

# Vobler-funkciógenerátor

Nagy Miklós

Amatőr viszonylatban ritkaság az alacsonyfrekvenciás vobler-funkciógenerátor. Sajnos a gyári műszerek ára igen borsos; a legtöbbet csak úgy juthatnak hozzájuk, ha megépítik.

Az itt közölt műszer jól alkalmazható szűrők, erősítők stb. frekvencia-menetének beméréshez kb. 1 MHz-ig. Vobler üzemben természetesen szükséges egy oszcilloszkóp is, mint megjelenítő. Az áramkör első pillantásra bonyolultnak tűnhet, azonban az utánépítés viszonylag problémamentes. A sok trimmer ellenére a beállítások egy pontos szkóppal egyszerűen elvégezhetők. A műszer használata egy kis gyakorlattal hamar elsajátítható. A műszaki adatokat táblázatba foglaltuk.

A generátor négy fő egységből áll:

- vobuláló generátor,
- funkciógenerátor és kiegészítő áramkörei,
- kimeneti áramkör és
- precíziós tápegység.

## Vobulátor (1. ábra)

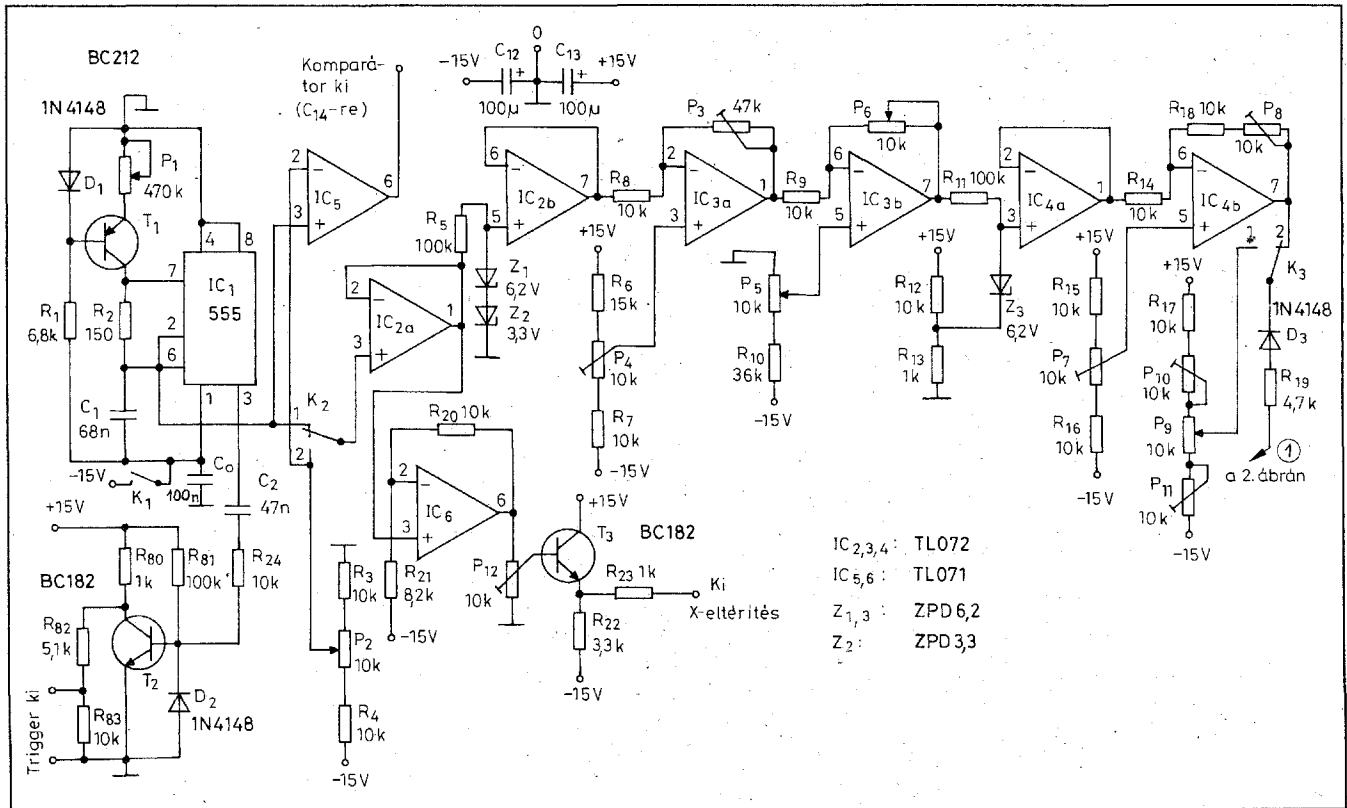
IC<sub>1</sub> állítja elő a vobuláló fűrészfjelet. A T<sub>1</sub>-gyel felépített áramgenerátor állandó árammal tölti C<sub>1</sub>-est, így ennek kapcsain jó linearitású fűrészfjelet kapunk. P<sub>1</sub>-gyel a vobuláló frekvenciát változtatjuk. IC<sub>2a</sub> feszültségkövető nagy bemeneti impedanciával fogadja K<sub>2</sub> kapcsolón keresztül C<sub>1</sub> fűrészfjelet vagy a P<sub>2</sub> által szolgáltatott feszültséget. P<sub>2</sub> szerepe a kézi letapogatás, valamint a markermozgatás.

Nagy löket esetén is megfelelő ábrát logaritmikus karakterisztikájú vobulálójellel kapunk. A lineáris fűrészfjelet diódákkal alakítjuk logaritmikká, kihasználva a Z-diódák letérési karakterisztikáját. Ez három lépésben történik: Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, D<sub>3</sub>. IC<sub>2a</sub> meghajtja Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub> diódákat R<sub>5</sub> ellenálláson keresztül. A fűrészfjelet csúcsa -10 V, a Z-diódák R<sub>5</sub>-tel beállított áram mellett -8 V-tól lefelé „megívelik” a fűrészfjelet.

IC<sub>2b</sub> feszültségkövető nagy bemeneti impedanciával terhelésmentesíti a Z-diódákon kialakult jelet. IC<sub>3a</sub> invertálva erősít. Kimenetén állítsunk be +9 V-ról 0 V-ra futó jelet. P<sub>4</sub>-gyel a helyzetet, P<sub>3</sub>-mal az erősítést tudjuk szabályozni.

IC<sub>3b</sub> invertál, itt tudjuk külső potenciométerekkel szabályozni a vobulációs jelet. P<sub>6</sub>-tal az erősítés mértéke nulla kimenő jeltől az egyszerűes erősítésig változtatható, ezzel a löketnagyságot szabályozzuk. P<sub>5</sub> a lökethelyzet-szabályozó potenciométer.

T<sub>2</sub> áramköre triggerjelet állít elő. IC<sub>1</sub> 3. lábán minden fűrészfjelet előtt megjelenik 0, -15 V között egy impulzus. T<sub>2</sub> ezt az impulzust a pozitív tápfeszültségre fordítja. Így 0 V-ról indulva +10 V amplitúdójú triggerjelet kapunk. Egyencsatolt X bemenettel nem rendelkező szkópok szinkronizálhatók így a vobulátorhoz. A szkópon beállított X eltérítési sebesség frekvenciájá-



1. ábra. A vobuláló áramkör kapcsolási rajza

val azonos vobulálófrequencia esetén kapunk teljes képernyőméretű képet. A voblerfrequenciát  $P_1$ -gyel állítjuk be.

$IC_5$  komparátorként működik. Amint a fűrészeléri – egy picit elhagyja – a  $P_2$  által adott feszültséget,  $IC_5$  kimenete pozitívrá ugrik. Ez a fel-futó él nyitja egy pillanatra a kimeneti áramkör bemenetén levő  $D_{11}$ - $D_{12}$  sön-tőlő diódákat. A szkópernyőn levő kép-ben ebben a pillanatban lesz egy rövid beszakadás, ennek bal széle a marker-jel. Ez a marker a  $P_2$  potenciométerrel mozgatható a képernyőn. Ha  $K_2$  kap-csolóval átkapcsolunk a fűrészelről a  $P_2$ -re, akkor a kimeneten a marker he-lyén levő frequencia jelenik meg, ame-lyet frequenciamérővel mérhetünk, most löket nélkül. Természetesen  $P_2$ -vel kézi frequenciabeállítást is végez-hetünk,  $K_2$  kapcsoló 2-es állásában.

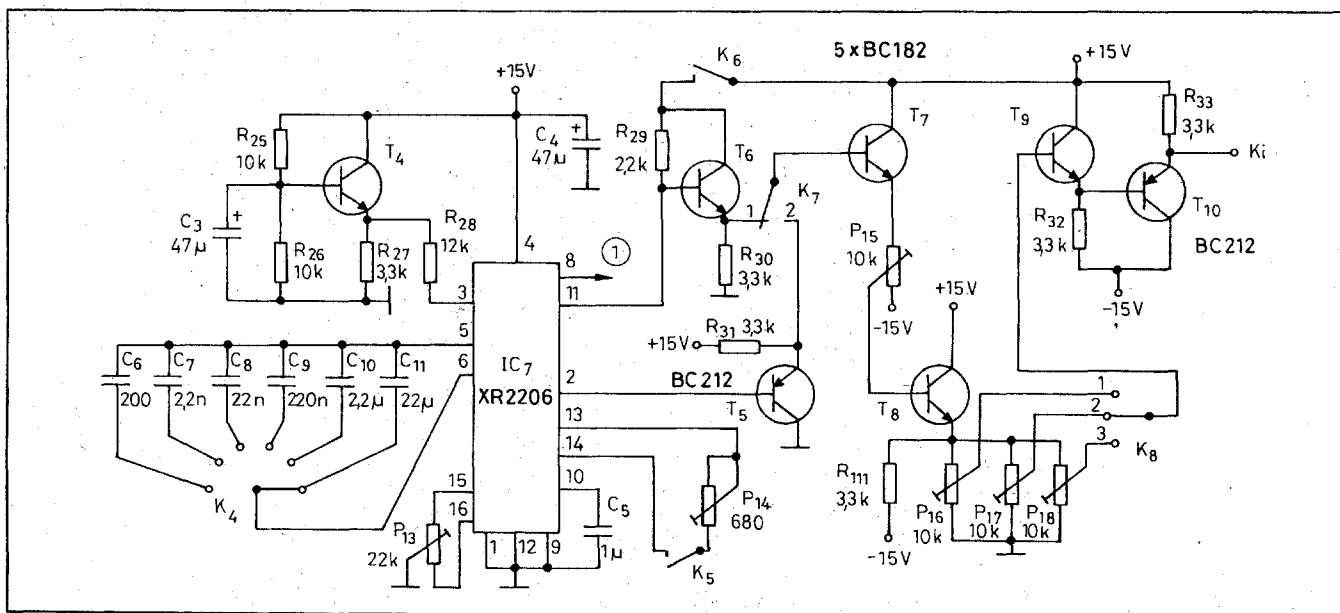
$P_2$  ugyanazt a feszültségtartományt fogja át, amit a fűrészgenerátor.  $IC_6$  egyensatolt X bemenettel rendelkező szkóp számára állít elő X eltérítőjelet. A fűrészelet felerősíti úgy, hogy a fű-rész középértéke 0 V lesz.  $P_{12}$ -vel a fűrészel amplitúdóját állíthatjuk a szoká-sos  $10 V_{cs-cs}$ -ra.

$T_3$  emitterkövető hajtja meg  $R_{24}$ -en keresztül a szkóp X bemenetét. Ebben az üzemmódban is  $P_1$ -gyel szabályoz-zuk a vobuláló frequenciát. Itt lehetősé-g van a kézi letapogatás üzemmódra is.  $K_2$  kapcsoló 1-es állásában a fűrész-generátor működik, 2-es állásában  $P_2$  potenciométerrel kézi letapogatást vé-

2. ábra. A funkciógenerátor és áramkörei

## Műszaki adatok

Jelalakok:	szinusz, háromszög, négyszög – 1. kimenet gyors fel-futású négyszög – 2. kimenet	Frequencia-menet:	$\pm 0,5$ dB, 1,8 MHz-en $-3$ dB
Kimeneti impedancia:	50 $\Omega$ , 600 $\Omega$	Lineáris hango-lópotméter átfogása:	10 $\times$ -es
Max. kimeneti szint:	10 $V_{cs-cs}$ – 1. kime-net; 12 V, 0-ról in-dulva – 2. kimenet	Négyszögjel fel- és lefutása:	200 ns
Kimeneti osztó:	0 dB, $-20$ dB, $-40$ dB, $-60$ dB, az amplitúdót a DC-tartalmával együtt osztja	Gyorsnégyszög-jel fel- és lefutása:	20 ns
Folyamatos amplitúdó szabályozás:	0 dB ... 60 dB, az amplitúdót a középértékhez ké-pest csökkenti, a DC-szint változat-lan marad.	Vobulátor hangolópotmé-ter átfogása:	0 ... 1000 $\times$ -es, a löketségabályozó potméter állásától függően
Gyorsnégyszög amplitúdó sza-bályozás:	0 dB ... 60 dB	Vobulátor löket:	0 ... 1000 $\times$ -es
DC-szinteltolás	$\pm 6$ V, csak az 1. kimeneten	Lökethelyzet:	tartománya a beál-lított lökettel ará-nyosan változik
Frequencia-tartományok:	2 Hz ... 20 Hz 20 Hz ... 200 Hz 200 Hz ... 2 kHz 2 kHz ... 20 kHz 20 kHz ... 200 kHz 200 kHz ... 1,8 MHz	Vobuláló jel:	megközelítően logaritmikus
		Vobuláló frequencia:	0,8 Hz ... 60 Hz
		X eltérítőjel kimenet:	10 $V_{cs-cs}$ , a középérték 0 V
		X trigger kimenet:	5 $\mu$ s négyszögim-pulzus, 0-ról in-dulva +10 V
		Marker kompa-rátor kimenet:	$-14$ V-ról +14 V-ra ugrik
		Tápfeszültség:	$\pm 15$ V
		Áramfelvétel:	+160 mA, $-100$ mA



gezhethünk. Ekkor mérhetünk frekvenciát a kimenőjelenben, a P<sub>2</sub>-vel beállított helyen. Kéicsatornás oszcilloszkópnál az IC<sub>5</sub> komparátor kimeneti jelét a második csatornára kötve együtt megjeleníthetjük a vobulált jellel.

A komparátor szintváltási helye azonos a P<sub>2</sub> potenciómterrel beállított frekvenciával. Ekkor K<sub>2</sub> kapcsolót a 2-es állásba kapcsolva a komparálás helyén levő frekvencia jelenik meg vobuláció nélkül a kimeneten. Tehát P<sub>2</sub>-vel oda állítjuk a komparálás helyét – vobulálás alatt – ahol frekvenciát akarunk mérni. K<sub>2</sub> átkapcsolásával a kijelölt helyen „áll” a frekvencia, most megmérhetjük.

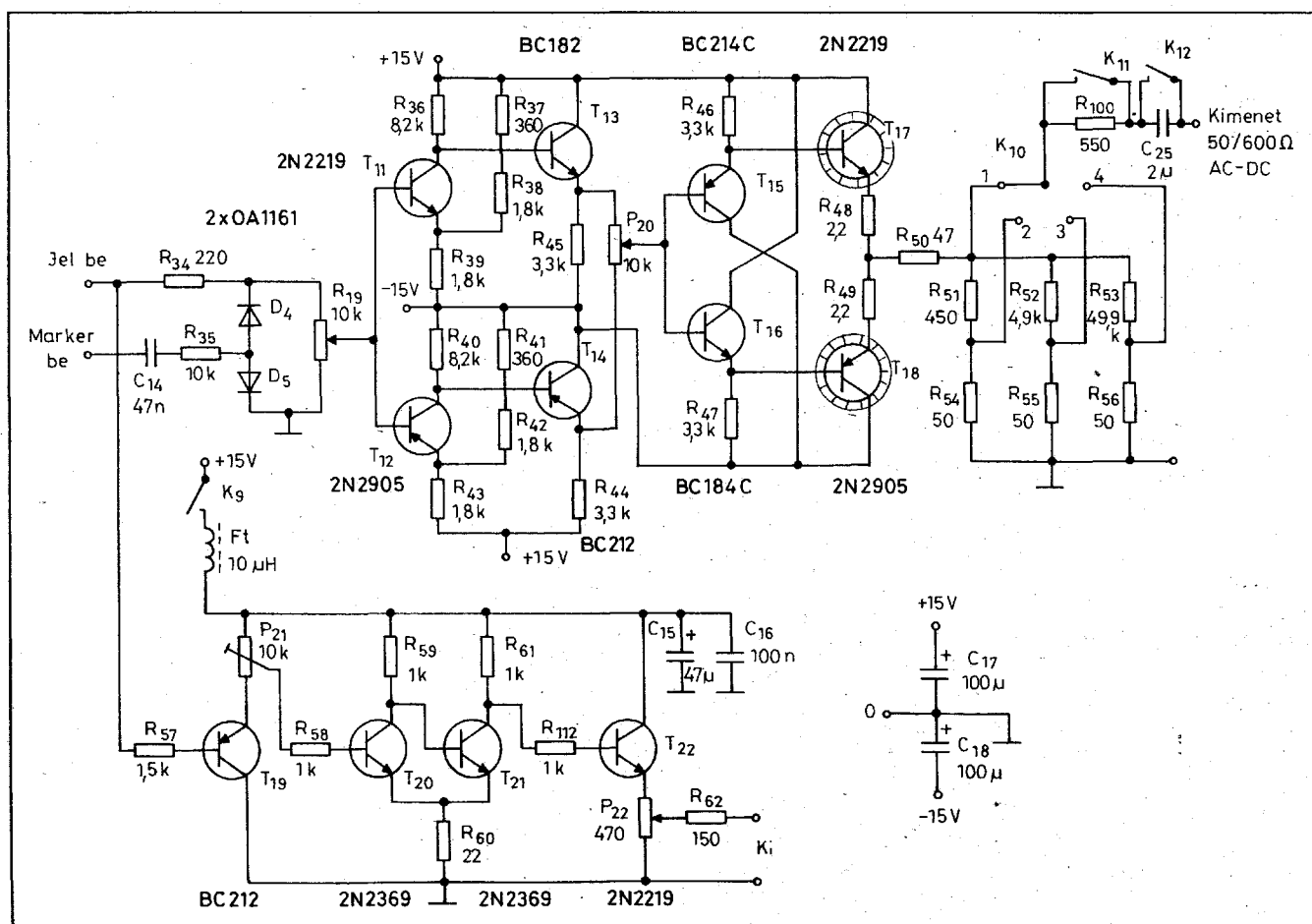
### Funkciógenerátor és áramkörei (2. ábra)

Az XR2206 IC szinuszos, háromszög- és négyszögjelet generál ebben a kapcsolásban. Tápfeszültsége +15 V. Az 5.

és a 6. láb közé az időzítő kondenzátorok kapcsolódnak, K<sub>4</sub> kapcsolóval mérés-határt válthatunk. A kondenzátor váltásával tízszeres frekvenciaváltozás történik, egy mérés-határban a P<sub>9</sub> potenciómterrel állíthatjuk be a kívánt frekvenciát. P<sub>13</sub>-mal a 15. és a 16. láb között a szinuszos szimmetriáját állítjuk be úgy, hogy az alja és a teteje egyforma legyen.

Az IC a szinuszos jelet a háromszögjelel alakítja ki, a háromszögjelet logaritmusos karakterisztikával vágja. Ennek mértékét a 13. és a 14. láb közé kapcsolt P<sub>14</sub> potenciómterrel állítjuk be úgy, hogy szép szinuszos jelet kapjunk az IC<sub>7</sub> 2. lábán, természetesen zárt K<sub>5</sub> kapcsoló mellett. Nyitott K<sub>5</sub> kapcsoló, esetén háromszögjelet kapunk a 2. lábán. A 11. lábra a tokon belül egy nyitott kollektoros tranzisztor kapcsolódik; ha ezt ellenállással pozitív tápra kötjük, itt négyszögjelet kapunk a teljes tápfeszültség-tartományban.

Az IC 9. lába TTL-szintű vezérlő bemenet; magas szintjénél a 7. láb aktív, alacsony szintjénél a 8. láb. A 3. lábán a kimenő háromszög ill. szinuszos amplitúdóját és helyzetét szabályozhatjuk. A ráadott feszültséggel azonos lesz a kimenőjel középértéke, jelen esetben +7 V. Az R<sub>28</sub> ellenállással beállított áram a kimeneti amplitúdót határozza meg, ez háromszögjelel csúcstól csúcsig 4,5 V. T<sub>4</sub> emitterkövető a C<sub>3</sub> kapacitását „jelentősen megnöveli”. A 3. lábra visszahat a tokon belül a kimeneti amplitúdó. Az alacsony frekvenciák mellett csak igen nagy kapacitással lehetne fix értéken tartani a 3. láb feszültségét, közvetve ez a kimeneti amplitúdó növekedését eredményezné alacsony frekvenciákon. Sajnos IC<sub>7</sub> saját négyszögjele jelentős transzienseket kelt a tokon belül, a szinuszos és a háromszögjele csúcsain megjelennek ezek a szintváltások. Ezért K<sub>6</sub> kapcsolóval kikapcsoljuk a négyszögjelet szinuszos ill. háromszögjelel üzemmódban.



3. ábra. A kimeneti áramkör

**35 000 FÉLE ALKATRÉSZ - HQ & NEDIS KFT.**

T<sub>5</sub> és T<sub>6</sub> terhelésmentesítik IC<sub>7</sub> kimeneteit. Mivel a kimenőjelek 0 és +15 V között jelennek meg, ezért T<sub>7</sub>-tel szinteltolást végzünk. T<sub>7</sub> –15 V és +15 V között üzemel; az emitterkörü P<sub>15</sub> potenciométerrel állítsuk be a kimenőjelet úgy, hogy a jel középpértéke 0 legyen. Ez a megoldás csökkenti az amplitúdót is, de ezt majd felerősítjük.

K<sub>7</sub> kapcsolóval válthatunk négyszög-, vagy szinusz-háromszög között. T<sub>8</sub> emitterkövető a P<sub>16</sub>, P<sub>17</sub>, P<sub>18</sub> trimmerreket hajtja meg. Hogy melyik trimmer melyik jelalakhoz tartozik, azt K<sub>8</sub> kapcsoló bekötése határozza meg. Teljesen mindegy, bekötés után jelöljük meg. Ezekkel kell beállítani mindhárom jelalakot azonos amplitúdóra. Kiindulási alap a szinuszjel, mivel ez a legkisebb. Ha a szinuszt maximumra állítjuk, akkor a kimeneti áramkör végkimenetén 10 V<sub>cs-cs</sub> jelet kapunk. A háromszög- és négyszögjelet a trimmerrel csökkentjük a szinuszjellel azonos amplitúdóra, T<sub>10</sub> emitterén mérve.

K<sub>8</sub> kapcsolóval választjuk ki a kívánt jelalakot. T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub> emitterkövetők a kimenetre dolgoznak. P<sub>15</sub>, P<sub>16</sub>, P<sub>17</sub>, P<sub>18</sub> beállításakor az oszcilloszkóppal a T<sub>10</sub> emitterén mérjük.

Felmerül a kérdés: ha IC<sub>7</sub> 3. lábán tudunk egyenszintet és amplitúdót szabályozni, akkor miért külön áramkörrel lett megoldva? Ennek egyik oka, hogy a négyszögjelet ugyanúgy tudjuk kezelni, mint a szinusz-háromszögjelet. A 3. lábán keresztül a négyszögjel nem befolyásolható, ezt mindenképpen külön kellene kezelni. Másik ok, hogy IC<sub>7</sub> szinusz-háromszög kimenetének nagyfrekvenciás átvitele erősen függ a 3. lábán beállított kimeneti amplitúdótól. Ezért beállítunk egy olyan szintet, ahol jó a nagyfrekvencia szintje, ezt további – szélessávú – áramkörökkel kezeljük.

### Kimeneti áramkör (3. ábra)

T<sub>10</sub> jelét R<sub>34</sub>-en keresztül fogadja P<sub>19</sub> potenciométer; ezzel folyamatosan szabályozhatjuk az amplitúdót. R<sub>34</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>, R<sub>35</sub>, C<sub>14</sub> söntáramkör a markerjelet viszi be, a jel egy-egy pillanatnyi söntölésével. A marker kapcsolójel IC<sub>5</sub>-ről C<sub>14</sub>-re kapcsolódik, ezt vezetékkel kell összekötni, mivel külön panelon vannak. C<sub>14</sub>-gyel a markerjel méretét változtathatjuk.

T<sub>11</sub>-T<sub>12</sub> azonos fázisban erősít, de ellenkező egyenszint-eltolást hoznak létre. T<sub>11</sub> kollektorán a jel amplitúdója

10 V<sub>cs-cs</sub>, középpértéke +7 V. Ezt a középpértéket R<sub>37</sub> 360 Ω és R<sub>38</sub> 1,8 kΩ állítják be. Szükség esetén R<sub>37</sub> változtatásával állíthatjuk +7 V-ra a középpértéket. T<sub>12</sub> kollektorán szintén 10 V<sub>cs-cs</sub> amplitúdójú jelet kapunk, itt a jel középpértéke –7 V.

R<sub>41</sub> 360 Ω és R<sub>42</sub> 1,8 kΩ szerepe szintén a középpérték beállítása. R<sub>41</sub>-et változtatjuk szükség esetén.

T<sub>13</sub>-T<sub>14</sub> emitterkövetők a P<sub>20</sub> egyenszinteltolás-potenciométerre dolgoznak. Ezzel állíthatjuk be a kimenőjel egyenszintjét +7 V és –7 V tartományban. Ez az egyenszint mindig a jel középpértéke. P<sub>19</sub> potenciométerrel úgy tudjuk szabályozni az amplitúdót, hogy közben a jel egyenfeszültségű szintje nem változik.

T<sub>15</sub>, T<sub>16</sub>, T<sub>17</sub>, T<sub>18</sub> képezik a kimeneti áramerősítő fokozatot. Innen a jel a kimeneti csillapítóra jut, amely 50 Ω vagy 600 Ω kimeneti impedanciát biztosít minden állásban. A csillapítás mértéke: 0 dB, 20 dB, 40 dB és 60 dB. A csillapító ellenállásait szerelhetjük a panelra, itt R<sub>51</sub>, R<sub>52</sub>, R<sub>53</sub> ellenállások kettő, három sorosan kapcsolt ellenállásból tevődnek össze, a nem szabványos értékük miatt. Így a kívánt értékek könnyen beszerezhető ellenállásokból összerakhatók. Az egész csillapítót szerelhetjük a fokozatkapcsoló-

ra is, ezt az egészet leáramköljük, így tisztább jelet kapunk a 60 dB-es állásban.

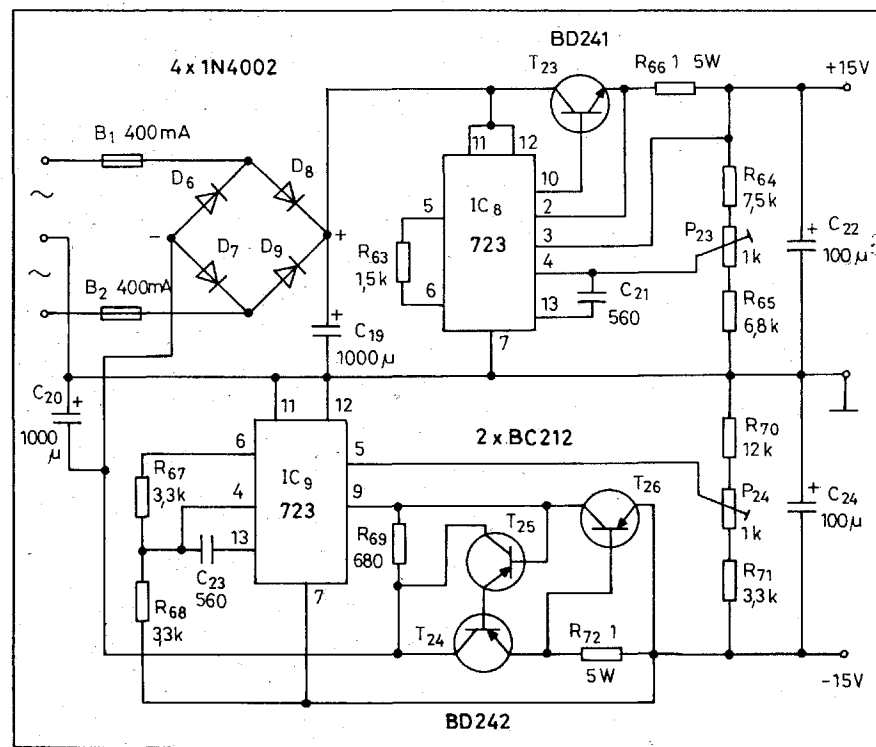
T<sub>19</sub> emitterkövetőt a jelbemeneti pontról hajtjuk meg. T<sub>20</sub>, T<sub>21</sub> egy Schmitt-triggert képez, T<sub>21</sub> kollektorán gyors felütésű négyszögjelet kapunk.

P<sub>21</sub> trimmerrel állítsunk be 50% kitöltésű négyszögjelet. T<sub>22</sub> emitterkövető meghajtja a szintszabályozó P<sub>22</sub> potenciométert. Ez a négyszögjel mindig 0,4 V-ról indul, P<sub>22</sub>-vel az amplitúdót szabályozhatjuk 0,4 V-tól 12 V-ig.

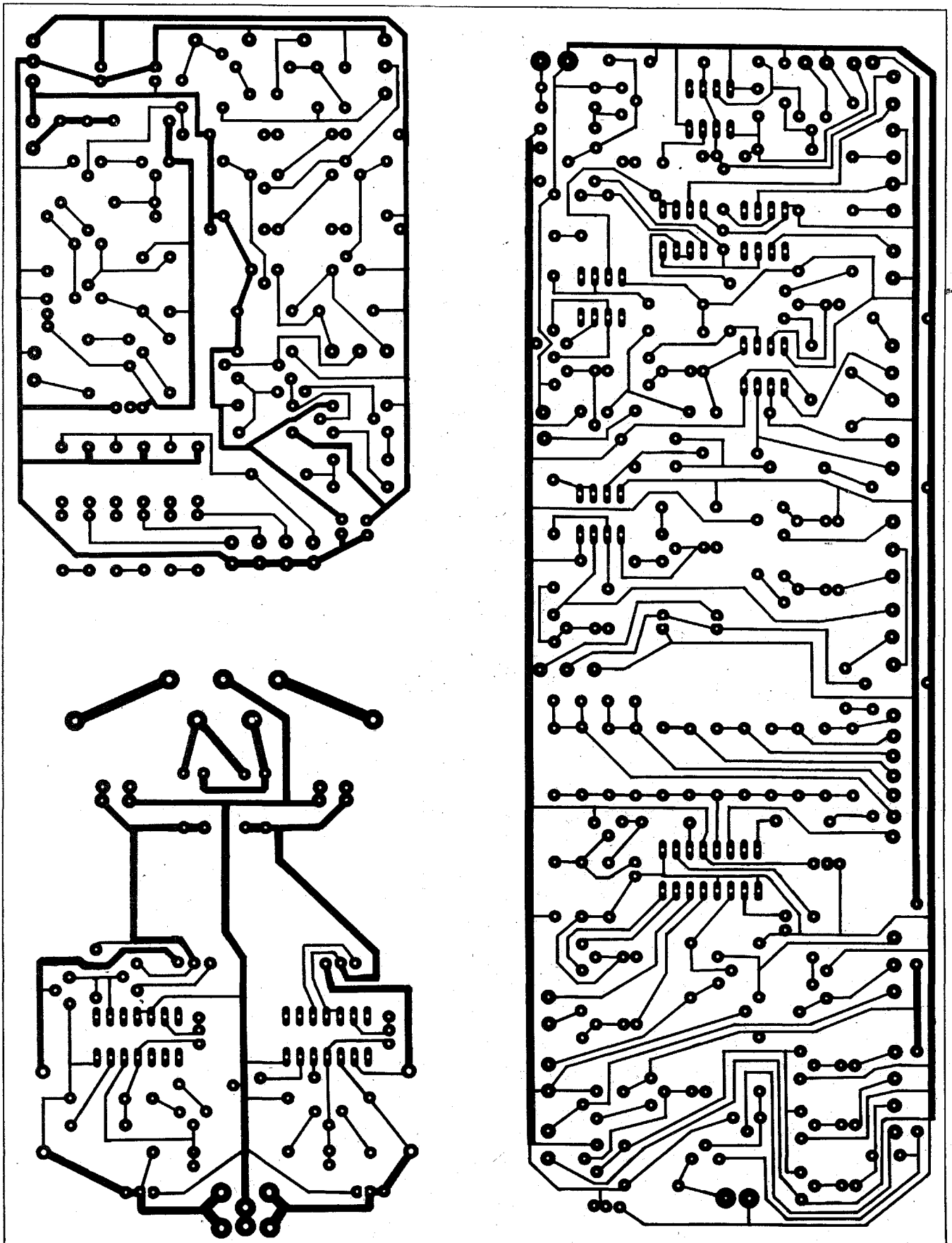
A kimenetet 4-5 V-ra állítva TTL-szintű kimenetet kapunk. CMOS-áramkörökhöz állítsunk be kimeneti szintet az adott áramkör szintigényéhez. A jel felfutása és lefutása 20 ns. Az áramkör működése közben gyors tranziensek a szinusz-háromszög jelen is megjelennek. Ezért K<sub>9</sub> kapcsolóval kikapcsolható az áramkör. Célszerű a P<sub>22</sub> helyén kapcsolóval egybeépített potenciométert használni, így K<sub>9</sub> kapcsoló lehet a potenciométer beépített kapcsolója.

### Tápegység (4. ábra)

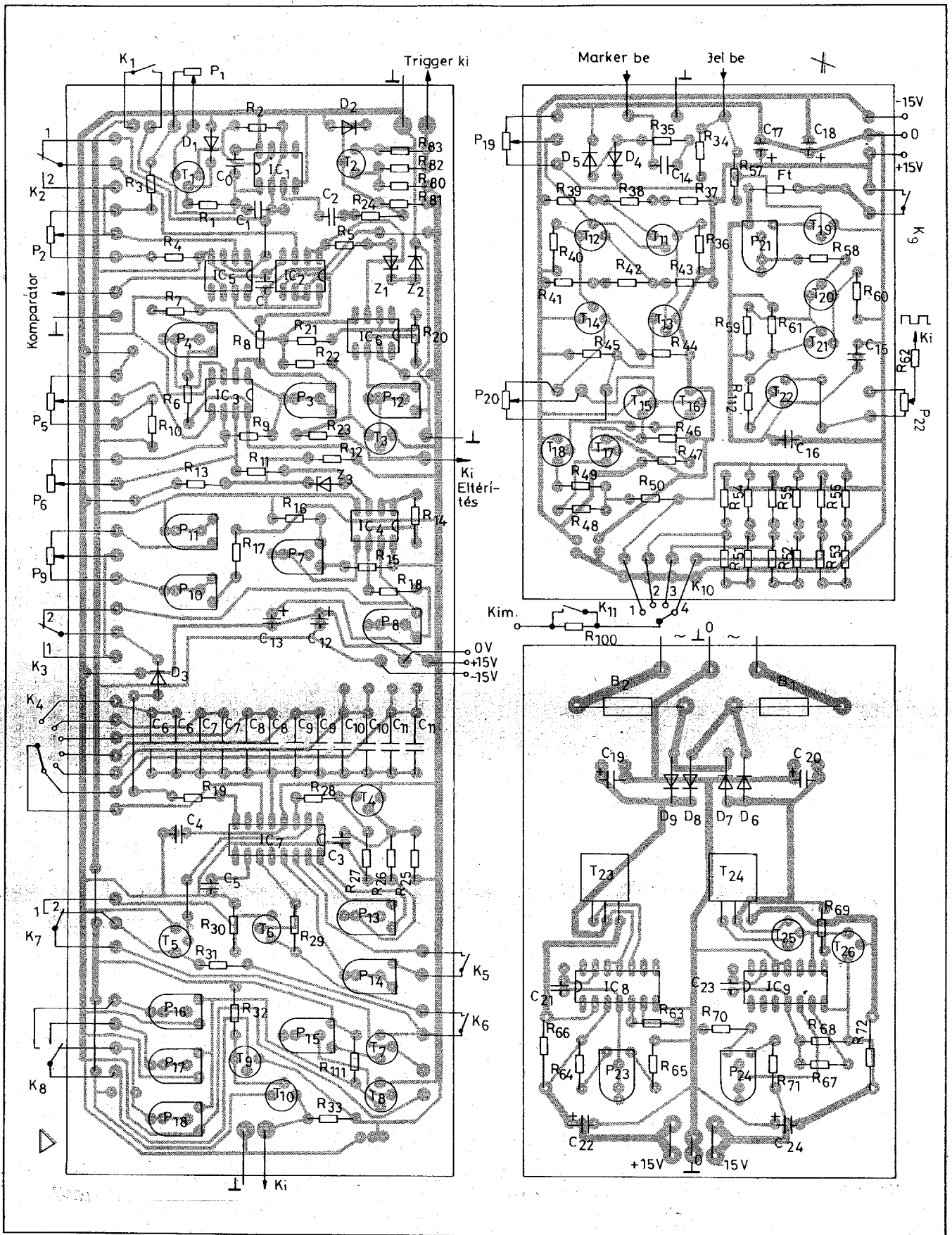
A tápegység a földponthoz viszonyítva ±15 V-ot állít elő. Túlterhelés és rövidzárvédett.



4. ábra. A tápegység kapcsolási rajza



5. ábra. A 3 db nyák-lemez fóliarajzolata a forrasztási oldal felől nézve



6. ábra. Az alkatrészek beültetési rajza (alkatrészoldal)

A szokásos egyenirányító után  $C_{19}$ ,  $C_{20}$  szűrést végeznek.  $IC_8$ ,  $IC_9$   $\mu A723$  precíziós stabilizátorok igen stabil tápfeszültséget biztosítanak. Ez a kellő frekvenciastabilitás érdekében szükséges.  $T_{23}$ ,  $T_{24}$  áteresztő tranzisztorok az áramterhelhetőséget növelik meg.  $R_{66}$ ,  $R_{72}$  áramfigyelő ellenállások szerepe az áramkorlátozás működtetése. Ezt a pozitív ágba  $IC_8$  végzi. Negatív ágba a  $\mu A723$  belső áramkorlátja nem használható, ezért egy önálló tranzisztorral, a  $T_{26}$ -tal kellett külön megoldani.

$P_{23}$ -mal a +15 V-ot,  $P_{24}$ -gyel a -15 V-ot állíthatjuk be pontosan.  $T_{23}$ -at és  $T_{24}$ -et szereljük szigetelten hűtőlemeze-re.

A generátor teljes áramfelvétele a pozitív ágról 160 mA, a negatív ágról 100 mA.

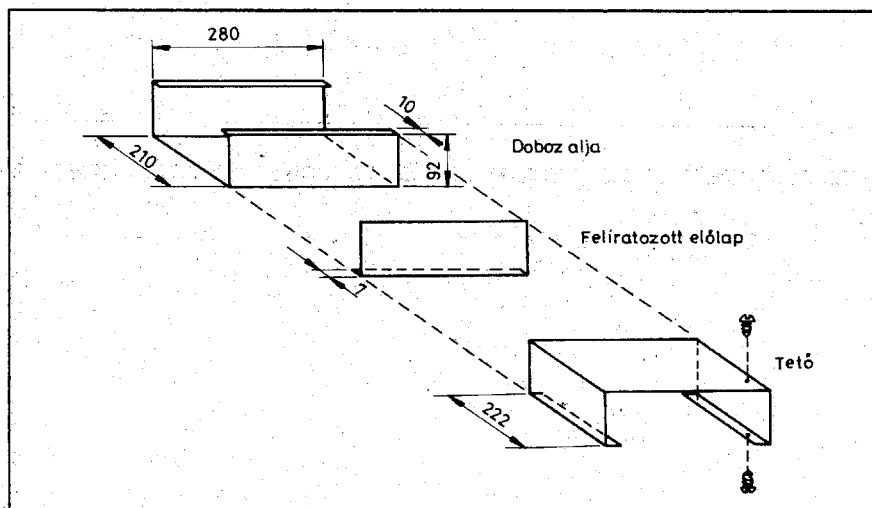
A transzformátor kiválasztásánál vegyük figyelembe, hogy a stabilizátor áramkörök biztos működéséhez minimum  $\pm 20$  V tápfeszültség szükséges.

### A készülék megépítése

A nyák-rajzolatot (5. ábra) fénymásolóval másoljuk ki, lehetőleg fóliára. Ezzel kész a fotomaszk. Ha csak papírra sikerül fénymásolatot készíteni, Pausklar spray-vel áttetszővé, ezáltal átfotózhatóvá tehetjük a papírt is. Sajnos némely fénymásoló tintaanyagát feloldja a Pausklar, ekkor forduljunk másik fénymásolóhoz. A kimaradt, majd kifűt panelt ellenőrizzük erős fényvel átvilágítva, nincs-e szakadás, zárlat. Kenjük be többször szpiritusban oldott gyantával, a jobb forraszthatóság és korróziómegeelőzés céljából. Az alkatrészbeültetést a 6. ábra szerint végezzük.

A transzformátorra nem lehet egyseges típuszámot megadni, kinek milyet sikerül beszerezni. A stabilizátor áramköre min.  $\pm 20$  V egyenfeszültséget igényel. A hálózati 220 V helyenként, időnként jóval kevesebb, nem árt, ha erre is marad tartalék a tápfeszültségben. A hálózati feszültségű részek szerelését kellő körültekintéssel végzük, betartva az ide vonatkozó érintésvédelmi előírásokat (kettős szigetelés).

A mellékelt ábrák segítséget nyújtanak a doboz elkészítéséhez, természetesen eltérhetünk ettől az elrendezéstől. A BNC-aljzatok helyett az olcsóbb RCA-aljzatokat is használhatjuk. A dobozt 1,5 mm-es alumínium-



7. ábra. A készülékdoboz mechanikai vázlata

vagy 0,6 mm-es horganyzott vaslemez-ből készítsük el a 7. ábra szerint.

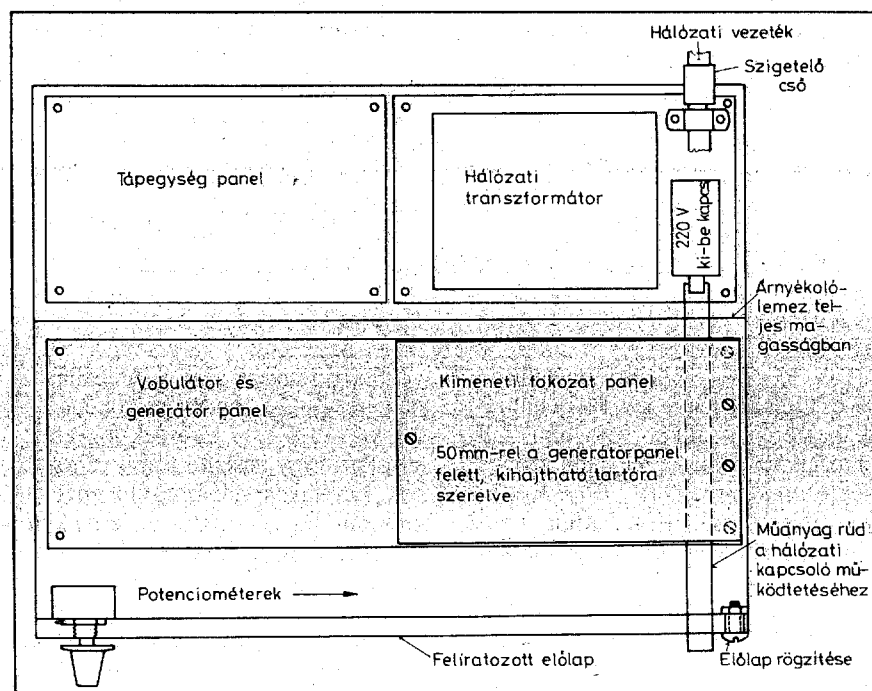
A panelokat 10 mm hosszú távtartóval szereljük a doboz aljára. A transzformátor környékén ragasszunk vékony bakelitlamezt a doboz aljára, oldalára. A hálózati kapcsolót egy megfelelően kialakított műanyag rúddal működtessük.

A kimeneti fokozat panele a generátorpanel fölött kb. 50 mm-re, szintén

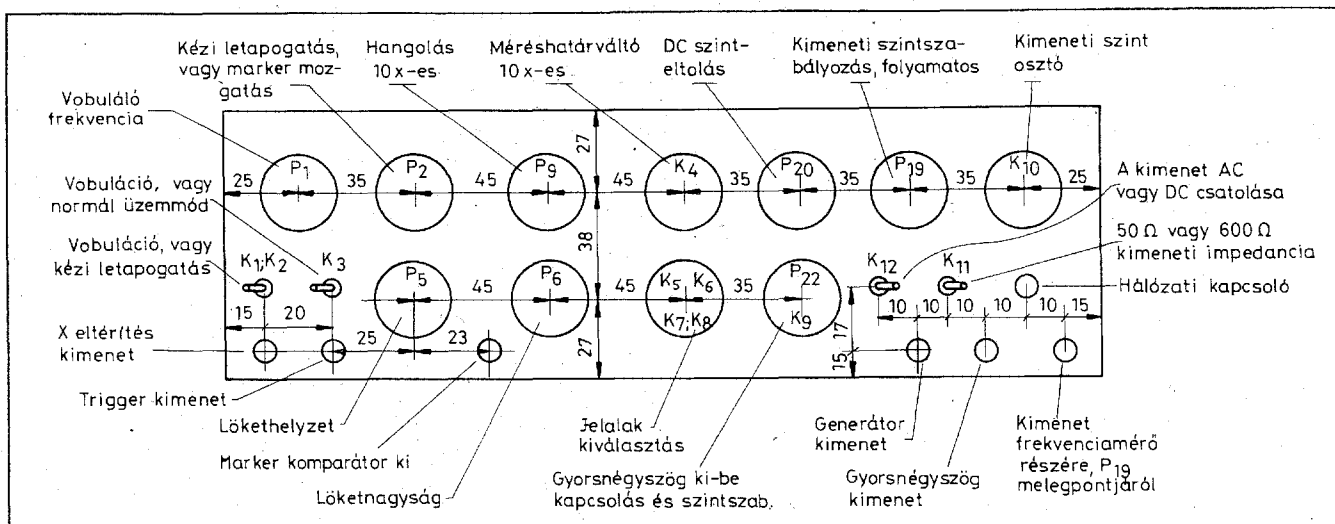
fekve helyezkedik el. Ezt célszerű egy csuklós szerkezetre szerelni, így egy mozdulattal felhajtható, ha a generátorpanelhez akarunk hozzáférni (8. ábra).

A feliratozott előlapot szintén távtartóval szereljük fel. Ügyeljünk, hogy a távtartó és az előlap alján lévő behajlítás mérete megegyezzen.

A dobozt alul négy és felül négy lemezcsavarral erősítsük össze, az ábrán jelölt pontokon. Így egy egyszerű.



8. ábra. A készülék vázlatos felülnézete



9. ábra. A kezelőszervek elhelyezése az előlapon

de kellően merev dobozt kapunk. A kezelőszervek elhelyezésére egy lehetséges variációt láthatunk a 9. ábrán.

P<sub>15</sub>, P<sub>16</sub>, P<sub>17</sub>, P<sub>18</sub> trimmerek kapacitásszegény, nem fémházas kivitelűek legyenek. P<sub>19</sub>, P<sub>20</sub>, P<sub>22</sub> potenciométerek szintén kis kapacitásúak legyenek. A miniatűr kivitelűek nem megfelelőek. P<sub>1</sub>, P<sub>19</sub>, P<sub>22</sub> potenciométerek „B” jelű, logaritmikus karakterisztikájúak legyenek. A többi lineáris, „A” jelű.

K<sub>12</sub> kapcsolóval AC- vagy DC-csatolt kimenetet állíthatunk be. C<sub>25</sub> kondenzátort – amely minimum 25 V feszültségtűrőű legyen – a K<sub>12</sub> kapcsolóhoz forrasszuk.

K<sub>11</sub>-gyel választjuk ki az 50 Ω vagy a 600 Ω kimeneti impedanciát. Az R<sub>100</sub> ellenállást forrasszuk a K<sub>11</sub> kapcsolóhoz.

Kerüljük a földhurok kialakítását; árnyékolt vezeték árnyékolását csak egyik végükön – a panelon – forrasszuk be.

R<sub>54</sub>, R<sub>55</sub>, R<sub>56</sub> 50 Ω-os ellenállások 1%-os tűrésűek legyenek. Ha nem tudjuk beszerezni, akkor válogatni kell pontosan 50 Ω-ra, de legalább azonos értékre mindháromat. R<sub>51</sub>, R<sub>52</sub>, R<sub>53</sub> és R<sub>100</sub> ellenállások mint látjuk, nem szabványértékűek. A panelon három sorosan kötött ellenállás számára van hely egy osztóellenállás-érték beállításához. Például a következő értékekből állíthatjuk össze a szükséges osztóellenállásokat:

$$\begin{aligned} 450 \Omega &= 390 \Omega + 50 \Omega + 10 \Omega \\ 4,95 \text{ k}\Omega &= 4,7 \text{ k}\Omega + 270 \Omega \\ 49,9 \text{ k}\Omega &= 47 \text{ k}\Omega + 2,7 \text{ k}\Omega \\ 550 \Omega &= 510 \Omega + 39 \Omega \end{aligned}$$

## A készülék beszabályozása

### A vobulátor beállítása

R<sub>19</sub> ellenállást a vobulátor beállítása után forrasszuk majd be. K<sub>1</sub> kapcsolóval indítsuk a fűrészgenerátort, K<sub>2</sub>-t kapcsoljuk 1-es állásba. P<sub>1</sub> maximális frekvencián, P<sub>5</sub>-öt csavarjuk 0 V-ra, P<sub>6</sub>-tal maximális erősítést állítsunk, ami most egyszeres, mivel IC<sub>3b</sub> nem erősít, hanem csillapít. IC<sub>3a</sub> 1. lábán állítsunk 0 és +10 V közötti jelet (10. ábra). P<sub>4</sub>-gyel helyzetet, P<sub>3</sub>-mal erősítést állíthatunk. IC<sub>3b</sub> 7. lábán ugyanezt kell kapunk az előbb leírt P<sub>5</sub>-P<sub>6</sub> állásban.

A hangolófeszültség durva beállítása: IC<sub>4b</sub> 7. lábán állítsunk +3 V és –5 V-os jelet. P<sub>7</sub>-tel helyzetet, P<sub>8</sub>-cal erősítést állíthatunk.

### A generátor beállítása

Forrasszuk be az R<sub>19</sub> ellenállást a helyére. C<sub>6</sub>-C<sub>11</sub> kondenzátorok lehetőleg kis – 1%-os – tűrésűek legyenek, stiroflex vagy hasonló stabil változatban. Kerámia kondenzátor használatát kerüljük. Ha nem tudunk 1%-os kondenzátorokat beszerezni, akkor 2 db-ból állíthatunk össze pontos értéket. A polarizálatlan C<sub>11</sub> beszerzése gondokat okozhat. Egy 47 μF-os és egy 33 μF-os tantál kondenzátort sorbakötve azonos polaritású lábaival, kapunk polarizálatlan kb. 20 μF-ot. Ezt egy 2 μF-os műanyag szigetelésű kondenzátor párhuzamos beforrasztásával 22 μF-ra tudjuk növelni. Beforrasszunk a szükséges

értékű kondenzátorokat, majd pF nagyságrendű kondenzátorokkal pontosíthatjuk az egyes frekvenciatartományokat (trimmerelünk). A panelon ezért méréshatáronként két kondenzátor számára van hely. A beállítás akkor jó, ha méréshatárátvátkor pontosan tízszeres frekvenciaváltás történik. C<sub>7</sub> kondenzátort vegyük alapul, forrasszuk be a helyére (a 20 kHz ... 200 kHz méréshatár időzítőkondenzátora). Ehhez trimmereljük majd a többit. Egyelőre a többi méréshatárra nincs szükség, ezek trimmerelését P<sub>9</sub> hangoló potenciométer beállítása után végezzük el.

IC<sub>7</sub> 2. lábán oszcilloszkóppal ellenőrizzük a kimeneti jel amplitúdóját. Háromszögjelnél 4,5 V<sub>cs</sub>-os értéket kell mérni. Az XR2206 IC-k szórása miatt előfordulhat néhány tized voltos eltérés, ezt korrigálni tudjuk R<sub>28</sub> kismértékű értékmodosításával.

Állítsuk a méréshatárt 20 kHz ... 200 kHz állásba. K<sub>2</sub> kapcsolót váltsuk 2-es állásba, P<sub>5</sub>-öt 0 V-ra, P<sub>6</sub>-ot maximum erősítésre. Most a fűrészjel helyett P<sub>2</sub>-t használjuk. P<sub>7</sub> és P<sub>8</sub> trimmerekkel állítsuk úgy, hogy P<sub>2</sub> egyik vég helyzetében 200 kHz, másik vég helyzetében 200 Hz legyen a frekvencia. Ekkor a löket ezerszeres. Mivel a fűrészjel feszültségtartománya ugyanaz, mint P<sub>2</sub> tartománya, vobulált üzemben is ugyanezt a tartományt kapjuk.

### P<sub>9</sub> hangoló potenciométer beállítása

Méréshatár marad 20 kHz ... 200 kHz állásban. K<sub>3</sub> kapcsolót állítsuk 1-

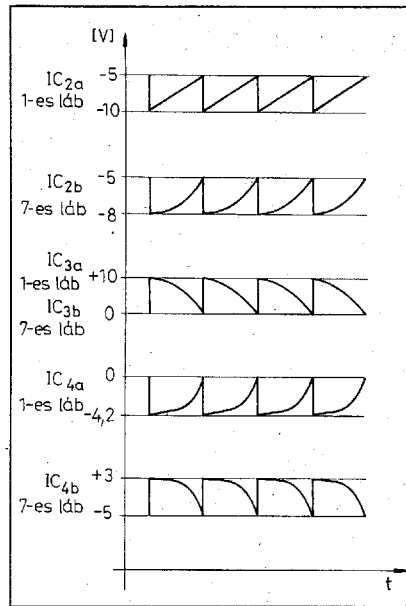


es állásba.  $P_{10}$  és  $P_{11}$  trimmereket állítjuk úgy, hogy  $P_9$  egyik véghelyzetében 19 kHz-et, másik véghelyzetében 210 kHz-et kapjunk. Azért nem 20 kHz és 200 kHz, hogy legyen egy kis átlapolás a sávok között.  $P_9$ -et skálázhatjuk, itt lineáris a hangolás. Ezután trimmereljük  $C_6$ ,  $C_8$ ,  $C_9$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{11}$  kondenzátorokat,  $C_7$ -hez viszonyítva. Állítsunk be  $P_9$ -cel 100 kHz frekvenciát  $C_7$  mérés-tartományában. Ezután  $P_9$ -hez már ne nyúljunk.  $K_4$  kapcsolót váltjuk  $C_6$ -hoz tartozó állásba, ekkor 1 MHz-re trimmereljük  $C_6$ -ot.  $C_8$ -nál 10 kHz,  $C_9$ -nél 1 kHz,  $C_{10}$ -nél 100 Hz,  $C_{11}$ -nél 10 Hz-re kell beállítani a kondenzátorokat.

### *P<sub>6</sub> használata*

Maradjunk a 20 kHz ... 200 kHz méréshatárnál.  $P_6$  lecsavart, „0” löket állásában a kimeneten a 200 kHz van jelen. Ez a kiindulási frekvencia  $P_5$  0 V helyzetben, amikor is a csúszkáján 0 V feszültséget mérhetünk. A minél nagyobb löket minél alacsonyabb frekvenciáig „ér el”, a 200 kHz mint felső végpont mindig megmarad. Minden méréshatárban természetesen a kiválasztott méréshatár felső értéke a kiindulási alap.  $P_5$  potenciométerrel viszont eltolhatjuk a kiindulási állapot, szintén lefelé. Így kis löket mellett is vizsgálhatjuk bármelyik tartományt.  $P_5$ -tel kb. százszoros frekvenciatartományban tudunk mozogni. Ezek kezelése kis gyakorlat után nem okoz problémát.

Vegyük figyelembe, hogy a vobulált szinuszelben nemkívánatos összetevők is megjelennek, ezek a kapott átviteli görbét meghamisítják. Ezen kí-



10. ábra. Jelalakok az 1. ábra különböző pontjain ( $K_2 - 1$ . állásban,  $P_5 - 0$ -ra csavarva,  $P_6 - \text{max. erősítésre állítva}$ )

vül a különböző szűrők stb. feléledési ideje is meghatározza a maximálisan használható voblerfrekvenciát. Minél gyorsabb a löket, ezek a problémák annál erősebben jelentkeznek. Ezért válasszunk a lehetőségekhez képest kis és lassú löketet. A legtokéletesebb ábrát a kézi letapogatással kapjuk.

A kimeneti osztó beállítása során az ellenállások szórásának köszönhetően találunk olyan példányokat, amelyekkel pontosan összejön a kívánt érték. Párhuzamosan is forraszthatunk a meg-

levőre egy-két nagyságrenddel nagyobb értékű ellenállást, ezzel kicsit csökkenteni tudunk az eredő értéken. Az előbbi ellenállásértékek beállítását a kimeneti jelszint mérésével végezhetjük el, egy pontos multiméter segítségével. Állítsuk be a kimeneten a szinuszelet 10  $V_{cs-os}$  amplitúdóval középnullára, 50 ... 100 Hz frekvenciával,  $K_{11}$  zárva, a kimeneti impedancia 50  $\Omega$ .

A multiméter 3,5  $V_{eff}$  értéket mutat,  $K_{10}$  1-es állásában. 2-es állásban ennek tizedrészét, 3-as állásban századrészét, 4-es állásban ezredrészét kell mérnünk, akkor jó az osztóellenállások beállítása. Ellenőrizzük az 50  $\Omega$  kimeneti impedanciát. A kimenetre egy pontos 50  $\Omega$ -os ellenállást kötve, a jelszint pontosan a felére kell, hogy csökkenjen. A 3,5  $V_{eff}$  érték helyett most 1,75  $V_{eff}$  értéket kell mérni. Ha ettől eltér, akkor az osztó alsó tagjában szereplő 50  $\Omega$ -os ellenállás értéke nem megfelelő. Ennek jusztirozásába ne fogjunk bele, mert akkor az osztó felső tagján is módosítani kell, így véget nem érő babrálgatásba bonyolódna.

A 600  $\Omega$  kimeneti impedanciát  $R_{100}$  állítja be. Ennek értéke akkor megfelelő, ha a kimenetet 600  $\Omega$ -mal lezárva pontosan a felére esik a jelszint.

Frekvenciamérő számára készítsünk egy állandó szintű külön kimenetet, ide  $P_{19}$  melegpontjáról vigyük el a jelet.

A készülék a gyakorlatban igen jól bevált. Megépítése nem kis munka, de kb. 6000 forintból kihozható, ez így jóval kevesebb, mint a gyári hasonló készülékek ára. A megépítéshez sok sikert kívánok!

## COMMED TRADE KFT.

1145 BUDAPEST SZUGLÓ U. 49-51. FAX:118-2808  
TEL/FAX:252-0758, 163-1299, 251-3556

### Alkatrészek és Műszerek nagykereskedése

Tisztelt partnereink!

A felsorolt termékek széles választékával és jó parkolási lehetőséggel várjuk Önöket, nyitvatartás:

H-CS 8-tól 16óra 30-ig, P 8-tól 15-ig.

Digitális mérőműszerek  
Oscilloszkópok  
Generátorok, tápegységek  
Vezeték nélküli eszközök  
Elemek-akkuk  
Beléptető rendszerek  
Csatlakozók-kábelek  
Mikrofonok-hangszórók  
Szerszámok- pákák  
Távkapcsolók,távírányítók  
Akkutöltők-adapterek

