

Vobler-funkciógenerátor

Nagy Miklós

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

Az itt közölt műszer jól alkalmazható szűrők, erősítők stb. frekvencia-mentének beméréséhez 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)

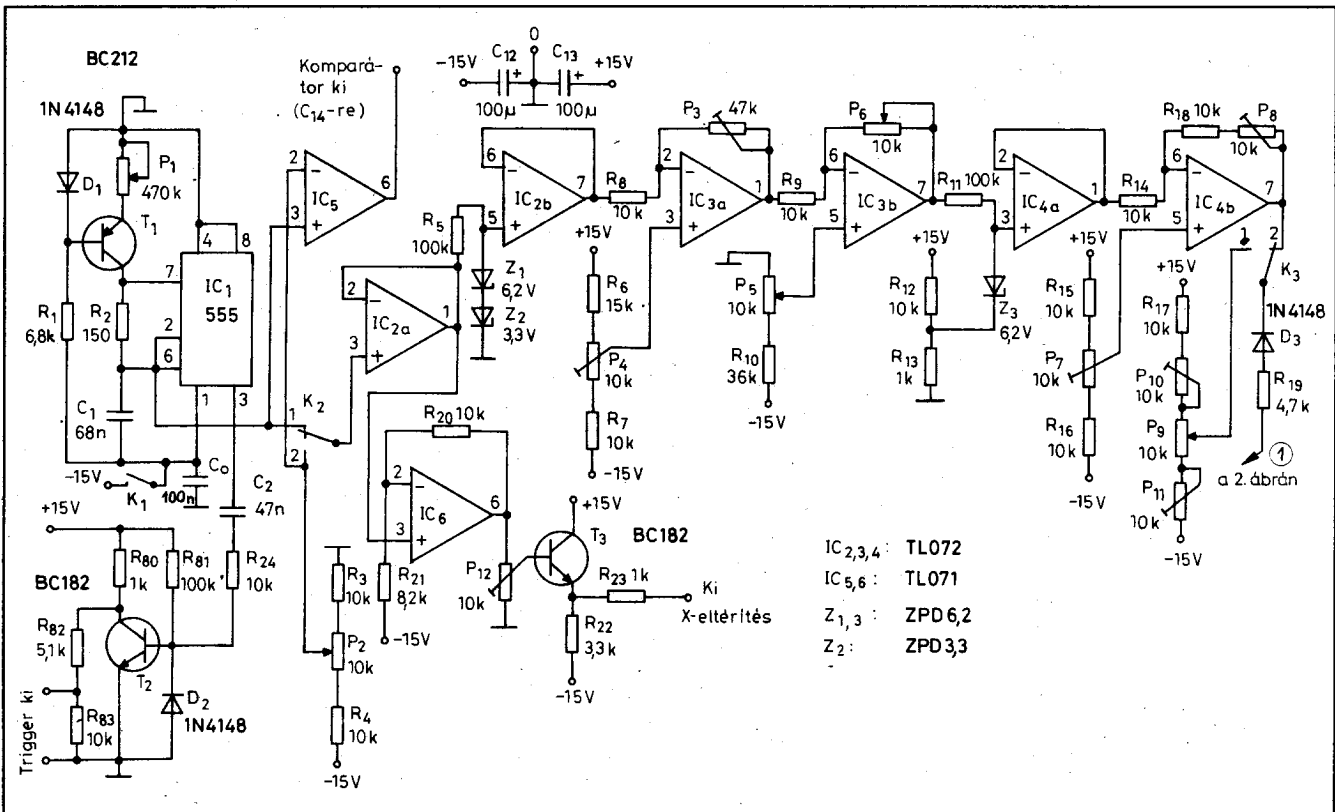
IC₁ állítja elő a vobuláló fűrészelet. A T₁-gyel felépített áramgenerátor állandó árammal tölti C₁-est, így ennek kapcsain jó linearitású fűrészelet kapunk. P₁-gyel a vobuláló frekvenciát változtatjuk. IC_{2a} feszültségkövető nagy bemeneti impedanciával fogadja K₂ kapcsolón keresztül C₁ fűrészeletét vagy a P₂ által szolgáltatott feszültséget. P₂ szerepe a kézi letapogatás, valamint a markermozgatás.

Nagy löket esetén is megfelelő ábrát logaritmikus karakterisztikájú vobuláló-jellel kapunk. A lineáris fűrészelet diódákkal alakítjuk logaritmikussá, kihasználva a Z-diódák letörési karakterisztikáját. Ez három lépésben történik: Z₁-Z₂, Z₃, D₃. IC_{2a} meghajtja Z₁-Z₂ diódákat R₅ ellenálláson keresztül. A fűrészcúcsa -10 V, a Z-diódák R₅-tel beállított áram mellett -8 V-tól lefelé „megívelik” a fűrészcúspontját.

IC_{2b} feszültségkövető nagy bemeneti impedanciával terhelésmentesíti a Z-diódákon kialakult jelet. IC_{3a} invertálva erősít. Kimenetén állítsunk be +9 V-ról 0 V-ra futó jelet. P₄-gyel a helyzetet, P₃-mal az erősítést tudjuk szabályozni.

IC_{3b} invertál, itt tudjuk külső potenciometerekkel szabályozni a vobulációs jelet. P₆-tal az erősítés mértéke nulla kimenő jeltől az egyszeres erősítésig változtatható, ezzel a löket nagyságát szabályozzuk. P₅ a lökethelyzet-szabályozó potenciométer.

T₂ áramkörre triggerjelet állít elő. IC₁ 3. lábán minden fűrészelet előtt megjelenik 0, -15 V között egy impulzus. T₂ ezt az impulzust a pozitív tápfeszültségre fordítja. Így 0 V-ról indulva +10 V amplitúdójú triggerjelet kapunk. Egyencsátolt 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 vobulálófrekvencia esetén kapunk teljes képernyőméretű képet. A voblerfrekvenciát P₁-gyel állítjuk be.

IC₅ komparátorként működik. Amint a fűrészelvél eléri – egy picit elhagyja – a P₂ által adott feszültséget, IC₅ kimenete pozitívrá ugrik. Ez a fel-futó él nyitja egy pillanatra a kimeneti áramkör bemenetén levő D₁₁-D₁₂ sön-től diódákat. A szkópernyőn levő kép-ben ebben a pillanatban lesz egy rövid beszakadás, ennek bal széle a marker-jel. Ez a marker a P₂ potenciométerrel mozgatható a képernyőn. Ha K₂ kap-csolóval átkapcsolunk a fűrészelvről a P₂-re, akkor a kimeneten a marker he-lyén levő frekvencia jelenik meg, ame-lyet frekvenciamérővel mérhetünk, most löket nélkül. Természetesen P₂-vel kézi frekvenciabeállítást is végez-hetünk, K₂ kapcsoló 2-es állásában.

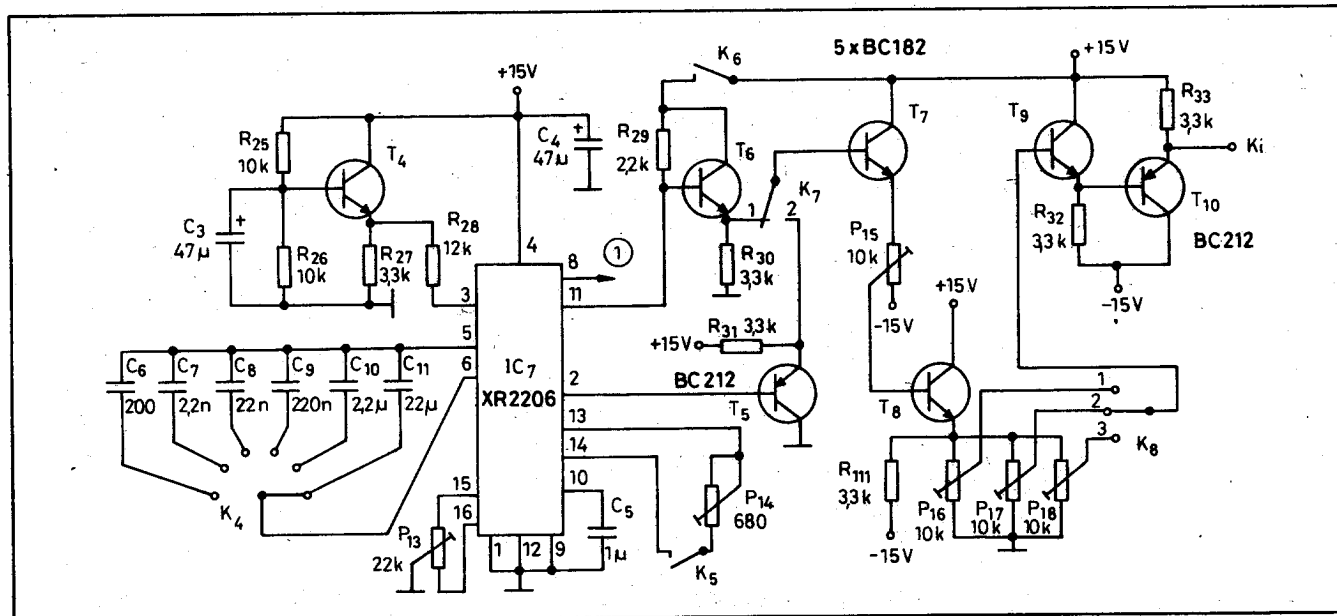
P₂ ugyanazt a feszültségtartományt fogja át, amit a fűrészgenerátor. IC₆ egyensúlyt X bemenettel rendelkező szkóp számára állít elő X eltérítőjelet. A fűrészelet felerősíti úgy, hogy a fű-rész középértéke 0 V lesz. P₁₂-vel a fűrészelvél amplitúdóját állíthatjuk a szoká-sos 10 V_{cs-cs}-ra.

T₃ emitterkövető hajtja meg R₂₄-en keresztül a szkóp X bemenetét. Ebben az üzemmódban is P₁-gyel szabályoz-zuk a vobuláló frekvenciát. Itt lehető-ség van a kézi letapogatás üzemmódra is. K₂ kapcsoló 1-es állásában a fűrész-generátor működik, 2-es állásában P₂ potenciométerrel kézi letapogatást vé-

Műszaki adatok

Jelalakok:	szinusz, háromszög, négyszög – 1. kimenet gyors felfutású négyszög – 2. kimenet	Frekvencia-menet:	±0,5 dB, 1,8 MHz-en –3 dB
Kimeneti impedancia:	50 Ω, 600 Ω	Lineáris hango-lópotméter átfogása:	10 ×-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 ×-es, a löketszabályozó potméter állásától függően
Gyorsnégyszög amplitúdó sza-bályozás:	0 dB ... 60 dB	Vobulátor löket:	0 ... 1000 ×-es tartománya a beál-lított lökettel ará-nyosan változik megközelítően logaritmikus
DC-szinteltolás	±6 V, csak az 1. kimeneten	Lökethelyzet:	
Frekvencia-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:	
		Vobuláló frekvencia:	0,8 Hz ... 60 Hz
		X eltérítőjel kimenet:	10 V _{cs-cs} , a középérték 0 V
		X trigger kimenet:	5 μs négyszögim-pulzus, 0-ról in-dulva +10 V
		Marker kompa-rátor kimenet:	–14 V-ról +14 V-ra ugrik
		Tápfeszültség:	±15 V
		Áramfelvétel:	+160 mA, –100 mA

2. ábra. A funkciógenerátor és áramkörei



gezhethünk. Ekkor mérhetünk frekvenciát a kimenőjelben, a P₂-vel beállított helyen. Kétszatosnás oszcilloszkópnál az IC₅ komparátor kimeneti jelét a második csatornára kötve együtt megjeleníthetjük a vobulált jellel.

A komparátor szintváltási helye azonos a P₂ potenciométerrel beállított frekvenciával. Ekkor K₂ kapcsolót a 2-es állásba kapcsolva a komparálás helyén levő frekvencia jelenik meg vobuláció nélkül a kimeneten. Tehát P₂-vel oda állítjuk a komparálás helyét – vobulálás alatt – ahol frekvenciát akarunk mérni. K₂ átkapcsolásával a kijelölt helyen „áll” a frekvencia, most megmérhetjük.

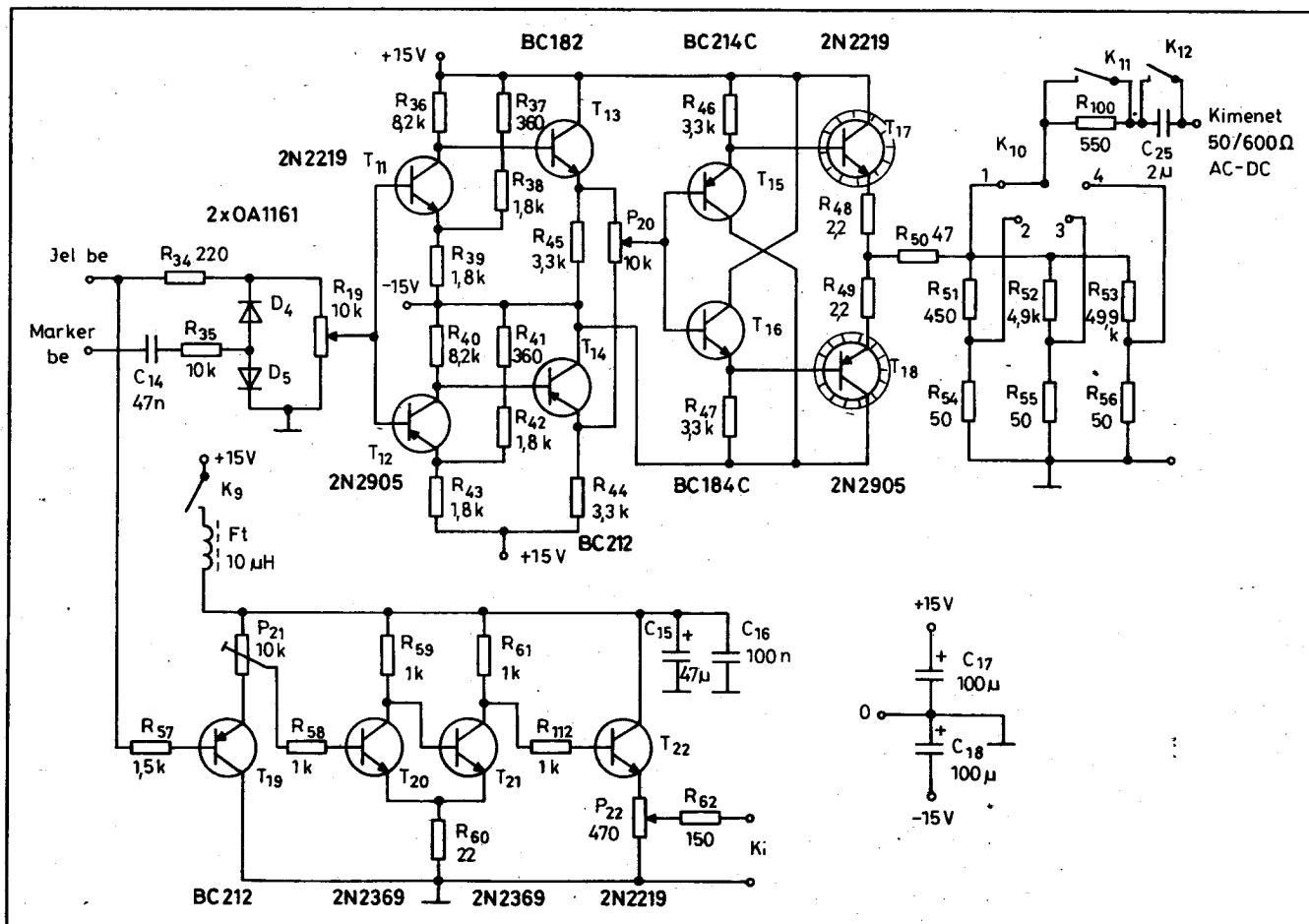
Funkciógenerátor és áramkörei (2. ábra)

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

és a 6. láb közé az időzítő kondenzátorok kapcsolódnak, K₄ kapcsolóval mérészhathárt válthatunk. A kondenzátor váltásával tízszeres frekvenciaváltozás történik, egy mérészhathárban a P₉ potenciométerrel állíthatjuk be a kívánt frekvenciát. P₁₃-mal a 15. és a 16. láb között a szinusjel szimmetriáját állítjuk be úgy, hogy az alja és a teteje egyforma legyen.

Az IC a szinusjelet a háromszögjelből alakítja ki, a háromszögjelet logaritmusos karakterisztikával vágja. Ennek mértékét a 13. és a 14. láb között kapcsolt P₁₄ potenciométerrel állítjuk be úgy, hogy szép szinusjelet kapjunk az IC₇ 2. lábán, természetesen zárt K₅ kapcsoló mellett. Nyitott K₅ kapcsoló, esetén háromszögjelet kapunk a 2. lábán. A 11. lábra a token 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. szinusjel amplitúdóját és helyzetét szabályozhatjuk. A ráadott feszültséggel azonos lesz a kimenőjel középértéke, jelen esetben +7 V. Az R₂₈ ellenállással beállított áram a kimeneti amplitúdót határozza meg, ez háromszögjelnél csúcstól csúcsig 4,5 V. T₄ emitterkövető a C₃ kapacitását „jelentősen megnöveli”. A 3. lábra visszahat a token 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 IC₇ saját négyszögjelet jelentős tranzienseket kelt a token belül, a szinus- és a háromszögjel csúcsain megjelennek ezek a szintváltások. Ezért K₆ kapcsolóval kikapcsoljuk a négyszögjelet szinus- ill. háromszögjel üzemmódban.



3. ábra. A kimeneti áramkör

35 000 FÉLE ALKATRÉSZ - HQ & NEDIS KFT.

T₅ és T₆ terhelésmentesítik IC₇ kimeneteit. Mivel a kimenőjelek 0 és +15 V között jelennek meg, ezért T₇-tel szinteltolást végzünk. T₇ -15 V és +15 V között üzemel; az emitterköri P₁₅ potenciométerrel állítsuk be a kimenőjelet úgy, hogy a jel középpértéke 0 legyen. Ez a megoldás csökkenti az amplitúdót is, de ezt majd felerősítjük.

K₇ kapcsolóval válthatunk négyszög, vagy szinusz-háromszög között. T₈ emitterkövető a P₁₆, P₁₇, P₁₈ trimmerket hajtja meg. Hogy melyik trimmer melyik jelalakhoz tartozik, azt K₈ 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_{cs-cs} jelet kapunk. A háromszög- és négyszögjelet a trimmekkel csökkentjük a szinuszjellel azonos amplitúdóra, T₁₀ emitterén mérve.

K₈ kapcsolóval választjuk ki a kívánt jelalakot. T₉, T₁₀ emitterkövetők a kimenetre dolgoznak. P₁₅, P₁₆, P₁₇, P₁₈ beállításakor az oszcilloszkóppal a T₁₀ emitterén mérjük.

Felmerül a kérdés: ha IC₇ 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 IC₇ 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)

T₁₀ jelét R₃₄-en keresztül fogadja P₁₉ potenciométer; ezzel folyamatosan szabályozhatjuk az amplitúdót. R₃₄, D₄, D₅, R₃₅, C₁₄ söntáramkör a markerjelet viszi be, a jel egy-egy pillanatnyi söntölésével. A marker kapcsolójel IC₅-ről C₁₄-re kapcsolódik, ezt vezetékekkel kell összekötni, mivel külön panelon vannak. C₁₄-gyel a markerjel méretét változtathatjuk.

T₁₁-T₁₂ azonos fázisban erősít, de ellenkező egyenszint-eltolást hoznak létre. T₁₁ kollektorán a jel amplitúdója

10 V_{cs-cs}, középpértéke +7 V. Ezt a középpértéket R₃₇ 360 Ω és R₃₈ 1,8 kΩ állítja be. Szükség esetén R₃₇ változtatásával állíthatjuk +7 V-ra a középpértéket. T₁₂ kollektorán szintén 10 V_{cs-cs} amplitúdójú jelet kapunk, itt a jel középpértéke -7 V.

R₄₁ 360 Ω és R₄₂ 1,8 kΩ szerepe szintén a középpérték beállítása. R₄₁-et változtatjuk szükség esetén.

T₁₃-T₁₄ emitterkövetők a P₂₀ egyenszinteltolás-potenciométerre dolgoznak. Ezzel állíthatjuk be a kimenőjel egyenszintjét +7 V és -7 V tartományban. Ez az egyenszint mindig a jel középpértéke. P₁₉ potenciométerrel úgy tudjuk szabályozni az amplitúdót, hogy közben a jel egyenfeszültségű szintje nem változik.

T₁₅, T₁₆, T₁₇, T₁₈ 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 R₅₁, R₅₂, R₅₃ ellenállások kettő, három sorosan kapcsolt ellenállásból tevődnek össze, a nem szabványos értékük miatt. Így a kívánt értékek könnyen beszerezhetők ellenállásokból összerakhatók. Az egész csillapítót szerelhetjük a fokozatkapcsoló

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

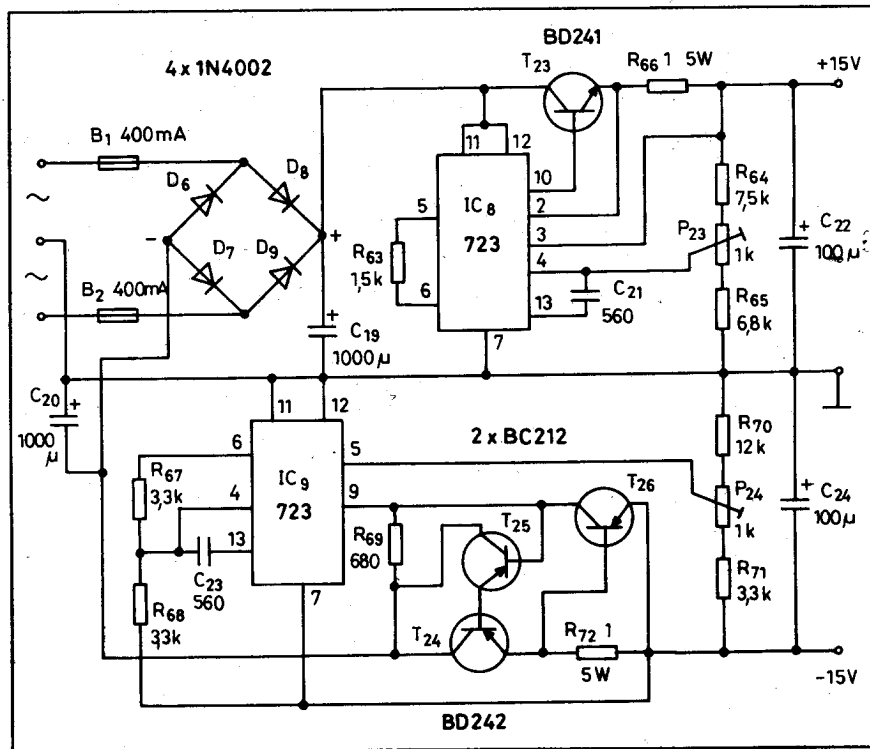
T₁₉ emitterkövetőt a jelbemeneti pontról hajtjuk meg. T₂₀, T₂₁ egy Schmitt-triggert képez, T₂₁ kollektorán gyors felfutású négyszögjelet kapunk.

P₂₁ trimmerrel állítsunk be 50% kitöltésű négyszögjelet. T₂₂ emitterkövető meghajtja a szintszabályozó P₂₂ potenciométert. Ez a négyszögjel mindig 0,4 V-ról indul, P₂₂-vel az amplitúdót szabályozhatjuk 0,4 V-tól 12 V-ig.

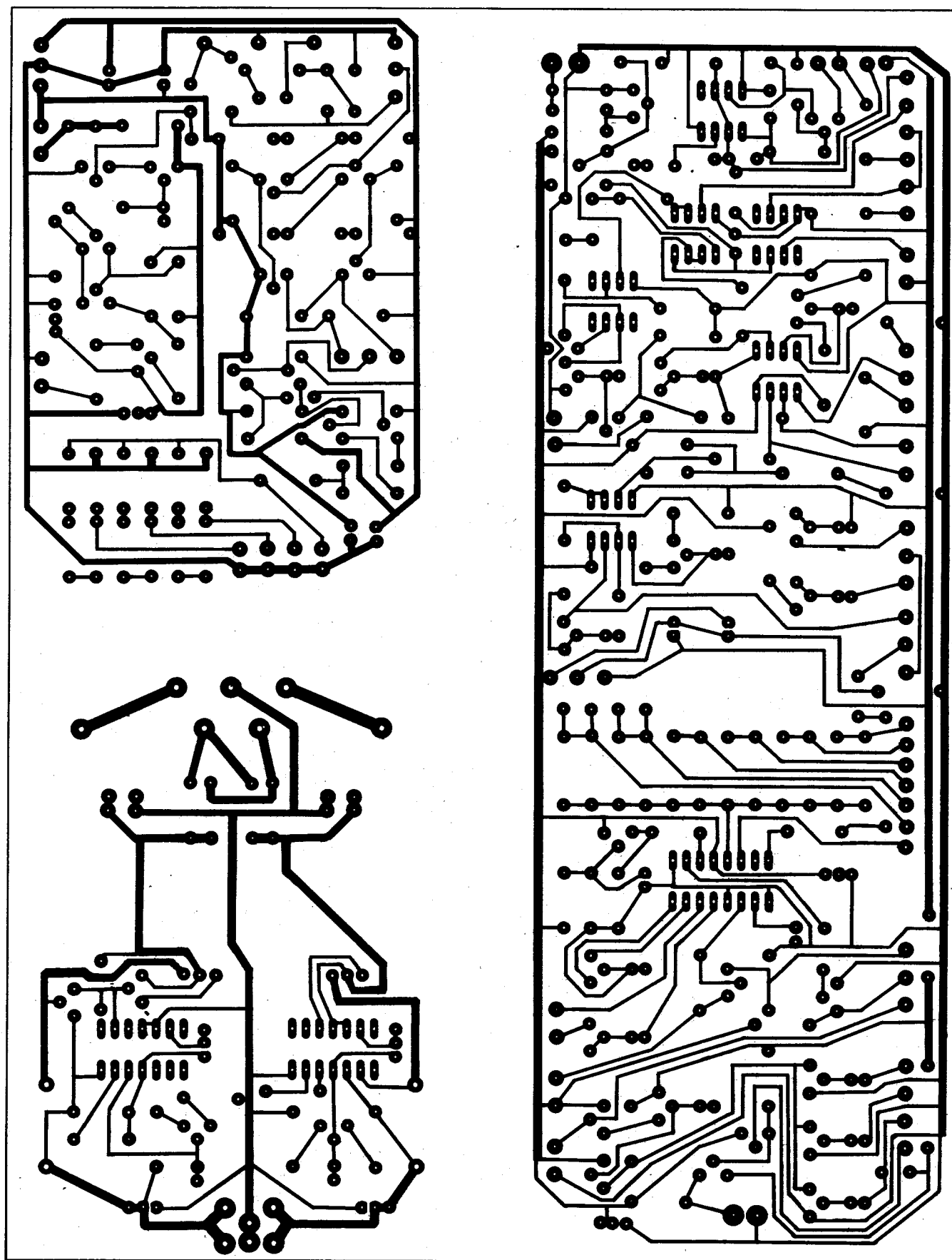
A kimenetet 4-5 V-ra állítva TTL-szintű kimenetet kapunk. CMOS-áramkörökhöz állítsunk be kimeneti szintet az adott áramkör szintigényéhez. A jel felfutása és lefutása 20 ns. Az áramkör működése közben gyors tranziensek a szinusz-háromszög jelen is megjelennek. Ezért K₉ kapcsolóval ki-kapcsolható az áramkör. Célszerű a P₂₂ helyén kapcsolóval egybeépített potenciométert használni, így K₉ 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