

RH és URH teljesítményerősítők tranzisztorokkal

8.

Ijjas Gábor — Molnár Béla
okl. vill. mérnökök, BME MHT



RF-fajtatekeres

Az áramkörökben — a szükséges helyeken — az RF-fajtatekeresek biztosítják a nagyfrekvenciás jelek leválasztását az egyenáramú (pl. munkapontbeállító) körökről.

Általában kis körjóságú fajtó cél-szerű alkalmazni (soros vagy párhuzamos R—L, ferritmagos fajtó), ennek ugyanis lassan változik az impedanciája a frekvencia függvényében, és nem mutat rezonancia jelenséget. Ahol nem választhatunk kis Q-t (pl. RF-szempontról nem hanyagolhatjuk el a hatását), ott a fajtó saját rezonancia-frekvenciája jóval az üzemi frekvencia felett legyen. Az előbbieket többnyire a bázisköri fajtóra, az utóbbiak pedig a kollektorköri fajtóra érvényesek.

Kondenzátor

Rezgőköri, illesztőköri kondenzátoroknál általános szempont a nagy jósági tényező (Q_c), a nagy határfrekvencia (kis szórt inductivitás) és a terhelhetőség (átütési szilárdság, melegeedés).

A következőkben felsorolunk néhány fontosabb, RF-áramkörökben alkalmazott kondenzátortípust.

Trimmer-kondenzátorok:

Egyszeri beállításra szolgálnak. Kivitelük lehet: párhuzamos leme-

zekből vagy koncentrikus hengerekből álló fegyverzet. Gyakoribb dielektrikumok: levegő, polisztirol, teflon, kerámia, üveg stb. A legnagyobb saját rezonancia-frekvenciát és a legkisebb veszteséget a koncentrikus hengerekből álló légdielektrikumú trimmerrel (ún. hordótrimmerrel) lehet elérni.

Állandó értékű kondenzátorok:

Mivel kis szórt inductivitást kell biztosítani, a tekercselt kondenzátorok nem jöhetnek számításba, így nagy dielektromos állandójú kerámiából készült kondenzátorokat használunk. Ezek kivitele lehet: tárcsa-, vagy cső-kondenzátor, huzal-, vagy szalagkivezetéssel. Határfrekvencia-növelést jelent, ha a tárcsakondenzátort kivezetés nélkül, közvetlenül beforrasztható kivitelben készítik.

A monolit kondenzátor (chip) több, egymásra „szendvicselt” fémbevonatú kerámiaplakából áll, melynél minden második fémréteg össze van kötve. A két fegyverzet fésűszerűen nyúlik egymásba, így ez az elrendezés igen nagy határfrekvenciát biztosít. Ez a kondenzátortípus huzal- vagy szalagkivezetéssel, ill. kivezetés nélkül készülhet.

A szokásos kerámia anyagok: P 120, P 33, N 47, N 750, N 1500 stb. Ezeknél az anyagoknál az ϵ_r és a frekvencia növekedésével nő a veszteség.

A szokásos kerámia anyagoknál sokkal kisebb veszteségű a porcelán, így a porcelán chip kondenzátorok még mikrohullámon is elfogadható jósági tényező mellett használhatók.

A kondenzátor jósági tényezője (Q_c) ismeretében meghatározható a rajta hővé alakuló teljesítmény:

$$P_d = \frac{U \cdot I}{2 \cdot Q_c}$$

ahol U a kondenzátor kapcsán fel-lépő feszültség csúcserőrtéke, I a rajta keresztülfolyó áram csúcserőrtéke. A kondenzátor-katalógusok többnyire megadják P_{dmax} értékét az egyes típusokra.

Állandó U-I mellett a frekvencia növelésével P_d nő, mivel Q_c csökken. Ezért nagyobb frekvencián különösen fontos a veszteségi teljesítmény ismerete.

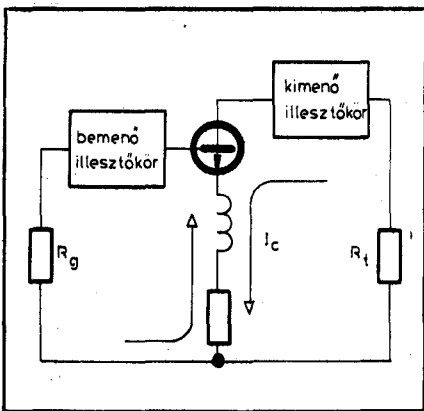
A kondenzátorok egy másik, igen fontos jellemzője az átütési feszültség. Itt figyelembe kell venni, hogy a katalógusok rendszerint egyenfeszültségre adják meg ennek értékét, míg váltakozó feszültségre az átütési szilárdság kisebb. Az átütési feszültség a hőmérséklet emelkedésével csökken, így ezzel is számolni kell.

Szűrőkondenzátorok

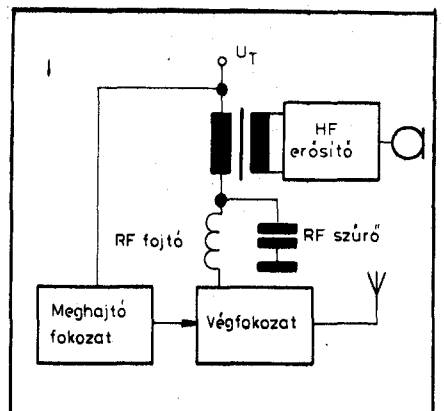
Saját rezonancia-frekvenciájuk legyen nagyobb, mint a szűrni kívánt frekvencia, különben nem hatásosak. Szűrőkondenzátorként a fenti kerámiatípusokon kívül ún. átvezető kondenzátort, kisebb frekvencián esetleg tantálcikót is alkalmazhatunk.

Ellenállások

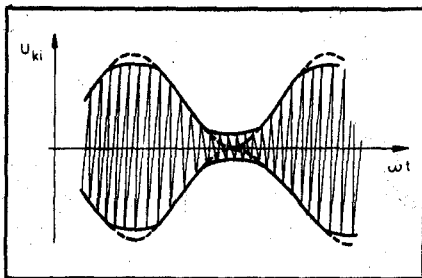
Ahol az esetleges reaktív összetevő hatása nem hanyagolható el, ott indukciószegény kivitel alkalmazunk. Ilyen pl. a tömörszén-ellenállás, vagy az indukciószegény kőszőrüléssel ellátott szén-, illetve fémetellenállás.



17.1. ábra



18.1. ábra



18.2. ábra

17. Elrendezés és kivitelezés

Jó minőségű tranzistoros áramkör építéséhez a felhasznált L-C-R elemek gondos megválasztása szükséges. Az elemeknek saját rezonancia-frekvenciáját, ill. szórt paramétereit ismernünk kell, hogy káros hatásukat figyelembe tudjuk venni.

A jó minőségű és a felhasználásnak megfelelő alkatrészekon kívül igen fontos szempont az áramköri elrendezés, a konstrukció.

A VHF és UHF-tartományban a következő két konstrukciós megoldás a legelterjedtebb:

1. Rekeszes doboz, az alkatrészek „légszereléssel” vannak elhelyezve és a rögzített alkatrészekhez, forrfülekhez, ill. a doboz falához vannak forrasztva. *Hátránya:* az alkatrészeket nehéz szerelni, az áramkör nehezen reprodukálható.

2. Nyomatott áramköri elrendezés. Legtöbbször kétoldalán fólirozott lemezből alakítják ki az áramkört úgy, hogy az egyik oldalon a rézfólia alkotja a földlemezt, a másik oldalon van a nyomatott huzalozás. Az alkatrészeket vagy a forrasztás felőli oldalra, vagy a földlemez felőli oldalra helyezik. A huzalozás oldalán nemcsak összekötések, hanem induktivitások és kapacitások is kialakíthatók a rézfóliából. *Előnye:* könnyen szerelhető, jól reprodukálható. Az egyes áramköri részeket tartalmazó szerelt lapkákat rekeszes dobozba helyezik, hogy egymásra hatásuk csökkenjen.

Mindkét esetben a doboznak, illetve alaplemeznek (fólia) jó vezetőképességű anyagból kell lennie, hogy a folyó földáramok minél kisebb veszteséget okozzanak (kisebb feszültségesés). Így a doboz készülhet alumíniumból, rézből, ezüstözött rézből. Az alumínium hátránya, hogy nem forrasztható és kisebb a vezetőképessége, mint a réznek. A réz és az ezüst vezetőképessége közel azonos, azonban az ezüst a korrózióknak jobban ellenáll, így kisebb veszteségű. A rézlemez elég a szkinmélységnek megfelelő vastagságú ezüst réteggel bevonni.

Nyomatott áramköri lemeznél igen fontos a hordozó szigetelőlap nagyfrekvenciás viselkedése, vagyis a dielektromos vesztesége az üzemi frekvencián. Néhány nagyfrekvenc-

cián használatos hordozó relatív dielektromos állandóját és dielektromos veszteségét tartalmazza a

17.1. táblázat:

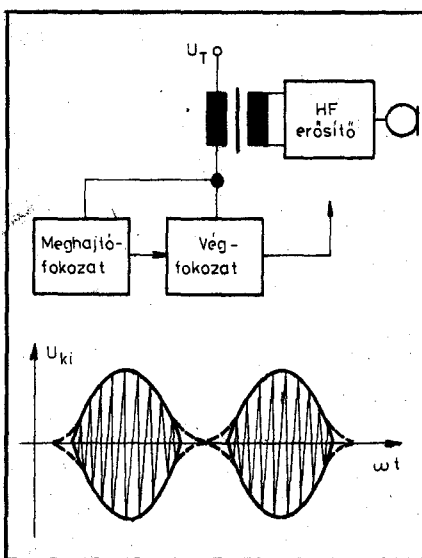
Anyag	ϵ_r	$\tan \delta$ (1 MHz)
epoxi-üvegszál	5~5,5	0,02
teflon-üvegszál	2,74	0,0007
polyguide	2,32	0,0002

A dielektromos veszteség a frekvencia növekedésével nő.

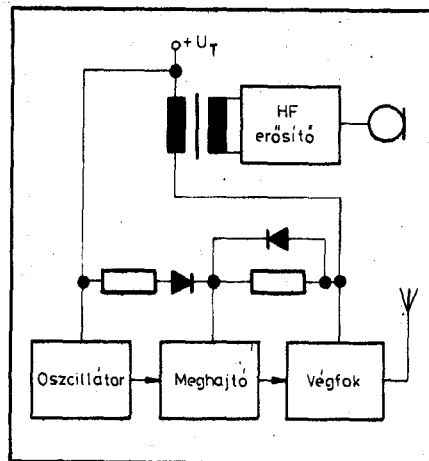
A folyó földáramok nemcsak veszteséget okoznak, hanem nemkívánatos csatolást is létesíthetnek pl. egy tranzistoros erősítőfokozat be- és kimenőkörre között. Ha ugyanis a földlemez véges vezetőképességű, akkor a kimenőkör árama feszültséget ejt rajta. Ott ahol a be- és kimenőkör árama együttesen folyik, ott a két kör csatolásba kerül, így a kimenőkörből teljesítmény jut a bemenőkörbe.

Általában azt mondhatjuk, hogy ez a csatolás úgy csökkenthető, hogy a földlemez nagy vezetőképességű anyagból készíttjük, ezenkívül a ki- és bemenőkört úgy helyezük el, hogy azok földáramai egymástól minél messzebb, ugyanakkor minél rövidebb úton záródjanak. Ezt úgy is megfogalmazhatjuk: arra kell törekednünk, hogy a be- és kimenőkör között a „közös” impedancia (amelyen mindkét kör árama átfolyik, 17.1. ábra) minél kisebb legyen. (Ez az impedancia ohmos és induktív jellegű.)

Külön ki kell emelni földelt emitter kapcsolásban az emitterkivezetés induktivitásának hatását, amely a fentiekhez hasonlóan a ki- és bemenőkör egymásra hatását növeli, csökkentve az erősítést. Földelt bázisú



18.3. ábra



18.4. ábra

kapcsolásban a bázisinduktivitás okoz egymásra hatást a ki- és bemenőkör között, ugyanakkor gerjedékennyé teszi a fokozatot. *Ezért ezeket a lehető legkisebb értéken kell tartani.*

Az alkatrészek között minden esetben fellep egy bizonyos mértékű csatolás, ezért a be- és kimenőkörben levő induktivitásokat úgy kell elhelyezni, hogy a közöttük fellepő induktív csatolás minél kisebb legyen. Ha ez nem elegendő, akkor árnyékolólemez szükséges. Az alkatrészek közötti szórt kapacitásnak is kicsinek kell lennie, bár ez kevésbé jelentős a tranzistoros fokozatoknál, az alacsony impedancia-szintek miatt.

Hűtés

Külön kell gondoskodni a hő eltávolításáról. Kisebb teljesítményű fokozat esetén maga az alaplemez ill. a doboz alkalmazható hűtésre. Nagyobb teljesítményeknél külön hűtőborda szükséges. Nem célszerű a kis- és nagyteljesítményű fokozatot közös hűtőbordára szerelni, mivel így a rendszer könnyebben „megfuthat”. RF-erősítőkről lévén szó, fontos szempont az, hogy félrehangolt esetben megne a disszipáció, így ezt a hűtőborda-méretezésnél figyelembe kell venni.

Külön problémát jelent, ha rádiófrekvencián meleg pontot kell hűteni. Ilyen esetben szigetelni kell a hűtőfelületet a földlemeztől és elegetően kis hűtőborda-föld kapacitást kell biztosítani. A legtöbb tranzistor azonban vagy szigetelt felerősítő csavarral rendelkezik, vagy a nagyfrekvencián hideg pont van a tokhoz kötve, így a felerősítés nem jelent különösebb problémát.

18. Amplitúdó-moduláció

Amplitúdó-moduláció (AM) alatt az amatőr szóhasználattal egyezően

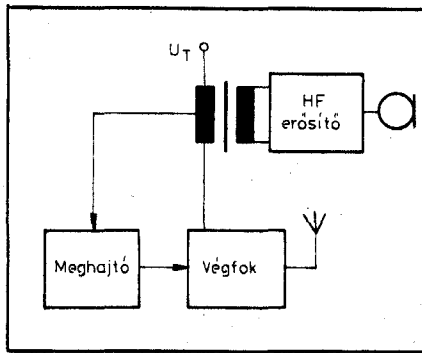
AM-DSB-t (kétoldalsáv, teljes vívdőjű amplitúdó-modulációt) értünk. Ez a modulációs mód számos hátránnyal rendelkezik, ezért a jövőben hátrébe szorul, bár jelenleg még több állomás használja.

A moduláció (az elektroncsöves kapcsolásokhoz hasonlóan) lehet kollektor- vagy bázismoduláció.

Mivel a bázismoduláció nagy torzítással és rossz hatásfokkal jár, általában kollektormodulációt használnak. A kollektormoduláció hátránya, hogy a hangfrekvenciás végfokozatnak kb. a vívdőteljesítmény felét kell leadnia. Elvi vázlatot a 18.1. ábra mutat.

A gyakorlatban a helyzet nem ilyen egyszerű. Ha valóban az elvi kapcsolás szerint járunk el, a kimenőjel torz lesz, ahogy azt a 18.2. ábra mutatja.

A vívdőteljesítménynél beállított meghajtó teljesítmény nem elég a végfokozat meghajtásához a modulációs csúcsokban. A vívdőhullámmal alkalmazott kb. 6 dB-es túlvezérléssel ez a probléma megoldható lenne,



18.5. ábra

de ekkor alaposan lecsökkenne a hatásfok. Másrésztől a tranzisztor akkor is ad kimenő feszültséget, ha a telepfeszültség nulla (különösen nagyobb frekvencián). Így a burkoló mindkét csúcsa torz lesz.

A megoldás az, hogy nemcsak a végfokozatot, hanem a meghajtó

fokozatot (nemritkán fokozatokat) is moduláljuk. Újabb fajta torzítás jelentkezik, ha a meghajtó fokozatot és a végfokozatot azonos mértékben moduláljuk (18.3. ábra).

A „C” osztályú végfokozat nem ad ki jelet akkor, ha a bemenete egy bizonyos küszöbjelnél kisebbet kap. Ezért torzul el a jel a negatív modulációs csúcsokban.

Tehát pozitív és negatív HF-jelekkel nem egyforma mértékben kell a meghajtó fokozatot módulálni. Ezt diódás osztóval lehet elérni, ahogy a 18.4. ábra mutatja.

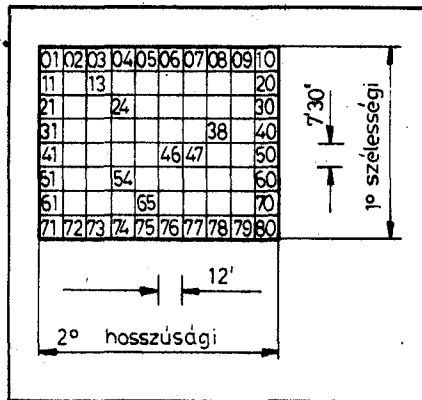
A másik megoldás az, hogy a meghajtó fokozatot kisebb mértékben modulálják, mint a végfokozatot (18.5. ábra). A gyakorlatban a meghajtó fokozatot a transzformátor teljes menetszámának $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ -ánál készített leágazáshoz kötik. A diódás megoldásnál az osztót úgy méretezik, hogy a negatív félperiódust szintén kb. 2-es, 3-as osztással vigye át.

(Folytatjuk)

A QTH-lokátor értelmezése

Kollár Ernő HA5DB

Az URH sávokon dolgozó amatőr-állomások számára igen fontos az ellenállomás pontos települési helyének ismerete, mivel ennek segítségével határozható meg a létesített összeköttetés távolsága. Ezek a QRB értékek egyben az URH versenyeredmények számításai alapját képezik. Egy-egy város nevének a megadása tehát nem elégséges, mivel így a távolság meghatározása pontatlan, arról nem is szólva, hogy a kisebb helységek nincsenek felüntetve a térképen. A QTH-lokátor

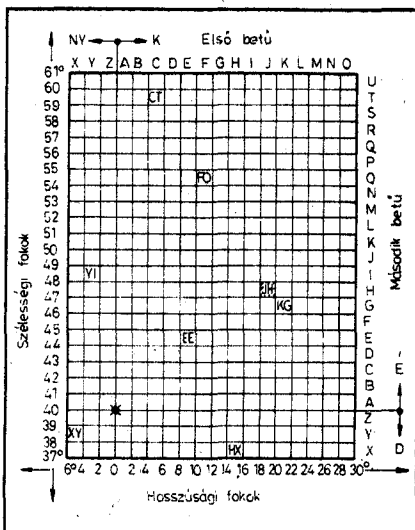


2. ábra

Az első nagybetű 2 fokként jelzi a hosszúsági köröket a greenwichi 0-foktól keleti irányba haladva A, B, C... X, Y, Z jelöléssel. A második nagybetű 1 fokként az északi szélességet mutatja a 40. foktól északra A, B, C... X, Y, Z betűkkel.

Bármely két nagybetűvel határolt négyszögben 80 kis négyszög (kis „kocka”) helyezkedik el, amelyek jelölése 01–80-ig folyamatosan a nagy „kocka” bal felső csúcsától a jobb alsó csúcs felé haladva emelkedik. A fokbeosztást a 2. ábrán látható rajz szemlélteti.

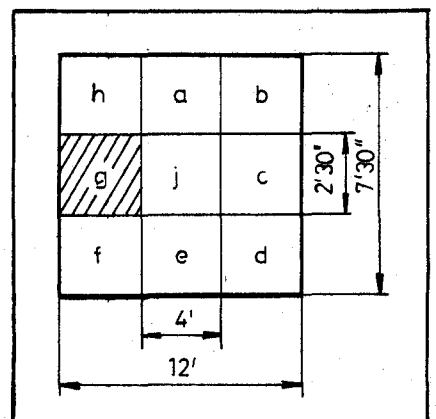
Az utolsó kisbetű jelzi az állomás „pontos” helyét, amely egy kisebb



1. ábra

(a legutóbbi IARU konferencián javasolták a QRA-kód helyett a QTH-kód használatát) lényege abban rejlik, hogy a helységnevek helyett két nagybetűt, két számot és egy kisbetűt adnak az állomások, amelynek alapján visszakereshetők az állomáshelyek, meghatározhatók a kérdéses távolságok, bármilyen léptékű térképen, illetve a kód felhasználásával a QRB is kiszámolható.

A QTH-lokátor a földrajzi szélességi és hosszúsági körök által alkotott négyszögekből (népszerű nevén „kockákból”) épül fel, amelyet az 1. ábra szemléltet.



3. ábra