrasztott SMD tűskesor érintkezőiből. A panelt a négy sarkára forrasztott 5mm átmérőjű, 3,2 mm magas M3-as menettel ellátott távtartóval rögzítjük a dobozba.

A vevő teljesen szimmetrikus, egy kézzel könnyen kezelhető. A készülék doboza az antennagerinc része, ami a kereskedelemben kapható eloxált 185mm hosszú 40x20mm-es 2 mm-es falvastagságú alumínium „U” profilból készül. A profil mérete ergonómiailag ideális. A doboz elkészítéséhez szükséges mechanikai rajz a 3. ábrán látható.

A doboz hátulját egy 185x40mm méretű 1-1,5mm vastagságú alumínium lemezzel zárjuk le. Ennek mindkét oldalát le lehet tapétázni, ami a vízvédelmet növeli, mivel a műanyag tapéta víztaszító.

A készülék skálája is a mellékelt ábrán látható. Ezen csak folyószámokat jelöltem be, mert azt könnyebben megjegyzi egy versenyző. Ugyanez vonatkozik a térerősség meghatározására is. A skálát öntapadó /akár átlátszó/ tapétára nyomtathatjuk lézernyomtatóval, (Ilyen A/4-es lapokat be lehet szerezni a grafikai szakboltokban.) majd ragasszunk rá átlátszó lapot a szöveg kopásának megakadályozására. Erre a célra nagyon jó az 50mm széles cellux, ami tekercsben kapható.

A forgató gombok úgy vannak elhelyezve, hogy csupán a hüvely újjal kezelni lehessen. A frekvenciahangoló gomb lehet kerek, de az érzékenység szabályzóknak az mindenképp olyan „mutató” gombot javaslok, amelyik kb. 25-30mm hosszú és egy kézzel, hüvelyk újjal lehet forgatni és a versenyző „érezze”, hogy hol áll a forgatógomb, rá sem kell pillantania. Ez az adóközeli keresés esetén nagyon fontos, mert így egy gyakorlattal rendelkező versenyző meg tudja állapítani, hogy az adó milyen távolságra van! Nem kell arra időt fordítani, hogy a vevőjét nézegesse!

Az antenna rajza az 5. ábrán látható. Az antenna 6,3 dBd nyereségű és maximális előre/hátra viszonyra van tervezve, mert a tapasztalat szerint a versenyzők a kézben tartott vevőn nem érzékeli azt, hogy az antenna „nyílásszöge” 30, vagy 40°, de nagyon fontos az, hogy reflexiós környezetben is meg tudja állapítani, hogy az adó előtte, vagy már a háta mögött van. Az előre/hátra viszony, a YagiMax program szerint jobb, mint 30dB, de több példány (nem hiteles) mérése alapján a valóságban 23-25dB. Rendkívül fontos, hogy az antenna elég merev, de ugyanakkor elég rugalmas legyen, hogy ne akadályozza a bokrokon való átjutást, és ne törjenek el az elemei, még elesés esetén sem. Ezt a megoldhatatlannak látszó problémával szintén az 1970-es években kezdtünk el foglalkozni, amikor Kovács Zoltán elkészítette az első mérőszalagot is tartalmazó antennát. Ezt az ötletet továbbfejlesztve vált szinte egyen antenna elemmé a mérőszalag a világ minden táján. A dipól a rajz szerint közvetlenül a dobozra van szerelve az 5. ábra szerint. Az antennaelemek készítéséhez a 3. ábra szerint 2-3m-es mérőszalagokat használunk, amelynek a szélessége 12-13mm. Az antenna is ehhez az elemvastagsággal van méretezve. A szükséges merevítés elérése érdekében minden elem három különböző hosszúságú mérőszalagból áll, amelyekből a két hosszabbat a homorú oldalukkal, egymással szembe fordítunk és legrövidebb 200mm-es darabbal a leghosszabb külső oldalára kerül. Az egyik végüket kb. 1 cm hosszan megtisztítjuk a festéktől és beónozzuk. Az ónozáshoz, valamilyen forrasztást elősegítő anyagot célszerű használni, mert az acélra az ón nem tapad megfelelően az acéloz. Én tisztításra cink-kloridot használok, ami folyadék és ónozás után lemosható. Bármit is használunk, azt az ónozás után le kell mosni, mert az, később a maradványok miatt az elem rozsdásodik, meggyengül, eltörik. Az antenna elemeket a rajz szerinti sárgaréz tőkébe forrasztjuk. Nem javaslom az acél tőke használatát, mert a tapasztalat szerint, hosszabb, több éves használat után a forrasztás elválzik tőle, míg ez a sárgaréz esetében még nem fordult elő. Fontos, hogy a tőkénél egy 12/6-os zsugorcsővel merevítsük. 40mm hosszú zsugorcső elegendő. Ha sikerül beszerezni gyantás zsugorcövet, akkor lehetőleg azt használjunk, mert ez sokkal jobban szigetel, kevésbé jut a víz és az izzadság a forrasztás közelébe, ahol az eredeti festék nem védi a mérőszalagot. Ettől függetlenül célszerű az antenna elemek ezt a részét lefesteni.

A doboz végeit 5mm vastag 15x36mm méretű alumínium lappal zárjuk le. Ezeket 3-3 db. 2x12mm-es, vagy 2,5x12mm-es, sülyesztett fejű acél lemezcsavarral rögzítjük a dobozhoz. Ez a rögzítés nagyon fontos, mert az antenna gerincet is ezek tartják. Az antenna gerinc 10x1mm-es kemény alumínium csőből készül a rajz szerinti hosszban. A direktor és a reflektor doboz felőli végébe 25x8mm-es betétet rögzítünk szegecsekkel, aminek a tengelyébe M5-ös furat kerül. Ezzel rögzítjük a csövet, a dobozvéget lezáró laphoz egy-egy M5x20mm-es hatlapfejű csavarral. A csavarfej alá célszerű rúgós alátétet helyezni, mert ez a használat közbeni kilazulást megakadályozza. Fontos, hogy az antenna elemeit a dipólhoz igazítva egysíkba állítva rögzítsük.

Minden antennaelem alá kontraanyát terveztem, mert ezekkel könnyen be tudjuk állítani és rögzíteni az elemeket az antenna síkjára merőlegesre, ami a versenyzés közben a legmegfelelőbb, az elemek így könnyen hátrahajolhatnak.

Élesztés, behangolás:

Ha a készüléket gondosan építettük meg, akkor az a bekapcsolás után azonnal működőképes lesz. A nyugalmi áramfelvétele 12-13 mA. A behangoláshoz szükséges egy 144MHz-en működő AM modulációval is rendelkező szignál generátor, de ha ez nincs, akkor egy Foxoring, vagy egy RTF adóval is behangolhatjuk a vevőt egy kis gyakorlattal. Ha van szignálgenerátorunk, akkor 50%-os modulációs mélység mellett a kf erősítő behangolásával kezdjük előbb a Kf2, majd a Kf1 maximumra hangolásával. Meg kell jegyezni, hogy a kerámiaszűrők között elég nagy a szórás frekvenciában, ezért ha az nem „akar” pontosan 10,7MHz-en működni, akkor ne erőltessük. Nem okoz gondot, ha a KF erősítőnk nem pontosan 10,7MHz-en működik. Megpróbáltam a kerámiaszűrők helyett 10,7MHz monolit kristálysűrőt használni, de ezek sáv szélessége olya kicsi (15 – 25 KHz), hogy a vevő pontos, állomásra hangolása szinte lehetetlen. A kf erősítő behangolása után az oszcillátor frekvenciáját hangoljuk be, majd a T2-es rezgőkört. A generátort valamelyik antenna bemenethez és a testre (föld) csatlakoztassuk. A pontos behangolás érdekében a vevő legyen maximális erősítésen, és a szignálgenerátor jelét mindig csökkentjük a megfelelő hangerőig. A teljes behangolás után hallanunk kell az 1µV-os jelet, de egyes példányokon hallottam a 100nV-ot is, bár ilyen kis jelszinten az általam használt TR-0614 típusú generátor pontossága már kérdéses. A behangolás után P1 potenciométer tengelyét forgassuk ütközésig balra és ellenőrizzük, hogy halljuk-e a 100mV-os jelet. Ha nem hallható ez a jelszint, akkor az R39 értékét növeljük meg. Ellenőrizzük, hogy ilyen beállítás mellett K1 kapcsoló bekapcsolása után is halljuk-e ezt a 10mV (eff.) jelet. Ha nem hallható cseréljük ki a D2 diódát, mert ezek között elég nagy a szórás. A behangolás után ellenőrizzük le a Tr9 oszcillátor működését úgy, hogy kikapcsoljuk a szignálgenerátoron a modulációt, a jelszintet állítsuk 2 – 3 µV-ra majd nyomjuk be a K2 kapcsolót és a generátor jelét kb. 800Hz modulációval, kell hallanunk.

A behangolás után helyezzük a dobozba a nyákot, rögzítsük, csatlakoztassuk hozzá a dipólt és a hallgató/kapcsoló 5 pólusú tuchelt, majd egy mérődipól segítségével ellenőrizzük, ismételjük meg a hangolást.

A megépítéséhez mindenkinek sok sikert kívánok!

Venczel Miklós, HA0LZ