

19. ábra. A tremoló nyomtatott áramköri lapja

gét P<sub>1</sub>-el állíthatjuk. Ennek hatása mindkét csatornára azonos. A csatornánként eltérő moduláció beállítását a P<sub>2</sub> balanszszabályozó biztosítja.

A sztereó tremoló nyomtatási és alkatrészbeültetési rajzát a 19. és 20. ábra mutatja.

### 5.1. Összeszerelés, élesztés

Először forrasszuk be az átkötő vezetékét, amit a beültetési rajzon folytonos vonal jelöl. (A panelen egy ilyen van az IC<sub>2</sub> mellett.) Forrasszuk be ezután a többi alkatrészt is.

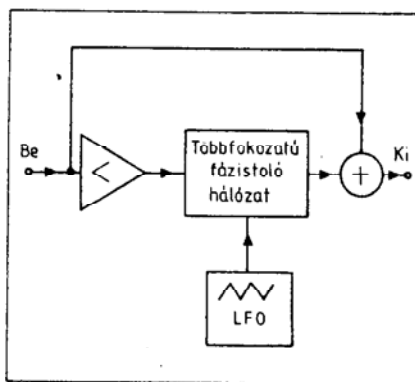
Ha kész a beültetés, kapcsoljunk 9 V-os telepet a táppontokra. Az áramfelvétel kb. 20 mA lehet. Bármilyen műszerrel mérjük az M pontra, itt a tápfeszültség felének kell megjelenni. Végignézve A<sub>1</sub>-A<sub>4</sub> kimeneteit, közel ugyanaz a feszültség található, aminek az értéke P<sub>3</sub> állásától függően 4 V körül ide-oda leng. Ha van oszcilloszkópunk, nézzük meg az A<sub>3</sub> kimenetén a jeleket. A szinuszos jel az R<sub>10</sub> értékének kismértékű megváltoztatásával szépíthető. Ezután működésre kész az áramkör.

IC<sub>1</sub>-re kapcsoljunk bemenő jelet, aminek az amplitudója ne legyen nagyobb 2 V<sub>pp</sub>-nél. A kimenetet erősítőre vezetve élvezhetjük a tremoló hatást.

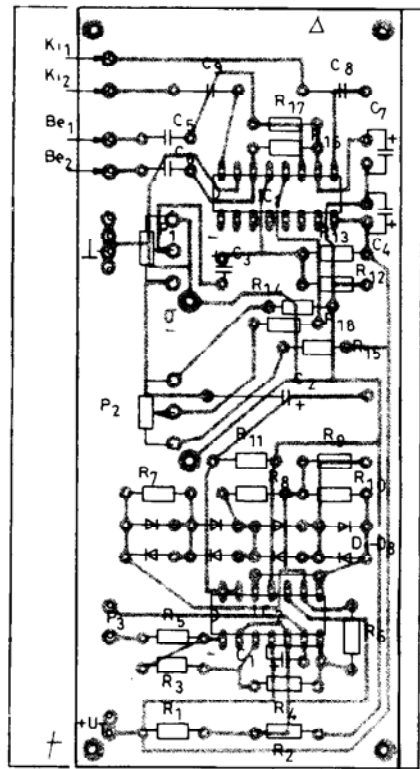
### 6. Sifter

A sifter (precízen: phase shifter) gyakran használt effektje a zenekari berendezéseknek. A nevét a hatásmechanizmusáról kapta, magyarra fordítva: phase shifter=fázistoló. A gyakorlatban szinte minden hangszerhez használható, a zenész ismerősök véleménye szerint egy új hangzásdimenziót nyit meg, ami hatásában nagyon hasonlít a fizikából ismert Doppler-effektushoz. Ennek a lényege röviden vázolva az, hogy a hangszóróból kisugárzott jel úthossza a hallgató és a hangszóró között állandóan változik. A sifter ezt az úthosszváltozást oldja meg elektronikusan, a 21. ábrán látható tömbvázlat szerint. A bemenőjel kétfelé ágazik: az összegző és a fázistoló hálózat felé. A fázistolás mértékét, sebességét az LFO vezérli. Az így kapott jelet összegezzük a bemenőjellel, amit erősítőre vezetünk.

A tömbvázlatból kitűnik, hogy az áramkör kritikus része a fázistoló hálózat. Ennek megvalósítására több lehetőség kínálkozik. Például szelektív LC-hálózat, késleltető művonal, analóg shift regiszter stb, hogy csak néhányat említsünk. Az ideális fázismodulátorral szemben alapvető elvárás az, hogy 0-180° között modulálható legyen, járulékos amplitúdómoduláció nélkül. Erre a feladatra ennél fogva szelektív hálózat nem alkalmas. Ez a megállapítás azonban csak bizonyos megszorításokkal igaz, mert figyelembe kell venni a bemenő jel spektrumát is. Egy felharmonikusokban gazdag jel fázismodulációját zavarja a járulékos amplitúdó-



21. ábra. A sifter egyszerűsített tömbvázlata



20. ábra. Az alkatrészek beültetése a tremoló nyák-lapjába

moduláció, ugyanez viszont előnyösen hathat a szólóhangszerek jelére. Az ismertetésre kerülő kapcsolásban olyan mindent áteresztő RC-szűrőt alkalmazunk, melynél az R-tag változtatásával oldjuk meg a fázismodulációt, számottevő járulékos amplitúdómoduláció nélkül.

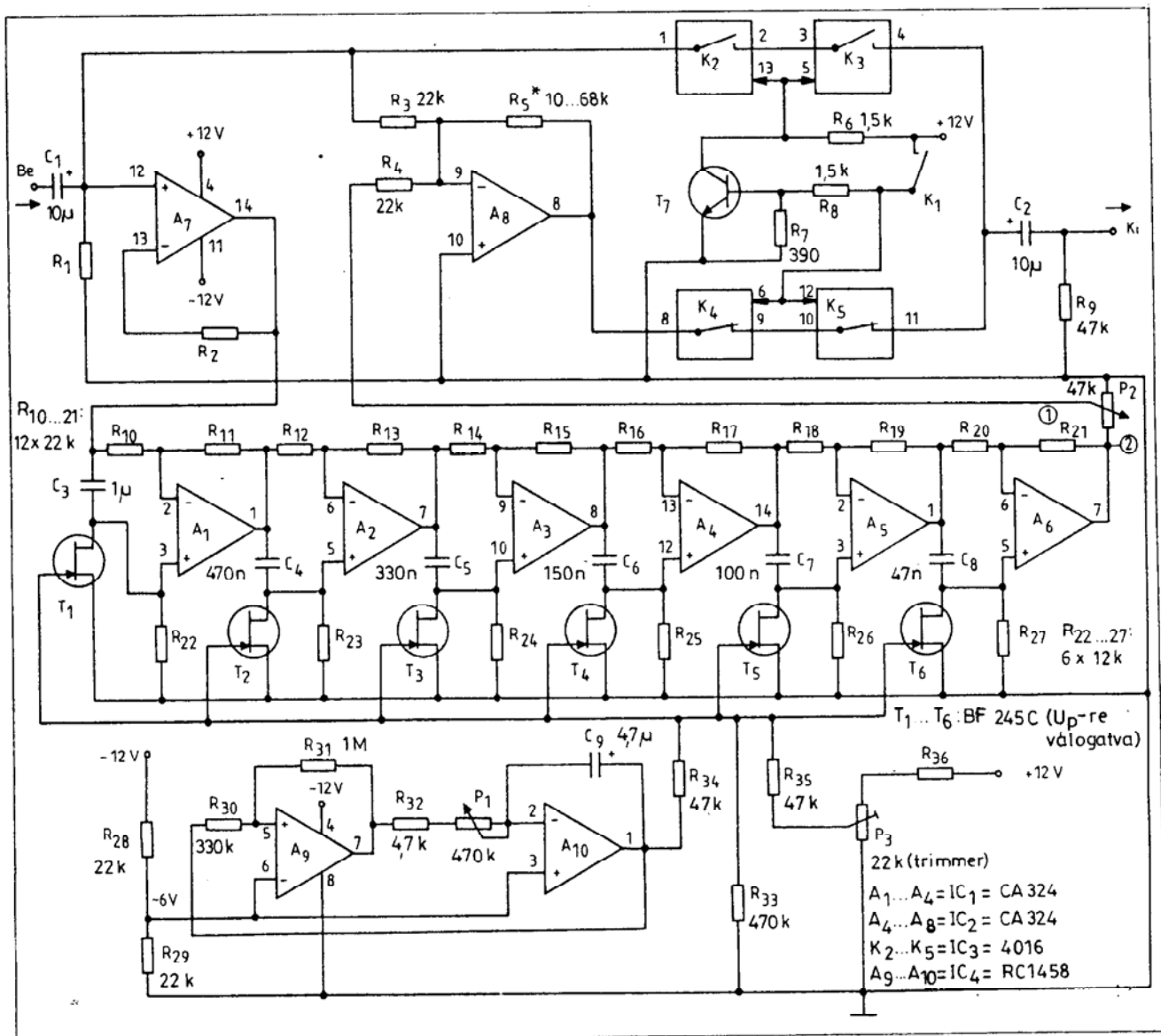
### 6.1. Az áramkör működése (22. ábra)

A bemenő jel A<sub>7</sub>-re és az A<sub>8</sub>-cal épült összegzőre kerül. Az A<sub>7</sub> kimenete közvetlenül az A<sub>1</sub>-A<sub>6</sub> műveleti erősítők köré épült szűrőláncot hajtja meg. A szűrőlánc egy tagja a 23. ábrán látható, működése az alapján követhető. Ha R<sub>1</sub> = R<sub>2</sub>, A = 1, akkor U<sub>be</sub> = U<sub>Ki</sub>. Ezekkel a feltételekkel bizonyítható, hogy a fázistolás

$$\varphi = 180^\circ - 2 \arctg 2 \pi f RC.$$

A kapcsolásban C állandó, ezért egy adott frekvencián (a képlet szerint) az R változtatásával idézünk elő fáziszögváltozást. Az R lehet potenciométer, de esetünkben, a fázismodulátornál elektronikusan változtatható ellenállást kell használni. Erre a célra legjobb a záróréteges n-csatornás FET.

Mivel a fázismoduláció frekvenciafüggő, ezért több, láncbakapcsolt modulátort alkalmazunk (A<sub>1</sub>-A<sub>6</sub>), ahol az egyes tagok modulációi összeadódnak.



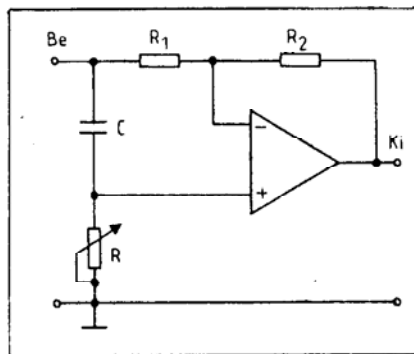
22. ábra. A sifter kapcsolási rajza

Az A<sub>6</sub> kimenőjelét P<sub>2</sub>-n keresztül vezetjük az összegzőre. P<sub>2</sub>-vel az eredeti bemenőjel és a hozzáadandó fázismodulált jel eredőjét állíthatjuk be. Az A<sub>6</sub> összegző kimenete az elektronikus kapcsolókra kerül. Ezeket T<sub>7</sub>, K<sub>1</sub>-gyel vezérelve az effektust kiiktathatjuk, bekapcsolhatjuk az erősítőláncba. K<sub>1</sub> lábkapcsoló is lehet.

A vezérlő ellenállásként használt FET-ek kapuit párhuzamosan kötjük és az A<sub>9</sub>, A<sub>10</sub>-zel megvalósított kisfrekvenciás oszcillátorra vezetjük. Mivel az n-csatornás FET negatív előfeszítéssel záródik, ezért az A<sub>9</sub>, A<sub>10</sub> a kapcsolás többi részéhez képest asszimmetrikusan csak a negatív tápágról üzemel. Az A<sub>10</sub> kimenetéről háromszögfeszültség vehető le, aminek a DC szintjét P<sub>3</sub>-mal tologathatjuk. Ezzel állíthatjuk be a FET-ek munkapontját. A háromszögfeszültség értéke kb. 2 V<sub>pp</sub>.

### 6.2. Az áramkör élesztése

A sifter nyomtatási rajza a 24. ábrán, alkatrészeinek beültetése a 25. ábrán látható. Fűrés után ültessük be az

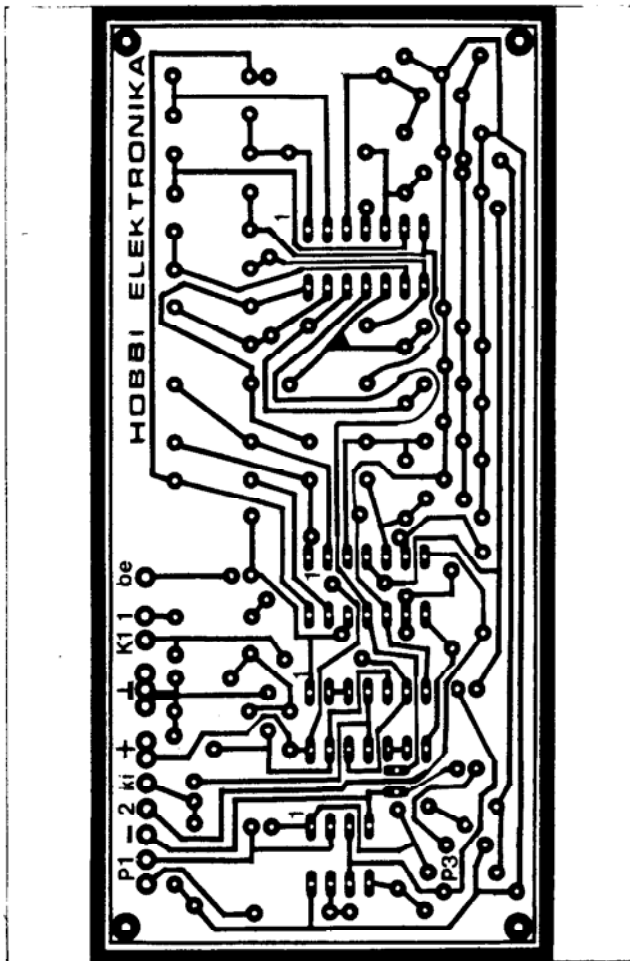


23. ábra. A sifter szűrőláncának egy tagja

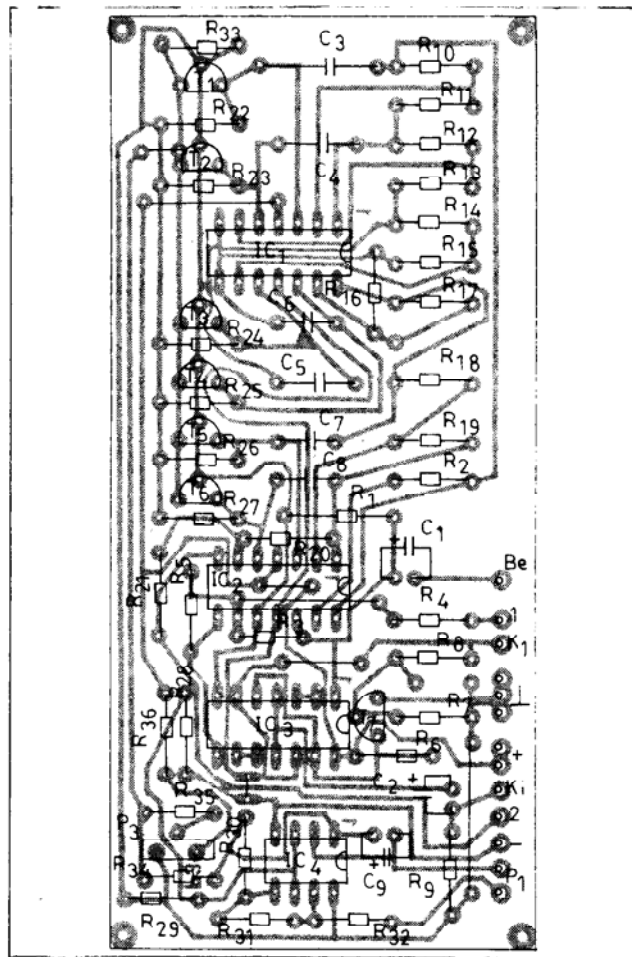
átkötő vezetékeket, összesen hetet. (Ezeket a beültetési rajzon két pontot összekötő folytonos vonal jelzi.) Ha a panel szerelése kész, a csatlakozó forrponthoz forrasszuk be a kezelőszerveket. Ha a szerelés teljesen kész, akkor kezdjük hozzá az élesztéshez, mert ezt az effektet nem célszerű részegységként élesztetni.

A táplálás ±12 V-ról történik. Az áramfelvétel tápágnaként 20 mA-nél kisebb, ezért akár 6 db, megfelelően kapcsolt 4,5 V-os laposelem is sokáig megfelel. A bemenetre kapcsoljunk valamilyen jelforrást, hanggenerátort vagy hangszer.

A bemenő jel kb. 1 V<sub>pp</sub> 1 kHz legyen. A kimeneten, K<sub>1</sub> állásától függően ugyanezt a jelet vagy a modulált jelet hallhatjuk. Hanggenerátor hfján bármilyen jelforrás vonalkimenetét felhasználhatjuk. K<sub>1</sub> bekapcsolásával hal-



24. ábra. A sifter áramkör nyomtatási rajza.



25. ábra. A sifter alkatrészeinek beültetése

lás után eldönthető, hogy működik-e a készülék.

Hiba esetén ellenőrizzük az A<sub>1</sub>-A<sub>8</sub> kimeneteket. Jól működő áramkörnél mindegyiken közel földpotenciál van. Ahol az eltér, ott hibás a műveleti erősítő, vagy a bemenetére valahonnan egyenfeszültség kerül. Az A<sub>9</sub>, A<sub>10</sub> aszimmetrikus táplálású, így ezek kimenete kb. -6 V-on van. Ez az érték az oszcilláció ütemében kb. ±2 V-ot változik. Az áramkör könnyen éled, egyetlen kényes pontja a T<sub>1</sub> - T<sub>6</sub> FET-sor. Ezeket egymáshoz kell válogatni az elzáródási feszültségük szerint. Ez nem nagy probléma, ha sok FET-ből válogathatunk. (Az egységcsomag természetesen összeválogatott példányokat tartalmaz.) A fázistolás sebességét a P<sub>1</sub>-gyel, a modulálás mélységét pedig a P<sub>3</sub>-mal állítjuk be. P<sub>3</sub>-at sokszor célszerű tengelyes potenciométerre cserélni, érdekes hatást eredményez az állítása. R<sub>3</sub> azért van csillaggal jelölve, mert ezzel lehet beállítani a kimenő hangerőt úgy, hogy a K<sub>1</sub> működtetése esetén ne változzon meg.

Hálózati tápellátásról az élesztés után célszerű gondoskodni. A tápszűrő

kondenzátorokat a tápáramkörben helyezzük el. Az áramkör panelje a mérések során ezeket nem igényelte, így lemaradtak a nyákról.

## 7. Ringmodulátor

A ringmodulátor a különleges hangeffektusok keltésének egyik leg-sokoldalúbb áramköre. Működésének alapelve az analóg szorzókra vezethető vissza. Matematikailag egzaktul leírható, két szinuszjel szorzatának terméke adja az érdekes hangzást.

A kapcsolásban (26. ábra) az IC analóg szorzóként működik. Az A és a B bemenetre vezetjük a szorzandó jeleket. A szorzás asszociatív, ezért a bemeneteket felcserélhetjük. A bemenetekre „bármit” ráköthetünk, például egy-egy gitár, egy orgona jelét vagy ezek kombinációit stb.

A bemenetek összeköthetők egymással. Kapcsolhatunk rá DC szintet, négyzög-, szinuszos jelet, zajt. Ezekből kitűnik, hogy az áramkör nagyon sokoldalú. Többnyire az a gyakorlat, hogy egy hangszer jelét modulálják valamivel, például énekhanggal vagy ala-

acsony frekvenciás szinuszos jellel. (A mellékelt kapcsolás is ezt a megoldást mutatja.)

Az IC<sub>1</sub> A, B bemenete szabadon is hozzáférhető. A B bemenetre fixen rá van kötve az IC<sub>3</sub> kimenete R<sub>9</sub>-en keresztül. Ez a fokozat egy mikrofon jelét erősíti és használja modulációra. D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> a nagyszintű jeleket határolja.

A T<sub>1</sub> alacsonyfrekvenciás oszcillátort alkot, P<sub>4</sub>-gyel a frekvencia 5 ... 50 Hz között állítható. Az oszcilláció P<sub>5</sub>-tel állítható be, a működést a D<sub>3</sub>-as LED indikálja. A jelet a T<sub>2</sub> illeszti az IC<sub>1</sub> felé.

Az LFO kimenet nincs fixen ráköthető a szorzóra, mert mindig működtetné azt. Csatlakoztatását egy kapcsolóval egyszerűen meg lehet oldani.

A szorzó áramgenerátorait a P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>-vel állíthatjuk be. Ezek lehetnek trimmerpotenciométerek is, mert a legtöbb alkalmazáshoz elég a szorzót egyszerűen beállítani. Az effektuskeltés viszont azt igényli, hogy a szorzó szimmetriáját szándékosan is el lehessen rontani. Ez fizikailag azt jelenti, hogy például egy szinuszos jelnél a pozitív félhullám megnő a negatív rovására,