

## Elektronikus agykontroll (2.)

### A módosított $\alpha$ -detektor

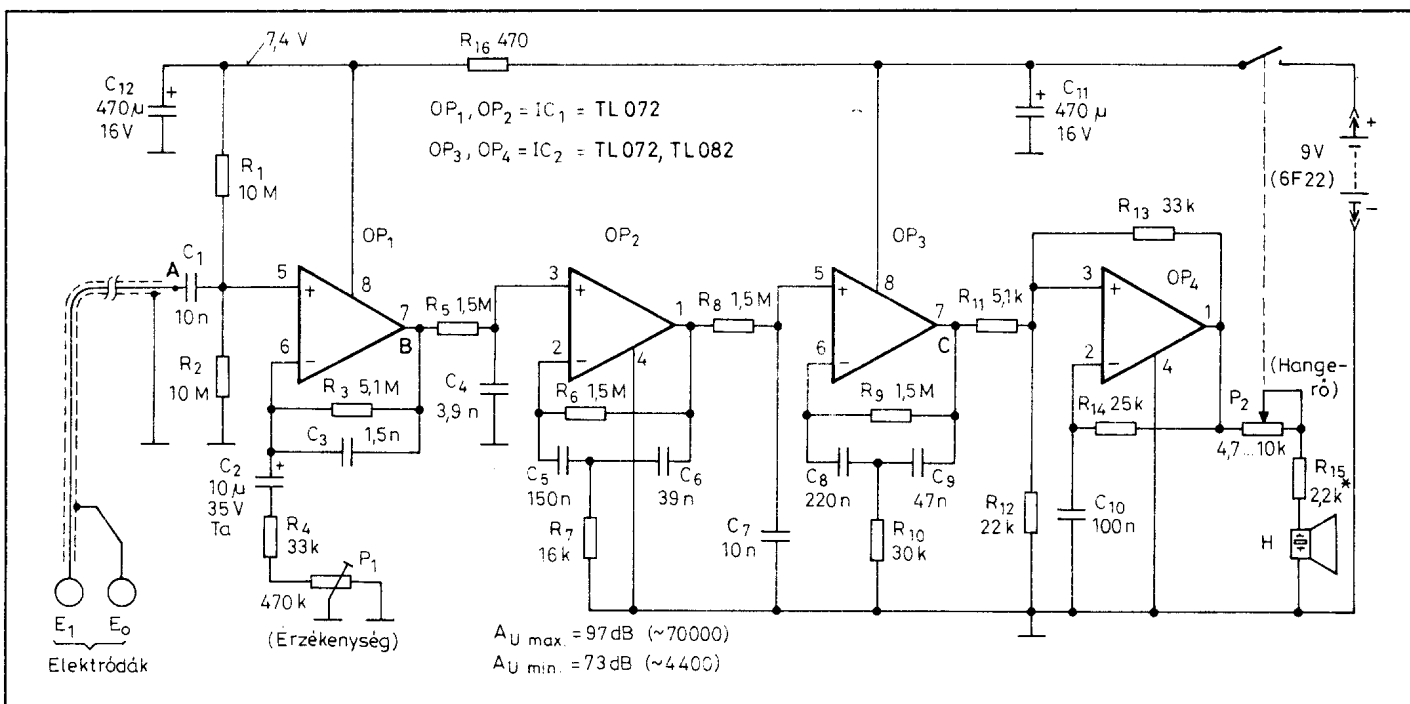
Cikkünk első részében, a 2. ábrán bemutatott egyszerű kapcsolással szemben két kifogás merülhet fel: az 50 Hz-es zavarelnyomása sok esetben nem elegendő, továbbá a 4 k $\Omega$ -os fejhallgató beszerzése ma már igen nehéz, használata pedig kényelmetlen. A 4. ábrán látható módosított kapcsolás ezen hátrányos tulajdonságokat küszöböli ki úgy, hogy bonyolultsága, alkatrészigénye nem lényegesen haladja meg az eredeti áramkörtét.

A korábbi kapcsolás tranzisztoros bemeneti fokozatát az OP<sub>1</sub>-en alapuló feszültségerősítővel váltottuk ki. Ez az áramkör – az eredeti megoldáshoz viszonyítva némileg nagyobb zajtényezővel ugyan – annál lényegesen magasabb, 5 M $\Omega$ -os bemeneti ellenállást biztosít. Az erősítő frekvenciamenetét a bemenetén található differenciálótag és a visszacsatolóág integráló jellege úgy „rontja le”, hogy az erősítés maximuma kb. az  $\alpha$ -hullámok frekvenciasávjára essék. Az alacsonyabb frekvenciás komponenseket a differenciáló jellegű bemenet (C<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>), a magasabb frekvenciájúakat a Miller-integrátorként működő negatív visszacsatolás (C<sub>3</sub>, R<sub>3</sub>) csillapítja.

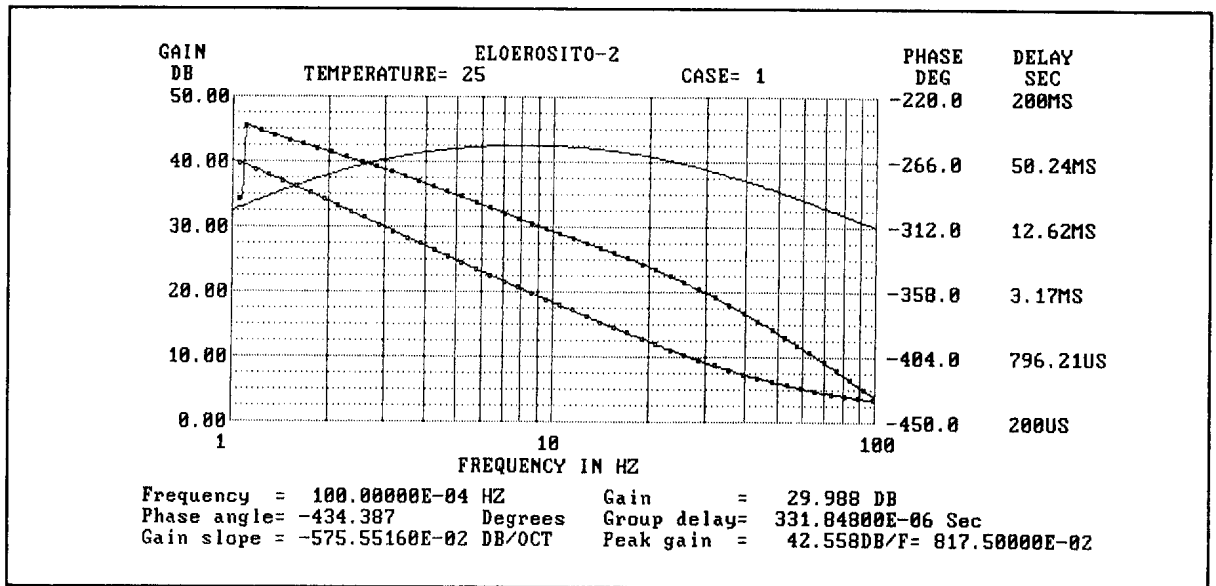
Az A–B pontok közötti áramkör számítógépes frekvenciaanalízisének eredményét az 5. ábra mutatja. (A frekvenciamenetet a folyamatos vonal, a fázismenetet az üres négyzetekkel megszakított görbe, a futásidő-ingadozást a telenégyzetekkel jelölt vonal ábrázolja.) A visszacsatoló ágban található P<sub>1</sub> trimmerrel a fokozat feszültségerősítése szabályozható. Az erősítés maximuma 42,5 dB. Az R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> ellenállások az OPA nyugalmi kimeneti szintjét durván számolva a fokozat tápfeszültségének felére – új telepet feltételezve mintegy +3,7 V-ra – állítják be. Mivel az erősítőhálózat végig DC-csatolású, ez egyben az összes műveleti erősítő munkapontját meghatározza. Az egyenfeszültségre vonatkozó erősítési tényező 0 dB, a váltakozóáramú erősítési tényezőt viszont a C<sub>2</sub> által egyenáramúlag leválasztott P<sub>1</sub> állítja be. Mivel R<sub>3</sub> ellenállása viszonylag nagy, a munkapont stabilitása csak jó minőségű, igen kis szivárgási áramú C<sub>2</sub>-vel biztosítható. Célszerű erre a helyre minél nagyobb feszültségtűrőesű tantálcapacitátort tenni.

A bemeneti erősítőt sorrendben az R<sub>5</sub>, C<sub>4</sub> egytárolós aluláteresztő tag, az OP<sub>2</sub>-n alapuló T-visszacsatolásos sávszűrő, az R<sub>8</sub>, C<sub>7</sub> aluláteresztő tag és az OP<sub>3</sub> köré épült második sávszűrő kö-

4. ábra



5. ábra



**Alkatrészjegyzék**

**Ellenállás:**

- 1 db 470 Ω (R16)
- 1 db 2,2 kΩ (R15)\*
- 1 db 5,1 kΩ (R11)
- 1 db 16 kΩ (R7)\*
- 1 db 22 kΩ (R12)
- 1 db 25 kΩ (R14)
- 1 db 30 kΩ (R10)\*
- 1 db 33 kΩ (R13)
- 1 db 100 Ω (R4)
- 4 db 1,5 MΩ (R5, 6, 8, 9)\*
- 1 db 5,1 MΩ (R3)
- 2 db 10 MΩ (R1, 2)
- 1 db 470 kΩ trimmerpotenciométer (P7800)
- 1 db 4,7...10 kΩ kapcsolós, élgombos potenciométer\*

**Kondenzátor:**

- 1 db 1,5 nF (C3)
- 1 db 3,9 nF (C4)\*
- 2 db 10 nF (C1, 7)\*
- 1 db 39 nF (C6)\*
- 1 db 47 nF (C9)\*
- 1 db 100 nF (C10)
- 1 db 150 nF (C5)\*
- 1 db 220 nF (C8)\* (C4 kivételével: C2235)
- 1 db 10 μF/35 V tantál (C2)
- 2 db 470 μF/16 V (C11, 12)

**Félcvezető:**

- 2 db TL072, (IC1, 2) (IC2 TL082-vel helyettesíthető)

**Egyéb:**

- 1 db Ø20 mm-es piezo hangszugárzó (H)\*
- 1 db 6F22 9 V-os telep telepcsatlakozóval
- 2 db speciális elektrod (lásd: cikkünk első részében)

\*: lásd a szövegben

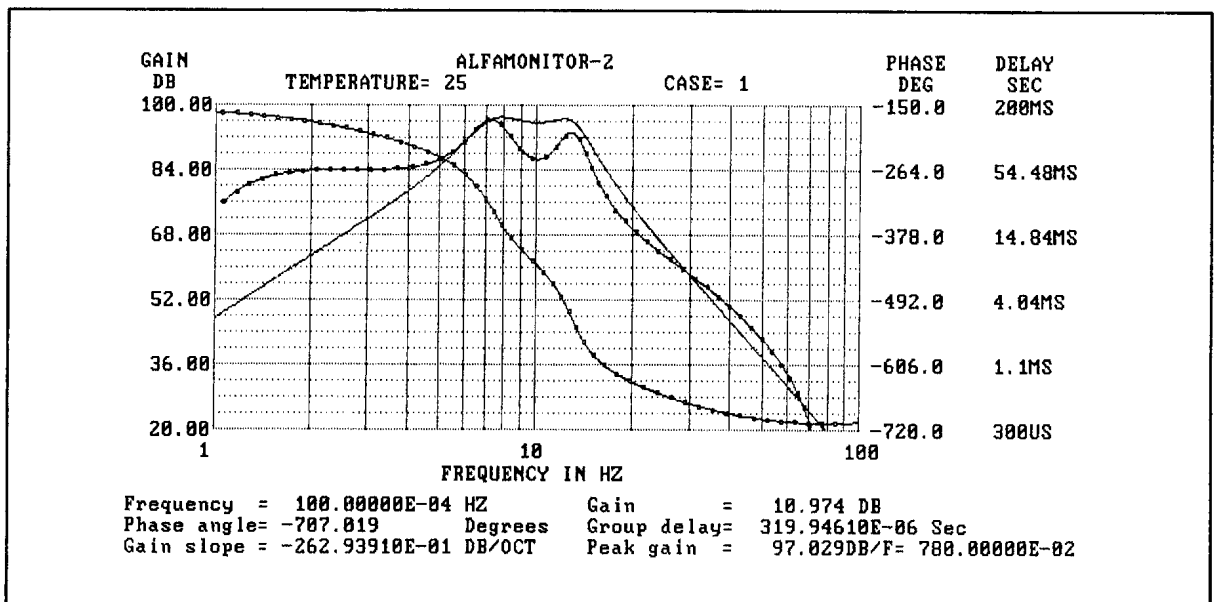
veti. Az előerősítő és a felsorolt fokozatok együttesen a 6. ábra szerinti szűrőkarakterisztikát alakítják ki. A „kétpúpú” görbe egy kritikusnál szorosabban csatolt rezgőkörökből álló sávszűrős erősítő karakterisztikájához hasonlít. Az A-C pontok közötti áramkör erősítése az áteresztősávban 73...97 dB között szabályozható. Az áteresztősáv határai 7 és 14 Hz, ezen belül az amplitúdókarakterisztika ingadozása kisebb mint 2 dB. Az 50 Hz-es elnyomás az áteresztősávra vonatkoztatva mintegy 50 dB!

Bár ezen egyszerű szűrőhálózat fázismenete, de különösen a futásidő-ingadozása enyhén szölvá kívánnivalót hagy maga után, a gyakorlatban ez nem okoz problémát, mert a jó tranziens viselkedés esetünkben nem követelmény. A szűrők

passzív elemeinek értékűrése azonban kritikus: a hálózat tényleges viselkedése csak akkor közelíti meg az elméletit, ha az R5...R10, C4...C9 értéke is minél jobban egyezik az elméleti értékekkel. Az alkatrészek megválasztásával kapcsolatban a cikk első részében leírtak itt is érvényesek.

Az erősítőlánc igen nagy eredő feszültség-erősítése miatt az egyes fokozatok a tápfeszültség-ágon keresztül csatolásba kerülnének egymással, s a rendszer az áteresztő tartományba eső valamely frekvencián gerjedne. (Ez a helyzet állt elő az első kísérleti példánynál, amelybe a négy műveleti erősítőt egy chipen tartalmazó TL074-et építettem be.) Mivel a káros csatoláshoz még a teljesen új telep néhány Ω-os belső ellenállása is elegendő (sok), ezért az első két fokozat tápfe-

6. ábra



szültségét az R<sub>16</sub>, C<sub>12</sub> taggal külön is meg kell szűrni.

A készülék hanggenerátorának kapcsolása megegyezik az eredetivel (OP<sub>4</sub> és passzív hálózat), csupán két ellenállás értékét kellett módosítani az eltérő munkaponti beállítás miatt. A nyugalmi frekvencia a feltüntetett elemértékekkel ugyancsak 700 Hz körülire adódik. A generátor kimenetére azonban nem a 2. ábra szerinti R-C komplexum, hanem a P<sub>2</sub>, R<sub>15</sub> soros tagon keresztül egy piezó-hangsugárzó kapcsolódik, amely a készülék dobozában, az áramköri panelen helyezkedik el. A készülék áramfelvétele 9 V-os tápfeszültség és maximális hangerő mellett 8 mA.

## A készülék megépítése

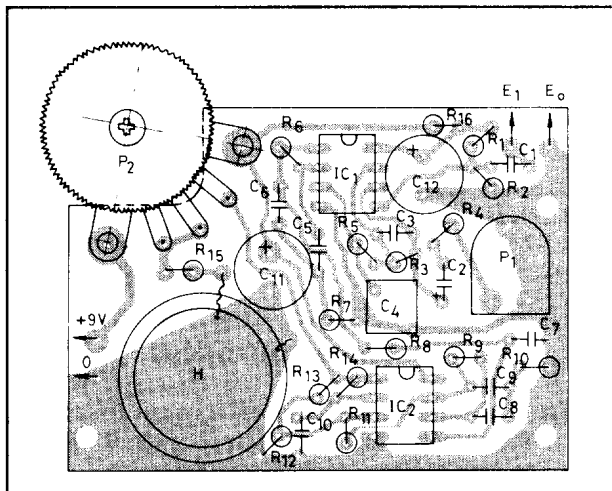
A nyomtatott áramkört a 15. oldalon található nyomtatási rajz szerint készítsük el jó minőségű alapanyagra. A kész nyomtatott huzalozást különös gondossággal ellenőrizzük, tekintettel a több MΩ-os ellenállások alkalmazására! Az alkatrészek beültetése a 7. ábra szerint történik.

A készre munkált, kifűrt panel vezetősávjait beónozzuk, majd első lépésben a kapcsolós, élgombos potenciométert építjük be. Ilyet például egy régi zsebrádióból szerelhetünk ki. Az ellenállása a rádiókban szokásos 4,7...10 kΩ lehet. Utóbbi esetben R<sub>15</sub> helyét hidaljuk át egy huzal-darabkával!

A potenciométert az alkatrészdoldalon helyezük el és két csőszegecscsel rögzítjük. A megbízható elektromos kapcsolat érdekében a csőszegecsek az egyik oldalon a potí „füléhez”, a másik oldalon a nyák-fóliához forrasztjuk. Ezután az IC-k és a passzív elemek beültetése következik. A hangsugárzó egy 20 mm átmérőjű, bronz alaplemezü piezó-sugárzó. A mintapéldányba egy használaton kívüli kvarcórából származó piezó-hangsugárót építettem be. Ehhez a sugárzót el kell látni kivezetésekkel. Az alaptárca peremére és a kerámiára felvitt ezüstréteg peremére egy-egy vékony, hajlékony sodratot forrasztunk. A műveletet nagyon körültekintően végezzük, ügyelve arra, hogy a forrasztási pont a lehető legkisebb legyen.

Az így előkészített sugárzót a hátlapjánál fogva egy 20 mm átmérőjű, vékony falú fémcsőből levágott, 5...12 mm hosszú gyűrű végére, az egész egységet pedig a panelre ragasztjuk. A ragasztáshoz fémhez is kötő, kétkomponenses műgyantát célszerű felhasználni.

A hangsugárzó és a telepcsatlakozó vezetéknek beferrasztása után a szerelt panelt 1 mm-es félkemény alumíniumlemezről hajlított kétrészes dobozba szereljük. Szerelés előtt a doboz falába furatokat készítünk az érzékelők kábele, a trimmerpotenciométer számára, valamint a



7. ábra

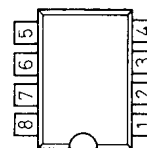
hangszóró elé, s elkészítjük a kivágást az élgomb számára is. A kábelt gumiból készült átvezetőn keresztülbújtatva vezetjük az áramkör bemeneti pontjához! Az áramköri egységet 4 db M2-es csavarral, 3 mm-es távtartó csövecskék közbeiktatásával rögzítjük a doboz alaplapjához. A 9 V-os telep számára műanyag lemezből teleptartót készítünk, amelyet a doboz alaplapjához ragasztunk.

A leírtakat a múlt havi számunk címfotója jól illusztrálja. A mintadarab dobozában külmérete 20x70x72 mm. A hátlapra érdemes egy csipetűt is felszerelni, mert így a készülék elhelyezése nem okoz problémát: a felső zsebre csipetve alacsony hangerővel is üzemeltethető.

## A detektor használata

A készülék használata megegyezik a múltkor leírtakkal. Mivel az első fokozat visszacsatoló hálózata nagy időállandójú tagokat tartalmaz, bekapcsolás után egy mintegy 40 mp-es tranzienst után áll be a működőképes állapot. Először egyenletes, 700 Hz-es füttyöt hallunk, ami elhallgat, majd újra hallhatóvá válik. Ettől a pillanattól kezdve a készülék üzemkés.

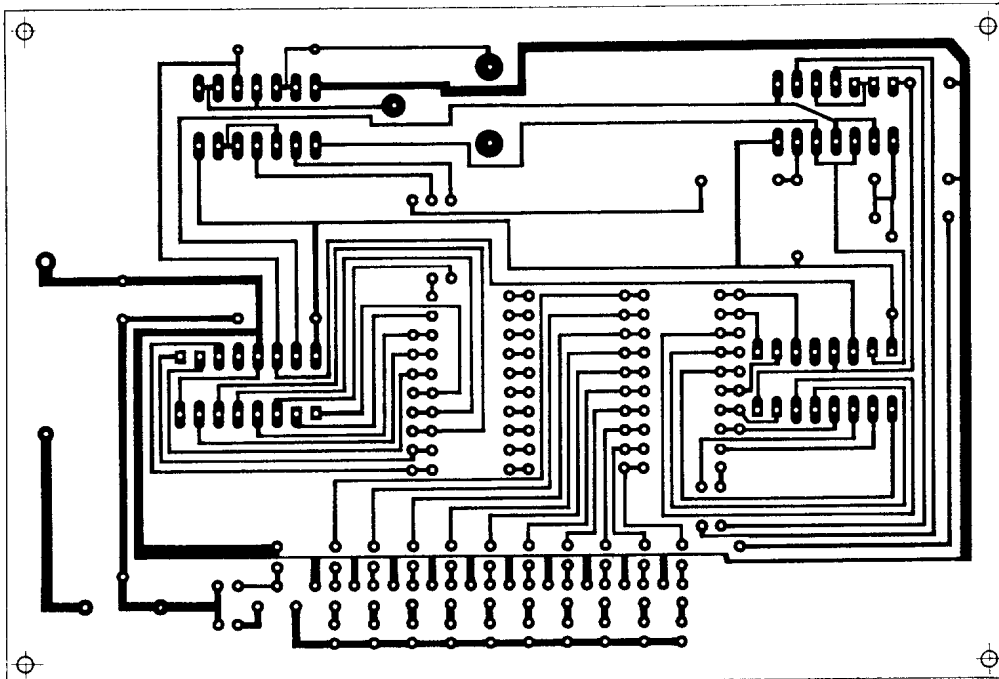
Végezetül még egyszer felhívom az Olvasó figyelmét arra a veszélyre, ami fennáll akkor, ha az α-detektort nem teljesen egészséges idegrendszerű egyének használják! A készülék közvetlenül hat az agyműködésre. A biológiai visszacsatolás ugyanis úgy létesül, hogy az agy tudat alatt érzékeli az általa gerjesztett α-hullámok és az ennek hatására a hangsugárzó által a fülnek közvetített moduláció fázisának egybeesését. Normális esetben ez a kívánt hatást idézi elő, de kóros idegrendszeri elváltozások mellett hatása előre kiszámíthatatlan!



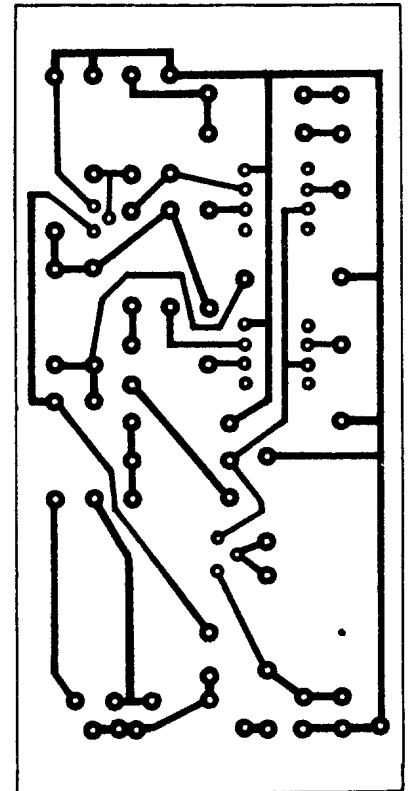
## TL072, TL082

- 1: ki 1
- 2: inv. bem. 1
- 3: neminv. bem. 1
- 4: -U (vagy 0)
- 5: neminv. bem. 2
- 6: inv. bem. 2
- 7: ki 2
- 8: +U

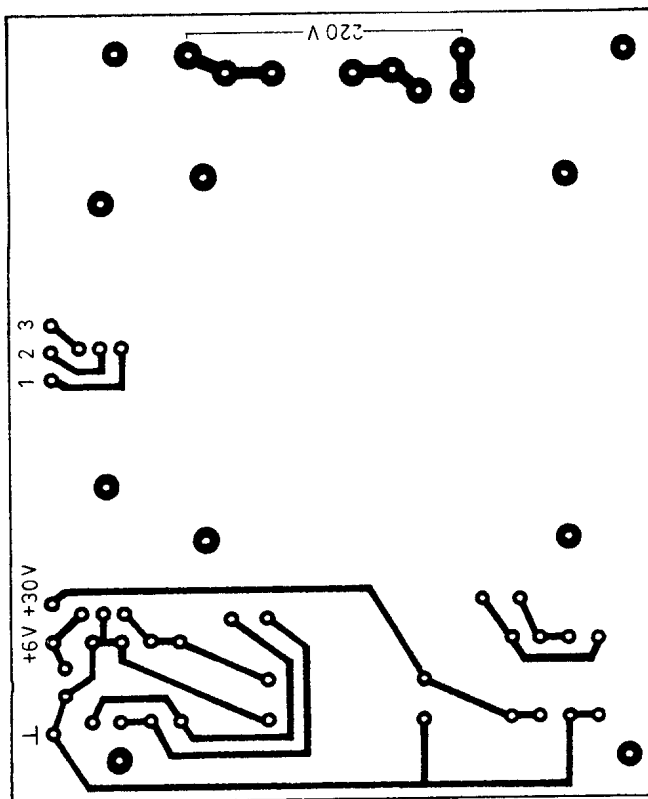
# nyomtatott áramkörök \* nyomtatott áramkörök



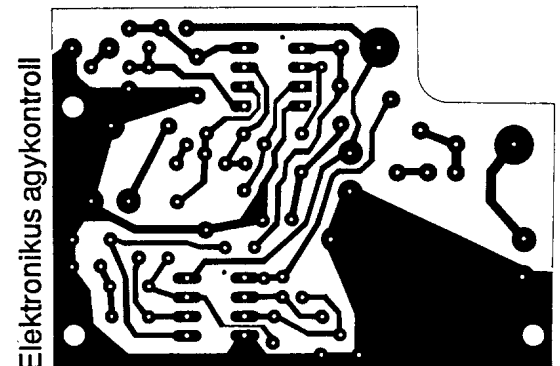
Fényjáték a karácsonyfán



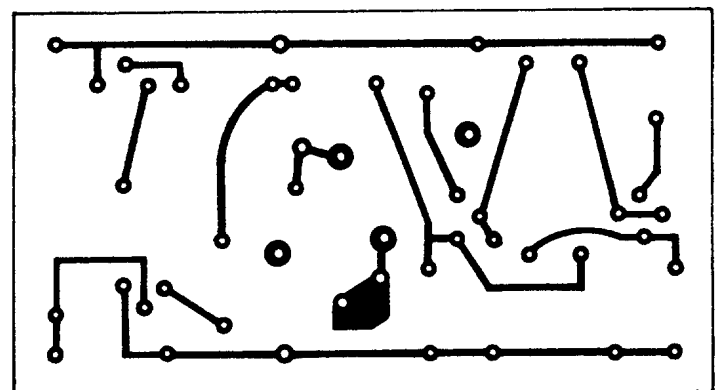
Automata akkumulátortöltő



Tápegység az IBM EPROM-égetőhöz



Elektronikus agykontroll



Féklámpa villogtató