

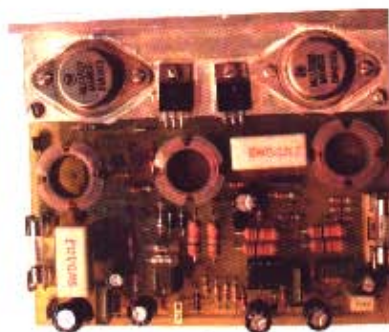
200 W-os QUAD-405 professzionális HIFI erősítő

URBÁN ELEKTRONIKA Kft., www.urbanelektronika.hu

A QUAD-405 évtizedek óta a csúcsmínőségű erősítők egyik legismertebb reprezentánsa. Még ma sem vesztett semmit a népszerűségéből, etalon a területén. Az analóg erősítő technológiában született újdonságokat felhasználva már többször javítottuk a paramétereit. Egy jobb műveleti erősítő alkalmazása és néhány tranzisztor kicserélése mindig hozott valamilyen mérhető és hallható javulást. Ezúttal is egy módosított változatot ismertetünk, de a módosítás iránya változott. Most a teljesítmény növelésére helyeztük a hangsúlyt.

A célunk az volt, hogy a QUAD minden előnyös paramétereit megtartva az „alapváltozat” teljesítményét a duplájára, 200 W-ra emeljük. A feladat nem is olyan egyszerű, hiszen ez elsősorban a tápfeszültség emelését vonja maga után. 200 W szinuszos teljesítményhez 4 ohmos hangfal esetében 80 Vpp (80 V csúcstól csúcsig) jel szükséges. Ha azt akarjuk, hogy az erősítő a csúcsteljesítmény határán se rogyjon össze, ehhez a jelszinthez $\pm 50...55$ V körüli tápfeszültség szükséges. Még nehezebb lesz a helyzet 8 ohmos hangfalak esetében, amikor is a kimenőjel úgy 115 Vpp-re tehető. Az ehhez szükséges tápfeszültség értéke pedig $\pm 60...65$ V-ra növekszik. Ez a néhány adat jól mutatja, hogy a teljesítmény növelése nagyfokú körülmények között igényel mind a félvezetők, mind pedig a technológiai és disszipációs problémák hatékony megoldásában. A félvezetők megfelelő típusválasztása azonban csak szükséges, de nem elégséges lépés a korrekt megoldás érdekében, mert ennél sokkal fontosabb a felhasznált tranzisztorok paramétereinek pontos ismerete és ez alapján azok összeválogatása. Az ilyen nagyteljesítményű erősítő építésénél erre fokozottan oda kell figyelni! Ne dőlünk be az ellenkező híresztelésnek, hogy erre semmi szükség, mert nem szerencsés, ha saját kárán tanul az ember...

Az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletében megvásárolható



egységcsomag ennek megfelelően lett összeállítva. Egy rövid ismertetővel szeretném segíteni a döntést, hogy érdemes-e az egységcsomagot preferálni. A teljesítmény-félvezetők igényes válogatására digitális tárolású karakterisztika ábrázoló és analízis rendszerrel kell használni. Ilyen ipari félvezető mérőrendszer az EMG 1577B készüléke, a 15776B nagyáramú mérőfőikkal. A műszer működés közben a 1. ábrán látható. Ez a készülék a képernyőn egyszerre 8 eszköz karakterisztikáját képes ábrázolni. A karakterisztika bármely

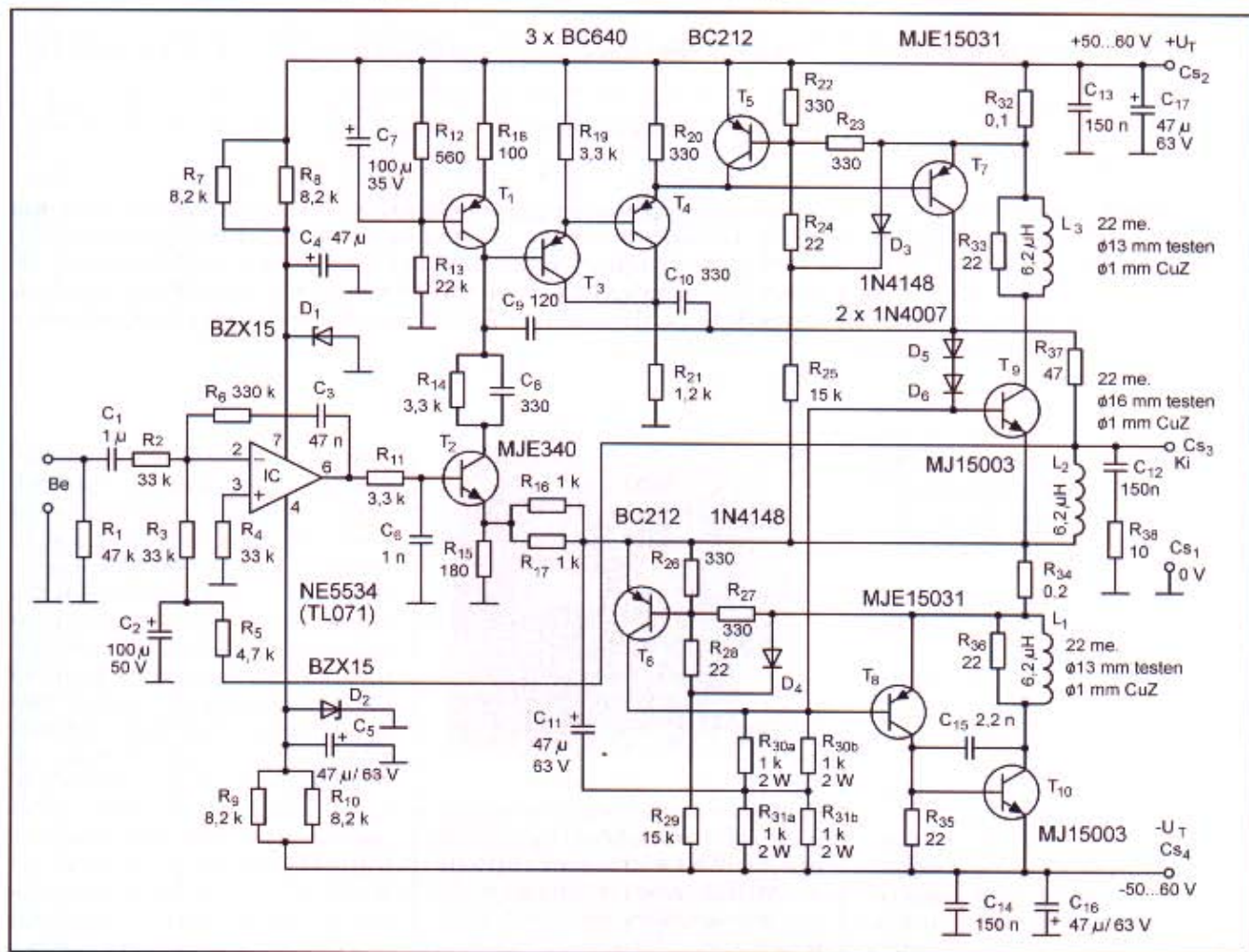


1. ábra

pontján, a markerrel kiválasztott, tárolt adatokat és a belőlük számolt mennyiségeket, mint például az áramerősítési tényező, dinamikus ellenállás, meredekség, letörési feszültség, a készülék számszerűen kiírja a képernyőre. Az elektronikus tűrésmező generátor pedig segít az összeválogatásban. Ezek a mérések amatőr körülmények között nehezen végezhetőek el. Adódik azonban az a kérdés is, hogy rendelkezésünkre áll-e megfelelő mennyiség az adott félvezetőből, hogy szigorú tűrésmezővel is válogathassunk? A tapasztalat szerint minimum 50 darabos készletből célszerű a válogatást elkezdeni.

Az áramkör működése

A QUAD-405/200 2. ábrán látható kapcsolási rajzát tanulmányozva feltűnik, hogy az erősítőben több visszacsatoló kör és fázisjavító tag gondoskodik az előírt frekvenciamenetről és erősítésről. A műveleti erősítő változó feszültségű erősítését az R_6 és az R_3 hányadosa határozza meg. A negatív visszacsatolás C_3 miatt 1 Hz alatt hatástalan. Az erősítő kimenőpontjáról az R_5 - R_3 útvonalon a 100%-os negatív visszacsatolás ellenőrzi a kimeneti DC-szint értékét. Miután az erősítő egyenfeszültségű szempontból egységnyi erősítésű, a kimenőpontra megjelenő offset megegyezik a műveleti erősítő bemeneti offsetjával. Az „A” osztályú erősítő (I_2) feszültségéregősítését és nagyfrek-



2. ábra

enciás viselkedését elsősorban a híd elemei határozzák meg. A C_9 -es kondenzátor az „A” osztályú erősítővel gyors integrátort alakot, úgy, hogy az egyúttal a híd egyik impedanciája is. A híd következő eleme az R_{37} . A dumper fokozat kimenő áramának figyelését az L_2 induktivitás, a híd 3. eleme végzi. A híd 4. eleme az R_{16} , R_{17} párhuzamos eredője, amely egyúttal az R_{15} segítségével beállítja a T_2 feszültség-erősítést, elősegítve ezzel az igen jó linearitását működést. Ugyanezen az úton jut a negatív kompenzációt végrehajtó feszültség az „A” osztályú erősítőbe, a dumper fokozat működése közben az L_2 -n létrejövő járulékos feszültségésés következtében. Ez a hibajel végigfut az „A” osztályú erősítőn és megjelenik a kimeneten is azonos amplitú-

dóval, de ellentétes fázissal, mint az L_2 -n keletkező hibajel. A kimeneten a két feszültségkomponens kivonódik egymásból. Így mind az R_{37} , mind az L_2 irányából érkező jel (áram, feszültség) erősen torzított, de pontosan egyformán és ellenkező előjellel, egymásnak tükörképei. Miután a két hibajel kivonódása a hangszórón jön létre, a híd kismértékű kiegyenlítettensége még kitűnő, torzítatlan kimenőjelet eredményez. A működést az A osztályú erősítő hibája, a híd kiegyenlítettensége és a current dumping technikától teljesen független NE5534 műveleti erősítő torzítása befolyásolja. Ez a megoldás kb. 26 dB torzításjavulást eredményezett, úgyszólván ingyen. A gyors integrátorral kiképzett „A” osztályú erősítő túlságosan nagy

sebességű vezérlését az R_{11} , C_6 integráló tag határozza meg. Ez maximálja az egész nagyjelű erősítő sáv szélességét és meggátolja a túl gyors vezérlőimpulzusok okozta tranziensztorzítást. Ez az egyik legegyszerűbb módszer a tranziensztorzítás elleni védekezésnek. Az „A” osztályú erősítő megfelelő nagyfrekvenciás fázismentéről a C_9 -en kívül a C_8 , R_{14} komplexum, továbbá C_{10} gondoskodik. A dumper fokozat bekapcsolása közben létrejövő többlet fázistolás hatását kompenzálják ki az L_3 (R_{33}) és L_1 (R_{36}) kisjóságú induktivitások.

Az erősítő szerelése, élesztése

A QUAD-405/200 nyomtatott áramköre egyoldalas lemezre készült, melynek rajzolata a

205. oldalon látható. A panelt – fóliázatának bonyolultsága miatt – csak rutinos nyákkészítőknek ajánljuk házilag elkészíteni. Célszerűbb az erősítőt a *méret helyes és összeválogatott* alkatrészek felhasználásával egységcsomagból megépíteni, hogy a szerelés megkezdésekor minden együtt legyen az asztalon. (Egységcsomag az URBÁN ELEKTRONIKA-nál folyamatosan kapható. Lásd e cikk végén a hirdetésben.)

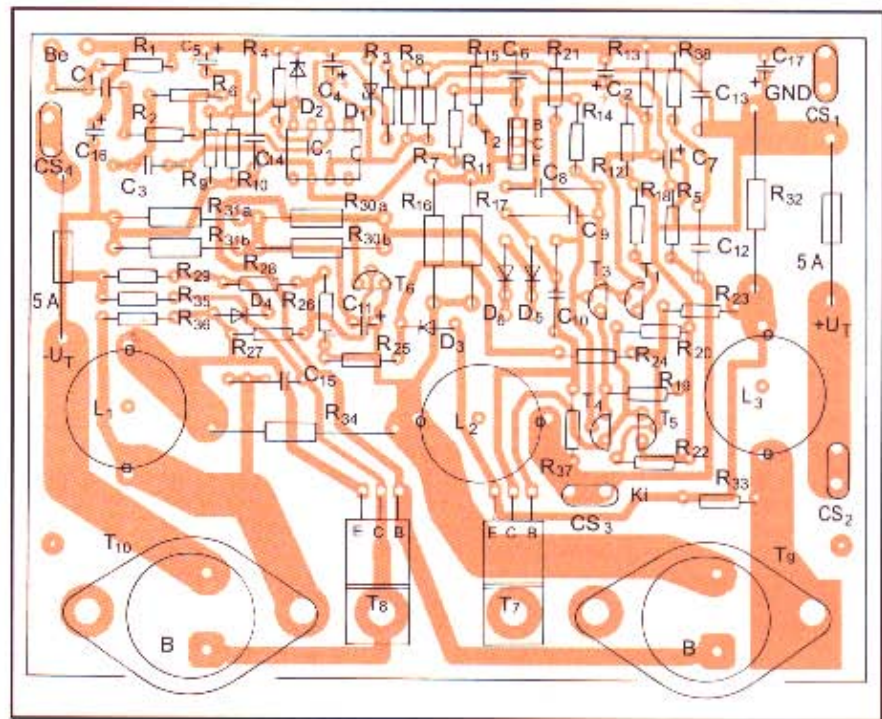
A QUAD-405/200 alkatrészbeültetési rajzát a **3. ábra** mutatja. A panel beültetését az ellenállásokkal kezdjük és az alkatrészek magassági méretének sorrendjében folytassuk, mert így elkerülhető az, hogy a forrasztandó alkatrész a panel megfordításakor a helyéről elmozduljon. Az ellenállásokat lehetőleg ne a rajtuk levő színkód alapján azonosítsuk, értéküket inkább ohm-mérővel mérjük meg. A teljesítmény-ellenállások kivételével minden alkatrészt ültessünk le a panel szintjére. Az R_{30} , R_{31} jelzésű ellenállásokat az R_{16} , R_{17} -hez hasonlóan két ellenállás párhuzamos eredőjéből állítjuk elő. Ezek pozíciószáma a kapcsolási rajzon „A” és „B” jelzéssel van megkülönböztetve. A teljesítmény ellenállásokat néhány milliméterrel a panel fölé kell beültetni kerámia távtartók segítségével, hogy hűtésük jobb legyen. A kapcsolási rajzon feltüntetett adatok alapján készítsük el a három induktivitást. (Ehhez az egységcsomagban minden kellék rendelkezésre áll. A megadott induktivitásérték az abban levő csévetestekre feltekert menetszámokkal érhető el.)

Ezután következhet az erősítő élettartamát legjobban befolyásoló művelet, a végtranzisztorok szerelése. Itt mindent a tranzisztorok szigetelésének és a disszipált hő jó elvezetésének kell alárendelni! Gondoljunk meg a következőt: 70% hatásfokkal számolva, 90 W hőteljesítményt kell elvezetni úgy, hogy a félvezetők pillanatnyi hőmérséklete

ne közelítse meg a kritikus értéket! Ezt a hőmérsékletet a katalógusok általában 120...140 °C fokra adják. Mi a QUAD tesztelése során ennek a közelébe sem mentünk! Ezt azonban csak a T_7 – T_{10} tranzisztorok nagyon jó hőtáradást biztosító hűtőbordára való szerelésével érhetjük el (sík, tökéletesen illeszkedő felületek és szilikonpaszta a szigetelőlemezek mindkét oldalán)! A nyákpanelra telepített teljesítménytranzisztorok alá kerülő hűtőidom adja tovább a kellően nagyfelületű hűtőbordának a termelődő hőmennyiséget. Az egységcsomagból készre szerelt 200 W-os QUAD fotója a **címlapon** látható.

A szerelés végeztével még egyszer figyelmesen nézzük át az egész áramkört. Ohm-mérővel ellenőrizzük a szigetelést a tranzisztorok és a hűtőborda között. Ha mindent rendben találunk, jöhet az első bekapcsolás. Ezt nem szabad elkapkodni, mert egy nagyteljesítményű erősítőnél nem lehet egyértelműen tudni, hogy miként viselkedik, amikor a munkaponti beállítása még nem ismert. Kellő óvatossággal elkerülhető a

„füstgenerátor effektus”. Ennek érdekében kössünk egy-egy árammérőt a pozitív és negatív tápágra. Valamilyen módszerrel limitáljuk a tápegység áramát, hogy zárlat esetén ne lehessen nagyobb baj. Erre a célra legjobb egy toroid transzformátor, amivel lassan lehet növelni a tápegység pufferfeszültségét. Tekintettel arra, hogy ilyesmi ritkán van kéznél, más megoldást kell keresni. Nézzünk szét az alkatrész kínálatban, hogy a toroidon kívül van-e olyan elem, amit az erősítő élesztésénél eredményesen alkalmazhatnánk?! Gondoljunk meg pontosan, hogy miről van szó! Jó közelfésszel két eset lehetséges. Az egyik, amikor a végfok jól működik, a másik, amikor valami hiba van és füstölne, ha hagynánk. Az első esetben az áramfelvétele normális, 100 mA körüli. A második esetben valami anomália van, az áramfelvétel megszalad, és azt egy idő után már csak a tápegységünk belső ellenállása korlátozza. Ennek tükrében a védelmet egy olyan karakterisztikájú alkatrész láthatná el, aminek az impedanciája kis áramoknál elhanyagol-



3. ábra

ható, nagy áramoknál pedig ug-rásszerűen megnő. Ilyen karakterisztikával rendelkezik a közönséges izzólámpa.

Kössünk a pozitív és negatív tápágra egy-egy izzólámpát, aminek a feszültsége valamivel kisebb vagy megegyezik a tápfeszültség értékével. A soros izzó alkalmazása bizonyos szempontból praktikusabb, mint a toroid transzformátor, mert a bekapcsolás után azonnal jelzi az erősítő statikus állapotát. Az izzó védelmi képessége azon a tulajdonságán alapul, hogy a hideg és a meleg ellenállása között több, mint egy nagyságrendnyi különbség van. Ha az erősítő jól működik, a nyugalmi áramfelvétele 100 mA körül van. Az izzó a kis értékű hideg ellenállása miatt ilyen áramfelvételnél rövidzárként viselkedik, mintha ott sem lenne. Azzal, hogy nem világít azt jelzi, hogy minden rendben van. Fordított esetben, ha az izzó világít, az nagy áramfelvételt jelent, jelezve, hogy a rendszerben valami baj van. Tudhatjuk viszont, hogy nem csináltunk nagy kárt és kicsi a valószínűsége annak, hogy tönkrement valamelyik alkatrészünk. A nagy áramfelvételt a tapasztalat szerint az ellenállások felcserélése, panel vagy forrasztáshiba, nagyfrekvenciás gerjedés, ritkában alkatrészhiba okozza.

Az izzó segítségével többnyire a hiba behatárolása is leegyszerűsödik, mert az áramkör ilyen állapotban hosszabb ideig is bekapcsolva maradhat. Ez alatt biztosan felmelegedik a hibás alkatrész, amit tapogatással is

azonosíthatunk. A hiba ennek a környezetében könnyen megkereshető. Ha ez nem segít, műszeres mérés szükséges. Ez az izzólámpás módszer bármilyen erősítőnél eredményesen alkalmazható. (Az üzletünkben kifejezetten erre a célra 28 V/20 W-os izzó is vásárolható.)

Kapcsoljunk tehát tápfeszültséget a megfelelő kapcsolókra. Ennek értéke nem kritikus: $\pm 45 \dots 55$ V lehet. Először egy pillantás az izzókra, ha nem világítanak, akkor kéziműszerrel ellenőrizzük az áramfelvételt a tápfeszültség mindkét ágában, majd a telepközép értékét a hangszórókimeneten. Itt a földhöz képest 0 V-nak kell lenni. A 100 mA alatti áramfelvétel és a telepközép megléte azt mutatja, hogy az egyenáramú munkapont rendben van, a szerelést jól végeztük, jöhet a dinamikus vizsgálat. Az izzólámpa kis kivezérélnél óvatosságból továbbra is bennmaradhat. Azzal számolni kell, hogy limitálja a kimenet teljesítményt és a kivezérés függvényében villog, mint a fényorgona, esetleg ki is ül a tápra, mint ha hiba lenne, ezért nagyobb kivezérélnel ne használjuk.

Ha a bekapcsolás után vezérlés és terhelés nélkül valamelyik izzó(sor) világít, azonnal kapcsoljuk ki a tápot, és fogjunk hozzá a szisztematikus hibakereséshez. Ehhez sajnos nem tudunk pontos receptet adni, mert lévén az erősítő DC-csatolt, bármilyen hibától kiülhet valamelyik tápra. Vizsgáljuk át újra az erősítőt, kiemelt figyelmet szentelve a panel- és forrasztáshibáknak, a

fordítva bekötött diódáknak, elkóknak.

Terhelés nélkül hanggenerátorral és oszcilloszkóppal ellenőrizzük az átvitelt. Ha gerjedést tapasztalunk, először a tápegységnél keressük az okát! Ilyen esetben az oszcilloszkóp és a hanggenerátor már nem melőzhető.

Egy ilyen erősítőt már célszerű kiegészíteni megfelelő védőáramkörrel, koppanásgátlóval. Ez elsősorban a hangfalat óvja a ki- és bekapcsolás során fellépő anomáliáktól és egy esetleges erősítő-meghibásodás során a kimeneten megjelenő DC-szinttől. A végfok elé valamilyen előerősítőt, hangszínszabályzót kell kapcsolni, hogy bármilyen jelszintet fogadhatson és a hangszínén módosíthatassunk. (Üzletünkben mindkét feladatra kínálunk megoldást.)

Az erősítő tápellátását egy egyszerű felépítésű tápegységgel (trafó-Graetz-híd-pufferkondenzátor) célszerű megoldani. A 200 W-os kimenet teljesítmény eléréséhez jó közelítéssel egy minimum 300 W-os hálózati transzformátor szükséges. (Szaküzletünk a megfelelő teljesítményű és árú tápegység kialakításában is segíthet az utánépítőknak. Rendszeresen kapható kedvező árú transzformátor és elkó.)

Az erősítő és a tápegység összehuzalozása gyorscsatlakozók segítségével történhet. Ezeket a csatlakozókat az egységcsomag tartalmazza. A panelon a bemenet forrszemmé lett kialakítva, mert ide célszerűbb az előerősítőről jövő árnyékolt kábelt közvetlenül beforrasztani!

A 200 W-os QUAD-405 erősítő mintadarabja megtekinthető, egységcsomagban megvásárolható az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben. A panelre ültethető alkatrészeket tartalmazó egységcsomag ára: 8500 Ft. Tápegységhez 300 W-os toroid transzformátor 9700 Ft. Pufferkondenzátor, 10 000 μ F/63V 1700 Ft. Folyamatosan kapható egységcsomag, panel és részegység a RÁDIOTECHNIKÁBAN és a HOBBY ELEKTRONIKÁBAN korábban megjelent cikkeinkhez is. Ezek egy része működés közben megtekinthető, kipróbálható. A vidéki olvasóknak segít az üzletünk egységcsomagküldő szolgáltatása. A megrendelt csomagot postán utánvétellel elküldjük. Telefonon és levélben is rendelhet. Az URBÁN ELEKTRONIKÁHOZ nem kell hosszú levél. Rendelését röviden egyértelműen közölje. Az üzletben beszerezhetők az RT, RT évkönyve, HOBBY ELEKTRONIKA korábbi számai is.

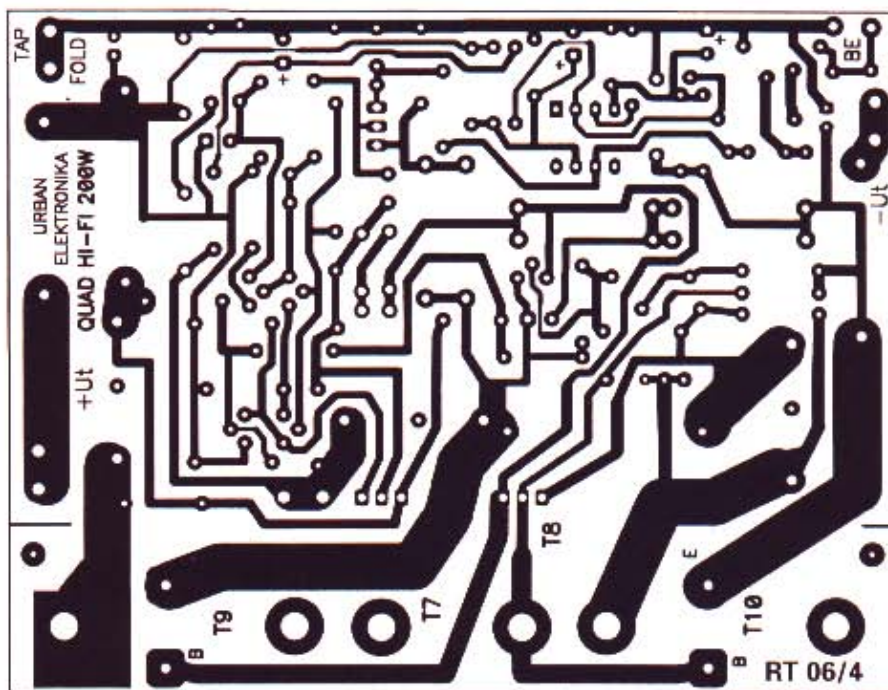
Áramköreinket az interneten is figyelemmel kísérheti: www.urbanelektronika.hu

Levélcíme: **URBÁN ELEKTRONIKA** 1656 BUDAPEST, Pf. 50

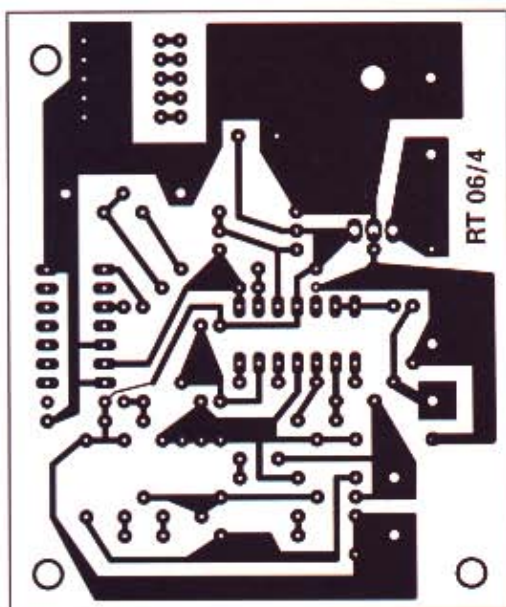
Üzletcíme: BUDAPEST VII. Dózsa György út 16. (Jobbágy u. sarok)

Nyitva: H-P. 10-17-ig, zárás után üzenetrögzítő

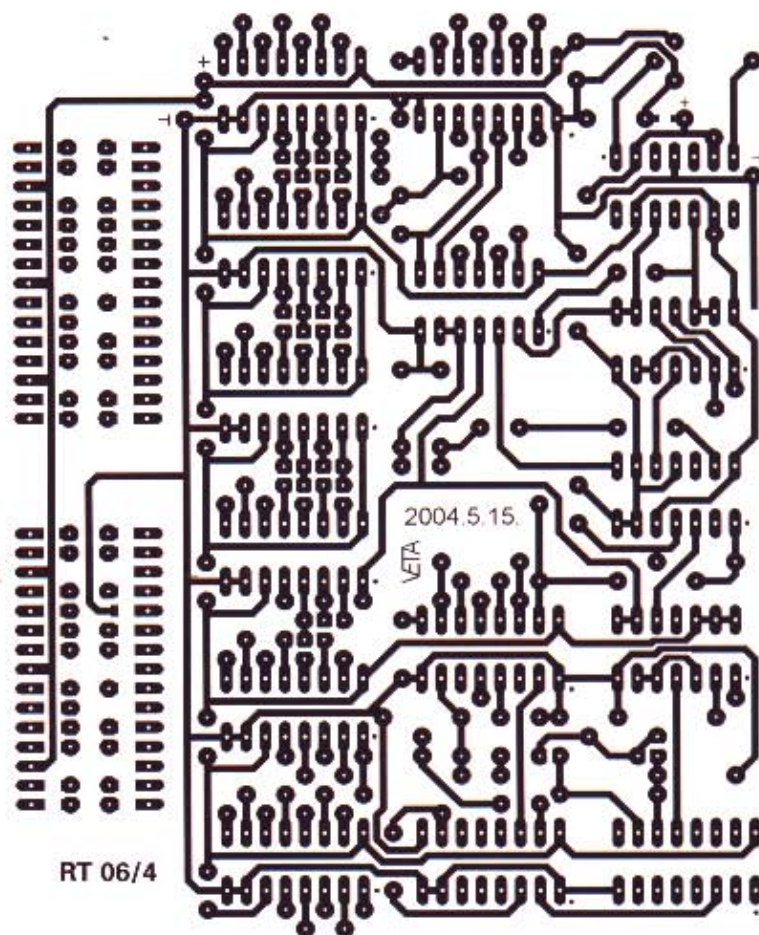
Tel./fax: 322-8892



QUAD-405/200



Kapacitásmérő



Cirkostopper