

Előerősítő dinamikus mikrofonokhoz, szimmetrikus kimenettel

Csiszár János okl. villamosmérnök, Stúdió Szerviz Bt., csiszarjanos@t-online.hu

Stúdió minőségű mikrofon előerősítőt tervezni, gyártani nem egyszerű feladat. Ha ismerjük az elektronikus áramkörök tulajdonságait, ezen tulajdonságok hangzásra gyakorolt hatását, a megismerteket jól alkalmazva, viszonylag egyszerű áramkörökkel és alkatrészekkel eredményesen valósíthatjuk meg kitűzött célunkat. A bemutatásra kerülő erősítő, minőségét tekintve, a stúdió kategóriába tartozik, így alkalmas lehet kisebb rádió-, vagy tv-stúdiókban történő alkalmazásra is. Terveink közt szerepel a mikrofonokkal és mikrofonerősítőkkel bővebben is foglalkozni. Erre a novemberben megjelenő 2011-es RT évkönyvben kerítünk sort. (– A szerk.)

Minőség-meghatározó tényezők

Minden hangtechnikai elektronikus áramkört három alapvető tulajdonsága jellemez: a frekvencia-menet, a zaj és a harmonikus torzítás. Ezek a jellemzők az állandósult állapotra vonatkoznak, mint ahogy ezen paraméterek meghatározásához, méréséhez is egy állandósult jelet, a vizsgáló generátor jelet használjuk. A beszéd és a zene korántsem ilyen jellegű jelet eredményez, hanem tranziensekkel tarkított, meredek fel- és lefutású elektromos jelet. Ezt a jelalakot kell(ene) pontosan reprodukálni az előerősítő kimenetén, természetesen a megfelelő szintre erősítve. Az áramkörök impulzusátviteli képességét a jelemelkedési sebesség (slew rate) jellemzi, tehát erősítő áramkörünkben alkalmazott aktív elemeknél ezt a tulajdonságot is figyelembe kell venni. Az aktív elemek kiválasztásánál további szempontok az adott erősítés és kivezérlési szint mellett mérhető harmonikus torzítás, az erősítő frekvenciafüggő fázistolása, valamint az erősítő eszközzel elérhető minimális zajfeszültség.

Az aktív elem által termelt zaj a bemeneti ekvivalens zajfeszültségből és zajáramból (illetve a zajáram és a bemeneten található impedanciák szorzatából számolható zajfeszültségből) tevődik össze, ehhez adódik hozzá az áramkör bemeneti pontjain található ellenállások termikus zaja. A három zaj négyzetösszegéből vont gyök adja az ekvivalens bemeneti

zajfeszültséget, melynek erősítéseszerese jelenik meg a kimeneten, mint kimeneti eredő zaj.

A dinamikus mikrofonok impedanciája 50-600 ohm között változik, típustól függően. Tehát viszonylag kis impedanciáról van szó. Ez azt jelenti, hogy elsősorban az ekvivalens bemeneti zajfeszültség, valamint az ellenállások termikus zaja határozza meg az eredő zajfeszültséget, a kis impedanciák miatt a zajáram hatása kevésbé jelentős.

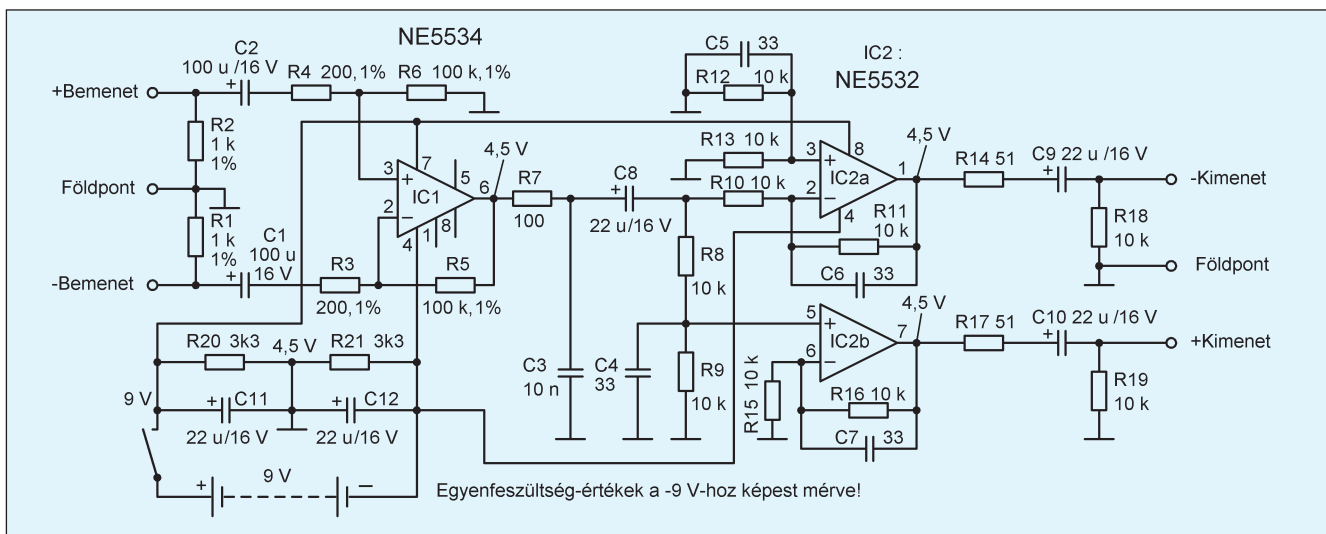
A fenti szempontok figyelembevételével került kiválasztásra az előerősítőben alkalmazott NE5534 típusú integrált áramkör. A nyomtatott áramkör kialakításánál az IC-k számára foglalat lett beültetve, hogy egy másik (jobb minőségű) aktív elem beszerzése után is meg lehessen mérni az előerősítő paramétereit.

Az előerősítő elvi működése

Az előerősítő kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Az IC1 a mikrofon jelet kivonó erősítőként fogadja, ezért fontos, hogy az erősítést meghatározó elemek (R3, R4, R5, R6) 1%-os toleranciájúak legyenek. A differenciális bemenőellenállás 400 ohm, ez az érték az 50-100 ohmos mikrofonok esetén optimális, nagyobb mikrofon-impedancia esetén R3, R4 ellenállást növelni kell, hogy ne terheljék a mikrofont. A nagyobb ellenállás kisebb erősítést eredményez, de a nagyobb impedanciájú dinamikus mikrofonok nagyobb kimenőfeszültséget szolgáltatnak, melyhez a kisebb erősítés is elegendő. Természetesen a nagyobb ellenállás a kisebb erősítéssel túl már nem az aktív elem, hanem az ellenállás zaja a mérvadó. A szélessávú zaj csökkentését végzi a 160 kHz töréspontú R7-C3 aluláteresztő szűrő.

A stúdió áramkörök kimenete földfüggetlen, szimmetrikus kialakítású, az átvitel során keletkező zavarok kiküszöbölésére. Működésük lényege, hogy a hangfrekvenciás jelből két, ellentétes fázisú jelet generálnak, amelyet az ehhez a jelátvitelhez tervezett fogadó erősítő dolgoz fel. A jelet átvivő kéteres, szimmetrikus, árnyékolt vezetéken a zavaró jelek azonos fázisúként jelennek meg, melyek a fogadó erősítő bemenetén elvileg kioltják egymást.





1. ábra

A szimmetrikus kimeneti erősítőknek ideális esetben egy transzformátort kell utánozni, vagyis a kimenet bármelyik pontja földelhető kellene legyen. A kapcsolatban szereplő kimeneti erősítő („line driver”) egy egyszerűbb típus, melynek kimeneti pontjai nem földelhetőek! Szimmetrikus jelbőgzadás esetén a két kimeneti pontot (+/-) kell bekötni, aszimmetrikus jelvezetés esetén csak a kettő közül az egyiket. Bármelyik kimeneti pont földelése a meghajtó IC egyik kimenetének földre zárását okozza, tehát elkerülendő!

A kimeneti szimmetrizáló erősítő DC-stabilitása érdekében a bemeneteken található ellenállások azonos értékűek. A jobb hőstabilitás, valamint a könnyebb szerelhetőség érdekében ezek az ellenállások (R12, R13, R10, R11, R8, R9, R15, R16) 2%-os toleranciájú ellenálláshálóval lettek megvalósítva. A 33 pF-os kondenzátorok a szimmetrizáló áramkör nagyfrekvenciás stabilitását biztosítják.

Az erősítő 9 V-os telepről üzemel, a +/- 4,5 V-os szimmetrikus tápfeszültséget az R20-R21 osztó alakítja ki a C11, C12 hidegítő kondenzátorokkal. Tekintettel a telepes táplálásra, egy másik kis panelen a telepfeszültséget ellenőrző áramkör lett kialakítva, mely LED-ekkel jelzi a telep állapotát. Normál esetben (teljes kapacitású telepnél) egy zöld LED világít, a telepkapacitás elvesztésének „X” százalékánál piros-zöld LED fel-

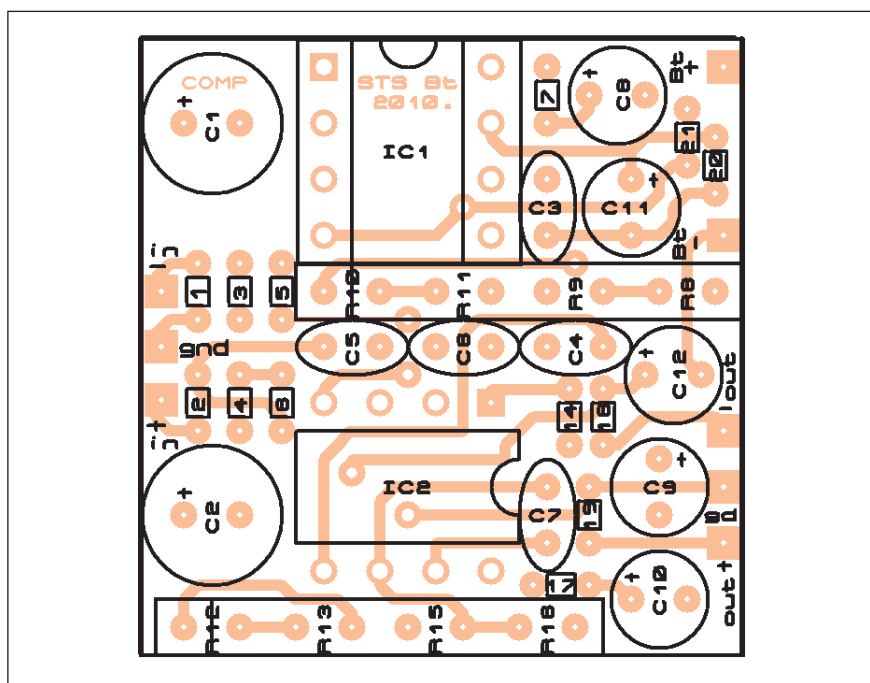
váltva villog, a kapacitás elvesztésének „Y” százalékánál pedig csak a piros LED villog, figyelmeztetve a szükségessé vált telepcsereére.

Az erősítés számítása

A dinamikus mikrofonok érzékenysége 1-2 mV/Pa nagyságrendben van, ez azt jelenti, hogy kb. 20 centiméter távolságból a normál erősségű emberi beszédre leadott feszültségük kb. 0,1-0,2 mV. Ha 100 mV nagyságrendű feszültséget szeretnénk az erősítő kimenetén, a szükséges erősítés

60 dB. A szimmetrizáló fokozat erősítése 6 dB, tehát az előerősítő által teljesítendő erősítés 54 dB, amelyet az R5-R3 viszony határoz meg: $20\lg(R5/R3) = 53,9$ dB. (A mintapéldány elkészítésénél csak 220 ohm, 1%-os ellenállás állt rendelkezésre, ezért a ténylegesen adódó erősítés $20\lg(100\,000/220) = 53,15$ dB lett.)

Amennyiben az előerősítőt aszimmetrikus kimenettel használjuk, az eredő erősítés is 54 dB-re adódik, hiszen ez esetben elmarad a szimmetrizáló fokozat kétszeres (6 dB) erősítése.



2. ábra

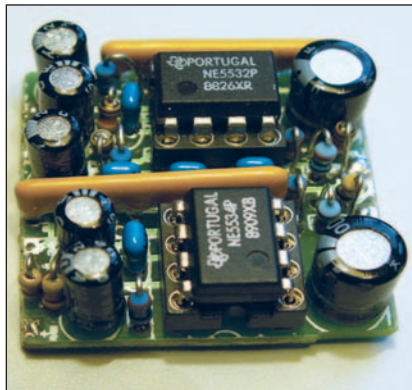
Az előerősítő elkészítése

Az előerősítő kétoldalas nyák-lapon készíthető el. A forrasztási és az alkatrészoldal fóliarajzolata a **229. oldalon** található. A nyomtatott áramköri lapon elhelyezett furatok mind lyukgalvanizálással készültek, így a nyák esetleges házi elkészítésénél ezt figyelembe kell venni! Az alkatrészek beültetése a **2. ábra** szerint végezhető el. (A rajzon az ellenállások zöme csak a sorszámával van jelezve.)

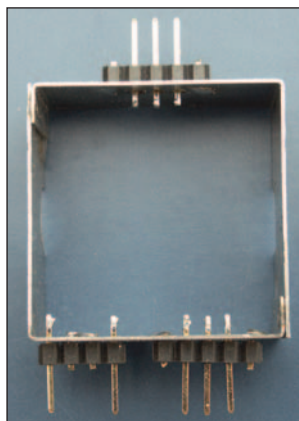
Az erősítőpanel szerelése a szokásos sorrendben történik, először az ellenállások, az ellenállás hálók, a kondenzátorok, majd az IC foglalatok kerülnek beforrasztásra. Az ellenállások két raszter méretűek, a jobb helykihasználás érdekében állítva szereltek (**1. fotó**).

A nagy erősítés miatt az áramkör a zavarokra fokozottan érzékeny, ezért a panelt egy fedelelkel zárható árnyékoló fémdobozba kell elhelyezni. A csatlakozási pontokat tűskesorból alakíthatjuk ki. A megfelelő pontokon az árnyékoló dobozhoz forrasztott tűskék rögzítik magát a tűskesort (**2. fotó**). A doboz belsejébe érő csatlakozási pontokhoz forrasztjuk a nyák megfelelő pontjait, így az elektromos csatlakozás biztonsága mellett a nyomtatott áramköri lap dobozon belüli rögzítése is megoldódik (**3. fotó**). Természetesen az áramkör csatlakozópontjai számára nagyobb furatot kell készíteni az árnyékoló dobozon, hogy elkerüljük a csatlakozópontok zárlatát.

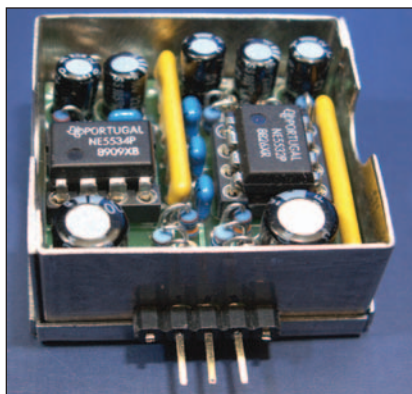
(Folytatjuk)



1. fotó



2. fotó



3. fotó

Stúdió Szerviz Bt. ajánlata

A fenti cikkben bemutatott előerősítő szerelt, bemért, bedobozolt, tehát teljesen kész állapotban megrendelhető 19.900 Ft áron. Csak a nyák-paneljei: előerősítő 1.400 Ft, telepellenőrző 1.500 Ft-ért. Csak a készre szerelt és bemért egységei: előerősítő 8.500 Ft, telepellenőrző: 5.500 Ft-ért.

Kérjen információt más stúdiótechnikai készülékeinkről! Speciális stúdió berendezések tervezése és kivitelezése igény szerint!

Stúdió Szerviz Bt. 1191 Budapest, Lehel u. 28.
Tel: +36 30 911 9600, e-mail: csiszarjanos@t-online.hu

Szomorú szívvel tudatjuk, hogy



DÓSA GYÖRGY
okl. villamosmérnök

a Rádiótechnika és évkönyveinek közismert szerzője 2009 szeptemberében, 80 éves korában váratlanul elhunyt.

A Műegyetem Villamosmérnöki Karán 1955-ben szerezte diplomáját, majd 1970-ben ugyanitt a Rádió-műsorszóró és Hírközlő Szakmérnöki oklevelét. 1955-től a Posta Rádióműszaki Hivatal, ill. annak utódainál dolgozott, és az Antenna Hungaria Rt. Fejlesztési osztályvezető-helyetteseként vonult nyugdíjba. Munkaterülete a közép- és a rövidhullámú műsorszóró, ill. a hosszú- és rövidhullámú kommunikációs adó- és antennahálózatok üzemeltetési, fejlesztési és rekonstrukciós munkálatai voltak. Foglalkozott hálózat-tervezéssel és hullámterjedési vizsgálatokkal és részt vett az OMFB hazai rádió-műsorszóró és rádiókommunikációs távlati fejlesztési munkálataiban, tanulmánytervek kidolgozásában. Szinte valamennyi hazai adóállomásunkért, a kis vidéki reléktől a solti nagyadóig, tett valamit. Fontos szerepe volt az új jászberényi rövidhullámú rádióállomás létrehozásában.

Lapunkban és évkönyveinkben rendre olvashattuk kiváló mérnöki szacikkeit, a rádióállomásaink történetét bemutató írásait. Az egykori PRMTIG „Modulátor” c. üzemi lapjának és a HTE „Híradástechnika” c. folyóiratának, ill. más szakmai folyóiratnak is aktív szerzője volt. A HTE adástechnikai, majd a szenior szakosztályában végzett tevékenységéért többször részesült elismerésben, kitüntetésben.

Kedves Gyuri bátyánk, tisztelt Szerzőnk emlékét megőrzi olvasóink és a

Szerkesztőség