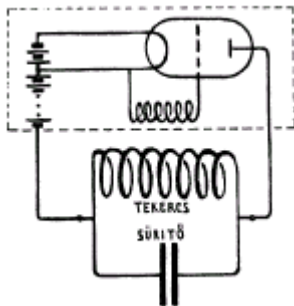


## *Elektromos hangszerek*

Napjainkban az elektromosság a mindennapi életben igen tágkörű alkalmazást talált, a zenében azonban egészen a legutóbbi évekig csak alárendelt, szolgálai szerep jutott neki osztályrészül, pl. orgonavezérlést, hangerősítést hajtottak végre általa. Másfél évvel ezelőtt járta be a világsajtót az a hír, hogy sikerült olyan gyakorlatilag használható hangszereket készíteni, melyek a hangot elektromos jelenségek ügyes felhasználásával hozzák létre. Az első találmányt azután több újabb is követte, melyek mindegyike egy-egy lépéssel előbbrevitte az elektromos hangszerek ügyét. Egyes feltalálók igen leleményesen fogtak hozzá a feladat megoldásához, ezért érdekes lesz megismerkednünk a hangok elektromos úton való keltésével és azokkal a módszerekkel, melyeknek segítségével az így keltett hang három jellemzőjét: a magasságot, erősséget és színezetet tetszés szerint lehet változtatni.



1. ábra

A rezgőkör a tekercsből és sűrítőből áll.

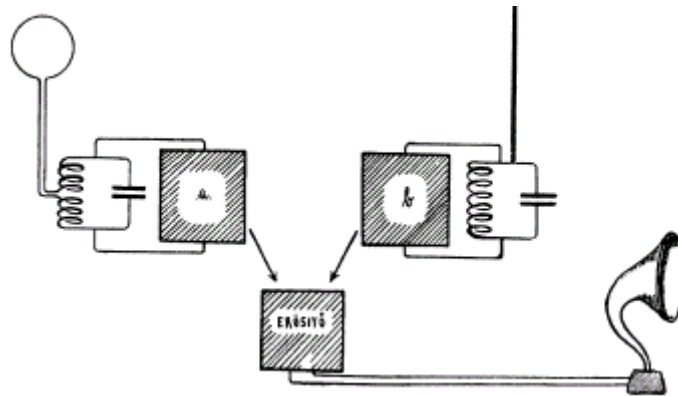
A készülék baloldali, bekerített részletében van az elektroncső, két elektromos telep és a kapcsolótekercs.

A rádióleadóállomások úgynevezett rezgőkörök (1. ábra) segítségével gerjesztik az elektromos rezgést. A rezgőkör egy tekercsből és egy sűrítőből áll (ez utóbbi lehet, pl. leydeni-palack vagy lemezes kondenzátor); ez a rezgőkör egy akkumulátortelepen át a jól ismert elektroncső (rádió-lámpa) áramkörébe van kapcsolva. Ha az áramkört zárjuk, nem kapunk állandó áramot, hanem az áram folytonosan erősödik és gyengül; másodpercenként esetleg igen sokszor. A másodpercenként bekövetkező erősödések és gyengülések száma a tekercs és a sűrítő méreteitől meg alakjától függ; közönséges rádiókészülékeknél ez a szám, az  $\nu$ . n. rezgésszám 200000 - 1500000 között van. Természetes, hogy ezt a szaporán változó áramot telefonkagylóba vagy hangszóróba vezetve, hangot nem hallunk, mert az ember hangérzetet csak akkor tapasztal, ha a rezgésszám körülbelül 10 és 20000 között van. Azonban a tekercs és kondenzátor méreteinek nagyobbításával, vasmagos tekercs alkalmazásával elérhető, hogy az elektromos rezgések száma szintén 10 és 20000 közé esik; ezek az áramok telefon- kagylóba

vezetve, ennek a lemezét szintén ilyen periódusú rezgésbe hozzák, tehát bizonyos hangot keltenek. Ezeket a rezgéskeltő berendezéseket hangfrekvencia-gerjesztőknek szokás nevezni, rajtuk kívül azonban még egy második módja is van az elektromos hanggerjesztésnek. Ha két olyan elektromos rezgőkört állítunk elő, melyek rezgésszáma pl. 1000000 és 1000100, azután pedig ezeknek a váltakozó áramait egy közös telefonkagylóba juttatjuk el, akkor ez a két rezgés másodpercenként 100-szor erősíti és 100-szor gyengíti egymást. Ugyanis egy másodperc alatt éppen 100-szor fog az megtörténni, hogy a két rezgőkör árama pontosan együtt mozog és 100-szor fog a két áram éppen egymással szemben haladni. A másodpercenkénti 100 erősödés és gyengülés hangot hoz létre, mert ez a rezgésszám már az emberi fül érzékenysége által megszabott határok közé esik. A keletkezett hang rezgésszámát a két elektromos rezgés rezgésszámainak különbsége határozza meg. Ugyanez a tünemény okozza az erősen visszacsatolt rádiófelvevő-készülékek fütyülését. Ezen utóbbi, a hullámtalálkozásokon (interferencián) alapuló módszer alkalmasabb hanggerjesztésre, mert sokkal könnyebben, kisebb változtatásokkal nyerhető vele a teljes hangskála, a legmélyebbtől a legmagasabb hangig.

Az 1927. év nyarán Frankfurt am Main-ban tartott nemzetközi zenekiállításon THEREMIN LEÓ orosz mérnök lépett a nyilvánosság elé elektromos hangszerével, melyet GOLDBERG német fizikussal együtt készített el. Az eszköz egy kis szekrénykében volt elhelyezve, melynek tetején félméter hosszú rézrúd állott ki, bal oldalára pedig egy 30 cm átmérőjű rézgyűrű volt erősítve; a szekrénykéből drótok vezettek egy hangszóróhoz. THEREMIN jobb kezét a rézrúddhoz, bal kezét a gyűrűhöz közelítette és amint kezét a

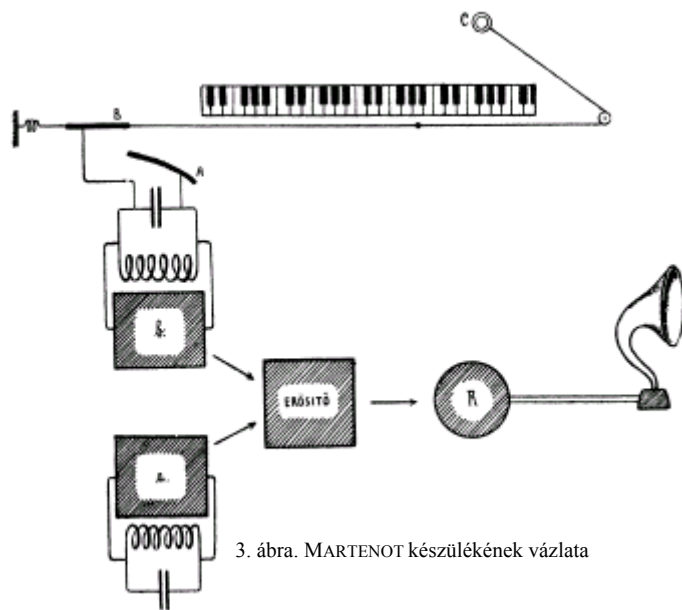
levegőben ritmikusan mozgatta, a hangszóró megszólalt és egymás után ontotta a szebbnél-szebb dallamokat. A közönség nagyon megcsodálta a készüléket, melyet feltalálója aetherophonnak, sphaerophonnak keresztelt el.



2 ábra. THEREMIN készülékének vázlatja. - A jobboldali rezgőkörhöz tartozó rúd a hangmagasság, a baloldali rezgőkörhöz tartozó gyűrű a hangerősség szabályozására szolgál.

Az előbbieken alapján könnyen megérthetjük az aetherophon működését. THEREMIN a második módszert, a rezgések interferenciáját használta fel. A szekrényke belsejében két elektroncsöves rezgéskeltő volt elhelyezve (2. ábra, *a* és *b*), melyeknek a rezgéseit egy erősítő együttesen erősítette meg; a hangszóróban azután a rezgésszámok különbségének megfelelő hang vált hallhatóvá. A jobboldali rezgőkörhöz volt kapcsolva a félméter hosszú függőleges rézrúd, amely a hangmagasság szabályozására szolgált. Amint THEREMIN jobbkezt közelítette a rúdhoz, megváltoztatta a *b*) rezgőkör rezgésszámát, amit rögtön követett az interferencia útján létrejövő hang magasságának a megváltozása. Ezt a jelenséget kicsinyben rádiókészülékek is mutatják, mert ezek is néha kellemetlenül fütyülnek a kéz közelítésekor (ú. n. kézkapacitás). Az aetherophon hosszú fémrúdja nagyon érzékeny a kéz közelítése iránt, úgy, hogy a legmélyebbtől a legmagasabbig minden hang könnyen előállítható. A baloldali rezgőkör tekercsébe van beiktatva a 30 cm átmérőjű rézkarika, amely a *hangerősség* szabályozására szolgál; minél mélyebben dugta be bal kezét THEREMIN a karikába, annál gyöngébb lett a hang, mert idegen test közelléte a gyűrű belsejében csillapítja a rezgéseket, úgy, hogy azok gyengülnek. Az aetherophon hangja mentes felhangoktól, legjobban a fuvoláéhoz hasonlít. Az eszköz kezelése tökéletes hallást és elég nagy ügyességet kíván meg. Az aetherophonkoncertek igen nagy hatást keltettek, mert mindenütt azon csodálkoztak, hogy a kéznek a levegőben való mozgásával zenét lehet előteremteni; helyesnek látszott THEREMIN azon jóslata, hogy a jövőben nem zenére fognak táncolni az emberek, hanem a táncot magától fogja kísérni a megfelelő muzsika.

MARTENOT MAURICE, a párizsi Zeneakadémia tanára, nemcsak kiváló zenész, hanem egyszersmind ügyes rádiótechnikus is; ennek tulajdonítható, hogy az általa készített sphaerophon az elektromos hangszerek között a legcélszerűbb. Készülékén évéken át dolgozott, azt újabb és újabb technikai fogásokkal bővítette, melyek közül nem egyet szabadalmaztatott is. Jelen év őszén néhány európai nagyvárosban hangverseny keretében bemutatta készülékét és mindenütt nagy sikert aratott vele. MARTENOT készüléke szintén interferencián alapszik, a kivitel szempontjából azonban különbözik a Theremin-féle aetherophontól. A két elektroncsöves rezgőkör közül az egyik (3. ábra *a*) nem változtatható, míg a másodiknak a kondenzátora mellé egy kis változtatható kondenzátor van kapcsolva. E változtatható kondenzátor egyik fegyverzete meghajlított, szilárdan megerősített fémlemez (*A*), másik fegyverzete egy kis acélrúd (*B*), mely a hozzá erősített fonálnál fogva előre-hátra húzható, ami a rezgésszám megváltozását vonja maga után.



3. ábra. MARTENOT készülékének vázlata

A két kör rezgése együttes erősítés után áthalad egy szabályozó ellenálláson, majd a hangszóróba jut, mely hallhatóvá teszi a rezgésszámok különbségének megfelelő hangot. Az eszköz egy szekrényke belsejében van elhelyezve, amely külsőleg rádiókészülékhez hasonlít; a mozgatható acélrúdhöz (B) erősített fonalat MARTENOT csigán át kivezeti a szekrényből. A fonál egy celluloidgyűrűnél fogva kijebb és beljebb húzható, ezzel együtt azonban elmozdul az acélrúd, megváltozik a b) kör rezgésszáma és az interferenciális hang magassága. A fonálra egy kis piros üveggyöngy van erősítve, amely

a fonál húzásakor az asztalra festett billentyűzet felett mozog és helyzetével épp azt a hangot jelöli meg, amelyet az eszköz ad. Az A) fémlemeznek egészen különleges alakúnak kell lennie, hogy az egyes oktávák az egész hangskála mentén mindenütt egyforma hosszúak legyenek; az ehhez szükséges alakot MARTENOT kiszámította és szabadalmaztatta. A hangmagasság beállítása tehát ezzel a szabályozható kondenzátorral történik.

A Maxrtenot-féle sphaerophon hangerősségét a hangszóró előtt levő szabályozó ellenállással lehet változtatni; minél nagyobb ellenállást kapcsolunk az áram útjába, annál gyengébb a hang. Ezen ellenállás emeltyűje egy külön kis asztalkán van. A hang színezetét a felhangok határozzák meg. A sphaerophon hangja eredetileg tiszta, felhangoktól mentes hang, amely legjobban a fafúvók hangjához hasonlít; az eszköz azonban olyan módon is kapcsolható, hogy a hang felhangokkal keveredik. Elérhető, hogy a hang a vonós hangszerekéhez, vagy a rézfúvókéhoz válik hasonlóvá. A négyféle hangszínezet-regiszter kapcsolói szintén a kis asztalkán vannak. Az eszközök részletei a kivitelben sokkal komplikáltabbak, mint az ebből a vázlatos leírásból látszik. Így MARTENOT különös gondot fordított arra is, hogy minden magasságú hang egyforma erős legyen és az erősség szabályozása ne hasson vissza a hang magasságára. A fonál húzására szolgáló celluloidkarikán három kicsiny fémkondenzátor van, melyek játék közben ujjal való érintés által bekapcsolhatók, amikor is a hangot félhangokkal emelik; e berendezés által gyors trillákat lehet az eszközből kihozni. A sphaerophon kezelése oly módon történik, hogy a fonalat a celluloidkarikánál fogva kijebb és beljebb kell húzni, úgy, hogy a piros gyöngy az asztalra festett billentyűzeten a szükséges hangot jelölje meg, bal kézzel pedig a mellékasztalkán a hangerősséget kell szabályozni. A regiszterek bekapcsolása a bal, trillázás a jobb kézzel történik. A játék megkezdése előtt fel kell hangolni az eszközt az a) rezgőkör kondenzátora segítségével.

Az említett két hangszeren kívül még mások is vannak. BERTRAND RENÉ dynaphon nevű készülékét Budapesten is bemutatta; ez az eddigiektől eltérően rögtön hallható periódusú rezgést hoz létre (hangfrekvencia-generátor). A beállítás mutatóval történik, a hang fuvolaszerű. DJOUNKOVSKY vibrofonkvartettjével Berlinben rendszeresen játszik táncteremben jazzband helyett; eszközén úgy kell játszani, mint a Theremin-félén, a hangszínezet szándékosan saxofonszerű.

Az elektromos hangszerektől eleinte azt várták, hogy egész zenekart fognak pótolni; ez a remény természetesen erősen túlzottnak bizonyult. Mindegyikkel egyszerre csak egy hangot lehet játszani és gyors, szaggatott ritmus nem érvényesül jól. Mindamellet nagyon

valószínű, hogy mint speciális hangszer igen jó szolgálatot tesz akár kamarazenekarban, akár nagyzenekarban. Ha már régebben is ismerték volna, akkor nem kellett volna STRAUSS RIKÁRDNAK a Rózsalovaghoz külön üvegharmónikát szerkesztenie. MARTENOT állapítja meg legjobban az elektromos hangszerek jelentőségét ama kijelentésével, hogy új hangszerével csak egy sorral akarta bővíteni a partitúrát.

Különlenyomat a Természettudományi Közlöny 1929. évi január 1-i számából