

Mikrofon előerősítők építése

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

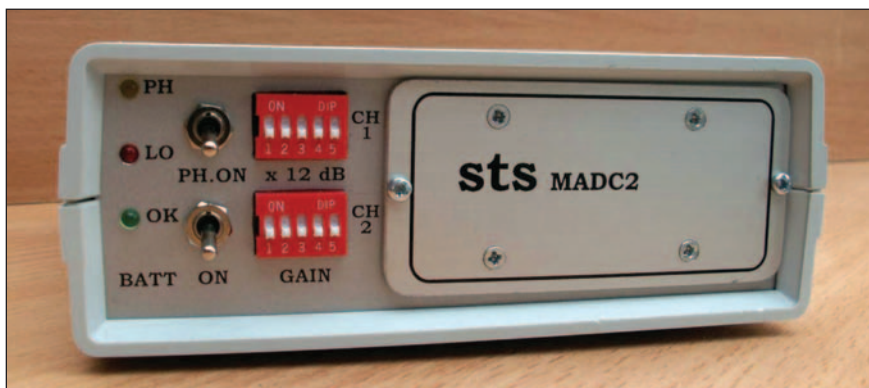
Most induló, több részes cikksorozatunk a 2011-es RT évkönyv „Mikrofonok és mikrofon előerősítők” c. elméleti jellegű cikkének folytatását jelenti, gyakorlati építési leírásokkal. Bemutatásra kerül egy XLR csatlakozó házba beépíthető erősítő modul és egy sztereó mikrofon erősítő, M/S dekóderrel. Utóbbi DC/DC konverteres tápellátását is bemutatja a szerző.

Alkatrészválasztás

A következőkben két mikrofon előerősítő építéséről lesz szó. Az egyik egyszerűbb, de célszerűen használható (XLR-házas **foto**), a második bonyolultabb, több szolgáltatással rendelkező, hangstúdióban vagy helyszíni felvételre egyaránt alkalmas konstrukció (**foto**).

A tervezés előtt ki kell tűzni a megvalósítandó célt, milyen szolgáltatásokat kell teljesíteni az áramkörnek, milyen műszaki specifikáció mellett. Ezután kerülhet sor az áramkör struktúrájának kiválasztására, diszkrét aktív elemekből (FET, bipoláris tranzisztor) épüljön fel a kapcsolás vagy úm. készen kapható integrált áramkörökből?

Ahogy korábban, a 2011-es RT ÉK cikkben írtuk, a három legfontosabb erősítő jellemző a sávszélesség, a torzítás és a zaj. Diszkrét aktív elemekkel lehet kiváló erősítőt tervezni, a befektetett munka meg is hozza gyümölcsét (Rupert Neve erősítők), de a ráfordított munka nagyságrendekkel több, mintha kész, gyári elemekből építkezünk. Zaj tekintetében érhetünk el minimális javulást a gyári, kész mikrofonerősítőkkel szemben, a sávszélesség és



torzítás értékek tekintetében viszont nincs értelme a gyári erősítő IC-k paramétereinél jobbra törekedni!

A két, bemutatásra kerülő erősítő szolgáltatásban erősen eltér egymástól, a műszaki specifikációjuk viszont azonos a frekvenciasáv, torzítás és zaj tekintetében. Határozzuk meg elsőnek az építendő mikrofon erősítő műszaki paramétereit:

- A jó tranziens átvitel érdekében tűzzük ki célul a 150 kHz-es sávszélességet, legyen ugyanakkora a „teljesítmény sávszélesség” (f_p) is!
- Saját zaj tekintetében legyen célunk az elméletileg megvalósítható (200 ohm forrásimpedanciánál -129,5 dBm) értéket legjobban megközelítő, de leg-

alább -120 dBm bemenetre redukált zaj elérése!

- A teljes harmonikus torzítás és a járulékos zaj (THD+N) legyen század százalék nagyságrendű!
- A maximális kimenőszint legyen legalább 20 dBm (7,75 V_{eff}), a nagy dinamikatartomány érdekében.

Fenti megfontolások után esett a választás az ANALOG DEVICES cég SSM2019 típusú, előerősítő célú integrált áramkörére („elődje” az SSM2017 volt), mely zaj, torzítás, maximális kimenőszint és sávszélesség tekintetében minden igényt kielégít. Az áramkör egy elem kivételével járulékos frekvencia- (fázis-) kompenzálást nem igényel, szimmetrikus bemenetű, az erősítés állítás pedig a lehető lelegegánsabb, egy változtatható ellenállással megoldható. Az áramkör elektromos jellemzőit adatlapjának egy részlete is jól szemlélteti (**1. ábra**).

A rendkívül kis értékű ekvivalens bemeneti zajfeszültség (1 nV/√Hz) kis forrásimpedanciák esetén, ami a mikrofon erősítők esetében teljesül, kiváló „EIN” érték elérését teszi lehetővé. Az IC adatlapja szerint 150 ohmos

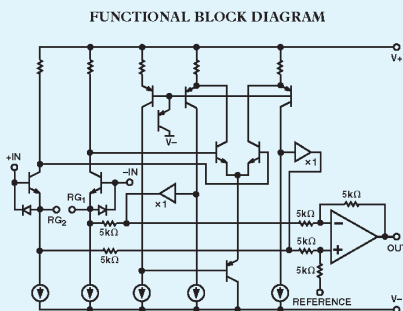


FEATURES

Excellent Noise Performance: 1.0 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ or 1.5 dB Noise Figure
 Ultra-low THD: < 0.01% @ G = 100 Over the Full Audio Band
 Wide Bandwidth: 1 MHz @ G = 100
 High Slew Rate: 16 V/ μs @ G = 10
 10 V rms Full-Scale Input, G = 1, $V_S = \pm 18\text{ V}$
 Unity Gain Stable
 True Differential Inputs
 Subaudio 1/f Noise Corner
 8-Lead PDIP or 16-Lead SOIC
 Only One External Component Required
 Very Low Cost
 Extended Temperature Range: -40°C to $+85^\circ\text{C}$

APPLICATIONS

Audio Mix Consoles
 Intercom/Paging Systems
 2-Way Radio
 Sonar
 Digital Audio Systems



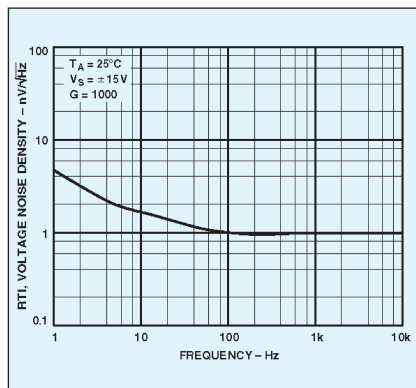
PIN CONNECTIONS

8-Lead PDIP (N Suffix)
 8-Lead Narrow Body SOIC (RN Suffix)*

1. ábra. Az SSM2019 adatlapjának egy részlete

forrásimpedancia esetén az IC zajfeszültségből, zajáramból és az ellenállás termikus zajából összesen $U_{ZE} = 1,94\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ zajfeszültség adódik, amely 150 kHz sávszélesség esetén $U_Z = 1,94\sqrt{150\,000} = 751\text{ nV}$ ekvivalens bemeneti zajt eredményez. 60 dB erősítés esetén a kimeneti zaj 751 mikroV nagyságú, vagyis az $EIN = 60 + 60,27 = 120,27\text{ dBm}$ -re adódik. A valós érték ennél kissé rosszabb lesz, hiszen nem alkalmazunk mesterséges sávkorlátozást, ezért az IC 150 kHz felett is erősít, igaz egyre csökkenő mértékben.

A félvezetők működési elméletéből következően ez a zajérték, amelynek teljesítmény sűrűség függvénye frekvencia függetlennek tekinthető, egy frekvencia alatt növekedni kezd a frekvencia csökkenésekor. Minél kisebb



2. ábra. A „flicker zaj” alakulása az SSM2019-nél

frekvenciára tudják helyezni a tervezők ezt a töréspontot, annál kevésbé érződik a hatása a csökkenő frekvenciával növekedő zajnak, az ún. „flicker zajnak”. Az adatlapon található „Subaudio 1/f Noise Corner” megfogalmazás pontosan erre utal (2. ábra).

Vizsgáljuk meg, hogy a kiválasztott IC-vel teljesíthető-e a tervezett 150 kHz-es sávszélesség! Az adatlappól kitűnik, hogy a sávszélesség frekvenciafüggő, A = 100 erősítés mellett 1 MHz. Ha a mikrofon erősítővel maximum 60 dB-t szeretnénk erősíteni (ebben ben-

ne van a kimeneti szimmetrizáló fokozat 6 dB erősítése is), az SSM2019 IC-nek 54 dB-t, azaz 500-szorosát kell erősíteni. Az adódó sávszélesség az 1 MHz-nek ötöd része, tehát 200 kHz, ami megfelel a célkitűzéseknek.

Vizsgáljuk meg az elérhető teljesítmény-sávszélesség értékét is, a célkitűzés szerint ennek is legalább 150 kHz értékűnek kell lenni.

A teljesítmény-sávszélesség:

$$f_p = \frac{\text{slew rate}}{\pi U_{KI\ P-P}} = \frac{16}{3,14 \cdot 14,1} = 0,36\text{ MHz}$$

tehát az integrált áramkör ezt a feltételt is teljesíti!

Az SSM2019 maximális kimenőfeszültségét $5 V_{eff}$ -nek vesszük, hiszen az azt követő kimenőerősítő kétszeres erősítése után adódik a maximális kimeneti feszültség (az adatlap szerint), a $10 V_{eff}$.

Az $5 V_{eff}$ feszültségértéknek felel meg a képletben szereplő 14,1 V csúcstól-csúsig mért feszültségérték. Az adatlappól látható az is, hogy a tervezett THD értéke (kisebb, mint 0,01%) is megfelel az elvárásoknak.

A professzionális mikrofon erősítő kimenete bőséges túlvezerlési tartalékkal rendelkezik,

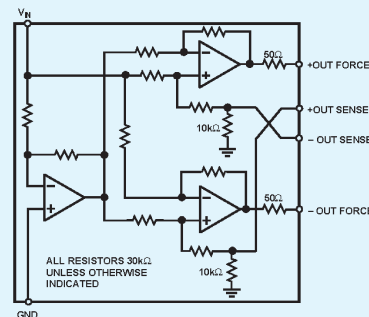
FEATURES

Transformer-Like Balanced Output
 Drives 10 V RMS Into a 600 Ω Load
 Stable When Driving Large Capacitive Loads and Long Cables
 Low Distortion
 0.006% typ 20 Hz-20 kHz, 10 V RMS into 600 Ω
 High Slew Rate
 15 V/ μs typ
 Low Gain Error
 (Differential or Single-Ended); 0.7% typ
 Outputs Short-Circuit Protected
 Available In Space-Saving 8-Pin Mini-DIP Package
 Low Cost

APPLICATIONS

Audio Mix Consoles
 Distribution Amplifiers
 Graphic and Parametric Equalizers
 Dynamic Range Processors
 Digital Effects Processors
 Telecommunications Systems
 Industrial Instrumentation
 Hi-Fi Equipment

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



3. ábra. Az SSM2142 adatlapjának egy részlete