

## Elektronikus agykontroll

Nálunk is nagy népszerűségnek örvend Sylvának a közelmúltban világsikert aratott, magyar nyelven is kiadott műve, az *Agykontroll*. A könyv központi témája az úgynevezett *alfa-állapot* jótékony pszichikai és fiziológiai hatásainak taglalása. Ezt a kellemes állapotot azonban nem könnyű elérni: rengeteg időtrábló tréning szükséges hozzá, és nem is biztos, hogy a könyvben leírt módszerek mindenkinél sikerre vezetnek. Közhelynek számít, hogy „rohanó korunkban” erre sokunknak ideje sem lenne, de a gyakorláshoz nélkülözhetetlen nyugodt, ingermentes környezet biztosítására is csak igen ritkán nyílik alkalom. Most induló cikksorozatunkkal célunk nem az említett mű megállapításainak vitatása vagy megerősítése (ezen vitatkozzanak a tudósok), csupán az alfa-állapot gyors elérését célzó elektronikus módszer bemutatása.

### Az emberi agy elektromos aktivitása

Az emberi agy (minden bizonnyal a Földön létező legbonyolultabb struktúra) működésének lényegi kérdései még nem tisztázottak. Nem tudjuk például, hogy hol, milyen formában helyezkedik el benne a hatalmas memória, milyen folyamatok hozzák létre a gondolatokat, mi az alvás rejtélye, és mi játszódik le közben, de még sorolhatnánk. Bár napjainkban az agykutatás hatalmas energiával folyik, egyelőre csak nagyon kevés tudományosan igazolt tényről sikerült az agyműködés fiziológiájáról felderíteni. Arról, hogy az agy működése során abban elektromos potenciálok lépnek fel, már a múlt században is tudtak, de az agyi elektromos aktivitás mérésével először századunk húszas éveiben kezdtek el foglalkozni.

Az agyban keletkező feszültségek a fejbőr alkalmasan megválasztott pontjairól speciális elektródok segítségével elvezethetők, felerősíthetők és regisztrálhatók. Ezzel az orvostudomány egyik ága, az *elektroencefalográfia* foglalkozik. Az EEG teljesen veszélytelen, fájdalommentes vizsgálati módszer. Bár egyelőre az agyműködés mélyebb folyamataihoz nem visz közelebb, hiszen a milliárdnyi idegsejt egyidejű működéséről valamiféle átlagaktivitást regisztrál, de néhány betegség biztos diagnózisához ma már nélkülözhetetlen.

Hogy milyen információt is ad az EEG az agy-

ban lejátszódó folyamatokról, azt egy régi, de még érvényes példával illusztrálhatjuk. Képzeli el, hogy egy idegen lény a Földre érkezik, s meglátja a fényűságot. Értelmes lény lévén sejti, hogy a villódzó fénypontok valamiféle információt hordoznak, de számára teljesen ismeretlen módon. Elővesz tehát egy fénymérőt, hozzákapcsolja egy regisztrálóműszerhez, és megpróbálja elemezni az átlagos fényerőnek az idő függvényében történő változását. Természetesen a fényűjság tényleges információit így sohasem fogja megfejteni, de néhány egyszerű következtetés levonására még ez a módszer is alkalmas.

Az EEG-vel ugyanez a helyzet. A gondolkodás folyamata például nem látható a regisztrátumokon, de az agy átlagos állapotáról a néhány jól elkülöníthető hullámalak tájékoztat, amelyeket a görög ABC kisbetűivel jelölnek.

A normálisan működő emberi agy által előállított jellegzetes hullámformák fő jellemzőit foglaltuk össze *táblázatunkban*. Az éber állapotra (figyelem, teljes szellemi aktivitás) a *béta* ( $\beta$ ) hullámok jellemzőek. Meglehetősen szabálytalan hullámforma, amely a 13...30 Hz frekvenciasávban jelentkezik, mintegy 30  $\mu V_{pp}$  amplitúdóval. Stresszben, fokozott izgalmi állapotban az amplitúdó növekedése tapasztalható.

A minket most leginkább érdeklő *alfa* ( $\alpha$ ) hullámok a nyugodt, relaxált, lecsukott szemű embernél jelentkeznek. Ebben a nehezen körülhatárolható, félálomszerű állapotban – esetenként révü-

### Alkatrészjegyzék

#### Ellenállás:

- 1 db 330  $\Omega$  ( $R_{12}$ )
- 1 db 5,1 k $\Omega$  ( $R_9$ )
- 1 db 15 k $\Omega$  ( $R_4$ )
- 1 db 16 k $\Omega$  ( $R_7$ )\*
- 1 db 18 k $\Omega$  ( $R_{13}$ )
- 1 db 22 k $\Omega$  ( $R_6$ )
- 1 db 27 k $\Omega$  ( $R_3$ )
- 2 db 39 k $\Omega$  ( $R_{10}, R_{11}$ )
- 1 db 680 k $\Omega$  ( $R_2$ )
- 1 db 1,2 M $\Omega$  ( $R_1$ )
- 2 db 4,3 M $\Omega$  ( $R_5, R_8$ )\*
- 2 db 2,2 k $\Omega$  potenciométer ( $P_1, P_2$ )\*

#### Kondenzátor:

- 1 db 2,2 nF ( $C_3$ )
- 1 db 15 nF ( $C_5$ )\*
- 1 db 22 nF ( $C_6$ )
- 1 db 100 nF ( $C_8$ )
- 1 db 220 nF ( $C_4$ )\*
- (C2236 típus)
- 2 db 10  $\mu F$ /25 V ( $C_1, C_7$ )
- 2 db 100  $\mu F$ /16 V ( $C_2, C_9$ )

#### Félvezetők:

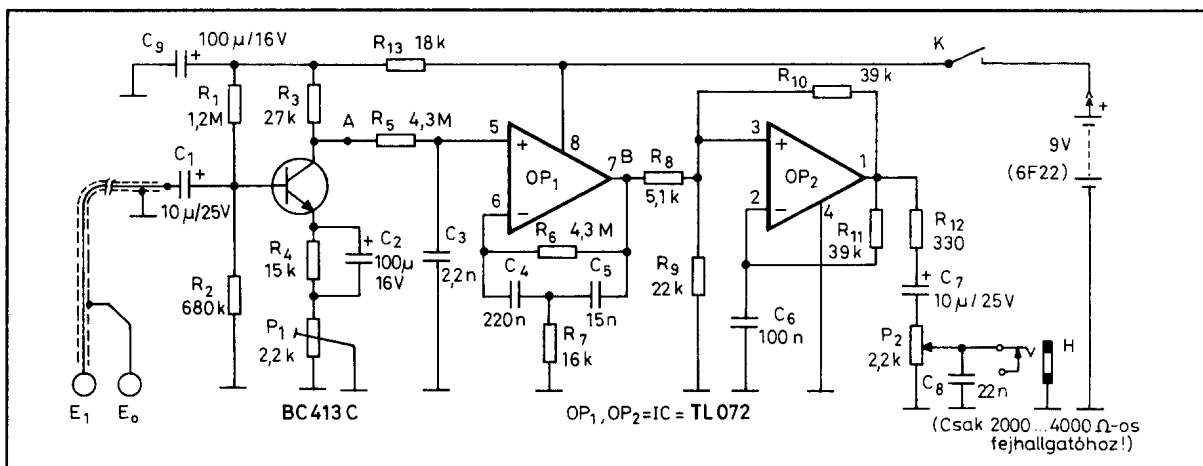
- 1 db BC413C (T)
- 1 db TL072 (OP1, 2)

#### Egyéb:

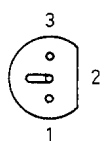
- 1 db 6F22 telep + telepcsatlakozó
- 1 db egyáramkörös kapcsoló
- 1 pár mono Jack csatlakozó
- 1 db 2...4 k $\Omega$ -os fejhallgató
- 2 db speciális elektród\*

\*: lásd a szövegben

| EEG hullám     | Frekvenciasáv [Hz] | Amplitúdó [ $\mu V_{pp}$ ] | Jelalak |
|----------------|--------------------|----------------------------|---------|
| béta $\beta$   | 13...30            | 30                         |         |
| alfa $\alpha$  | 8...13             | 40...60                    |         |
| théta $\theta$ | 4...8              | 20                         |         |
| delta $\delta$ | 1...3              | 10...80                    |         |

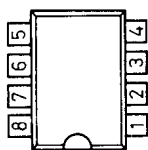


1. ábra



BC413C

1: emitter  
2: bázis  
3: kollektor



TL072

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

letben – a szinte tiszta szinusz alakú, 8...13 Hz-es, 40...60  $\mu V_{pp}$  hullámalak dominál. Jellegzetessége az  $\alpha$ -hullámnak az 1 Hz-es ütemű amplitúdó-moduláció, az úgynevezett alfaorsók kialakulása.

Az elalvás stádiumában a különböző hullámformák keverednek, majd a  $\theta$  jelalak válik uralkodóvá. Ez szabálytalanabb az  $\alpha$ -nál, frekvenciája 4...8 Hz, amplitúdója körülbelül 20  $\mu V_{pp}$ .

A mély alvás jól detektálható a  $\delta$  hullámok észlelésével. Jellegzetessége az igen alacsony, 1...3 Hz-es frekvencia és a széles határok között – 10...80  $\mu V_{pp}$  – ingadozó amplitúdó.

Az egyes hullámok a fejbőr más-más részén jelennek meg a legnagyobb amplitúdóval. Hogy az EEG-vizsgálatok eredményeit összehasonlíthatók legyenek, az elvezetések helyeit szabványosították (Jasper, 1958).

Bár egy idegsejt potenciálváltozása a koponyán belül a 90 mV-ot is elérheti, az agyhártyán, a koponyacsonton, a fejbőrön jelentős feszültségesés következik be. Végül is a mérendő jelek – mint láttuk – néhányszor 10  $\mu V_{pp}$  nagyságrendben vannak. Ilyen szintű, igen alacsony frekvenciás jelek mérése – különösen a mai, elektromos zavarokkal, a mérendő jelek amplitúdójánál több nagyságrenddel nagyobb 50 Hz-es hálózati brummal terhelt környezetben – nem éppen egy-

szerű feladat. A helyzetet tovább súlyosbítja az a tény, hogy ez az alacsony szintű jel közel 100 k $\Omega$ -os forrásimpedancián jelenik meg, geometriailag egymástól viszonylag távol fekvő elvezetési pontok között.

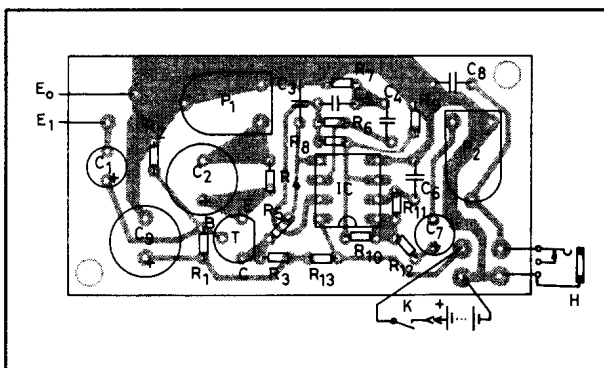
## A biológiai visszacsatolás

Vannak testünknek olyan funkciói (például a pulzusszám), amelyeket az emberek többsége nem tud akaratlagosan szabályozni. Megfelelő tréninggel azonban elérhetjük, hogy például tetzés szerinti időpontban  $\alpha$ -állapotba merüljünk. Hogy a hosszadalmas tréninget elkerüljük, visszacsatolást kell alkalmaznunk: detektálnunk kell valamilyen módon az  $\alpha$ -hullámok jelenlétét. A fentiek szerint erre a célra egy érzékeny, kis zajú, nagy bemenőellenállású szelektív erősítő szükséges. Az  $\alpha$ -állapot általában csak becsukott szemekkel érhető el, így akusztikus indikációt kell megvalósítani. Mivel a felerősített jel frekvenciája az infrahangok tartományába esik, az indikáció egyik módja egy hangfrekvenciás generátor modulálása az előbbi kimenőjellel.

A nyugati országokban már közel két évtizede gyártanak és árusítanak sokféle, egyszerűbb és bonyolultabb készüléket, amelyek a fent leírt módszerrel dolgoznak. A következőkben egy ilyen korai, nagyon egyszerű  $\alpha$ -detektort, de az eredetinel korszerűbb félvezetőeszközökkel megvalósított változatát ismertetjük.

## Egyszerű akusztikus $\alpha$ -detektor

A detektor kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Az E<sub>0</sub>, E<sub>1</sub> elektródokkal a bőrfelületről elvezetett jel a C<sub>1</sub>-gyen keresztül kerül a T, kis zajú tranzisztor bázisára. C<sub>1</sub> feladata az elektródok és a fejbőr között esetleg létrejövő galvánpotenciál leválasztása. A T feszültségerősítő fokozat, amelynek erősítése P<sub>1</sub>-gyel szabályozható. A feszültségerősítőt az R<sub>5</sub>, C<sub>3</sub> aluláteresztő tag követi, majd a felerősített, előszűrt jel az OP<sub>1</sub>-gyen ala-



2. ábra

puló szelektív erősítőre kerül. Az áramkör sáv-szűrő jellege a visszacsatoló ágba elhelyezkedő, az R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> elemekből álló áthidalt T-tag-nak köszönhető.

A felerősített  $\alpha$ -hullámok az R<sub>8</sub>-on keresztül modulálják az OP<sub>2</sub>-n alapuló négyszöggenerátort. A moduláció nem csak a generátor üzemi frekvenciáját, de az impulzuskitöltési tényezőjét is befolyásolja.

A generátor frekvenciája bemenőjel nélkül 700 Hz körüli (f<sup>\*</sup>), a moduláló jel a beállított erősítéstől függően mintegy  $\pm 10... \pm 50$  Hz frekvencialöket eredményez. A generátor jele az R<sub>12</sub>, C<sub>7</sub>, P<sub>2</sub>, C<sub>8</sub> komplexumon keresztül jut a H fejhallgató csatlakozóra, ahová kizárólag nagyellenállású – a detektoros vevők korszakából ismert 2000...4000  $\Omega$ -os – hallgató csatlakoztatható! P<sub>2</sub>-vel a hangerőt állíthatjuk be a kívánt szintre.

## A detektor megépítése

A kapcsolást a 15. oldalon található rajz alapján elkészített nyák-ra építjük fel. Az alkatrészek beültetése a 2. ábra alapján történik. Az ellenállásokat álló helyzetben forrasztjuk be. A záratok elkerülése érdekében a visszahajtott kivezetésekre húzzunk szigetelőcsövet! Ha lehetőségünk van rá, a T-tagot 1%-os elemekből állítsuk össze, vagy 5%-os tűrésű alkatrészekből méréssel válasszuk ki a névleges értéket legjobban megközelítő példányokat. A kész áramkört kis fémdobozban célszerű elhelyezni, a 9 V-os elemmel együtt.

Ezzel kapcsolatban felhívjuk az Olvasó figyelmét egy szigorúan betartandó életvédelmi előírásra. A testfelszínnel galvanikus kapcsolatban lévő elektronikus készülékek hálózati tápegységeire vonatkozó előírások olyan szigorúak, hogy amatőr körülmények között nem teljesíthetők, pl. megfelelő szigetelésű hálózati trafó általában

nem készíthető, illetve a szigetelés jósága nem ellenőrizhető. Ezért ilyen jellegű berendezések táplálása kizárólag szárazelemmel, akkumulátorral történjék! Ebből következik, hogy az  $\alpha$ -detektor áramkörébe hálózati táplálású mérőműszert (hanggenerátort, oszcilloszkópot) csatlakoztatni sem szabad akkor, ha az elektródok a bőrfelszínen vannak!

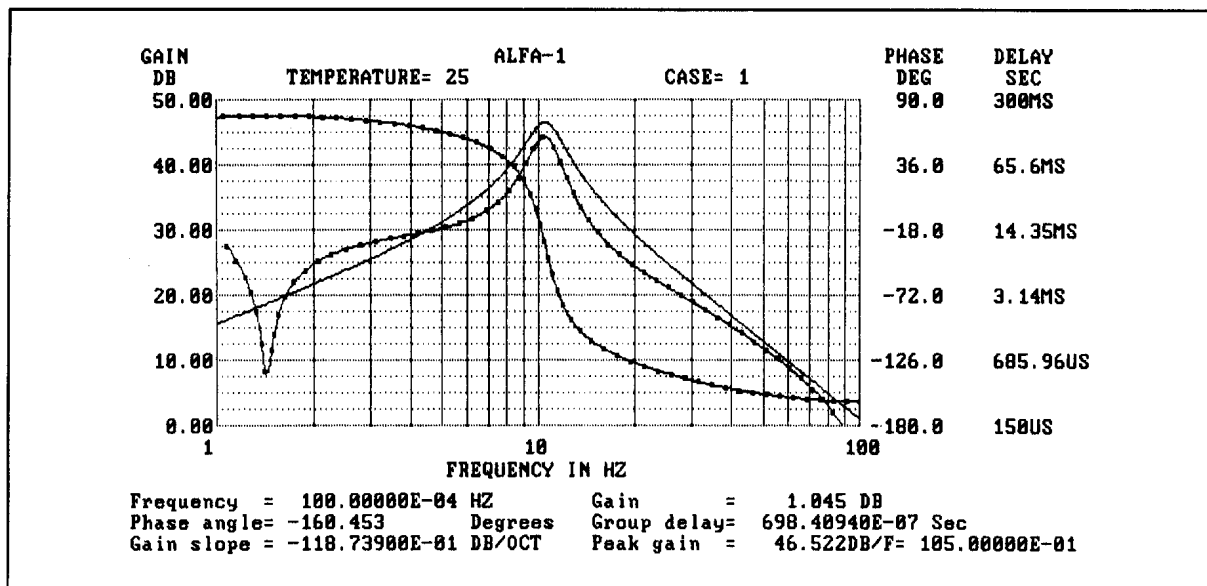
A potenciométerek a rajz szerinti nyák-ba ültethető trimmere is lehetnek, de trimmere helyett célszerűbb normál potenciométerek beépítése, amelyeket a dobozhoz erősítünk és a panelbe rövid szigetelt huzalokkal kötünk be.

Az elektródok árnyékolt kábelben keresztül csatlakoznak az erősítő bemenetére. Anyaguk kritikus: legjobban beváltak a Medicor által is gyártott szinterelt ezüst/ezüstklorid típusok, amelyeket úgy pánttal rögzíthetők, mind pedig a bőrfelületre ragasztható kivitelben is forgalomba hoznak. Sajnos ezek az elektródok drágák és magánszemély számára nehezen beszerezhetők. Helyettük alkalmazhatunk önből (nem forrasztóó!) vagy korrózióálló acélból házilag készült, 15...20 mm átmérőjű elektródokat is.

## A készülék használata

Az  $\alpha$ -detektorok célja az „éber-ellazult” állapot elérése, amely általában jobb közérzetet, pihentéget eredményez. A rendszeres használat fokozza a koncentrálóképességet, így alkalmazása intenzív szellemi erőfelfejtést igénylő tevékenység, például tanulás előtt javasolt. A készülék segítségével a relaxáció technikája könnyen, gyorsan elsajátítható, bár erre sem mindenki egyenlő mértékben képes.

A visszacsatolásos tréning olyan helyiségben történjék, ahol más személy nem tartózkodik, csend van, és kényelmesen el tudunk helyezked-



3. ábra

ni. Először az elektródokat rögzítsük a fejen. A különböző szakirodalmak más-más elvezetési pontokat javasolnak. Az E<sub>0</sub> elektródot általában (Jasper szerint) az egyik fülcimpára csiptethetően alakítják ki, az E<sub>1</sub>-gyet pedig a homlok közepére, vagy valamelyik szemöldök fölött rögzítik ragasztással, vagy gumiszalaggal. Tapasztalatom szerint az E<sub>0</sub>-ás elektródot jobb a tarkó felett, a koponyaalapon elhelyezni. Az elektródok felhelyezése előtt célszerű az elvezetési pontokon a bőrfelületet alkohollal zsírtalanítani. Az elektródokat használat előtt feltétlenül vonjuk be az OMKER-nél is megvásárolható elektróda-zselével! Ennek hiányában konyhasó-oldattal átitott gézlapot tegyünk az elektród és a bőrfelszín közé. (Utóbbi hátránya, hogy hamar kiszárad, amit a kellemetlen hálózati bűgös jelez.)

Sötétítsük el a helyiséget, helyezkedjünk el kényelmesen és kapcsoljuk be a detektort. Az érzékenységet állítsuk maximumra, csukjuk be a szemünket és figyeljük a hangot. Közben igyekezzünk teljesen ellazulni, lehetőleg ne gondolkunk semmire! Az  $\alpha$ -hullámok megjelenését az eredetileg egyenletes fűtő tremoló-szerű modulációja jelzi. Ne igyekezzünk azonban ezt akaratlagon létrehozni, csak figyeljük a hangot!

Az első időben a relaxáció időtartama ne haladja meg a napi 10...15 percet. Különösen az érzékenyebb idegrendszerű egyéneknek előfor-

dulhat, hogy a tréning idegrendszeri rendellenességekhez vezet. Ha ilyesmit tapasztalunk, a készülék használatát azonnal abba kell hagyni!

\*\*\*

A fent ismertetett készülék előnye egyszerű felépítésében, szerény anyagigényében rejlik. Az eredeti áramkör kifejlesztésének idején – 1975 táján – még nem volt általános a több kW-os háztartási gépek, berendezések használata, így a hálózati feszültség által előidézett 50 Hz-es zavaró tér is jóval kisebb volt, mint manapság. Tapasztalatom szerint sajnos egy modern lakásban – különösen egy panellakásban – a brumm a bemutatott detektor alkalmazását gyakran lehetlenné teszi. A gyenge zavarelnyomásért az igen egyszerű sávszűrő a felelős. A detektor áramkörének A és B pontok közötti fokozatát számítógépes frekvenciaanalízisnek vetettük alá, amelynek eredménye a 3. ábrán látható (a frekvenciamentet a folyamatos vonal ábrázolja). A görbe mente az áteresztő sávban is távol áll az optimálistól, 50 Hz-en pedig a csillapítás csupán 31 dB a 10,7 Hz-es csúcshoz képest.

A következő számunkban az áramkör javított változatát ismertetjük, amely már az e havi címlapunkon látható. □

## AKKUMULÁTORTÖLTŐ

A mai átlagember egyre több olyan eszközt használ, melyek üzemeltetéséhez akkumulátorokra van szüksége. A zsebrádió, a kazettás- és sétálómagnetofonok, fali és ébresztőórák, a számoló- és számítógépek, villanók, őrző és figyelőberendezések, a számtárolós telefonok, üzenetrögzítők, rádió-telefonok, egyéb hordozható műszerek (hőmérők, vérnyomásmérők) mind megannyi kis energiát igénylő eszközök és általában mindegyik más-más típusú, darabszámú akkumulátort igényel. A különböző típusú, méretű, darabszámú nikkel-kadmium (ceruza, baby, bot, kompakt stb.) akkumulátorok töltésére alkalmas a TELMES Műszeripari Kiszövetkezet által gyártott töltőberendezés. Ezzel a készülékkel minden olyan akkumulátor tölthető, amelynek névleges feszültsége 1,2 V és 12 V, illetve amperóra-kapacitása 0,5-15 Ah határok közötti.

Töltés alatt a töltőfeszültség automatikusan beáll, míg a töltőáram az előlapon elhelyezett potenciométerrel 50 mA...1,4 A értékig állítható. A töltési folyamatot világítódioda jelzi. A töltő kimenete rövidzárvédett! A készülék kezelése egyszerű. A töltő formatervezett kivitelű, csekély méretű, kis súlyú.

Viszonteladónak kedvezményt adunk.



Megrendelhető:

**TELMES**

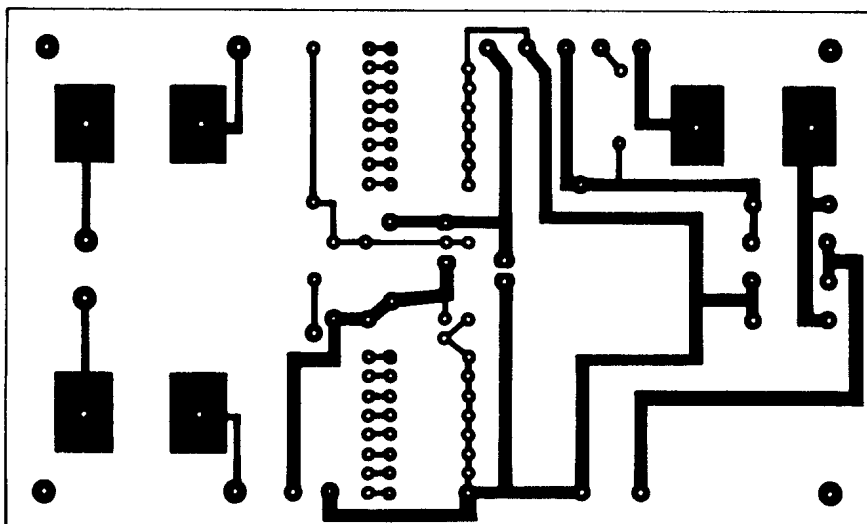
**MŰSZERIPARI KISSZÖVETKEZET**

Telephely: 1181 Budapest, Marx utca 12.

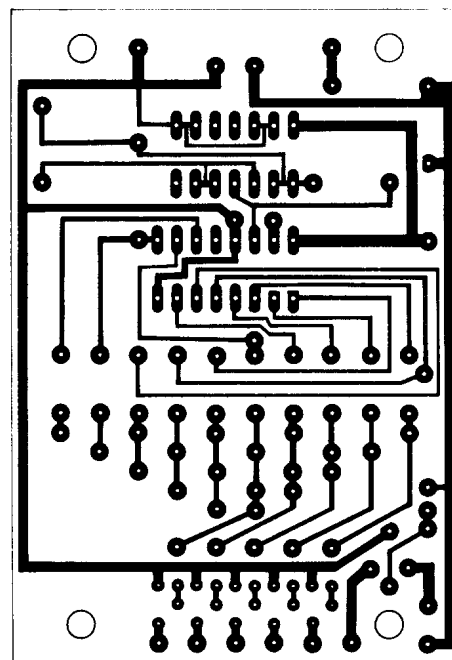
Levél cím: 1675 Bp. Pf. 12.

Telefon: 127-2830 (központ), 127-5214 (ker.oszt.), Telefax: 127-4862

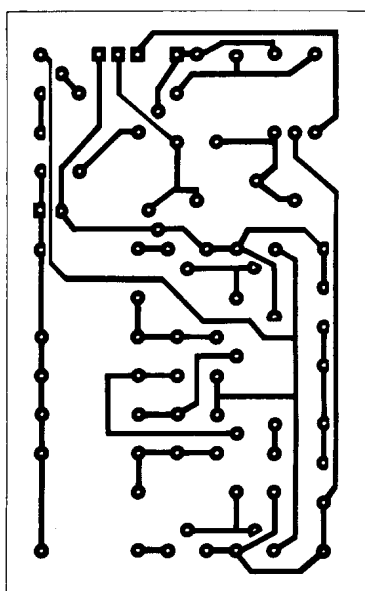
# nyomtatott áramkörök \* nyomtatott áramkörök



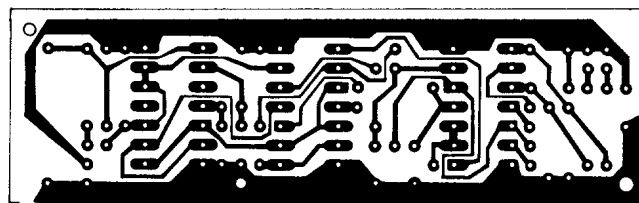
Tápegység a kapacitív szenzorhoz



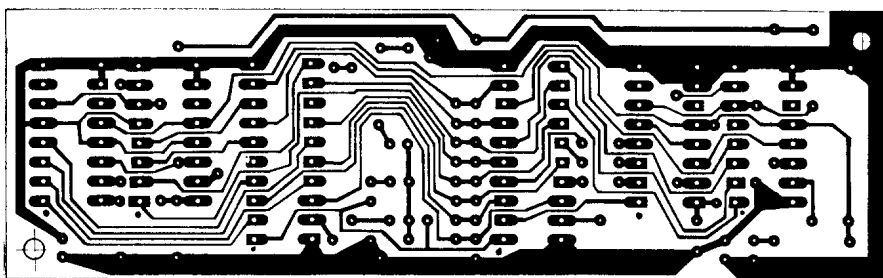
Fényjáték a karácsonyfán



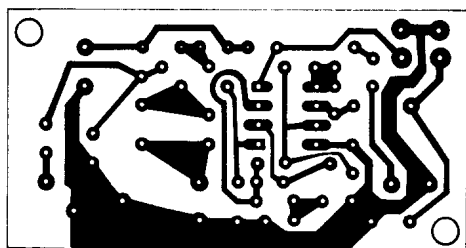
Tranzisztorteszter



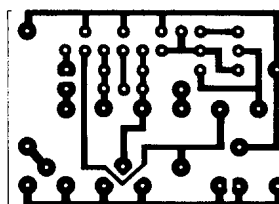
Körszámláló autómodell-versenyhez



Körszámláló autómodell-versenyhez



Elektronikus agykontroll



Lambda-diódás akkuór