

Függvénygenerátor 555 IC-vel

Toth Gábor okl. villamosmérnök, tothszeged@t-online.hu

Az elmúlt években, ha függvénygenerátorról beszéltünk, akkor az ICL8038, XR2206 vagy a MAX038 került szóba. Majd jöttek a mikrokontrolleres alkalmazások, kiszorítva az analóg IC-ket, így azok mára kikerültek a gyártásból. A kontrolleres megoldások komolyabb felkészültséget kívánnak meg, ezért született meg az alábbi áramkör, amely szinte minden amatőr műhelyben többnyire a „fiókban heverő” alkatrészekből áll, és elfogadható minőséget biztosít, egyszerűsége ellenére is.

Elvi működés

A teljes készülék kapcsolási rajza az 1. ábrán követhető. Ez alapján vesszük sorra az egyes fokozatok működését.

Alaposcillátor

Sokáig nem kellett gondolkodni, alaposcillátorként természetesen a jó öreg, és állítólag a világ legtovább változatban és példányszámban gyártott 555-ös IC, illetve a nagyobb sebesség érdekében annak CMOS változata kínálkozott, hiszen a háromszög és a négyszögjel előállítását is megoldja. Persze, az alapkapsoláson némi változtatást kellett végezni. Észre kell venni, hogy az alapkapsolásban az IC Trigger (2. láb) bemenetén a feszültség $1/3 U_i$ és $2/3 U_i$ között változik. A jel a töltő és kisütő ciklusban is exponenciális lefutású, meredeksége a töltő és kisütő ellenállástól függ. A Q kimeneten (3. láb) egy négyszögjel jelenik meg, amely 0 és U_i között változik, követve a töltési és kisütési ciklus időtartamát. Továbbá az alapkapsolásban nincs lehetőség a kitöltési tényező 50%-ra szimmetrikus változtatására. Fentiekből következően először el kell „tolni” a jelek nulla pontját, hogy szimmetrikus kimenőfeszültségeket kapjunk. Ezt szimmetrikus stabilizált tápfeszültségekkel érhetjük el, ami esetünkben ± 5 V. Annak érdekében,

hogy a fűrészel le- és felfutása lineáris legyen, egy-egy áramgenerátort kell beépíteni, amelyeket a T1 és T2 tranzisztorok valósítanak meg. Az áramgenerátorok emitter ellenállása határozza meg az időzítő kondenzátor töltőáramát, és ezzel az alap oscillátor frekvenciáját. Ha az emitter ellenállásokat egy kettős potenciométerrel (P2) „szinkronban” változtatjuk, akkor egy (a potenciométer együttfutásától függően) elég jó közelítéssel 50%-os kitöltési tényezőjű lineáris fűrész- és négyszögjelet kapunk. R5 és R6 ellenállások megválasztásával (3,6 kohm) a frekvencia átfogás 1:3,3 értékűre adódik, a sávok között némi átfedést biztosítva. Továbbá, ha a tranzisztorok bázis előfeszítését pozitív és negatív irányban változtatjuk, a kitöltési tényező is változik annak megfelelően. Két potenciométer is végezheti ezt, P1 a panelbe beültetve, de az előlapra kivezelve egy folyamatos beállítási lehetőséget biztosít, míg P7 trimmer-potenciometert szin-

tén a panelbe beültetve, 50%-os fix értéket állíthatunk be. A két potenciométer között a K1 kapcsolóval választhatunk.

Az időzítő kondenzátor értéke (C12 ... C23) azt a frekvenciatartományt határozza meg, amelyben a generátor kimeneti frekvenciája változtatható. A táblázat adja meg e kondenzátor értékeket, és a sáv alsó (F_a) és felső (F_f) névleges

frekvenciáját Hz-ben.

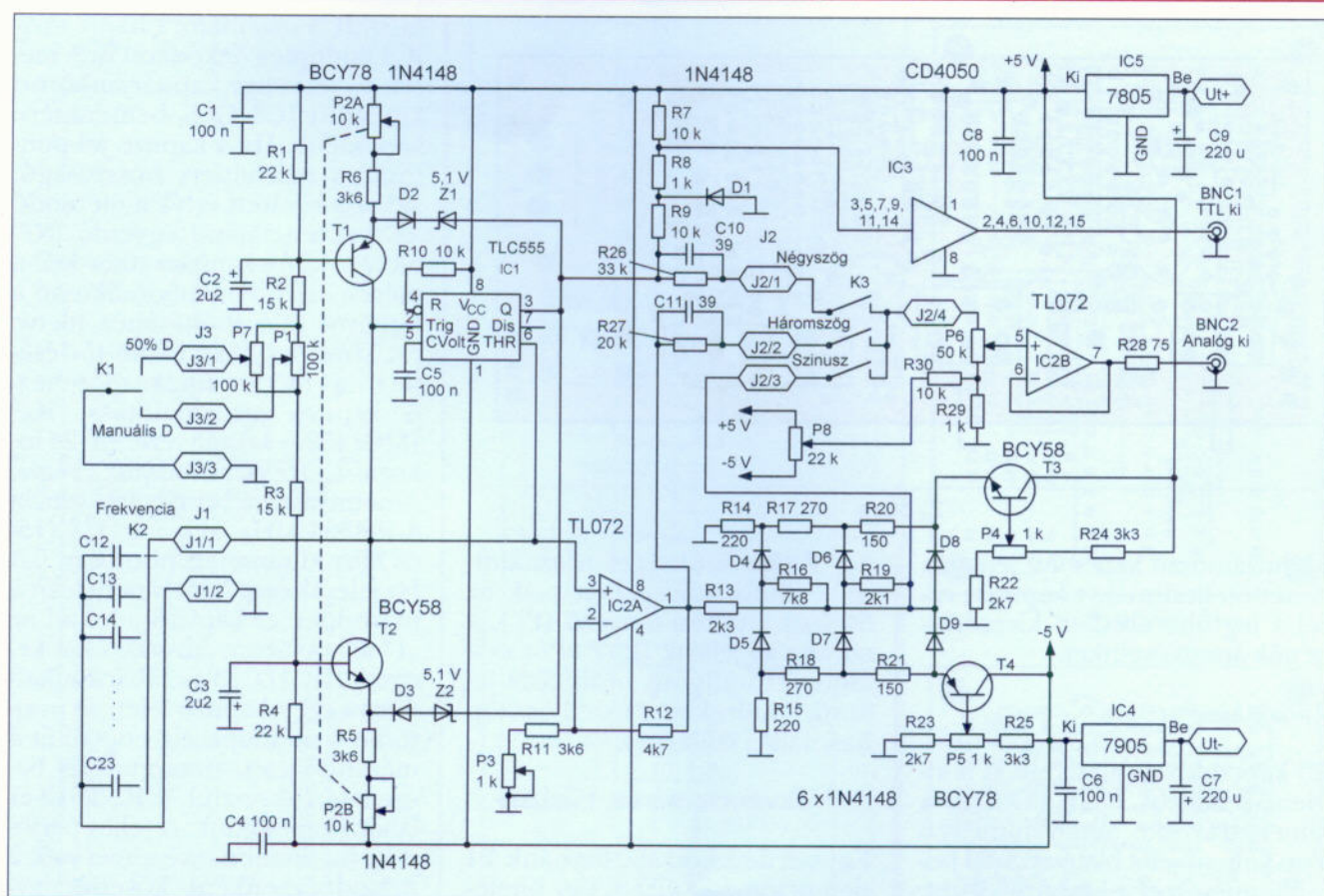
A helyes működéshez az áramgenerátorokat megfelelő fázisban kell be- és kikapcsolni, ezt a D2-Z1 és a D3-Z2 diódák végzik, a Q kimenet segítségével. Amikor például Q kimenet negatív, akkor T1 tranzisztor emitter-feszültsége is negatívabb lesz a bázis előfeszítésnél, ezzel kikapcsolva T1 tranzisztor, ezáltal T2 tranzisztor negatív irányba töltheti az időzítő kondenzátort. Egészen addig, amíg a Trigger bemeneten $-1/3 U_i$ feszültségnél az IC1 Q kimenete pozitív értékre átkapcsol. Ekkor T2 kapcsol ki, és T1 tölti pozitív irányba $+1/3 U_i$ feszültség értékig a kondenzátort. Ezzel a 0 tápfeszültségre szimmetrikus háromszög és négyszögjel rendelkezésre áll.

Színuszosító áramkör

A megfelelő linearitású és 0 tápfeszültségre szimmetrikus háromszög jelet először az IC2a TL072 műveleti erősítővel megfelelő szintre erősítjük. A háromszögjel



F_a	0,3 Hz	1 Hz	3 Hz	10 Hz	30 Hz	100 Hz	300 Hz	1 kHz	3 kHz	10 kHz	30 kHz	100 kHz
F_f	1 Hz	3 Hz	10 Hz	30 Hz	100 Hz	300 Hz	1 kHz	3 kHz	10 kHz	30 kHz	100 kHz	300 kHz
C	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23
	47 uF	15 uF	4,7 uF	1,5 uF	470 nF	150 nF	47 nF	15 nF	4,7 nF	1,5 nF	470 pF	150 pF



1. ábra

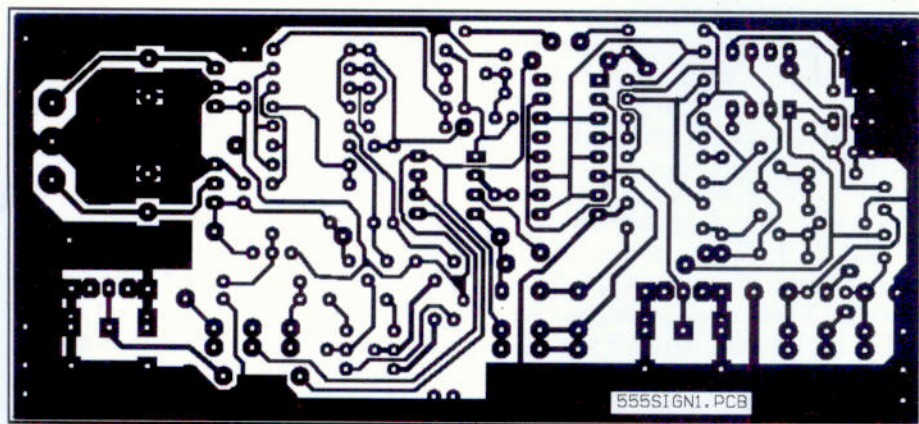
amplitúdójának a szinuszjel torzítás minimumra állításánál lesz szerepe, illetve az időzítő kondenzátor terhelését ezzel minimumra csökkentjük. A műveleti erősítő kimenete egyrészt a K3 kapcsolóra kerül, illetve a szinuszosító ellenállás-dióda hálózatot hajtja meg, melynek kimenetén megjelenő szinuszjel szintén a K3 kapcsolóra kerül. Ezen ellenállás-dióda hálózat aránylag kis torzítású

jelet produkál, annak ellenére, hogy léteznek bonyolultabb, több töréspontos megoldások is. Az általam ismert leírások szerint ezen egyszerű, 6 töréspontos karakterisztikával 0,5% alatti torzítás is elérhető. Ezt nem volt alkalom torzításmérővel ellenőrizni, de oszcilloszkópon szép a jel. A diódák a hálózat transzfer karakterisztikájának meredekségét változtatják meg, a bemenő fűrészjel

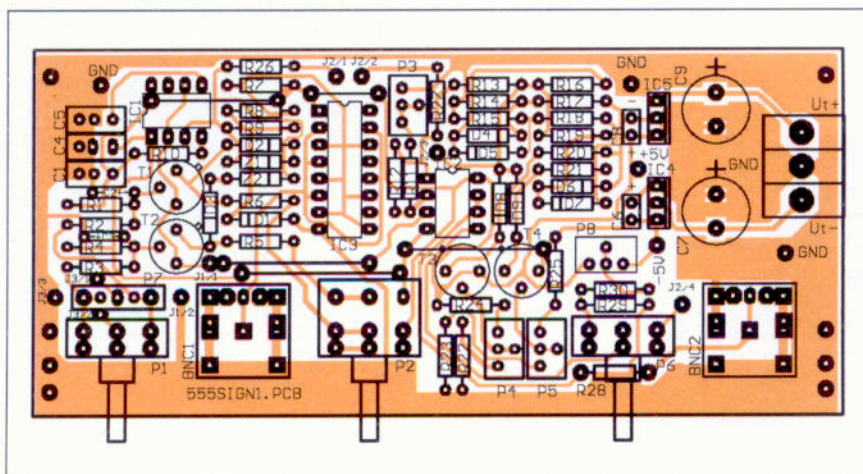
pillanatnyi szintjétől függően. Ezzel a szinusz görbe egyfajta töréspontos közelítését valósítják meg. A viszonylag alacsony torzításban nagy szerepe van a diódák karakterisztikájának, amely a torzítás csökkenése irányába hat, szerencsére. Természetesen jó szinusz jelhez 50%-os kitöltési tényező tartozik, ennek megfelelően kell a K1 kapcsolót beállítani. A beállítást a P3-P4-P5 potenciométerekkel végezhetjük el, oszcilloszkóp segítségével. Meg kell jegyezni, hogy 100 kHz felett a műveleti erősítő már nem elég gyors, és a szinuszjel jelentősen torzul. Lehet próbálkozni esetleg gyorsabb műveleti erősítővel is.

TTL/CMOS kimenet

A TLC555 Q kimenetéről egy szinteltoló hálózattal hajtjuk meg a CD4050 CMOS IC-vel megvalósított szabványos TTL/CMOS szintű digitális kimenőjelet adó fokozatot. A 6 db nem invertáló meghajtó (buffer) kaput mind



2. ábra



3. ábra

párhuzamosan kapcsolva jelentős kimenőtelijesítményt kapunk, ezzel a legtöbb esetben kivezélhetjük áramköreinket.

Analog kimenet

K3 kapcsolóval választjuk ki a kimenő jelalakot. IC2B (TL072) a kimeneti erősítő, amely mintegy 6 Vpp kimenőjelet biztosít. A P6 potenciométerrel a kimenőszintet, míg a P8 trimmer-potenciométerrel a kimenő analóg jel nulla pontját állíthatjuk be.

Összeszerelés, beállítás

A kis generátor egy 122 × 55 mm-es egyoldalas panelen kapott helyet. A nyomtatott áramkör a **2. ábrán**, míg az alkatrészek beültetése a **3. ábrán** látható. K1, K2 és K3 kapcsolók az előlapon, a többi alkatrész, beleértve a potenciométereket is a panelen kerültek elhelyezésre. K2 (1 × 12 állású) forgókapcsoló kivezetéseire közvetlenül ráforrasztathatjuk az időzítő kondenzátorokat. A µF-os kondenzátorok is polarizálatlan, (nem elkő) típusok legyenek. (Ilyen 47 µF-os kondenzátort nem sikerült találnom, ezért ezt a frekvencia sávot nem valósítottam meg!) A potenciométerek lineáris típusok. A két BNC csatlakozó lehet panelbe ültethető típus is, ebben az esetben a fólia oldalra kell beforrasztani. A stabilizátor IC-k nem igényelnek hűtést, persze csak ha nem alkalmazunk túl nagy tápfeszültséget. Célszerű +/-

8-9 V tápfeszültséget használni. A beállítás lényegében csak az 50%-os kitöltési tényező (P7), a szinusz jel jelalak (P3-P4-P5) és a kimenet nullpont beállítását jelenti, melyekhez oszcilloszkóp használata szükséges.

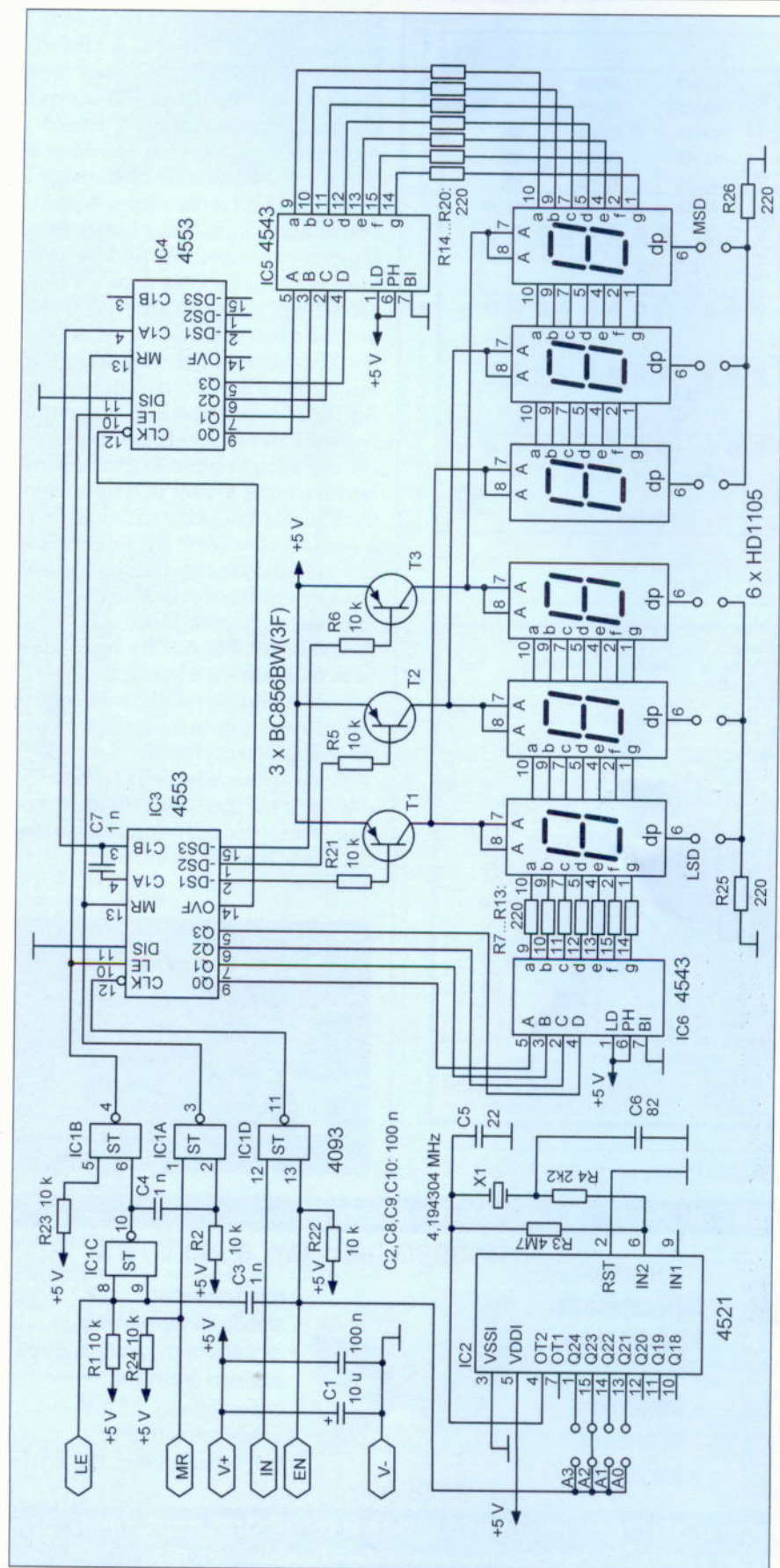
Frekvenciamérés, kijelzés

Egyszerűen beskalázhatnánk P1 potenciométer állását egy hiteles frekvenciamérő segítségével, de ahogy az alábbi példa is mutatja, nem kell bonyolult megoldás egy ennél sokkal pontosabb frekvencia kijelző áramkör elkészítéséhez. Ézen kívül az áramkör még eseményszámlálásra is alkalmas. Az interneten számos változata megtalálható ennek az egyáltalán nem új áramkörnek, amelynek alapja az MC14553 MOTOROLA IC adatlapjában is megtalálható, mint 6 digitális display. Működése a következő (**4. ábra**): az áramkör lelke a két darab 3 digitális BCD számláló (MC14553, IC3 és IC4). Az IC a 3 digitális számlálón kívül buffer memóriával, reset bemenettel és multiplexált kimenettel is rendelkezik. A multiplexált BCD kimeneti kódot két darab BCD/hétszempens dekóder (MC14543, IC5 és IC6) alakítja át a LED kijelzők vezérlésére alkalmas kóddá. A 6 digitális, közös anódú LED-es display meghajtása a T1, T2, T3 tranzisztorok segítségével történik, amelyeket az IC3 oszcillátora és az abba beépített multiplex dekóder végzi. A multiplex frekvenciát C7 határozza

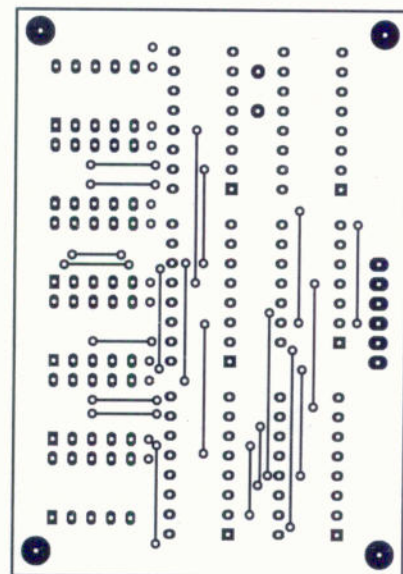
meg. IC3 oszcillátora hajtja meg IC4 multiplex dekóderét is. A mérendő jelet egy kapuáramkörön keresztül IC3 CLK bemenetére kapcsoljuk. Ha a kapuzó jel pontosan 1 másodperc hosszúságú, akkor a kijelzett érték a mérendő jel frekvenciájával egyenlő. Néhány további kapuáramkör kell a mérési eredmény periodikusan a bufferbe való áttöltéséhez, illetve ezt követően a számláló törléséhez, a mérés újratekésztetéséhez. A kapuzó jel előállítását IC2 (MC14521) kristályvezérelt, 24 fokozatú frekvenciaosztó végzi. Amennyiben a kristály frekvencia 4,194304 MHz, akkor a Q23 (15-ös láb) kimeneten pontosan 0,5 Hz jelenik meg, amely pontosan 1 másodperces kapuzó jelet ad az „1” állapotában. A2 átkötésen keresztül IC1D 13-as lábára alkalmazva ezt a kapuzó jelet, az pontosan 1 másodpercig engedi át a mérendő jelet, amelyet az IN bemeneten keresztül az IC2D 12-es lábára kapcsolunk. A teljes periódust figyelembe véve a mérések 2 másodpercenként követik egymást. A kis áramkör 999 999 Hz-ig mér 1 Hz pontossággal. Mind-egyik kijelző alatt egy átkötéssel lehet aktiválni a decimális pont helyét, például jelen esetben, ha a K3 kijelzőhöz tartozó decimális pontot aktiváljuk, akkor a kijelzés kHz-ben történik. Amennyiben magasabb frekvenciát kívánunk mérni, előosztó szükséges. Az előosztás mértékétől függően más kapuzó jelre lehet szükség, ezért Q24, Q22, Q21 kimenet is választható. Természetesen például 10-es előosztás esetén a 6 digitális kijelző csak 10 Hz-es pontosságot enged meg.

Eseményszámláláshoz (például tekercselő gép) legyen LE=0, EN=1, és az „A” átkötések egyike sincs beforrasztva. Ekkor a kimeneten megjelenő számérték minden IN bemeneten megjelenő pozitív élre eggyel növekszik. MR=0 törli a számlálókat. A C3 és C4 kondenzátort ne ültessük be! Az EN bemenetre kapuzó jelet is adhatunk, EN=0 letiltja a számlálást.

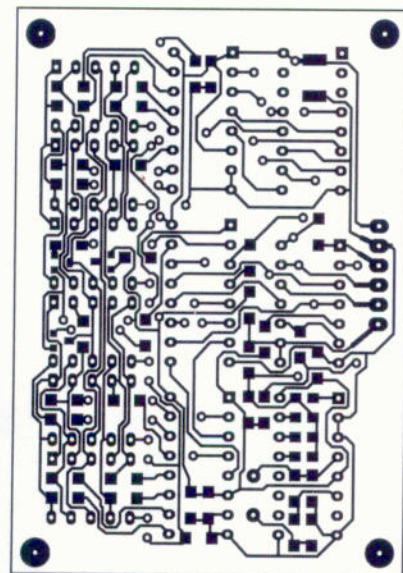
A frekvenciamérő áramkör 5 V tápfeszültségről működik, amelyet a generátor panelről is leve-



4. ábra



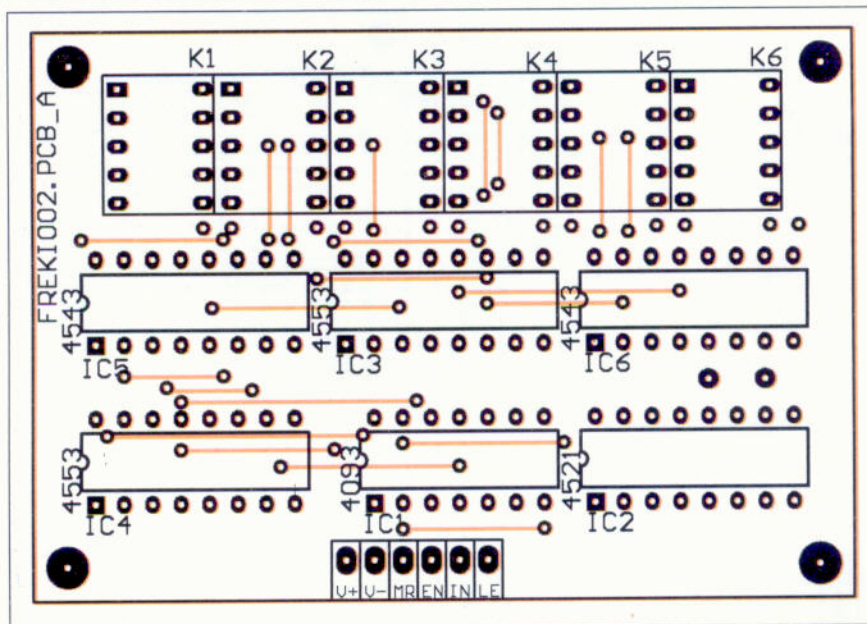
5. ábra



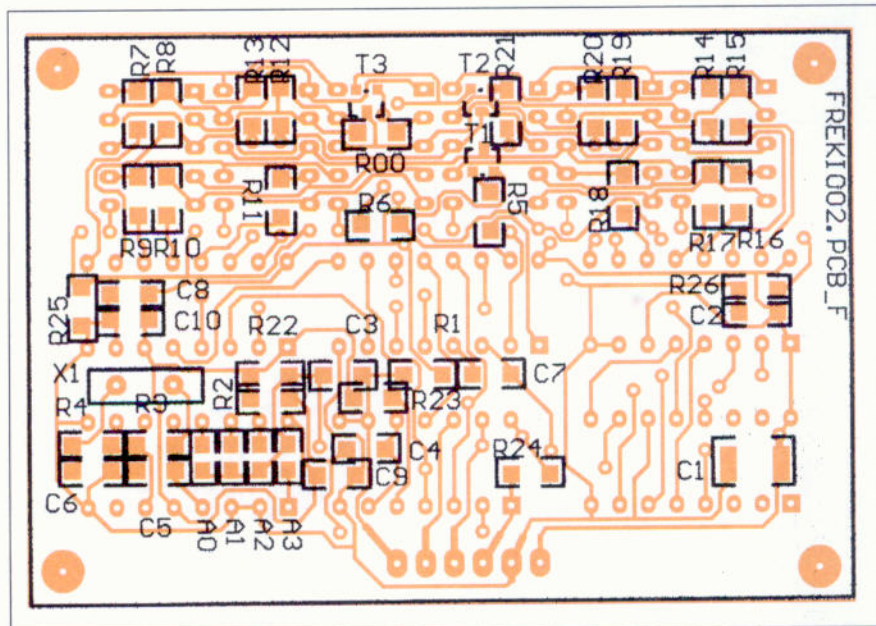
6. ábra

hetünk. Ekkor a generátor panelen lévő 5 V-os stabilizátorra valószínűleg valamilyen, nem nagy hűtőlemezt kell szerelni!

A kis méret elérése miatt (a panel mérete 73,6 × 50,8 mm), ahol lehet, SMD alkatrészeket használtunk fel. Nem minden IC kapható SMD kivitelben, ezért az IC-k a hagyományos DIL tokban vannak, az alkatrész oldalon, míg az SMD ellenállások, kondenzátorok és tranzisztorok a fólia oldalon vannak szerelve. Az SMD ellenállások, kondenzátorok 1206 tokozásúak, kivéve a C1 10 µF-os kondenzátort, amely 1812 méretű. A tranzisztorok SOT-23 tokozásúak, a



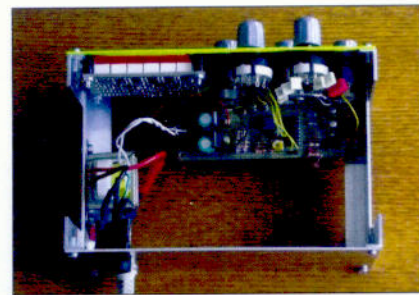
7. ábra



8. ábra

kristály úgynevezett „low profile”, alacsony profil kivitelű. A kijelzők közös anódú, kis áramú, nagy fényerejű 10 mm-es típusok. Fontos a kis áram melletti nagy fényerő a multiplex működés miatt! Megfelelő a SIEMENS HD1105, vagy a VISHAY TDSL3150 típus. A panel kétoldalas. Nem feltétlenül szükséges lyukgalvanizált panelt gyártani, ebben az esetben csak a fólia oldalt kell megvalósítani a panelen, az alkatrész oldali vezetékek huzal átkötésekkel megvalósíthatók. A furatok 0,7 mm átmérőjűek. Az SMD alkatrészek a hagyományos alkatrészekkel szemben szerintem könnyebben és gyorsabban beültethetők kézzel is, de jó nagyító és biztos kéz kell a munkához. A fólia oldalon lévő R00 ellenállás nem található meg a kapcsolási rajzon, ez egy egyszerű „0 ohmos” ellenállás, vagy csak huzal átkötéssel megvalósítható. A fólia rajzolatok az 5. és 6. ábrán, a beültetési rajzok a 7. és 8. ábrán találhatók. A kész panel négy csavarral és távtartóval az előlapra szerelhető.

A kis generátor egyszerűsége ellenére jól használható áramkörök élesztésénél. A megépítéshez és a használathoz sok sikert kívánok!



»Az áramkörök is csak a jó tápot szeretik«

Fémházas, kapcsolóüzemű tápmodulok



(a fotók csak illusztrációk)

- stab. kimenet, rövidzár-, túlfesz.- és hőmegfűtés elleni védelem
- 230 V / 12 V=, 5 A – **3.990 Ft**
- 230 V / 12 V=, 12,5 A – **6.990 Ft**
- 230 V / 12 V=, 21 A – **10.990 Ft**
- 230 V / 12 V=, 30 A – **14.990 Ft**



áramkör-fejlesztéshez, kísérletekhez

- laborokba -
- otthonra -
- iskolákba -

HP-305D labortáp 0...30 V / 5 A



- rövidzárvédett stabilizált tápegység
- digitális fesz., áram kijelzés
- állítható áramlimit
- zajfeszültség <1 mV
- ventilátoros hűtés
- 127x258x155 mm, 4,3 kg

csak **35.900 Ft**

HAM-bazár Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. folyosóközép H-P 09-14 óra, csüt. 09-17 óra

Rendeljen, postán is elküldjük, a postaköltség felszámításával!
(06 1) 239-4932/36 239-4933/36 hambazar@radiovilag.hu

1374 Budapest, Pf. 603.
www.radiovilag.hu

2