

Szétszereltem egy elektrétmikrofont

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

A *HAM-bazár* kínálatában nagyon olcsón (100 Ft/2db áron) szerepel a kétkivezetéses elektrétmikrofonkapszula. De vajon minden olvasónk tudja, hogy hogyan működik? Egyáltalán: miféle anyag az az elektrét, mik voltak a felfedezésének, első előállításának körülményei? Az alábbiakban erről a témáról szólunk, miután tisztáztuk az „idősebb testvér”, a kondenzátormikrofon működését.

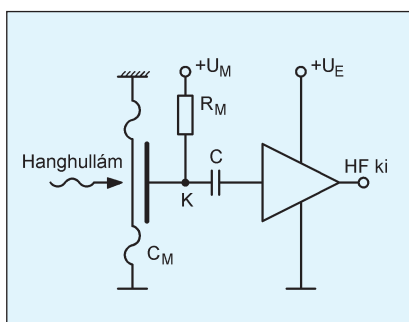
Kondenzátormikrofon

A kondenzátormikrofon (néha elektrosztatikus mikrofonnak is nevezik) látszólag rendkívül egyszerű felépítésű eszköz. Tulajdonképpen egy légszigetelésű, két, tárcsa alakú fegyverzetből álló síkkondenzátor, néhány pikofarádos C_M kapacitással. Az egyik fegyverzet a hangtérrel kapcsolatban levő vékony membrán (fém vagy fémezett műanyaghártya), a másik a mikrofonház belsejében rögzített, földpotenciálra levő fémtömb v. fémezett kerámia-tömb. Ha most a membrán kivezetéséhez munkaellenállást kapcsolunk, majd a soros RC tagot egy néhányszor tíz, de kétszáz voltnál általában nem nagyobb $+U_M$ egyenfeszültségre kapcsoljuk az **1. ábra** szerint, akkor a kondenzátor az R_M -en keresztül gyorsan feltöltődik, és a K kimeneten a tápfeszültség mérhető. Az R_M rendkívül nagy – akár gigaohmos nagyságrendben is lehet –, így gyakorlatilag csak a különböző okokból elszivárgó töltés pótlása a feladata. A kondenzátort tehát úgy tekinthetjük, hogy abban a töltésmennyiség állandó: $Q = C/U$, azaz a K ponton $U = C/Q$.

A rendszert hangtérbe helyezve a membrán rezeg, miközben a fegyverzetek távolsága változik. Amikor a membrán éppen közelít a fix fegyverzethez, a mikrofon kapacitása növekszik, tehát a fentiek szerint a feszültsége nő. Amikor pedig a két fegyverzet távolodik egymástól, a kapacitás csökken, a K ponton a feszültség csökken. Végeredményben a K ponton a nyomásváltozás gyakoriságával – azaz a hangfrekvenciával – azonos frekvenciájú fe-

szültségváltozás jelentkezik, aminek pillanatnyi amplitúdója a pillanatnyi hangnyomással arányos. A K pontra a C leválasztó kondenzátor közbeiktatásával egy rendkívül nagy bemenőellenállású mikrofonerősítő csatlakozik, melynek kimenőimpedanciája már kedvezően alacsony. Ez az erősítő vagy a mikrofonházban foglal helyet, vagy a mikrofonhoz közvetlenül csatlakoztatható, így a használat során azzal közös egységet képez.

A kondenzátormikrofonok hangminősége is és az érzékenysége is rendkívül jó, ezen paramétereikben általában felülmúlják a többi mikrofonrendszert, már csak azért is, mert a mozgó tömeget csupán pillekönnyű membrán tömege jelenti. Nem véletlen, hogy pl. az igazán profi hangnyomás-/zajmérő műszerek mikrofonjai is ilyen rendszerűek. A látszólagos egyszerűség sok számítást, előzetes kísérletet és igen kifinomult, jól reprodukálható gyártástechnológiát takar. Az egyik világhírű márka hagyományos felépítésű mérőmikrofonjai pl. 1,5 – 8 μm vastagságú (a membránátmérőtől függ) fém-membránt és attól 20 μm -re elhelyezett, korrózióálló acélból készi-



1. ábra

tett fix fegyverzetet tartalmaznak! Utóbbit kvarcgyűrű rögzíti. A fix fegyverzetben több zsák-, ill. átmenő légcsapillapító / kiegyenlítő furatot találunk, amelyek gondos kiképzésével a frekvenciamenet széles tartományban közel lineárisra tehető. Nem véletlen, hogy látszólagos egyszerűségük ellenére ezen mikrofonok ára igencsak borsos! Hasonló mikrofonok készülnének stúdiócéllra is. Utóbbi kondenzátormikrofonok és a dinamikus mikrofonok összevetésének soha le nem rágható csontja – pl. hogy a kondenzátormikrofonnak nem eléggé „lágy”, nem eléggé „meleg” a hangja – számos honlapon megtalálható.

Az elektrét és az elektrétmikrofon

A kondenzátormikrofonnal az a legnagyobb probléma, hogy tekintélyes polarizáló feszültséget igényel. Sok olvasónk, különösen a rádióamatőrök körében bizonyára nem ismeretlen *Oliver Heaviside* angol fizikus neve. Ő a 19. század végén arra a megállapításra jutott, hogy a mesterséges úton előállított permanens mágneses testekhez hasonlóan megvalósíthatók a permanens elektromos testek is. A megvalósítás azonban csak mintegy 30 évvel később, 1925-ben következett be, amikor *Motatore Eguchi* japán fizikusnak először sikerült előállítania permanens elektromos testet. Eguchi ezt a különleges testet, amelynek egyik fele pozitív, a másik fele negatív elektromos töltést mutatott, *elektrétnek* nevezte el. Az elnevezés a mágnes angol (magnet) analógiájára született. A tudós

méhviasz és karnauba viasz (a karnaubapálma leveléből nyert, a hazai kereskedelemben is beszerezhető anyag) egyenlő arányú keverékét megolvasztotta, és termosztátba helyezte. Közben 10 kV/cm-es homogén elektromos teret állított elő az olvadékban, ami az elektromos dipólnyomatékkal rendelkező viasz-molekulákat beforgatta az elektromos tér irányába. (Ez a dielektrikum polarizációja.) A teljes polarizáció beállta után a viaszolvadékot hirtelen lehűtötte, azaz „megfagyasztotta”. A megszilárdult keverékben az elektromos töltöttségi állapot is „befagyott”: az egyes molekulák dipóljai továbbra is párhuzamosan helyezkedtek el. Ezt a rendezett állapotot a molekulák hosszú időn át megtartják, a dielektrikum egyik felülete permanens negatív, a párhuzamos felülete permanens pozitív töltöttséget mutat.

Ma már speciális anyagú, egyik oldalukon átlátszóan vékony fémréteggel bevont műanyagfóliákat „villanyoznak fel”, bár előfordul elektrétkerámia-membrán is. A hőhatáson kívül egyéb hatások közreműködésével is polarizálhatók a modern anyagok. Ezek valamelyikéből készül a kondenzátormikrofonhoz hasonló felépítésű, de külső polarizáló feszültséget nem igénylő mikrofonok membránja. Valóban, a nevezett híres gyártónak és társainak kínálatában szerepelnek is ilyen mérő- és stúdió-mikrofonok, szintűgy rendkívül drágán. Ám a kommersz elektronikákat gyártó cégek és a hobbiták számára könnyen, olcsón is beszerezhetők jóval egyszerűbb, igénytelenebb felépítésű, tömegcikk-jellegű kis elektrétmikrofon-kapszulák. Jellegetességük a beépített FET-es illesztőfokozat, ami lehetővé teszi a mikrofon-

kapszula nagyon egyszerű felhasználását, kezdők számára is. A *HAM-bazár* kínálatában szereplő típust konstrukciós szempontból közelebbről is megvizsgáltam, a következőkben erről lesz szó.

Felépítés

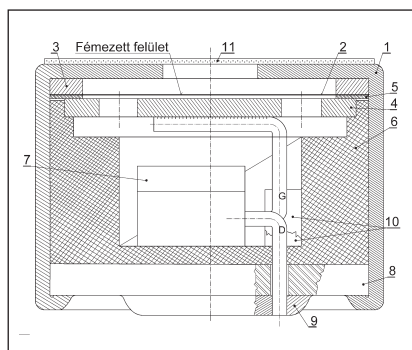
Az általam halálra ítélt mikrofont $\varnothing 9,6 \times 6,7$ mm-es, 0,4 mm falvastagságú folytatott 1, alumíniumkapszulába építették be (2. ábra; méretarányos hosszmetset). A tok tengelyében a homlokoldalon egy 2,6 mm átmérőjű furat van, ezen keresztül hat a hangnyomás a 2, fémezett elektrétfóliából készült membránra (ún. West-Sessler membrán; a fólia anyaga többnyire perfluor-propilén, esetleg teflon). A membrán és a tok homloklapja között helyezkedik el a 3, bronz távtartó gyűrű, amelynek vastagsága kb. 0,5 mm. A gyűrű belső átmérője 7 mm, ekkora tehát a membrán szabad átmérője. (Alig nagyobb, mint a szabványos, 1/4"-os mérőmikrofonoké.) A membránfóliát kifeszített állapotban ragasztották a gyűrűhöz.

A membrán másik oldalával párhuzamos a 4, fix fegyverzet. Ez korrózióálló acélból készült, $\varnothing 8 \times 0,5$ mm-es tárcsa, melynek $\varnothing 5$ koncentrikus lyukkörén 6

db $\varnothing 1,1$ kiegyenlítő furat található. A membrán elektrét felőli oldala és a fix fegyverzet közötti távolságot az 5, műanyag gyűrű állítja be kb. 70 um-re. A fix fegyverzet a 6, műanyag alaptest felső mélyedésébe illeszkedik. Az alaptestben szögletes üreget képeztek ki, ebben helyezkedik el a 7, n-csatornás speciális JFET. A FET gate kivezetését ellenállásheglesztéssel a fix fegyverzethez kötötték. A másik két kivezetés az egyoldalon (a külső síkján) fóliázott, 0,9 mm-es 8, nyáktárcsa furatain át annak 9, forrszigeteihez van forrasztva, amelyekből itt csak a drainé látszik. A lábakat az alaptest üregében két 10, borda szeparálja el egymástól. A forrszigetek egyben a mikrofon kivezetései: az elvezető huzalpárt – v. árnyékolt kábelt – is ezekhez kell forrasztani.

A source kivezetés padja három keskeny nyáksávon keresztül a panel kerületén körbefutó fóliagyűrűhöz csatlakozik. Amikor a mikrofont összeszerelték, azaz behelyezték a 3, 5 membránszerelvényt, az 5 gyűrűt, végül a 4 alaptest szerelvényét, a házat alulról a nyákra peremezték. Ez egyrészt összeszorítja az alkatrészcsomagot, másrészt a házat is a source kivezetés potenciáljára hozza. A membrán fémezett felületét a 3 gyűrű helyezi testpotenciálra. Végül a ház homlokfelületére felragasztják a 11, nehezen definiálható anyagból készült, leginkább bolyhos szövet benyomását keltő fekete körlapkát, ami a por és egyéb szennyeződéseknek a membrántérbe jutását akadályozza meg. Tudtommal akusztikai szerepe nincs.

Akusztikai szerepe lehet viszont a membrán feletti kis hengeres tér és a ház homlokfelületi furatfala együttesének, ezek utapró Helmholtz-üreget képeznek!



2. ábra

HP-990B In-circuit • SMD R-C-D mérő • 3³/₄ digitális kijelzés



R-mérés 40 Mohm-ig C-mérés 200 mikroF-ig
D-mérés kapcsolófeszültség-kijelzéssel
Relatívérték-mérés Aut. tápfesz. kikapcsolás

HAM-bazár Ár: 6.990 Ft 239-4932/36 m. 239-4933/36 m. 1550 Bpest., Pf. 123 hambazar@radiovilag.hu 1