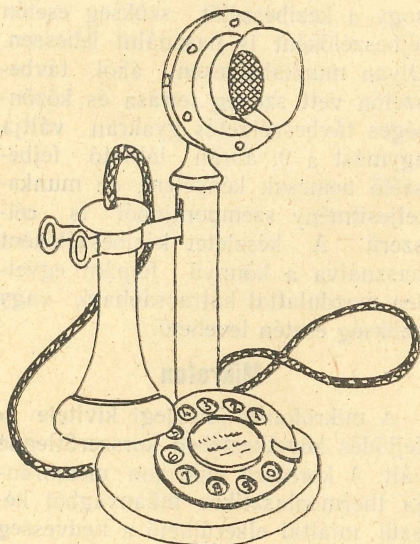


Hargitai Endre — Schmidt János:

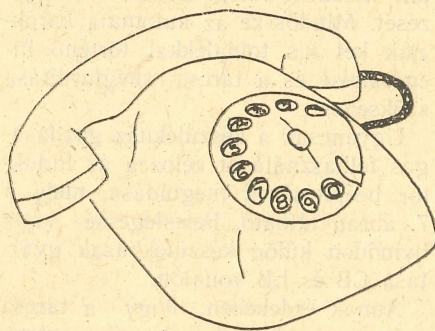
CB távbeszélő készülékek fejlődési irányai

Visszapillantva azon az úton, melyet a távbeszélőtechnika feltalálásától a mai napig megtett, rögtön szembe tűnik a készülékfejlődés megdermedése. Oriási fejlődést mutat fel a vezetéktechnika — erősítők, sokcsatornás koaxiális, mikrohullámú stb. berendezések vonalán — sőt rövidesen várható az elektronikus kapcsolóberendezések megjelenése a központ-technikában, de a készülék még mindig a többé-kevésbé korszerűtlen szénmikrofont és hallgatót használja. Bár ezen a téren a CCIF igen sok ajánlást adott, de ezeket csak a legkorszerűbb készülékek közelítik meg.



1. ábra

Összehasonlítva a távbeszélőkészülék első megjelenési formáját a fejlődés során kialakult készülékekkel, mégis megállapítható, hogy a műszaki haladás ezen a területen is nyomot hagyott. Az első ábrán látható készüléktípus 1919 évből származik. Figyelemmel arra, hogy a távbeszélőkészülék tömeggyártmány, rögtön látható e készülék rendkívül munkaigényes, fémpezarló és célszerűtlen volta. A közismert CB 24-es típusjelzésű készülék — az 1924. évből származó konstrukció — az előzőhöz képest lényegesen gazdaságosabban gyártható, bár még mindig fémpezarló, áramkörileg pedig lényeges fejlődést nem mutat. A CB 35-ös készülék már magán viseli a korszerűség jeleit, de nyugodtan mondhatjuk, hogy a közel 20 esztendő alatt elavult.

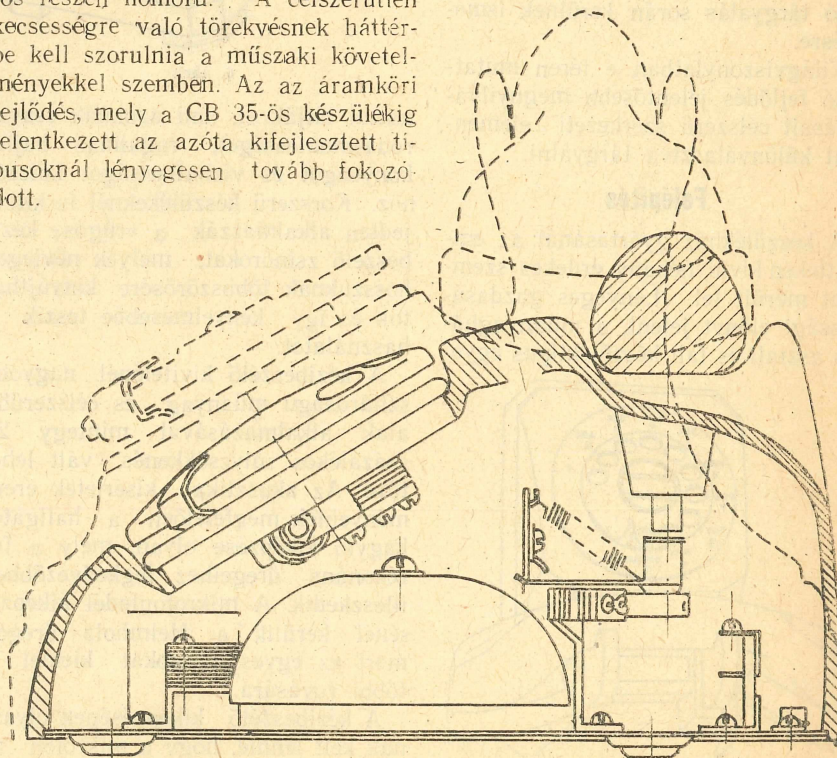


2. ábra

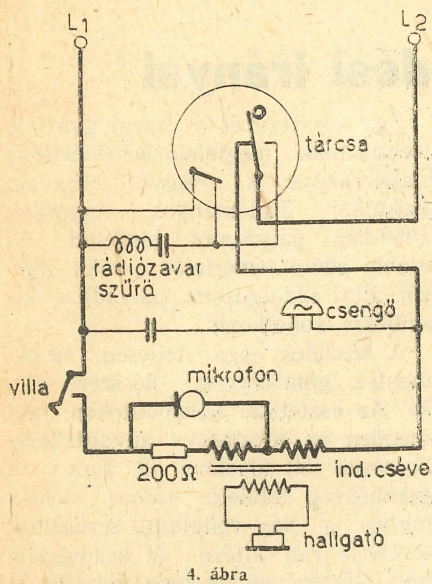
A mai korszerű technika a készülékek házainak és részben alkatrészeinek készítéséhez úgyszólván kivétel nélkül a bakelit C anyagot használja, mert a sajtolási eljárás alkalmazásával a fémanyagoknál szükséges gépi megmunkálás elmarad, miáltal a gyártmány egyrészt olcsóbb, másrészt jobb lesz. A bakelit C mint műanyag szilárdság és elektromos szempontból egyaránt jelenleg is felülmúl minden szóbajöhethető egyéb anyagot. A készülék házának megsérülését általában kívülről ható erők okozhatják. Közismert az a tény, hogy domború felület a központja irányába ható erőknek jobban ellenáll, mint a sík vagy éppen homorú felület. A CB 35-ös készülék felülete ezzel szemben jelentős részén homorú. A célszerűtlen kecsességre való törekvésnek háttérbe kell szorulnia a műszaki követelményekkel szemben. Az az áramköri fejlődés, mely a CB 35-ös készülékig jelentkezett az azóta kifejlesztett típusoknál lényegesen tovább fokozódott.

Egy korszerű és a hazai gyártástechnikának megfelelő készüléktípus kialakítására a Magyar Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1950-ben pályázatot hirdetett. Az alábbi rövid ismertetés a cikk szerzői által kidolgozott pályadíjas készülékre vonatkozik.

A készülék háza teljesen sarokmentes, gömbölyded, korszerű alakú. Az esztétikai szempontokon túlmenően ez tekintélyes anyagtakarékosságot tett lehetővé. (2. ábra.) A gömbsüveg felületű tárcsa belesimulva a ház vonalaiba sérülésnek kevésbé van kitéve. A kézibeszélő hátul történő elhelyezése folytán feleslegessé vált a konvencionális »villa« alkalmazása. A kézibeszélő négy újjal történő kényelmes megfogását a ház hátsó részének a 3. ábrán látható módon történő besüllyesztése teszi lehetővé. Az alkatrészek zsúfolásmentes elhelyezését a kis házban egyrészt célszerűbb automata rúgócsoport elrendezéssel, másrészt a hang alatt szerelt csengőszerkezet alkalmazásával lehetett megoldani. A 3. ábra meggyőzően mutatja a tárgyalt készülék méretcsökkenését a CB 35-ös típushoz képest, melynek körvonalait — azonos léptékben — szakgatott vonal jelzi.



3. ábra



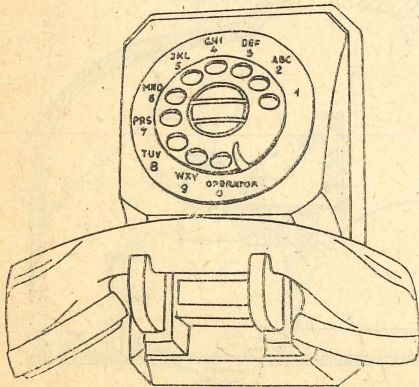
4. ábra

Az áramköri alkatrészek terén le kellett mondani olyan alapanyagokról, melyek a hazai ipárnak nem állnak rendelkezésére. Ennek figyelembevételével alakult ki a 4. ábrán látható elvi kapcsolás. A hallgató áramkörének egyenáram mentessége, valamint a jobb vonalutánzás következtében előálló kedvezőbb önhanghatás képezik a lényegesebb újításokat. Az impulzushomlok meredekségének fokozása érdekében a hívómű kapcsolása olyan, hogy tárcsázás alatt nem szerepelnek reaktans elemek az áramkörben. A tárgyalt készülék további részletei az alábbi átfogó tárgyalás során kerülnek ismertetésre.

Világviszonylatban e téren mutatkozó fejlődés jelentősebb megnyilvánulásait célszerű szerkezeti elemeként különválasztva tárgyalni.

Felépítés

A készülékház gyártásánál az említettek kivül néhány érdekes szempont merült fel. Lényeges gazdaságossági előnyt jelent, a műanyagházas asztali és fali készüléktípus egye-



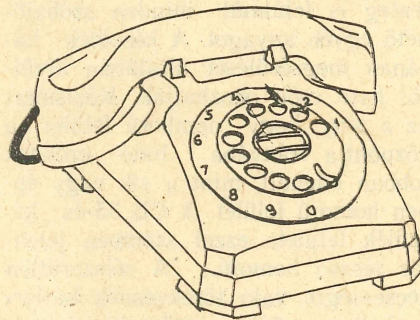
5. ábra

sítése, mint az a postai CB 24-es készüléknél is használatos. Az 5. ábra mutatja a 6. ábrán bemutatott asztali készülék falon történő elhelyezését. Mindössze az automata karoknak két kis toldalékkal történő kiegészítése és a tárcsa megfordítása szükséges.

Ugyancsak a készülékház gazdaságos felhasználását célozza az induktor beépítésének megoldása, mely a 7. ábrán látható. Feleslegessé válik ilymódon külön készülékházak gyártása CB és LB vonalon.

Annak érdekében, hogy a tárcsa számainak könnyű leolvása aránylag ferde szög alatt is biztosítható legyen, a számokat nem a tárcsán vagy az alatta lévő takarólemezre helyezik el, hanem a tárcsát körülvevő külső kereten. (8. ábra.) A korszerű készülékeken — bár ez nem új — a számok mellett betűsoportokat alkalmaznak a jelkombináció megjelölésének megkönnyítése érdekében.

A készülék és kézibeszélő zsinórokat neopern (szintetikus gumi) bevo-

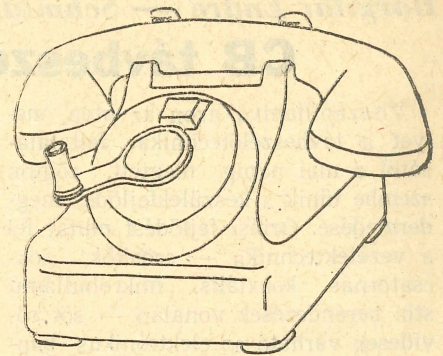


6. ábra

nattal látják el, ami azoknak csavarodásmentességet, rugalmas hajlékonyságot és vízhatlanságot kölcsönöz. Korszerű készülékeknél is kiterjedten alkalmazzák a »rügös« kézibeszélő zsinórokat, melyek névleges hosszuknak többszörösére kinyújthatók és így kényelmesebbé teszik a használatot.

A kézibeszélő kivitelénél nagyobb szilárdságú műanyag és célszerűbb alak alkalmazásával mintegy 25 százalékos súlycsökkenés vált lehetővé. Az akusztikai kísérletek eredményeinek megfelelően a hallgatókagyló kiképzése olyan, mely a fül rezonáns üregeihez legkedvezőbben illeszkedik. A mikrofontedél kiképzésénél kerülnek a Helmholtz üreget, mert ez egyes hangokat kiemeli a többi rovására.

A kézibeszélő kiképzésének olyanak kell lennie, hogy a mikrofon ne kerüljön közvetlenül a száj elé, ha-



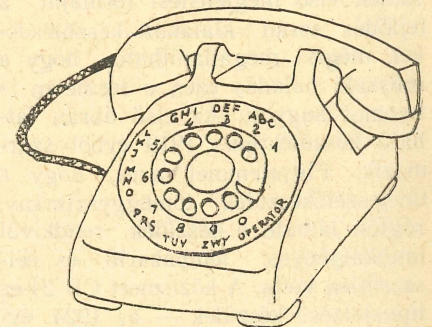
7. ábra

nem csak annak közelébe, oldalt. Ezáltal elkerülhetők a közvetlenül a szájból kiáramló levegő által előidézett mikrofonzörejek, továbbá a száj és mikrofon távolsága függetlenné válik a különböző fejtipusoktól.

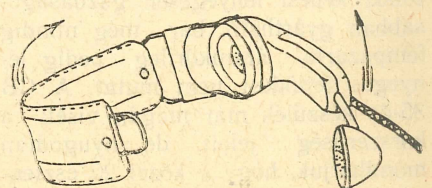
Figyelmet érdemel az a törekvés, hogy a kézibeszélőt szükség esetén fejbeszélőként is használni lehessen. Olyan munkahelyeken, ahol távbeszélőn vett szöveg leírása és közönséges távbeszélgetés gyakran váltja egymást a 9. ábrán látható fejbeszélő nemcsak kényelem, de munkateljesítmény szempontjából is célszerű. A készletet kézibeszélőként használva a könnyű fejpánt egyetlen mozdulattal hátracsapható, vagy szükség esetén levehető.

Mikrofon

A mikrofonok jelentegi kivitele a fejlődés következtében korszerűtlenné vált. A korszerű mikrofon membránja thermoplasztikus műanyagból készül, miáltal elkerülhető a nedvesség okozta membrán korrozio és következménye az üzemzavar. Azonkívül a thermoplasztikus anyag rezgés-

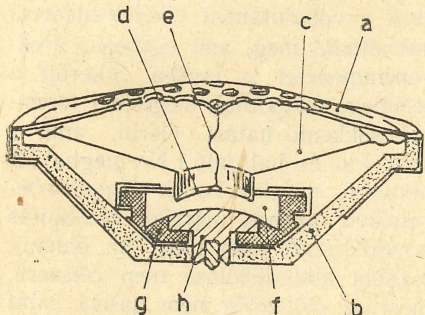


8. ábra



9. ábra

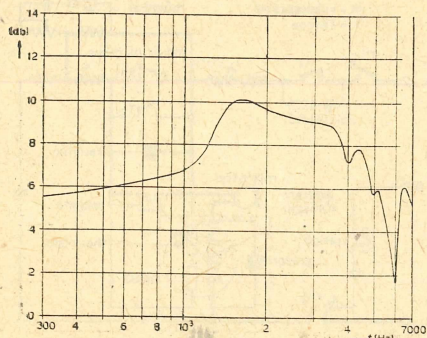
mechanikai tulajdonságai messze felülmúlják a fém és szénanyagokét. Az atmoszférikus behatások teljes kiküszöbölését bizonyítja, hogy ilyen mikrofonokkal víz alatti üzemet is sikerült zavarmentesen fenntartani. (Dr. Hass vöröstengeri akusztikai kutatásai.) A thermoplasztikus anyagból készült membrán szükségtelemé teszi az eddig alkalmazott selyemvarnish védőmembránt, melynek következtében a membránt, csak közvetve érték hangrezgések. Ennek kellemetlen hatása különösen nagyobb frekvenciáknál mutatkozott. A membrán kónuszos és ezáltal merev kiképzése a mélyebb hangok felvételét segíti elő. A mikrofon keresztmetszetét a 10. ábra, jelleggörbét pedig a 11. ábra szemlélteti



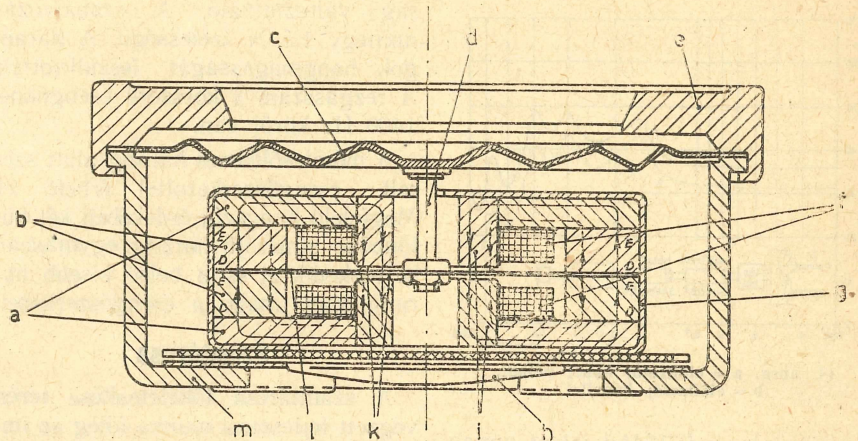
10. ábra. a = fém védőkosár, b = bakelit ház, c = thermoplasztikus anyagú membrán, d = gyűszűelektroda, e = elektróda kivezetés, f = szénkamra, g = szénkamra ház, h = ellen-elektroda

A mikrofon selyemzacskó nélküli. Ennek következtében a zacskó okozta csillapítás elmarad. A mikrofon-ellenállás térbeli helyzetétől független állandóságát a membránra illesztett homorú gyűszű és ellenelektroda alakjának domború kiképzése biztosítja. A ház bakelitből készül egyrészt szinesfém takarékoság, másrészt az önrezgésszámnak a hasznos frekvenciasávotól való távoltartása érdekében.

Igen lényeges eredmény a mikrofon átviteli teljesítményének csaknem a 0.5 N-es megnövekedése az egész frekvenciasávban.



11. ábra



12. ábra. a = polusfelület, b = gyűrűmágnes, c = akusztikus membrán, d = összekötőrúd, e = fedélgyűrű, f = tekercs, g = rézhüvely,

h = érintkező felület, i = pólus saru, k = lég-rés, l = mágneses membrán, m = hallgatóház, — — — állandó fluxus, - - - - - változófluxus

Hallgató

Az átvitel jóságának emelése érdekében a CCIF ajánlás megkívánja, az átvitt sáv felső határának 2700-ról, 3400 Hz-re való felemelését. Ezenkívül kívánatos a megengedhető legnagyobb viszonylagos csillapítás értékét 4,6 N-ről, lehetőség szerint csökkenteni, hogy ezáltal az előfizetőnél a vétel hangereje megnövekedjen.

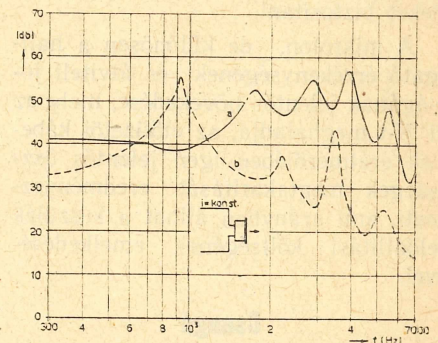
Fenti követelményeknek legjobban megfelel a 12. ábrán látható új gyűrűmágneses hallgató.

A gyűrűmágnesek közé van befogva a mágnesezhető (működtető) membrán. A gyűrűmágnesek alkotóirányban vannak mágnesezve. Az állandó mágnesfluxus sugárirányú összetevői a membránban egymás hatását semlegesítik. A pólussarukon elhelyezkedő féltetekercsekbe váltóáramot vezetve a keletkező változófluxus az előbbi egyensúlyi helyzetet megszünteti és így a membránt váltakozva kilendíti. A mágneses membránt egy rúd köti össze az akusztikus membránnal.

Előnye — mivel egy elektromágneses ellenütemű kapcsolásnak tekinthető — a kis torzítás, mert a páros számú felharmonikusok erősen csillapítottak. Az elrendezés és az alkalmazott mágnesanyag következtében az állandó fluxus mintegy tízenöttszöröse a rendes hallgatóénak és a membrán egészen vékonyra készíthető, mert nem telítődik. Ezzel a membrán önrezgés száma erősen megnövelhetővé vált, ami a nagyobb frekvenciák átvitelénél jelentős előnynek bizonyult.

Az akusztikus membrán thermoplasztikus műanyagból készül, szé-

lénél rendkívül hajlékony, közepén ellenben merev. Tömege az alkalmazott kismasszív anyag következtében rendkívül csekély, ami lehetővé tette a kettős membrán szerkezet együttes tömegének még mindig kedvező kivitelét. A hallgató jelleggörbét a 13. ábra szemlélteti egy általánosan használt laposmágneses hallgatóval párhuzamba állítva.

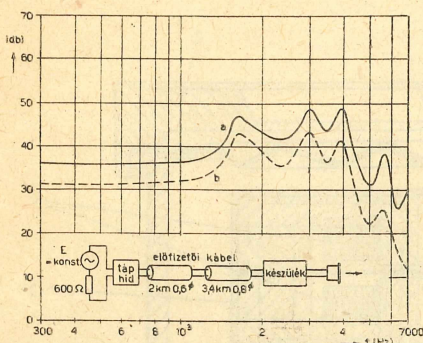


13. ábra. a = gyűrűmágneses hallgató, b = laposmágneses hallgató

Az egész frekvenciatartományt tekintve több, mint 0.5 N-es hangerő növekedést találunk és különösen a nagyobb frekvenciáknál jelentkezik a javulás, ami a CCIF törekvését messzemenően kielégíti.

Tekintettel arra, hogy az előfizetői kábelek csillapítása nagyobb frekvenciáknál számottevően nő, az új hallgató jelleggörbéje a csillapításnövekedést kedvezően kiegyenlíti. A 14. ábrában bemutatott görbékben látható egy teljes összeköttetés átviteli jelleggörbéje.

A jelentős hangerő növekedés mellett igen kedvező értékeket mutat a szótagérthetőség vizsgálata is. Az új hallgatónál mintegy 7%-os emelkedéssel lehet számolni, mely ezen a



14. ábra. a = előfizetői kábel nélkül, b = előfizetői kábelrel

téren hatalmas fejlődést jelent annak figyelembevételével, hogy már a régi hallgatónál is mintegy 80%-os volt a szótagérthetőség.

A tárgyalt hallgató súlya jelentéktelen mértékben ugyan, de nagyobb a használatos hallgatóénál, a gyártásával kapcsolatos szükség-szerű pontosság, valamint igényesebb anyagok felhasználása árát ezidőszerint lényegesen a laposmágneses hallgató ára fölé emeli. Alkalmazása ezért átmenetileg elsősorban ott látszik indokoltnak, ahol távoli, nagy vonalellenállású előfizetők számára kívánunk kedvezőbb átviteli feltételeket biztosítani.

A mikrofon, de különösen a hallgató érzékenységének és átviteli jóságának jelentős növekedése, mely az 1 N-t meghaladja, az előfizetői kábelek érátmérőjében igen jelentős összegek megtakarítását eredményezheti, ami arányban állhat a készülék előállítási költségének emelkedésével.

Csengő

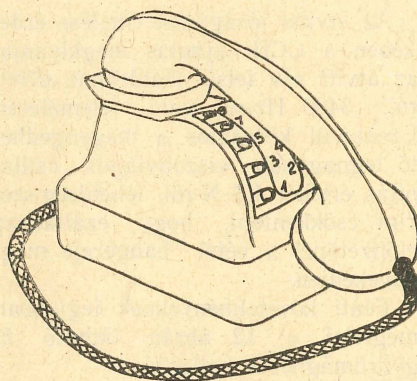
A fejlődés egyrészt nagyobb hangteljesítmény, és megfelelőbb hangszín elérésére, másrészt a méretek nagymértékű csökkentésére irányul. A hangerő növelése alumínium rezonátorok alkalmazásával vált lehetővé. Párhuzamosan kapcsolt készülékeknél az együttes teljesítmény növelését a látszólagos ellenállás emelésével érték el. A nagy hangerő, mely párhuzamos kapcsolásnál és nagy vonalellenállásnál előnyös, rövid vonalaknál kellemetlenné válhat. Ezért a hangerősség szabályozhatóságának szüksége lépett előtérbe. A szabályozás kivitele lehetőleg olyan kell legyen, hogy azt maga az előfizető végezhesse. Egy ilyen megoldás mechanikus módszert alkalmaz, amennyiben egy recézett kerék elforgatásával a horgony és vasmag, illetve a kalapács és harang távoli-

sága változtatható. A szabályozás mintegy 1.5 N szélességű. A harangok hangmagasságát leszállították. A rezgásszám a korszerű csengőknél 1400 Hz körül van.

A méretcsökkenés harang alatt szerelt csengőszerkezettel érhető el. Megfelelő hangszín érdekében két különböző átmérőjű harang egymásban helyezkedik el és a belső kisebb harang alatt maga a csengőszerkezet.

Számtárcsa

A számtárcsa tökéletesítése terén végzett fejlesztési munka főleg az impulzus pontosság fokozását tűzte ki célul. Ennek következtében lehetővé vált az impulzus pontosságot 2 százalékon belül tartani. A tárcsa érzékenyebb részeit tökéletes porvédellel látják el.



15. ábra

Az általánosan használt tárcsa működtetéséhez szükséges kényelmetlen kőnalakú mozgatás elkerülésére készítettek olyan készüléket, melynél a hívómű működtetése egyszerű kézmozdulattal végezhető. Ezt a megoldást mutatja a 15. ábra. A hívószámok leadása így meggyorsulhat anélkül, hogy a készülék esetleges elmozdulása tévedést okozna. A készülék újszerű felépítése a kézibeszélő célszerűbb elhelyezését is magával hozta.

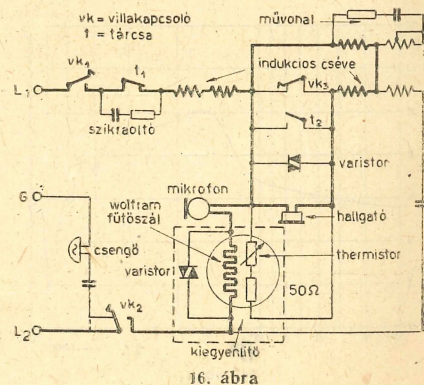
Említést érdemel egy kísérleti állapotban lévő új kapcsolási rendszer, mely egészen újszerű hívóművet alkalmaz. A központot vezérlő egyes jelek 1-1 impulzus párból (start-stop) állanak és a 2 impulzus közötti időtartam szabja meg a jel értékét. A rendszer jelentős előnye az, hogy az egész hívószám csoport közlésének ideje mindössze 0.08 másodperc, minek eredményeképpen a kapcsológépek igénybevételének ideje hasonlóan kis időre korlátozódik. Vagyis a kapcsológépek száma meglepő

mértékben csökkenthető. Egy teljes kapcsolás felépítési ideje (egymillió állomás közül választva) mindössze 0.38 másodperc. Természetesen nem állnak még rendelkezésre adatok a rendszer gyakorlati működésével kapcsolatban és így az sem ítéhető meg, hogy a lényegesen költségesebb készülékek dacára a rendszer gazdaságossága kimutatható-e.

A készülék elvi kapcsolása

A hangerősség növekedése csak akkor jelent eredményt, ha egyidejűleg megoldódik az önhangcsökkentés, vagyis növekszik a teremzaj csillapítása. Különböző az előfizetői hálókabb beszédre kényszerül és az egész hangerő növekedése feleslegessé vált. A teremzaj csillapításának növelése csak a vonalutánszaki tökéletesítésével valósítható meg, ami egyben a frekvenciamenetet is javítja. Sikerült a jelenlegi állapotnak megfelelő teremzaj-csökkentő hatást elérni, ami a mikrofon és hallgató 1 N-t meghaladó hangerő növekedésének figyelembevételével azonos mértékű csillapítás növekedésnek felel meg. Az önhang további kiküszöbölése nem célszerű, mert az előfizetők nem hallva saját hangjukat, feleslegesen túlhangos beszédet folytatnak, ami torzítások formájában az átvitel romlását eredményezné.

A már említett jelentős hangerőnövekedés nagy vonalhosszak esetén használható ki célszerűen, kisebb távolságoknál azonban hátrányos is lehet. Ezért szükséges az érzékenység fokozása mellett azokat a különbségeket is kiegyenlíteni, melyek egy közeli és egy távoli állomás között felléphetnek. A hallgató és mikrofon áramköre egy kiegyenlítővel van kiegészítve, melyet a központ tápáramu vezérel. Nyilvánvaló ugyanis, hogy rövid vonalaknál nagyobb, hosszú vonalaknál kisebb lesz a tápáramerőssége.



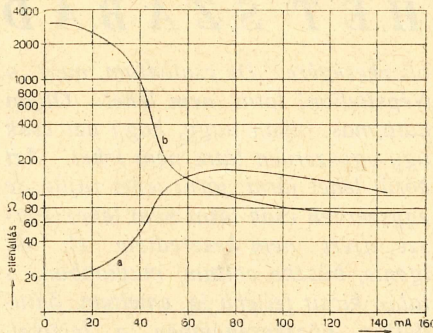
16. ábra

A mikrofon áramkör kiegyenlítőjét egy a mikrofonnal sorbakapcsolt wolfrám fűtőszál képezi (16. ábra), mely egy üvegcsőbe van beferrasztva, A kiegyenlítő úgy van méretezve, hogy rövid vonal esetén a fűtőszál ellenállás növekedése és az ebből eredő tápáramcsökkenés mintegy 0.5 N csillapítást eredményez. Hosszú vonalaknál ez a csillapítás 0-ra csökken.

A hallgatóáramkör csillapítástagját egy negatív hőfok tényezőjű ellenállás alkotja, mely a mikrofon wolfrám szálával termikus csatolásban van (thermistor). Az ellenállás, melyet a wolfrám fűtőszál melegít, párhuzamosan van kapcsolva a hallgatóval.

A 17. ábra szemlélteti a két ellenállás értékének változását a tápáram függvényében.

A hallgató megnövekedett érzékenysége megkívánja az akusztikus sokk elleni védelem alkalmazását. Ezt rézoxidul egyenirányító celláknak (varistor) a hallgatóval párhuzamosan kapcsolásával érik el. A varistor, mint amplitúdó korlátozó működik és a normálisnál nagyobb áramlökésektől a hallgatót és ennek útján az előfizetőt is megvédi. Miután így a mágnes is védve van a le-mágnesezést okozó erősebb elektromos hatások ellen, lehetőség nyílik a mágnes terjedelmének csökkentésére.



17. ábra. a = mikrofon áramköri kiegyenlítő, b = hallgató áramköri kiegyenlítő

Ugyancsak védeni kell a vékony wolfrám szálakat a rendesen nagyobb áramok ellen. Erre a célra is varistor nyer alkalmazást, mint az a 16. ábrában látható.

Összefoglalás

Mint a fentiekből kitűnik, a távbeszélő készülék korszerűsítésével kapcsolatban számos új elgondolás látott napvilágot. Természetesen va-amennyi új elvi és szerkezeti megoldást egyik készülék sem egyesíti magában annál is inkább, mivel azok részben egymásnak ellentmondóak.

Az új szempontok szerint készült korszerű készülék gyakorlati használhatósága fog ítéletet mondani az egyes szerkezeti megoldások felett. Elsősorban a készülék várható élettartamának kérdése az, melyet előre

pontosan kiszámítani alig lehet. Másrészt az alkalmazásra kerülő újszerű alkatrészeknek hibátlan működését oly mértékben kell biztosítani, hogy a készülék üzemeltetésével kapcsolatos költségek ne emelkedjenek észrevehetően. Ez utóbbi azért érdemel különös figyelmet, mert a távbeszélő készülék az összeköttetés leginkább decentralizált alkotóeleme és fenn-tartása jelentős személyi kiadásokkal jár.

IRODALOM

- A. H. Inglis és W. L. Tuffnell: An improved telephone set. The Bell System Technical Journal 1951.
- W. R. Nelsner: A transmission package for the 500 telephone set. Bell Laboratories Record 1951.
- H. A. Bredehoff: Nem ringer for 500 type telephone set. Bell Laboratories Record 1951.
- N. L. Tuffnell: 500 type telephone set. Bell Laboratories Record 1951.
- M. Gosewinkel és H. Koschel: Der Ringmagnethörer, ein lautstarkes Telefon mit breitem Frequenzband. F. T. Z. 1953.
- Istvánffy Edwin: Mágneses anyagok és alkalmazásuk.
- Dr. Freitag: Buntmetalleinsparung auf dem Fernmeldegebiet.
- A. K. G.: Ein neues Kohlemikrofon für Fernsprechapparate mit Membrane aus thermoplastischem Kunststoff Ö. T. F. 1951.
- W. A. Malthener és H. Earle Vaughan: An experimental electronically controlled automatic switching system. The Bell System Technical Journal 1952.
- I. C. Pocock: Fortschritte im Bau von Teilnehmerapparaten.
- K. Braun: Die Akustischen Abschlussbedingungen für die Messung der Fernhörer.
- I. C. Pocock: Der Einfluss von Mikrophonengeräusch auf die Verständlichkeit im Fernsprengeräte.
- G. D. Mihajlov: Zajok befolyása az orosz nyelv érthetőségére. Elektricsesztvo, 1945.
- Hargitai-Schmidt: Távbeszélő készülék tervezési pályázat 1951.

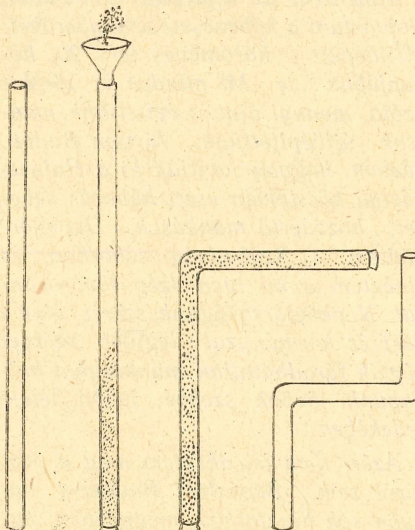
Kisebb átmérőjű rézcsövek hajlítása

Műszaki munkáink során, de különösen az átvivő készülékek szerelésekor, az elektromos vezetők útja részére gyakran szükséges rézcsöveket használni főleg ott, ahol nagy értékű nagyfrekvenciás energiát kell vezetni. Ilyen berendezéseknél gyakran előfordul, hogy az új szerkezeti elvek által megkívánt nagyságú, hosszúságú vezetőköt hajlítsunk és formáljunk. Az ilyen munkák legnagyobb részét magunknak kell végrehajtani, akár azért, mert a szükséges különböző méretek nem kaphatók, akár azért, mert az elkészítéséhez az idő sürget.

Vigyáznunk kell azonban arra, hogy 6 mm-nél nagyobb átmérőjű rézcsöveket, hacsak megfelelő különleges eszközeink nincsenek, azok megrepedése vagy elgörbülése nélkül hajlítani szinte lehetetlen. A hő alkalmazása nem kielégítő, mert a kis hajlításhoz oly nagy hőfok szük-

séges, hogy annak használata nem célszerű.

Egy olyan munka során, ahol sok ilyen rézcsőből álló, különböző hajlítottságú vezetőre volt szükség, si-



került egy egyszerű és főleg olcsó eljárásra rájönni. Az eljáráshoz csak finom, száraz homokra van szükség. Bár a tennivalókat a közölt ábrák elég érthető módon közlik, néhány útmutatásra felhívjuk olvasóink figyelmét:

1. Lemérjük az egymáshoz kapcsolandó vezetők közötti távolságot. A csővezetékéből, a lement távolságnál valamivel nagyobb darabot vágunk le, hogy megelőzzük az esetleges mérési tévedéseket.

2. A csövet finom, száraz homokkal töltjük meg. A homoknak teljesen száraznak és igen finomnak kell lenni, lehetőleg szitálnak, mert így könnyen tölthető és jól tömít.

3. A cső végét fadugóval vagy más benyomható anyaggal lezárjuk.

4. A csövet a kívánt alaknak megfelelően meghajlítjuk.

Ismerteti: Tóth Jenő.