

„Paradox” termenvox

Ford.: dr. Sipos Mihály okl. villamosmérnök

Az orosz *Ragyo* 2018/6. és 7. számában ismertetett termenvoxban (szerző: I. Momontov) a hang előállítás a klasszikus, heterodin módszeren alapul. Azonban a hangszerben csak két nagyfrekvenciás generátor található, a hangerő csatornája a hangmagasság csatorna többszörösén, harmonikusán működik. Ezáltal lehetővé vált leegyszerűsíteni a kapcsolást, ugyanakkor megszabadulni egyes zavaró hangjelenségektől. Mivel az eddiginél magasabb működési frekvenciát alkalmazunk, így a tekercsek kisebb menetszámúak, azaz könnyebben elkészíthetők lettek. Jelen cikk ábrái részben a konstruktőr által létrehozott <http://antiradio.narod.ru/theremin/paradox/index.htm> honlapról származnak.

Konstruktíós megfontolások

Ez a termenvox azért kapta a „Paradox” nevet, mert létrehozásakor olyan, nem tradicionális, nem bevett technikai megoldásokat alkalmazott a szerző, melyeket korábban különböző okok miatt nem tekintettek életrevalónak. Ezen kívül a vezérelhető HF teljesítményerősítőt a népszerű LM13600 vagy LM13700 típusú IC helyett a tévékben használatos AN5265-tel valósította meg a konstruktőr. Ez azért volt célszerű, mert így nincs szükség külső HF teljesítményerősítőre, illetve fülhallgató erősítőre, valamint nincs szükség kettős tápfeszültségre sem.

Néhány szó a termenvoxok építésben *nem alkalmazott* módszerekről. Mindenek előtt előre kell bocsátani, hogy az elmondottak az analóg működésű termenvoxokra vonatkoznak, ahol is heterodin generátor dolgozik a hangmagasság-csatornában és a hangerőcsatorna rezonáns rezgőkörében – ahogy azt annak idején L. Sz. Termen megalkotta.

1. 1 MHz-nél magasabb frekvencia használata

Általában a termenvoxok generátorai néhányszor 100 kHz-en üzemelnek. Elviekben a magasabb frekvencia alkalmazása érzékenyebbé teszi a hangszeret a rajta játszó személy kezének mozgására. Ráadásul ezen a frek-



kvencián kisebb induktivitású és ezért kisebb menetszámú tekercsekre van szükség, ami olcsóbbá és gyorsabban elkészíthetővé teszi a hangszeret. Ugyanakkor a gyakorlatban a nagyfrekvenciás termenvoxok kevésbé stabilnak bizonyulnak, a hangszer virtuális fogólapja bizonytalanabbá válik, maga a termenvox is kevésbé lesz lineáris zenei skálájú.

2. Közös alapgenerátor a hangmagasság- és a hangerőcsatornák számára

Ez nem csak egyszerűbbé teszi a kapcsolást, de egyben csökkenti a nemkívánatos kísérő hangjelenségek felléptének esélyét is. Ilyen kísérő hangok annak hatására keletkeznek, ha a hangerőcsatorna generátorának jele belekerül az alapjel generátorának csatornájába, amikor is ott különböző kombinációs frekvenciájú jelek keletkeznek. A jel ide alapvetően az antennák közötti

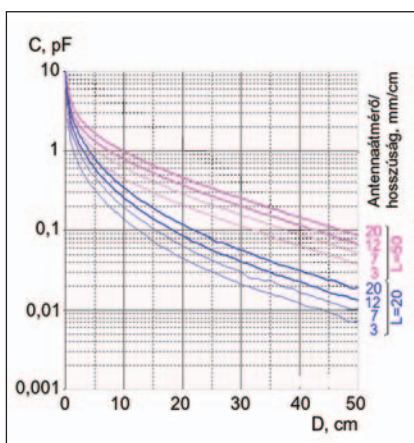
kapcsolat, azok egymásra hatása miatt juthat be, amit pedig nem lehet kiiktatni.

A közös generátor használatára szabadalom is született, azonban ennek szerzője nem vette figyelembe, hogy az azonos frekvencián működő antennák a másik kéz helyzetére is érzékenyek. Ez pedig előre nem jelezhető effektusokat hoz létre, megváltoztatva a hangmagasságot, a hangerőt, ami nagyon zavaró egy zeneszám előadása közben. Nem véletlen tehát, hogy a hangmagasság- és a hangerőcsatorna frekvenciáját különböző értékre választják. Így lesz lehetséges teljesíteni, hogy minden antenna csak a „saját” kezének engedelmességen.

Közös alapgenerátor használatkor a hangszer behangolása bonyolultabbá válik, különösen ha a termenvoxban még ún. lineárisáló tekercset is használnak.

3. A hangerőcsatorna frekvenciájának alacsonyabbra választása

Közfelfogás szerint ha a hangerőcsatorna frekvenciáját alacsonyabbra vesszük a hangmagasság-csatornáénál, úgy annak harmonikusai kapcsolatba léphetnek a hangmag.-csatorna jellel, ami megint csak a frekvenciák nem kívánatos kombinációjához vezet. Ezen kívül az alacsonyabb frekvenciához nagyobb menetszámú (és emiatt drágább) tekercs tartozik. Ezen okoknál fogva a hangerőcsator-



1. ábra

nát magasabb frekvenciájúknak építik.

Azonban ebben az esetben is felléphet nemkívánatos jelenség. Bár ritkán érnek hozzá a hangmagasság-antennához (erre nincs is szükség a játék során), azonban a hangerőantenna megérintése megszokott esemény. Ha például szünetet akarunk beiktatni, úgy a kezünkkel maximálisan meg kell közelíteni ezt az antennát, ekkor a zenész gyakorlatilag ráteszi az ujjait. Eközben a keze is pihen egy keveset. Ugyanakkor a megérintése annyira megnöveli az antenna kapacitását, hogy a rezonancia át-hangolódik a hangmagasság-csatorna frekvenciájára, a hangerőcsatornában pedig érzékelhető mértékű feszültség keletkezik. Ez utóbbi csatorna detektora – nem lévén képes megkülönböztetni a jelek forrását – kinyitja a HF erősítőt és a hangszer kimenetén hangfrekvenciás jel jelenik meg.

Ha a hangerőcsatorna frekvenciáját kisebbnek választanánk meg, úgy a fentiek szerinti jelenség nem léphet fel, ekkor nagyobb menetszámú tekercsre lesz szükség. Felvetődik a kérdés: Hogyan illeszthetjük össze a két-fajta megoldás nyújtotta előnyöket? Ennek leírása hosszabb terjedelmet igényel, ezért itt és most csak a kulcsmomentumokra világítunk rá.

Nagyon fontos, hogy tudjuk, milyen függvény van a kezünk által bevitt kapacitás és az antennától való távolság között? Azonban ezt a kérdést elméleti alapokon mindeddig nem vizsgálták meg,

ezért a szerző megalkotott egy robotot, amelynek kézimitációja egy íves pályán mozog, az antennától D távolságba beállíthatóan. A kísérlet eredményei az 1. ábrán láthatók. A vizsgálatok 20 cm hosszú (kék vonalak), illetve 60 cm-es antennákkal (vörös vonalak) folytak. Az antennák átmérője mindkét esetben 20, 12, 7 és 3 mm volt. A kapacitást logaritmikus skálán ábrázolták.

Az eredmények érdekesen alakultak. Ahogy a kezét távolították az antennától, függetlenül az antenna hosszától és átmérőjétől, a grafikonok egy távolság után lineárisává váltak, különbség csak a töréspont elhelyezkedésében és a görbének az X tengelytől való távolságában van. Belátható, hogy a kapacitás logaritmus linearitásának függése a „kéz” távolságától egyben a hangmagasság változásának linearitását is mutatja azon feltétel mellett, hogy a lebegésmentes állapot (zero beat) végtelen távolságra van az antennától. Maga az anyatermészet gondoskodott az „ideális” skála létrehozásáról, de ennek az az ára, hogy a basszus hangok érdekében eléggé el kell távolodni az antennától. Ugyanakkor a zenészeknek elérhető közelségükben kell legyen az összes „hangjegy”. Ezért a zero beat pontot kézközeli helyre kell beállítani, ami általában kb. 50 cm az antennától. Ugyanakkor a basszus hangok terén ez nonlinearitást visz be a távolság–hangjegy karakterisztikába, itt egyfajta „hangjegysűrűsödés” figyelhető meg.

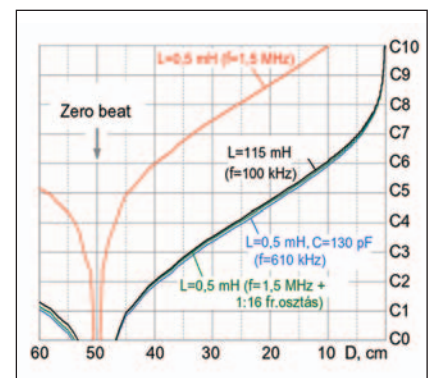
A 2. ábrán fekete színnel ábrázolták L. Sz. Koroljov által kifejlesztett termenvox karakterisztikáját. Ebben az esetben a következő paraméterek mellett folyt a mérés: az antenna átmérője: 7 mm, hossza: 50 cm, az antenna statikus kapacitása 5,8 pF, a rezgőköri tekercs induktivitása 115 uH, a további bevitt kapacitás (pl. szerelt nyák) 16 pF. Ekkor a hangolható oszcillátor frekvenciája mintegy 100 kHz-re adódott. A fix frekvenciájú generátor vonatkozásában a zero beat pontot az antennától 50 cm távolságra

állították be. Nem vették figyelembe azt a jelenséget, hogy a generátorok által keltett rezgések szinkronizálódnak, ha a frekvenciák közelítenek egymáshoz.

A függőleges tengelyen a MIDI ajánlásának megfelelően oktáv szerinti a lépték. A vízszintes vonalak az egyes oktávok „dó” hangjának felelnek meg. A C0 vonalnak a 16,35 Hz-es frekvencia felel meg. Az első oktáv „lá” hangja (A4) frekvenciája 440 Hz, ez a C4 és C5 között található. A könnyebb átláthatóság érdekében a kéz távolságát jobbról balra vették fel az X tengely mentén, mivel jobbkezes termenvox esetében ebben az irányban távolodik a kéz.

A görbének két töréspontja van. Az alsó megfelel annak a situációnak, amikor közelítjük a kezünket a zero beat ponthoz. A felső pontot azzal a helyzettel lehet magyarázni, amikor az antennához egészen közel van a kezünk, és emiatt nagyon megnő a bevitt kapacitás. Az alsó töréspontot úgy lehet megszüntetni, hogy a zero beat pontot a végtelen távolba visszük el. A felső pontot csak csökkenteni lehet pl. hosszú antenna alkalmazásával, vagy ha a linearizáló tekercset nagyobb hatásúra cseréljük.

A görbe középső szakasza jelenti a kényelmesen játszható, használható területet. Elvárható tőle, hogy ezen a szakaszon a hangszer virtuális fogólapja egyenletes osztású legyen, azaz a zenész ujjainak egységnyi elmozdulásai azonos változást idézzenek elő, függetlenül attól, hogy milyen messze van a kéz az antennától. A 2. ábra lineáris szakasza nagyjából ennek a



2. ábra