

Korszerűsített QUAD végerősítő

Urbán István okl. villamosmérnök

A QUAD-405 a '80-as évek csúcsminőségű erősítőinek egyik legismertebb reprezentánsa. Még ma sem veszített semmit a népszerűségéből; sokak szemében "etalon" az erősítők között! Ez indokolta, hogy a műveletierősítő-technológiában született újdonságokat felhasználva újra foglalkozzunk vele. A kapcsolás tekintetében nem alkottunk újat, csupán apróbb módosításokat eszközölve még tovább javítottuk az erősítő paramétereit. Ennek megjelelően az eredeti áramkör leírása, amely a Rádiótechnika 1981/5-7. számaiban olvasható, nem sokat változott, az továbbra is felhasználható. Az alábbi írás az említett cikksorozat kivonata, mivel most nem az elméleti alapokra, hanem a gyakorlati munkára helyeztük a hangsúlyt.

A QUAD-405 áramkörének működése:

Az 1. ábra kapcsolási rajzán látható, hogy az erősítőben több visszacsatoló kör és fázisjavító tag gondoskodik az előírt frekvenciamenetről és erősítésről. A műveleti erősítő váltakozó feszültségű erősítését az R3/R6 viszony határozza meg. A negatív visszacsatolás C3 miatt 1 Hz alatt gyakorlatilag hatástalan. Az erősítő kimenőpontjáról az R3-R5 útvonalon a 100%-os negatív visszacsatolás stabilizálja a kimeneti DC-szintet. Miután az erősítő egyenfeszültségű szempontból egységnyi erősítésű, a kimeneten megjelenő ofszet meg-egyezik a műveleti erősítő bemeneti ofszetjével.

Az A-osztályú erősítő feszültségerősítését és nagyfrekvenciás viselkedését elsősorban annak a hídnek az elemei határozzák meg, amelynek keresztágában helyezkedik el az ún. "Current Dumper" végfokozat.

A C9 kondenzátorral gyors integrátort alakítottak ki az A-osztályú erősítőből, de ez egyúttal a híd része is. A híd következő eleme az R37. A dumperfokozat kimeneti áramának figyelését az L2 induktivitás, a híd 3. eleme végzi. A híd 4. eleme az R16 R17 párhuzamos eredője, amely egyúttal R15 segítségével beállítja az A-osztályú erősítő, feszültségerősítését, elősegítve ezzel az igen jó linearitású működést.

Ugyanezen az úton jut a negatív kompenzációt végrehajtó feszültség az A-osztályú erősítőbe, a dumper fokozat működése közben az L2-n létrejövő járulékos feszültségesés következtében. Ez a hibajel végigfut az A-osztályú erősítőn és megjelenik a kimeneten is azonos amplitúdóval, de ellentétes fázissal, mint az L2-a keletkező hibajel. A kimeneten a két feszültségkomponens kivonódik egymásból.

Így mind az R37, mind az L2 irányából érkező jel (áram, feszültség) erősen torzított, de pontosan egyformán és ellenkező előjellel, egymásnak tükörképei. Miután a hangszórón összegződnek, a két hibajel eredője zérus, ezért még a híd kismértékű kiegyenlítetlensége esetén is kitűnő, torzítatlan kimenőjelet kapunk!

A működést az A-osztályú erősítő hibája, a híd kiegyenlítetlensége és a current dumping technikától teljesen független NE5534 műveleti erősítő torzítása befolyásolja. Az áramkör konstruktőrei szerint a szabadalmazott megoldás kb. 26 dB torzításjavulást eredményezett, úgyszólván ingyen. A gyors integrátorra kiképzett A-osztályú erősítő túlságosan nagy sebességű vezérlését az R, , -C6 integráló tag korlátozza. Ez maximálja az egész nagyjelű erősítő sáv szélességét, slewrate értékét és meggátolja a túlságosan gyors vezérlőimpulzusok okozta tranziens torzítást. Ez az egyik legegyszerűbb módszer a tranziens intermodulációs torzítás ellen.

Az A-osztályú erősítő megfelelő nagyfrekvenciás fázismenetéről a C9en kívül a Cg-R,4 komplexum, továbbá C10 gondoskodik. Az L3-R33 és Li-R;6 kis jóságú induktivitások a dumper-fokozat bekapcsolása köz ben létrejövő többletfázistolás hatást kompenzálják ki.

Konstrukció, technológia

Amíg a kapcsolás alapjában nem változott az eredetihez képest, a nyák-terven lényeges módosításokat láttunk szükségesnek végrehajtani. Az eredeti panel vonalvezetése, a főliásávok vonalvastagsága, valamint a létfontosságú induktivitások kivitelezése és szerelhetősége enyhén szólva kritikán aluli volt. Ezeket kijavítva teljesen új konstrukciót adunk az ön kezébe.

Első lépésben a kisbétájú 2N3442-t váltottuk ki a katalógusadatok alapján is nagyobb bétájú és könnyebben szerelhető BD245C vagy BD249C típusú tranzisztorokkal. Az előerősítő részben lecseréltük a ma már elavultnak tekinthető LM301. A műveleti erősítőt. Választásunk a kis torzítású és kis kimeneti impedanciájú NE5534-re esett. Emiatt a régi panelen néhány alkatrész fölöslegessé vált, így az új panelről ezek lemaradtak.

A műveleti erősítő torzításának további csökkentése érdekében növeltük a visszacsatolást az R2 és R3 ellenállások 22 k Ω -ról 33 k Ω -ra történő növelésével. Ezáltal kedvezően nőtt a bemeneti impedancia is. Kismértékben módosítottuk a rövidzárvédelmet, mert gondot okozhat az eredeti kapcsolásban alkalmazott 0,091 Ω -os ellenállások elkészítése. Ezeket a kereskedelemben beszerezhető 0,1 Ω -osra cseréltük. Az értéknagyobbodás kompenzálására a tranzisztorok bázisába egy-egy ellenállásosztó került (R22, R26). Ezek elemeit úgy választottuk meg, hogy a kimenő jelet határoló áramkör, más szóval a rövidzárvédelem az eredeti 90 W-tól eltérően 100 W fölött lépjen csak működésbe.

Az erősítő tekercseit egyforma műanyag csévetestekre készítettük el, így rögzítésük biztonságosabb. A csévetest átmérője nagyobb az eredeti magátmérőnél, ezért a menetszám úgy módosult, hogy induktivitásuk az előírt 3, illetve 6,9 μ H maradjon. (A tekercsadatokat a kapcsolási rajzon feltüntettük.). A viszonylag nagy átmérőjű huzalnak köszönhetően mindhárom tekercs önhordó, nem kíván külön rögzítést.

Az R30, R31 pozíciószámmal feltüntetett ellenállásokat nagyobb teljesítményűre cseréltük az eredetihez képest, mert azok alulméretezettek voltak. Az R16, R17 ellenállások terhelhetősége viszont túlméretezett volt, ezért ezek kisebbek lettek.

Az új panelen helyet kaptak azok a kondenzátorok is, amelyek a gerjedés megakadályozásában játszanak szerepet. Ezek a C12, C13 és C14. Ezek beépítése után egyetlen esetben sem tapasztaltuk, hogy gerjedések lépnének fel, amelyek megszüntetése érdekében szükség lett volna a T10 bázisa és kollektora közé kondenzátort kötni, ahogy azt az eredeti cikk javasolta. Ennek ellenére ennek is helyet hagyunk a panelen, C15 pozíciószámmal. Beültetését csak gerjedés esetén javasoljuk.

Az áramkör szerelése, élesztése

A szerelést az új, a Hobbi Elektronikánál tervezett, forrasztásgátló lakkal védett és a pozíciószámukat is feltüntető panelen érdemes elkezdni.

A nyák a 2. ábrán látható rajzolat alapján készült. Ezen általában minden beültetési hely (furattávolság) megfelel az egységcsomagban található alkatrészekhez, így az eredeti hűtőbordát felhasználva esztétikus, jól dobozolható, stabilan működő erősítőt építhetünk. Ez ugyan szükséges, de nem elégséges feltétele a hibátlanul üzemelő erősítő készítésének; az ön hozzáértésére és szakszerű munkájára továbbra is nagy szükség van!

A panel beültetését 3. ábra alapján az ellenállásokkal kezdjük és az induktivitásokkal, majd a tranzisztorokkal fejezzük be. Minden alkatrészt ültessünk le a panel szintjére, hogy ne legyen rajta lógó, zárlatot okozó alkatrész! A tranzisztorok szerelésénél vigyázzunk, mert a hűtőhorda - vagy a címlapon is látható mintadarab esetében a hűtőbordára szerelt L-idom - a tranzisztor hűtőzászlója és a panel közé kerül.

Ennek megfelelően a tranzisztorok lábait derékszögben le kell hajlítani, majd a helyükre illeszteni, de nem kell beforrasztani. Helyezzük az egységcsomagban található L-idornot a tranzisztor és a panel közé úgy, hogy kellő távolságban, kb. 2 mm-re legyen a tranzisztorok lábától! Jelöljük meg a rögzítőcsavarok helyét, majd fúrjuk ki Ø3,5 mm-es fúróval, és alaposan sorjazzuk le, nehogy a sorja átszúrja a szigetelő alátétet! A csomagban található szigetelőgyűrűket és csillámalátéteket felhasználva csavarozzuk fel a panelt a tranzisztorokkal együtt a hűtőbordára. A tranzisztorok lábait akkor kell beforrasztani, amikor a hűtőzászló már egész felületével felfekszik a hűtőbordára.

Ha minden kész, ellenőrizzük a szigetelést a tranzisztorok és a hűtőborda között! Ha nem tapasztalunk zárlatot vagy átvezetést, kapcsoljunk $\pm 35...50$ V-os tápfeszültséget a megfelelő kapcsokra. A tápvezetékek és minden más nagyáramú hozzávezetés csatlakoztatásához FS1536 típusú "flachstecker"-t (a gépkocsikban is használatos rátolható csatlakozóhévelyt) használjunk; ezeket az egységcsomag tartalmazza.

Hanggenerátorral és oszcilloszkóppal, terhelés nélkül ellenőrizzük az átvitelt! Ha gerjedés tapasztalható, először a tápegységnél keressük az okát. (A tápegység készítéséhez és a dobozolásal kapcsolatos problémák megoldásához, a fellépő gerjedések megszüntetéséhez hasznos tanácsok olvashatók a Hobby Elektronika 1993/8. számában, a 300 W-os erősítővel foglalkozó cikk 2. részében. Mivel ott is végfokról van szó, a leírtak értelemszerűen a QUAD-nál is alkalmazhatók.)

Egy ilyen erősítőt célszerű kiegészíteni megfelelő védőáramkörrel, ami elsősorban a hangszórókat óvja a ki- és bekapcsolás során fellépő anomáliáktól és az erősítő esetleges meghibásodása során a kimeneten megjelenő DC-szinttől. Egy jó minőségű védelem ismertetése található meg a Hobby Elektronika '93 /9. számában; ennek egységcsomagja az üzletemben megvásárolható.

Alkatrészlista

IC

1 NE 5534 (TL 071)

Tranzisztorok

1, 3, 4, 5, 6 BC212
2 BC 300
7, 8 BD 242 C
9, 10 BD 249 C (BD 245 C)

Diódák

1, 2 ZPD 15
3, 4, 5, 6 1N 4148

Tekercsek

1, 3 6,9 μ H (25,5 menet \varnothing 16 mm-es csévetesten \varnothing 1 mm-es CuZn huzalból)
2 3 μ H (16 menet \varnothing 16 mm-es csévetesten \varnothing 1 mm-es CuZn huzalból)

Kondenzátorok

1 470 n
2, 7 100 μ
3 47 n
4, 5 10 μ
6 1 n
8 330 p
9 120 p
10 330 p
11 47 μ /40V
12, 13, 14 100 n
15 2,2 n

Ellenállások

1 220 k
2, 3, 4 33 k
5 4,7 k
6, 22 330 k
7, 8, 9, 10 8,2 k
11, 14, 19 3,3 k
12 560 Ω
13 22k
15 180
16, 17 1k /2W
18 100
20 270
21 1,2 k
23, 27 82
24, 28, 33, 35, 36 22
25, 29 15 k
26 330
30, 31 510 /3W
32, 34 0,1 /5W
37 47
38 10



