

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

A „MAGYAR POSTA“ MELLÉKLETE

SZERKESZTI A M. KIR. POSTAVEZERIGAZGATÓSÁG ALTAL KIJELÖLT
SZERKESZTŐ ALBIZOTTSÁG.

SZERKESZTŐSÉG CIME: PETÁINEK JÓZSEF M. KIR. POSTAFŐMÉRNÖK
IX. PÁVA-U. 10. — TELEFON: J. 454—48.

TARTALOM:

Dr. Tomits Iván: Távbeszélőösszeköttetések tervezésének és üzemeltetésének elektromos elveiről. — Ström Einar: Földkábelek elektromos korróziója. — Magyarfi Endre: Vasmagos fojtótekercsek méretezése és mérése. — Kónya Sándor: Alumínium-bronz huzalak alkalmazása a távbeszélő hálózatban. — Külföldi szemle.

Távbeszélőösszeköttetések tervezésének és üzemeltetésének elektromos elveiről.

Irta: Dr. TOMITS IVÁN posta műszaki tanácsos.

Les principes électriques de la projection et de l'exploitation des communications téléphoniques.

Résumé: L'auteur continue d'exposer les propriétés électriques de la distortion de phase et traite ensuite des deux modes principaux de protection, c'est-à-dire de corriger la distortion en augmentant les fréquences de coupure des circuits et en intercalant dans les circuits des réseaux artificiels spéciaux.

(Folytatás.)

A 109. ábra (lásd az előző közleményt) terjedési-idő görbéje, mint látható, kb. az 500 Hertz-nél minimumot mutat, amelytől jobbra és balra a terjedési idő fokozatosan növekszik. Ez a növekedés, mint az elmélet alapján kimutatható, egyenes folyománya annak a ténynek, hogy a görbe által jellemzett kábelösszeköttetésnek mindig két határfrekvenciája van. A kisebbik határfrekvencia, mely az áramkörben lévő transzformátorok és erősítők működésének következménye, hozzá létre a görbe baloldali emelkedését; ez az időkéscsés a kisfrekvenciás zónában azonban beszédátviteli szempontból nem veszélyes, mivel az átvitt beszéd érthetőségére vonatkozólag a 300 Hertz alatti zóna nem bír fontossággal, annak torzítása tehát a beszédérthetőséget nem rontja.

Transzmissziós szempontból sokkal fontosabb a kábeláramkörök felső határfrekvenciája (n_0), mert az ezáltal okozott terjedési-idő növekedés már javarészből a fontos beszédfrekvenciás zónába (300—2400 Hertz) esik. Fázistorzítás szempontjából azonban természetesen nem az egyes frekvenciáknál fellépő abszolút terjedési-idő veendő számításba, hanem az a legnagyobb időkéscsés-különbség, amely a beszédfrek-

venciás zónában maximálisan előáll. Minthogy a 109. ábra terjedési-idő görbéje a felső határfrekvencia felé haladva, folytonosan emelkedő tendenciát mutat, a maximális késés-differencia mindig a legnagyobb átvíendő frekvencia (például 2400 Hertz) és ama frekvencia közt lép fel, amelynél a terjedési-idő minimum (a görbénél kb. 500 Hertz). A fázistorzítás nagyságát tehát egyedül a

$$\tau = t_{\omega} - t_{\min.} = \left(\frac{d a}{d \omega} \right)_{\omega} - \left(\frac{d a}{d \omega} \right)_{\min.} \quad \dots 57.$$

idő-intervallum szabja meg, hol $t_{\min.}$ a legkisebb terjedési időt, t_{ω} pedig a terjedési időnek bármely megadott, rendszeren a legszélső még átvíendő körfrekvenciánál ($\omega = 2\pi n$; például $n = 2400$ Hertz) fennálló értékét jelenti. A τ idő-intervallumot a jelzett oknál fogva „torzító-késés”-nek (delay distortion) is nevezhetjük.

Az 57. formula τ késédifferenciája főként a terhelt kábel hosszától és annak elektromos sajátságaitól függ; az áramkörben szereplő berendezések, főként az erősítők, csupán csak kis mértékben járulnak hozzá a torzító-késés értékének növeléséhez; az ezekre eső fáziskéséstöbbletet főként az erősítők szűrőláncai okozzák. A $t_{\min.}$ megközelítőleg azzal a terjedési idővel egyenlő, mely fennállana, ha a kábeláramkör terhelése nem diszkontinuusan az egyes csévékre volna koncentrálni, hanem az egész vezetéken folytonosan volna elosztva. Értéke könnyen ki is számítható, ha tekintetbe vesszük, hogy az áramkörön haladó hullám terjedési sebessége (lásd Magyar Posta, Műsz. Közl. 1929. III. évf. 8. sz., 264. oldal)

$$v = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

és a terjedési idő az áramkör hosszával egyenesen arányos (L és C az áramkör önindukciójának és kapacitásának kilométrikus értékeit jelentik). E szerint egy csévemező hosszának (s kilométer) befutására szükséges idő

$$t_s' = \frac{s}{v} = s \sqrt{L \cdot C} = \sqrt{s L \cdot s C}.$$

Minthogy azonban $s \cdot L$ egy cséve önindukcióját és $s \cdot C$ a kábel csévemező-szakaszának üzemi kapacitását jelenti, továbbá, mivel a kábeláramkör határ-körfrekvenciája

$$\omega_0 = 2\pi n_0 = \frac{2}{\sqrt{L_{\text{cséve}} \cdot C_{\text{csévemező}}}},$$

annálfogva

$$t_s' = \frac{2}{\omega_0} \quad \dots 58.$$

A magyar postánál használt Western-Standard típusú középnehéz terhelésű kábel-törzsáramkörökre alkalmazva e formulát, lévén itt $\omega_0 = 2\pi \cdot 2900 = 18.000$,

$$t_s' = \frac{2}{\omega_0} = 0.00011 \text{ sec.} = 0.11 \text{ milliszekundum.}$$

A 109. ábra esetében például a teljes kábelhossz 960 kilométer volt, vagyis kb. 525 csévemezőből állott (egy csévemező hossza $s = 1.83$ kilométer), tehát a minimális terjedési idő $t_s' = 525 \cdot 0.11 = 58$ milliszekundum, ami a görbéből leolvasott kb. $t_{\min.} = 65$ milliszekundumot elég jól megközelíti; a terjedési-idő többlet részben a közbenső erősítőknél, részben pedig a koncentrált terhelés hatásának tulajdonítható.

A fázisterjedési idő a terhelésnek az áramkörben egyes helyekre való összpontosítása (pupinozás) következtében növekedni fog, amint a frekvenciával a határfrekvencia irányában haladunk. Ennek a növekedésnek frekvenciafüggősége egy csévemező-hosszra nézve, amint az elméletileg kimutatható (lásd A. R. A. Renda: Fáziskigyenyítő-művonalak; Electrical Communication 1929, 7. kötet, 4. füzet), a következő képlet segítségével számítható ki:

$$t_s = \frac{2}{\omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} = t_s' \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \quad \dots 59.$$

Amint látható, a terjedési idő bármely adott frekvenciánál úgy számítható ki, hogy a folytonosan terhelve gondolt áramkörre vonatkozó terjedési időt $\left(t_s' = \frac{2}{\omega_0}\right)$ egy, az egységnél nagyobb faktoriall kell

megszoroznunk; ha ω a határfrekvenciához (ω_0) képest elég kicsiny, úgy a négyzetgyökös tényező gyakorlatilag az egységgel egyenlő, azaz $t_s = t_s'$, ami a gyakorlatban t_s -minimumával elég jól egyezik. Viszont ω -val a határfrekvenciához fokozatosan közeledve, a szorzótényező értéke az egységnél állandóan nagyobb és fokozatosan növekszik, amit a 109. alatti görbe jobb szárnyának emelkedése szemléltetően is igazol.

1. A fázistorzítás hatása a beszéd érthetőségére.

Az 57. alatti τ „torzító-késés”, mely az átvitendő frekvenciasáv egyes frekvenciái közt fennálló késések maximális különbségét ábrázolja, a beszéd elemeinek érthetőségét kedvezőtlenül képes befolyásolni. Az egyes rövidebb szótagok és hangok érthetősége a késés következtében annál nagyobb mértékben romlik, minél rövidebb ideig tart az átvitt hang, vagy szótag és minél hosszabb az említett τ késés időtartama. A torzítás lényegileg abban áll, hogy az egyes hangok és hangimpulzusok időtartama rövid és gyors utánhangzások, vagy visszhangok módjára megnyúlik. A megnyúlás közvetlen következménye a beszédáramelemek kialakulási, berezgési folyamatainak a kábelvégállomáson, s oly módon jön létre, hogy a kábeláramkör az áthaladó beszédáram impulzusokat mintegy összetevő frekvenciákra bontja szét s azok közül elsőnek a legkisebb frekvenciájú váltakozó áramokat juttatja el a végpontra; a nagyobb és nagyobb frekvenciák fokozatosan késve érkeznek meg, legkésőbb az átviteli sáv legfelsőbb frekvenciája (például 2400 Hertz), amelynek késése a jel elejéhez képest éven a szóbanforgó τ torzító-késéssel azonos. A végállomás távbeszélő készülékének hallgatójában tehát egy rövid ideig tartó áramlökés megérkezé-

sekor először az áramlökés spektrumának legmélyebb hangja hallható és utána fokozatosan rövid időközön belül a magasabb és magasabb hangrezgések; ezáltal a hanglökés egy bizonyos „csicsgörgésszerű” jelleget (Zwitscherlauten) ölt. A jelenség különben olyanok előtt, akik gyakran folytatnak nagytávolságú kábelösszeköttetéseken keresztül beszélgetéseket, jól ismeretes.

A mondottak alapján a τ torzító-késés nagysága a fázistorzítás kvantitatív mértéke. A Siemens & Halske laboratórium szótagérthetőségi vizsgálatai alapján a torzítás már a $\tau = 10$ milliszekundumnál kezd mutatkozni. Üzemi távbeszélő-készülékekkel végzett kísérletek-nél egy ilyen nagyságú fázistorzítás a szótag-érthetőséget kb. mintegy 1—2%-kal rontja csupán, ami üzemszerűen folytatott beszélgetéseknél gyakorlatilag észre sem vehető. Nagyobb torzító-késések, mint például $\tau = 50$ milliszekundum, a beszélőkre már nyugtalanítólag hatnak, 100 milliszekundum pedig már annyira zavar, hogy a szótagérthetőség miatta kb. 15—20%-kal csökken.

Hogy fázistorzítás szempontjából a torzító-késésre vonatkozólag milyen tűrhetőségi norma engedhető meg az üzemben, arra a praxis-ban eddig még nem alakult ki egységes vélemény. A C. C. I. ideigle-nesen a $\tau = 30$ milliszekundum értéket javasolja, mint olyant, amely távbeszélő-összeköttetések-nél észrevehető zavar nélkül még eltűrhető. Valószínű azonban, hogy ez a tolerancia-határ később redukálódni fog. Lüschen és Küpfmüller szerint (lásd a szerzőknek „Távkábelek legcél-szerűbb terhelése” című munkáját az „Europäische Fernsprechsdiens-t” 1927. évi 4-es számú füzetében) kéthuzalos áramköröknél a különben is fennálló echo-zavarok miatt 10—15 milliszekundum volna a legmeg-felelőbb felső határ, míg négyhuzalos áramköröknél ez kb. 20—30 milliszekundumra volna tehető. Ha négyhuzalos távkábel-áramkörökön vagy speciális rádió-közvetítő kábeláramkörökön rádióprogram-mot viszünk át, úgy a mondottaknál sokkal szigorúbb feltételeket kell szabnunk. A τ érték túlnagy volta oka sokszor a hosszabb távkábel-áramkörökön észlelt nem kielégítő rádióátvitelnek.

2. Védekezés a fázistorzítás ellen.

Minthogy a fáziskésés torzító hatása a beszédáramelemek deformálásában és azok időtartamának megnyújtásában nyilvánul meg, könnyen belátható, hogy az így torzított beszéd érthetősége annál rosszabb, minél gyorsabban követik egymást időbelileg az egyes be-szédáramelemek, azaz minél gyorsabban folyik a beszéd. Az átvitt beszéd érthetőségét tehát az egyes hangelemeknek szándékosan lassí-tott akcentuálásával bizonyos mértékben javítani lehet. A távbeszélő-összeköttetések előzetes tervezésénél azonban a tervező mérnöknek sokkal célravezetőbb technikai eszközei állanak rendelkezésére, melyek segítségével a fentebb leírt tolerancia-feltételek teljesítéséről meg-felelően gondoskodhatik. A mai technikai gyakorlat e célból két mód-szert használ, és pedig:

- a) terhelt áramkörök határfrekvenciájának növelését,
- b) a torzító-késés (τ) alkalmas kompenzálását megfelelő kiegyen-lítő-művonalak segítségével.

Hogy e két módszer közül, melyek ismertetését az alábbiakban közöljük, a jövőben melyik fog jobban megfelelni, az a mai technikának olyan problémája, melynek eldöntésében nemcsak technikai, hanem ökonomiai kérdések is szerepet fognak játszani.

a) *A fázistorzítás és az áramkörök határfrekvenciája.* Az egyes frekvenciák terjedési időinek maximális különbsége τ , az ú. n. torzító-késés, melyet az 57. alatti egyenlettel definiáltunk, az 58. és 59. egyenletek segítségével könnyen kiszámítható, ha feltételezzük, hogy egy csévemező-hosszúságú kábelszakaszra

$$t_{\min.} = t_s' = \frac{2}{\omega_0}.$$

Ezek alapján egy csévemező-hosszra vonatkozó torzító-késés (τ_s) a következő formulával számítható ki:

$$\tau_s = \frac{2}{\omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} - \frac{2}{\omega_0} = \frac{2}{\omega_0} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} - 1 \right).$$

Ebből l kilométer kábelhosszra érvényes értéket úgy kapjuk meg, hogy τ_s értékét $\frac{l}{s}$ -el megszorozzuk; a torzító-késés tehát l kilométer-hosszra:

$$\tau = \frac{2l}{s \omega_0} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} - 1 \right), \quad \dots 60.$$

ahol

$$\omega = 2\pi n \text{ és } \omega_0 = 2\pi n_0.$$

A formulából látható, hogy τ értéke és vele a fázistorzítás annál kisebb, minél nagyobb egy megadott $\omega = 2\pi n$ beszéd-sáv-határ mellett $\omega_0 = 2\pi n_0$, azaz a határfrekvencia. Ez utóbbinak szerepét a fázistorzításban jobban feltűntethetjük, ha a 60. alatti kifejezést annak a feltételezésével egyszerűsítjük, hogy az n frekvencia annyira messze legyen a határfrekvenciától, hogy $\left(\frac{n}{n_0}\right)^2 = \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2$ az 1-hez képest gyakorlatilag kicsinynek legyen tekinthető. Ekkor ugyanis a közelítő számítások törvényei szerint a következő egyszerűsítő formulát alkalmazhatjuk (x kicsiny 1-hez):

$$\frac{1}{\sqrt{1-x}} = 1 + \frac{1}{2} x;$$

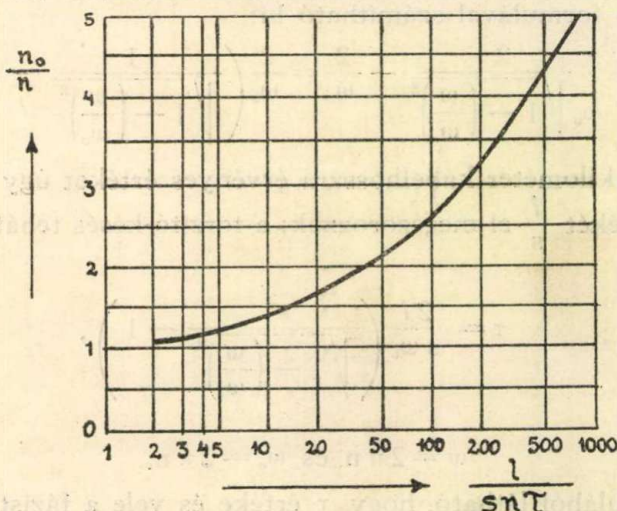
ennek igénybevételével a torzító-késés az alábbi megközelítő formulával fejezhető ki:

$$\tau = \frac{2l}{s \omega_0} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 - 1 \right] = \frac{2l}{s \omega_0} \frac{1}{2} \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 = \frac{l \omega^2}{s \omega_0^3},$$

azaz

$$\tau = \frac{l n^2}{2 \pi s n_0^3} \quad \dots 61.$$

Az egyenletben n és n_0 a megfelelő frekvencia-értékeket jelentik. A 61. egyenletből látható, hogy egy megadott n frekvencia-érték mellett a torzításra jellemző τ időkézés a határfrekvencia $h a r m a d i k$ hatványával fordítva arányos. Például, ha az n frekvencia értékét, vagyis az átviendő frekvencia-sáv felső határát 2000 Hertz-nek vesszük ($\omega = 2 \pi \cdot 2000$) és a határfrekvencia értékét $n_0 = 3000$ Hertz-ről $n_0 = 6000$ -re emeljük, úgy a torzító-késének (τ) értéke a 61. alatti formula szerint az eredetinek kb. $\frac{1}{8}$ -ára esik le, ami a fázistorzítási viszonyok jelentékeny javulását jelenti.



110. ábra.

A fenti formula egyes megközelítő gyakorlati számítások részére jól használható. A számítások egyszerűsítésére Lüschen és Küpfmüller (lásd az idézett értekezést) a 60. alatti pontosabb összefüggést görbével ábrázolták (lásd a 110. ábrát), amely grafikus számításokra jól alkalmas. A görbe vízszintes koordinátája $\frac{l}{s n \tau}$ mennyiség, míg a függőleges koordináta a határfrekvencia viszonyát jelenti az átviendő sáv szélső frekvenciájához képest $\left(\frac{n_0}{n}\right)$. Például, ha egy középnehezen terhelt Western-féle fantomáramkört vesszünk tekintetbe, hol $n_0 = 3600$, $s = 1.83$ kilométer és az átviendő sáv felsőhatárát $n = 2400$ -nak, τ értékét pedig a C. C. I. által előírt 0.03 másodpercnek vesszük fel, úgy

$$\frac{n_0}{n} = 1.5,$$

aminek a görbe szerint

$$\frac{l}{s \cdot n \cdot \tau} \approx 13$$

vízszintes koordináta-érték felel meg; ebből megközelítőleg

$$l = 13 \cdot s \cdot n \cdot \tau = 1700 \text{ kilométer,}$$

vagyis az említett kábeltípus esetében a C. C. I. által előírt tolerancia-határon belül maradunk minden olyan összeköttetésnél, amelynek hossza kisebb, mint 1700 kilométer.

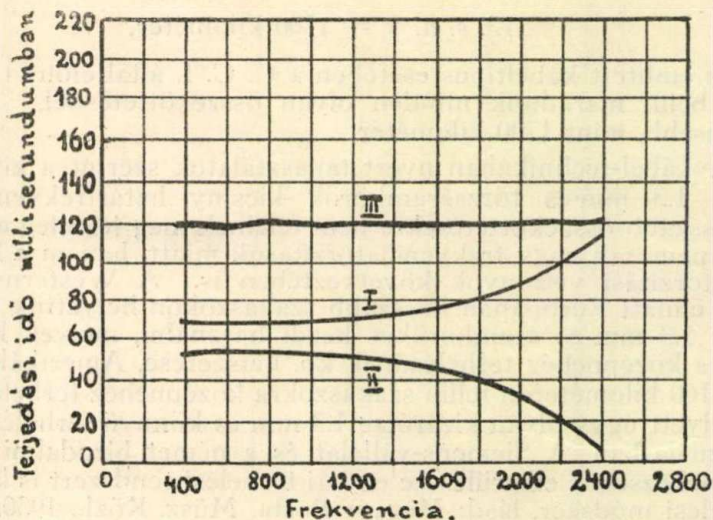
A távkábel-technikában nyert tapasztalatok szerint a középnehéz terhelésű 1.3 mm-es törzsáramkörök kicsiny határfrekvenciájuknál fogva hosszabb összeköttetésekre nem felelnek meg jelenleg céljaiknak és pedig nemcsak nagy frekvenciatorzításuk miatt, hanem a kedvezőtlen fázistorzítási viszonyok következtében is. A Western-Standard rendszer emiatt Európában hosszabb szakaszokon helyettük a könnyű terhelésű 1.3 mm-es áramköröket kezdi használni, melyek határfrekvenciája a középnehéz terhelésűnek kb. kétszerese. Amerikában jelenleg 130—160 kilométeren felüli szakaszokra középnehéz terhelésű áramkörök helyett úgyszólván kizárólag 1.3 mm-es könnyű terhelésűek vannak használatban. A Siemens-vállalat és a német birodalmi posta az említett nehézségek elkerülésére egy új terhelési rendszert is konstruált (II. terhelési módszer, lásd: Magyar Posta, Műsz. Közl., 1930. IV. évf., 9. sz., 299. oldal), amelyben a fázistorzítások hatásának kiküszöbölésére különböző, de a középnehéz terhelésű törzsáramkörökénél nagyobb határfrekvenciák állanak rendelkezésre (3450, 4300, 7700 és 9300).

b) *Fázis-kiegyenlítő művonal-láncok.* A másik módszer, mellyel áramkörök fázistorzítása ellen védekezhetünk, az ú. n. *fáziskiegyenlítési eljárás*. Ez lényegében abban áll, hogy a javítandó áramkörökbe olyan mesterséges láncvezetőket (művezetéseket) iktatunk bele, amelyek az egyes beszédfrekvenciák terjedési ideje a frekvenciákkal nem növekszik, hanem csökken, amelyeken fellépő torzító-késés tehát a kábeláramkörökkel szemben ellentétes értelmű (negatív).

A viszonyokat szemléltetően mutatja a mellékelt 111. ábra. A I. görbe egy középnehezen terhelt áramkörnek a 109. ábrában már szemléltetett terjedési-idő görbéje, amely szerint a fáziskésés időtartama a nagyobb frekvenciák felé fokozatosan emelkedik. A II. görbe az áramkörbe beiktatott mesterséges láncvezetőkön fellépő terjedési viszonyokat ábrázolja; e műáramkörök olyan speciális konstrukcióval bírnak, hogy a növekvő frekvenciák irányában haladva, a terjedési idők csökkennek. A műáramkörök minden esetben úgy tervezendők, hogy a rajtuk fellépő késés frekvencia-függősége negatív értelemben olyan legyen, mint az áramköröké. Minthogy egymásután kapcsolt áramkörök (és műáramkörök) fáziskésései összeadódnak, a megfelelően méretezett láncvezetők segítségével az áramkörök terjedési idejének emelkedését, vagyis azok torzító-késését kiegyenlíteni, kompenzálni vagyunk képesek. A III. görbe mutatja a már kompenzált terjedési időt milliszekundumokban. E görbe, tekintve, hogy a I. és II. összegéből áll, mindenütt az üzemi áramkör görbéje felett halad; az abszolút terjedési idő a kiegészítés után megnövekszik ugyan, azonban az egész át-

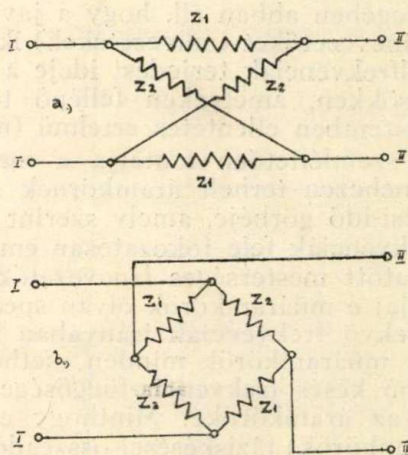
viendő sávban meglehetősen állandó marad, tehát fázistorzításra nem ad okot.

A fáziskiegyenlítésre szolgáló művonalláncok rendszerint sok lánc-elemből állanak. Ezek az elemek, hasonlóan a másfajta típusú művona-



111. ábra.

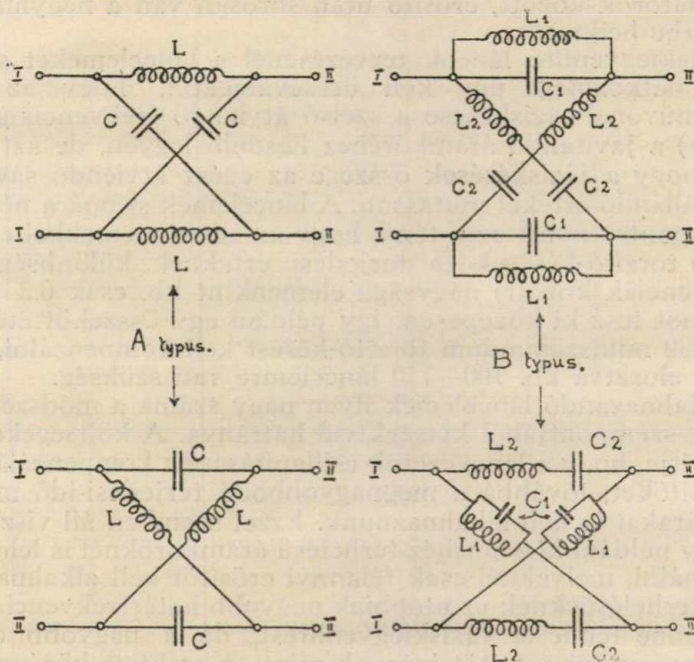
lakhoz, szintén négy-pólusúak, azaz két bemenő és két kilépő kapocsal bírnak, azonban az ismert H-, vagy T-kapcsolástól már lényegesen eltérnek. A mellékelt 112. ábra szemléltet egy ilyen lánc-



112. ábra.

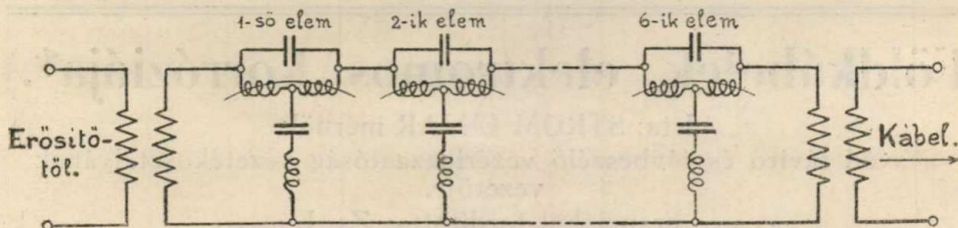
elemet, amely két látszólagos-ellenállás-párból (Z_1 és Z_2) áll. Az a) ábrában látható szokásos kapcsolás könnyebben áttekinthető és megérthető, ha azt a b) ábrában látható Wheatstone-hídszerű sémába rajzoljuk át. A jelzett I—I és II—II póluspárok a bemenő és kimenő kap-

csok jelzésére szolgálnak. Egy teljes művonal tulajdonképpen több ilyen, póluspárjaikkal megfelelően egymásután kapcsolt lánclemek sorozatából áll.



113. ábra.

A lánclemek feladata a megfelelő fáziskéséseknek lehetőleg csillapítás nélkül való előállítása; ez okból azok impedanciái lehetőleg kis veszteséggel (ohmikus ellenállás) bíró elemekből és pedig önindukciós tekercsekéből és kondenzátorokból kell, hogy álljanak. Az elmélet sze-



114. ábra.

rint általában az ilyen lánclemeknek kétféle típusa különböztethető meg (lásd R. A. R e n d a l l már idézett cikkét). Az A) típusú elemeknél (lásd 113. sz. ábrát) a két látszólagos ellenállás egy önindukciós és egy kondenzátorból áll, a B) típusúaknál viszont ezek helyeit megfelelően kapcsolt rezgőkörök foglalják el.

A 114. ábra a németországi Hannover-Wiedenbrück közti kísérleti kábelszakasznál (II. terhelési módszer) használt fáziskiegyenlítő lánc

szerkezetét mutatja. A lánclemek szintén rezgőkörökből állanak és szerkezetre nézve az előbbiektől látszólag eltérnek, azonban a valóságban velük teljesen egyenértékűek. A kiegyenlítő művonal-lánc transzformátorok között, erősítő után sorosan van a négyhuzalos kábeláramkörbe beiktatva.

A fáziskiegyenlítő láncok tervezésénél a lánclemeket számra és típusra vonatkozólag úgy kell összeválogatni, hogy az előállott komplett művonal fáziskésése a szélső átviendő frekvenciáig (például 2400 Hertz) a javítandó áramköréhez hasonló legyen, de azt úgy egészítse ki, hogy a fáziskésések összege az egész átviendő sávban gyakorlatilag állandó értéket mutasson. A lánclemek számára nézve közelítőleg támpontot nyújt az a tény, hogy az egyes elemekkel elért kompenzálható torzító-késések (a terjedési értéknek különbsége 300 és 2400 frekvenciák között) nagysága elemenként kb. csak 0.2—0.3 milli-szekundumot tesz ki közepesen. Így például egy összeköttetésnél, melyen $\tau = 30$ milliszekundum torzító-késést kell kompenzálni, az egész áramkörre elosztva kb. 100—150 lánclemre van szükség.

Az alkalmazandó lánclemek ilyen nagy száma a módszernek gazdaságosság szempontjából kétségkívül hátránya. A költségeket még az is nagyobbítja, hogy a láncvezetők csillapításának kompenzálására még külön erősítőket, továbbá a megnagyobbodó terjedési-ido miatt esetleg echo-zárakat is kell alkalmaznunk. Ezzel szemben áll viszont az az előny, hogy például középnehéz terhelésű áramköröknél is lehet a módszerrel használni, melyeknél csak félannyi erősítőt kell alkalmazni, mint a könnyű terhelésűeknek; ez utóbbiak nagyobb határfrekvenciája ugyan szükségtelenné tenné a fáziskiegyenlítést, de a nagyobb csillapítás miatt kétszer annyi erősítőt igényel, mint az említett középnehéz terhelésű áramkör.

Hogy a fáziskiegyenlítés, vagy a nagyobb határfrekvencia választása előnyösebb, vagy esetleg mindkettőnek együttes használata fog célravezetőbbnek mutatkozni, azt a jövő gyakorlati tapasztalatai vannak hivatva eldönteni.

(Folytatjuk.)

Földkábelek elektromos korróziója*.)

Irta: STRÖM EINAR mérnök,

a svéd táviró és távbeszélő vezérigazgatóság vezetékosztályának vezetője.

Franciából fordította: Zs. L.

Electrolyse des câbles sous-terrains.

Résumé: Dans le présent article l'auteur traite de la juste pose des câbles sous-terrains sous le point de vue de les exempter autant que possible des courants vagabonds. Il s'occupe des joints isolants. Pour finir, il décrit le système du drainage électrique.

(Negyedik közlemény.) **

* Megjelent a The L. M. Ericsson Review 1929. évi 7—9. számában.

** E közlemények egyenként zárt egészek, minthogy azonban egymással szorosan kapcsolódnak, az egység kedvéért az ábrák és a fejezetek sorszámai folytatóságok.

A kóboráramok okozta elektromos korrózió keletkezésének megakadályozását az alábbi módokon kísérhetjük meg.

A) Kényszeríteniünk kell az áramot, hogy az a síneken, vagy a visszavezető kábeleken térjen vissza az erőközponthoz.

B) Meg kell akadályozni, hogy a kóboráram azokon a helyeken, ahol a kábelköpeny potenciálja kisebb, mint a síneké, a kábelre jusshasson.

C) Azokon a helyeken, ahol a kábel potenciálja nagyobb, mint a síneké, a kóboráramokat a kábelről mesterségesen kell elvezetni.

Az A) pont oly szabályokat ölel fel, melyek a villamosvasúti vállalatokat érintik, a B) pont olyanokat, melyek végrehajtása a villamosvasúti vállalatok és a távbeszélő vezetőségének közös feladata, a C) pontban felölelteket a távbeszélő vezetőségének kell végrehajtania abban az esetben, midőn az A) és B) nem volt eredményesen keresztülvihető. Tehát, ha semmi módon sem sikerült megakadályozni, hogy a kóboráramok a negatív helyeken a kábelre jussanak, úgy módot kell adni arra, hogy a pozitív helyeken a kábelt akként hagyják el, hogy ott korróziót ne okozzanak.

Az A) pont alattiakat előző három közleményünkben részletesen fejtegettük. Jelen közleményünkben a B) és C) pontokban kijelölt módozatokat fogjuk részletesen megvilágítani.

III. A korrózió megakadályozására vonatkozó előírások, melyek betartása a távbeszélő vezetőségének feladata.

Miként a bevezetésben említettük:

B) Meg kell akadályozni, hogy a kóboráram azokon a helyeken, ahol a kábelköpeny potenciálja kisebb, mint a síneké, a kábelre jusshasson.

E szabálynak betartása csakis úgy lehetséges, ha a villamos vasúti vállalatok és a távbeszélővezetőségek erre együttesen törekszenek. A villamos vasutaknak a sínjeit, különösen azokon a helyeken, ahol a sínfeszültség a környezethez képest nagy, olyan ágyazatba kell fektetni, hogy a sínek és a föld közötti ellenállás mennél nagyobb legyen. Ez azonban egymagában nem elegendő. A távbeszélő vezetőségének a kábelek fektetésénél ugyanerre kell törekednie, ami leginkább az által érhető el, hogy a kábeleket a sínektől minél távolabb fektetik.

Általában a sínek és a földkábelek között legalább 200 méter távolságnak kell lennie, hogy a korróziós veszedelemet kizártnak tekinthessük. A legveszedelmesebb helyeken tehát a közúti vasút sínjei messze elkerülendőek.

A C. C. I. 1927-ben megadott javaslatai szerint:

1. A kábeleket a sínektől amennyire csak lehet, távol kell elfektetni. A sínkeresztezések veszedelmes helyek, tehát ezek számát a legkisebbre kell korlátozni.

2. A kábelek nyomvonalának tervezésénél sohasem szabad megfeledkezni arról, hogy egyes talajnemek összetétele a korróziót elősegíti (különösen a nedvesség, szerves és lúgos anyagok, sók, savas oldatok stb.).

3. Amennyire csak lehetséges, meg kell akadályozni, hogy a kábelek vezetésére szolgáló csövekbe, tömbökbe, összekötő szekrényekbe és aknákba nedvesség bejuthasson és ott megálljon.

4. A kábeleknek szigetelő anyaggal való egyszerű bekenése, vagy vékony, nem tökéletesen tömör, nem elég tartós szigetelőburkolat alkalmazása a korrózió szempontjából állandó védelemnek nem tekinthető. Az ilyen szigetelőrétegek gyakran veszedelmesek lesznek, mert bizonyos idő múlva ezek sérült részein a kábel csupasz lesz és e helyeken a kábel nagyon erősen korrodálódik.

5. Amennyiben a kábelt védő szigetelőréteg elég tömör és a mechanikai, valamint a vegyi hatások szempontjából kellő páncélozással, vagy más megfelelő (pl. kettős kábelköpeny, vagy hasonló) módon védve van, ez a korrózió védelem szempontjából kielégítőnek tekinthető.

6. Azokban a kivételes esetekben, mikor a kábel vashidakkal, vagy más fémszerkezetekkel érintkezésbe kerülhet, a korrózió megakadályozására a kábelköpenyen szigetelőkötések alkalmazását javasolták. Ezeket a szigetelőkötések azonban csakis olyan helyeken lenne szabad létesíteni, ahol a talaj elég száraz. Azonban úgy látszik, hogy azok az előnyök, melyeket ennek a védekezési módnak alkalmazásával a kóboráramok csökkentése által a korrózió szempontjából elérhetünk, nem érnek fel azokkal a komolyan számításba veendő hátrányokkal, melyek ennek az eljárásnak következtében a távbeszélőáramkörök jószágát befolyásolhatják.

A fenti pontokban foglaltak megvilágítására szolgáljanak a következők:

1. *A közúti vasutakkal való keresztezéseket* a legnagyobb gondal és lehetőleg száraz helyen kell létesíteni. Különösen fontos, hogy azokon a helyeken, ahol a kábel potenciálja kisebb, mint a sínké. tehát, ahol a kóboráramok a sínekről a kábelekre jutnak, ezek egymástól a lehető legjobban legyenek elszigetelve.

Például Mexiko városban egy ilyen veszedelmes keresztezésnél a kábelt *fiber csőbe* helyezték, melynek hézagait megfelelő kötőanyaggal tökéletesen tömítették. Ily módon a fiber cső teljesen vízhatlan és nyilvánvalóan igen erős, úgyhogy kitűnő szigetelést és biztos védelmet nyújt.

Másik példa. A Stockholm melletti *Saltsjöbadenben* a vasúti sínek kötése nem voltak hegesztve és ennek következtében rendkívül erős korrózió lépett fel. Az áram egyik vasúti keresztezésben jutott a kábelekre, ahol ezek szögvasakkal voltak borítva. A hibát akként hárították el, hogy a keresztezés helyéül jól víztelenített pontot jelöltek ki és a szögvas borítás helyett a kábeleket a keresztezés alatt tömbökbe helyezték. Azonkívül a tömböket különösen mélyre fektették, úgyhogy a sínek alsó síkjától a tömbök felső éle 1.2 méter távolságba került.

Ugyanez a kábelvonal egy vashídon megy át, ahol a kábel közvetlenül a vasszerkezeten feküdt. Itt az áram akkora hevességgel folyt a kábelre, hogy annak köpenyét a szó szoros értelmében elégette (17. ábra). Ezen akként segítettek, hogy a kábelt kreozottal itatott kettős

facsatornába fektették, úgy hogy az a vasszerkezetektől tökéletesen szigetelve legyen.

Ezekkel összefüggésben rá kell mutatnunk arra, hogy gyakran a gáz- és vízcsöveken is folynak áramok és ezért az ezekkel való keresztezések is a legnagyobb gonddal létesítendőek. Ugyanis nagyon gyakori eset, hogy az említett csövek előbb a közúti vasutat keresztezik, itt kóboráramokat vesznek fel és azután valamely közeli, nem védett kábelkeresztezésben ezeknek átadják.

3. *A tömbcsatornában megálló víz kellemetlen következményeit* gyakran azáltal kerülhetjük el, hogy olyan csöveket alkalmazunk, melyekben méterenként a kábelek alátámasztására kis talpak vannak, az ezekre fekvő kábel mintegy a levegőben lebeg, a víz pedig a cső fenekén gyűlik össze, vagy pedig a tömböket akként tervezzük, hogy azok legmélyebben fekvő csöve vízelvezetőcső legyen és a tömbcsatornákat az aknák felé lejtősen építjük meg, így azután a víz a tömbökből a fenékcsővön át lefolyást talál. A vízszintesen fektetett tömbökben ellenben a víz az egyes csövekben a kábelek között minden szögletben összegyűl és nagyon nehezen talál magának útát a kábelaknák felé. Azonkívül ezekben a kábel a nedves betonfalakra sokkal



17. ábra.

nagyobb felületen fekket fel, mint az említett csöveknél, úgyhogy a kábel szigetelése a földhöz képest sokkal kedvezőtlenebb.

4. *A kábeleknak szigetelő festékekkel*, vagy más hasonló anyaggal való egyszerű bekenése természetesen nem tekinthető szigetelésnek, mert idővel a festékréteg megrepedezik, ahol azután az áram egy helyre sűrítve lép ki. Régebben a kábeleket kátrány-, vagy aszfalt-réteggel vonták be, azonban ezt teljesen elhagyták, mert többet ártott, mint használt.

5. Abban az esetben, *mikor a szigetelőréteg páncéllal van védve*, mint a vízikábeleknél, ez a védelem kielégítőnek tekinthető. Ilyen védelemre példát első közleményünkben adtunk, ahol azt vegyi hatások elleni védelemül alkalmaztuk. Az ott említett kábelt háromszoros kátrányréteggel borítottuk és az egészet vassatornába helyeztük, úgyhogy a szigetelőrétegben repedések keletkezése teljesen ki van zárva.

6. *Kivételes esetekben szigetelőkötéseknek alkalmazását javasolták.* Ilyenek alkalmazása azonban földkábeleknél nagyon nehéz. Lényegük abban áll, hogy az ólomköpenyt kb. 10 cm. hosszúságban eltávolítják és a megszakítás helyét megfelelő szigetelőanyaggal védik, például az egészet porcelláncsővel veszik körül, melynek karimái ólomgyűrűkkel vannak ellátva és ezeket a kábelköpenyhez forrasztják. Ezen a módon az ólomköpenyeg teljes megszakítását elértük ugyan, de a feladat tulajdonképpen abban áll, hogy a kóboráramok-

nak záródását a kötéshelyek körüli földön, vagy az aknában a kábel-tartókon át a szigetelőkötések megkerülésével megakadályozzuk.

Mexiko városban 1925-ben a kábelaknában többszáz szigetelő-kötést alkalmaztak, ami azonban a korróziós helyek számának rendkívüli megnövekedésére vezetett, amiért is ezeket már teljesen eltávolították. A szigetelőkötéseknek földkábeleken való alkalmazása olyan sok nehézséggel jár, hogy azokat inkább teljesen mellőzni kellene.

Az eddig előadottakkal szemben szigetelőkötések létesítése *légkábeleken* viszonylagosan könnyű. Ezeket a felvezetési oszlopokra szerelik, ahol ezek *függgőlegesen* helyezhetők el. Ez esetben a megszakítás helyét gumiszalaggal szigetelik, az alsó ólomköpenyt bőrrel burkolják és az egészre egy ólomcsövet húznak. Azután az ólomcső alsó végét egy kissé a bőrbe kalapálják. Ennek megtörténte után az ólomcsövet felülről szigetelőanyaggal töltik meg és a cső felső végét a felső ólomköpenyhez forrasztják. Ilyen szigetelőkötések létesültek a Stockholm—göteborgi távkábelben azon a két helyen, ahol a földkábel légkábelbe megy át.

Amint a bevezető részben láttuk, a távbeszélő vezetőségének feladata a következő védekezési mód alkalmazása is.

C) *A kóboráramoknak alkalmat kell adni arra, hogy azokon a helyeken, ahol a kábelek potenciálja nagyobb, mint a síneké, a kábelekről elfolyhassanak.*

A C. C. I. 1927-ben javasolta:

1. Elektromos környezetben fekvő kábelek kóboráramok okozta megromlásának elkerülése céljából arra kell törekedni, hogy ezeknek a kábelköpenyen való keringését megakadályozzuk, vagy legalább is, amennyire csak lehetséges, a legkisebb mértékre korlátozzuk. Némely esetben, mikor nem sikerül a kóboráramok erősségét megfelelően csökkenteni, előnyös lehet, ha oly helyeken, ahol a kóboráramok a kábelköpenyt elhagyják, azok részére fémes levezető útát létesítsünk.

2. A szigetelt kábelköpenyeket az aknában, szekrényekben és elágazási pontokon a kábelköpenyhez forrasztott jó vezetők segítségével fémesen össze kell kötni.

Azokban az esetekben, mikor a kábelek cementcsatornák helyett vascsövekben fekszenek, e csöveket is a villamosság vezetésére alkalmas módon össze kell kötni.

3. A földbe ásott és a kábelköpennel összekötött földlemezek a levezető kábelrendszer (1. alább.) némely hátrányait hozzák előtérbe; ezért ajánlatos, hogy ezeket kizárólag csakis ott alkalmazzuk, ahol a kóboráramok a kábelköpenyt elhagyják és sohasem olyan helyen, ahol nem vagyunk teljesen biztosak afelől, hogy a földlemez sohasem lesz pozitív a kábelköpenyhez képest.

Ez az eljárás a közúti vasutak visszafolyó áramai okozta korrózió elleni védelem szempontjából nem látszik előnyösnek, mert az áramelosztás megváltozása (pl. a közúti hálózatban előforduló átkapcsolás) esetén a földlemez polaritása a kábelekhez képest megfordulhat.

Az elmondottak magyarázatául szolgáljanak a következők:

1. A kóboráramok levezetésére szolgáló fémes vezetőket, amiről itt tulajdonképpen szó van és amit a következőkben levezetőkábelek-

nek (drainage) nevezünk, egyik következő fejezetünkben fogjuk részletesen tárgyalni. Ezek a levezetőkábelek valóban a legjobb és a leghatásosabb védelmet adják a kóboráramok okozta rongálás ellen, akkor, ha már *mindent megtettünk, amit eddig a kóboráramok elleni védekezésre előadtunk és mindezek ellenére* sem tudtuk a kóboráramoknak a kábelköpenyre való jutását megakadályozni. Ez esetben nincs más hátra, minthogy a kóboráramokat az említett levezető kábelek segítségével levezessük. Azonban ezt, mindenesetre csak a legpontosabb mérések megejtése után, a legtervszerűbben megállapított pontokon szabad alkalmazni, amint azt a következőkben tárgyalni fogjuk.

2. A kábelek egymás közötti korróziójának megakadályozására a szigetelt kábelköpenyeket egymással össze kell kötni. Számos alkalommal meggyőződöttünk, hogy ugyanabban a kábelaknában két különböző kábel között 2 volt feszültségkülönbség is lehet. Azt gondolhatná az ember, hogy az aknák fala, az állványok stb., a különböző kábelek között elegendő útadnak a feszültségkülönbség kiegyenlítésére. A tényállás azonban az, hogy ezeknek a veszélyes feszültségkülönbségeknek elhárítására a kábelköpenyeket egymás között fémesen össze kell kötni. Ebből a célból legjobb, ha a kábelaknában az egyes kábeleket kb. 10 cm. széles ólompánttal összekötjük. Ezeket az összeköttetéseket azonban nem kell 300 méternél sűrűbben létesíteni.

3. Azokon a helyeken, ahol a kábel a sínekhez képest negatív, semmiesetre sem szabad földlemezeket alkalmazni, mert hiszen itt ezek a földből kóboráramokat vennének fel és a kábelekre vinnék. (A szerző, mikor megbízást kapott, hogy egy Európán kívüli városban a korróziós veszedelmet elhárítsa, ott nem kevesebb, mint tíz helyen bekapcsolt földlemezt talált.)

Ajánlatos azonban, hogy a földlemezeket a pozitív pontokon is mellőzzük. Ezek itt a kóboráramokat a földön keresztül a sínekhez vezetik ugyan; de hát akkor miért nem vezetik ezt az áramot közvetlenül a sínekhez csatlakozó levezető kábeleken át oda. A földlemezek alkalmazása nagyon nehézkes, fenntartásuk költséges és ellenőrző mérésük sok vesződséggel jár. Ezenkívül a földellenállás is sűrűn ingadozik, ennek következtében a lemezek *megbízhatatlanok* lesznek és kóboráramok szempontjából sok bajt okozhatnak. Stockholmban nincs egyetlenegy ilyen földlemez sem és épígy nincs Mexiko város L. M. Ericsson kábelhálózatában sem. (Ezzel ellentétben a mexikói távbeszélő társaság minden pozitív ponton lévő aknájában van földlemez.)

Sokkal jobb a *levezető kábeleknek* alkalmazása, melyek többnyire könnyen létesíthetők és ezeknek ellenőrzése is csekély költséggel valósítható meg.

A C. C. I. véleménye a *levezető kábelekről* a következő:

1. Elektromos levezető kábelek alatt fémes vezetőknek azt a rendszerét értjük, melyek a közúti vasutak visszavezető hálózatának azokon a pontjain vannak a kábelköpenyekre kötve, mely pontokon levezető kábelek hiányában a kábeleknek hajlandóságuk van arra, hogy a földhöz képest pozitívek legyenek. Ennek az a célja, hogy a kábelköpenyen folyó áramok olymódon vezettessenek vissza az erő-

központhoz, hogy a kábelköpenyről a föld felé folyó áramok csökken-
tessenek.

2. A levezető kábelek alkalmazásának többféle hátránya van.

Ez az eljárás nagy terhekkel jár (nagy létesítési, fenntartási és ellenőrzési költségek).

Ezek a vezetékek a kábeleken folyó áramok irányának esetleges megváltozása miatt csődöt is mondhatnak. Különösen a rajtuk folyó áramerősség növekedhet meg túlságosan. Azonkívül azokon a helyeken, ahol a talaj alkalikus, kathódon fellépő korrózió veszedelme is fenyegetheti.

A közúti vasút hálózatában előálló rövidzárlat esetén ezek a levezető kábelek a távbeszélővezetésekre, a sínfolytonosság véletlen megszakadásakor pedig a távbeszélőkábelek fenntartásával és üzemével megbízott személyekre is veszedelmesek lehetnek.

Végül, minthogy a levezető kábelek alkalmazása által a közúti vasút visszavezető hálózata minden irányban kibővül, tág lehetősége nyílik annak, hogy a közelükben lévő kábelek, vagy egyéb fémlétesítmények akármelyik ponton korrodálódhassanak.

3. Mindezek ellenére némely esetben ezek a kellemetlen bajok sokkal kisebbek is lehetnek, pl. amikor csak egyetlen vasúti vonal van és a távbeszélőkábel ezzel párhuzamosan fut anélkül, hogy az bárhol is elágaznék. Ilyen esetben a levezető kábelek alkalmazása megengedhető volna azzal a kikötéssel, hogy ezeken csak aránylag kis árammenyiséget vezetünk el, csupán annyit, amennyi a korróziós károk megakadályozására föltétlenül szükséges.

4. Mindenütt, ahol levezetőkábelrendszer van, az alábbi alaptörvényeket szem előtt kell tartani:

a) A kábelköpeny bekötésére a legalkalmasabb az a pont, ahol az előzetes mérések szerint a kábelköpenyről a föld felé folyó áram a legerősebb. Levezető kábelrendszer létesítésével a kívánt cél elérésére szükséges, hogy a bekötési pontokon, ahol a potenciál a földhöz képest a bekötés előtt pozitív volt, ennek megtörténte után a környező földhöz képest negatív legyen.

b) A levezető kábeleket csakis az erőközpontok áramtermelőgépeinek negatív sarkához, vagy pedig azokhoz a pontokhoz szabad kapcsolni, ahol a visszavezető kábelek a sínekhez csatlakoznak.

c) A levezető kábeleket úgy kell alkalmazni, hogy az ilyen módon védett kábel a földhöz képest egész hosszában negatív legyen.

d) A köpenyáramok levezetése lehetőleg arra a legkisebb mértékre korlátoztassék, mely a távbeszélőkábelek védelme szempontjából szükséges. Ez a levezetésre szolgáló kábelek keresztmetszetének megfelelő megválasztásával, vagy pedig szabályozó ellenállások beiktatásával érhető el.

e) A levezető hálózat állapotát és működési módját a rajtuk folyó áramerősségek időszakonként ismétlődő mérésével állandóan és a leggondosabban ellenőrizni kell. Mindezeknek a méréseknek megkönnyítésére szükséges berendezésekről már az ily hálózat létesítésénél kell gondoskodni.

f) Épúgy szükséges, hogy a levezető kábelek megszakításának lehetőségéről minden esetben gondoskodjunk, midőn ennek hiányában

oly áramok keringhetnének fordított értelemben, melyek erősségük, vagy hosszabb időtartamuk által károkat okozhatnának.

g) Végül szükséges, hogy a levezetőkábeleken a helyi viszonyoknak megfelelően kiolvadó biztosítékot, vagy önműködő kikapcsolókat alkalmazzunk, hogy a közúti vasúti hálózatban előálló rövidzár esetén az összeköttetés megszakadhasson.

Az elmondottak magyarázatául szolgáljanak a következők:

2. A levezetési rendszer ellen hangoztatott ellenvetések „nagyon súlyosak” és ez némely esetben teljesen jogosult lehet. Azonban, ha a kóboráramok káros hatásainak elkerülésére az eddigi közleményekben előadott *védekezési módokat eredménytelenül* kíséreltük meg, nincs olcsóbb, hatályosabb és könnyebben alkalmazható eljárás, mint a szóbanlevő áramoknak megfelelő módon való *levezetése*; természetesen csak abban az esetben, ha a összeköttetések a helyes, pontos és megfelelő keresztmetszettel létesültek. Magától értetődőleg olyan helyeken, ahol az áramviszonyok megváltozása miatt aggodalmaskodnunk kell, e rendszernek alkalmazása teljesen céltalan. Általában ezeknek tervezésénél igyekezzünk a levezetőkábelek számát amennyire csak lehet, a legkisebbre szorítani és ezt a kisszámú levezető kábelt olyan helyeken kell bekötni, ahol állandó áramviszonyok vannak. Ezeket a pontokat huzamos időn át végzett és pontos mérések által határozhatjuk meg.

A kábeleken folyó áramoknak *nem szabad* „hatalmasan megnövekedni”. Amennyiben ez mégis bekövetkezik, vagy a levezető kábelek vannak helytelenül méretezve, vagy pedig az illető, aki ezt tervezte, feladatával nem volt tisztában.

Közvetlenül kathódikus korrózió nincs, ellenben negatív pontokon alkáliák következtében bemaródások keletkezése lehetséges. Ezt első közleményünkben már részletesen leírtuk. Egyébként ilyen kábelsérülések nagyon ritkák.

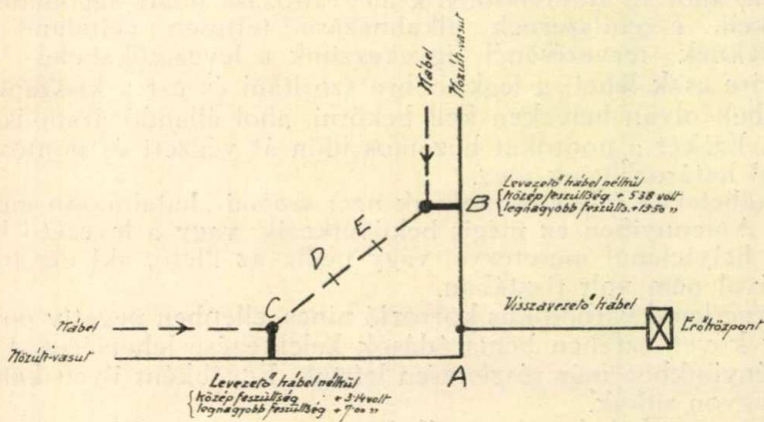
A levezető kábelrendszer alkalmazása miatt a távbeszélőberendezéseket, vagy ezek fenntartásával foglalkozó személyzetet fenyegető veszély tudtommal sem a stockholmi, sem a Mexiko városi távbeszélőhálózatban nem fordult elő, bár már van tíz esztendeje, hogy mind a két városban ilyen levezető kábelek vannak üzemben. Olyan levezető kábeleknél létesítését, melyek a sínek tökéletes folytonosságától függenek, lehetőleg kerülnünk kell. Ha némely esetben arra volnánk kényszerítve, hogy ily levezetőket *nem* az erőközpont negatív sarkához, vagy a közúti vasút visszavezető kábeleinek bekötési pontjaihoz kössük, úgy különösen az egy sínparú vonalak esetében különleges óvintézkedéseket kell keresnünk.

Például ilyen eset állott elő Mexiko város egyik elővárosában, Churubusoban. Ott két helyiérdekű vasúti vonal derékszögben keresztezi egymást és ebben a derékszögben van az erőközpont és a visszavezető kábel. Mind a két vasúti vonallal távbeszélő tömbesatorna halad párhuzamosan, ezek azonban kb. 1 km.-rel az erőközpont előtt eltérnek és a vasúti vonalakkal kb. 45 foknyi szöget zárnak be. (L. 18. ábrát)

Hatalmas erősségű kóboráramok voltak megállapíthatók, melyek az ábrán megadott irányban haladtak. Ez esetben természetesen leg-

egyszerűbb lett volna, ha a visszavezető kábelnek bekötési pontjához *A* egy levezető kábelt kötünk, azonban a távolság nagy volt és ezért célszerűbbnek mutatkozott, ha a *B* és *C* pontokon egy-egy levezető kábelt létesítünk. Így azonban, ha például az *AB* szakaszon sintörés következik be, a vontatási áramnak nagy része a *B* ponton keresztül, a kábel *BC* szakaszán át *C* pontnál fog az erőközponthoz visszafolyni. Ennek megakadályozására a *D* és *E* pontokon a kábelre szigetelőköteket szereltünk. Ezeket a különleges kötések egy-egy száraz kábelaknában porcelláncsövek felhasználásával létesítettük. Így hát a szigetelőkötések alkalmazásával ebben a különlegesen nehéz helyzetben egy esetleg bekövetkező sintöréssel szemben is biztosítva vagyunk.

3. A kábelekről több áramnak levezetését, mint amennyi föltétlenül szükséges, túlzott levezetésnek nevezhetjük és ezt az alább következő 4 d) pontban fogjuk tárgyalni.



18. ábra.

4. a) A levezetőkábelek létesítése előtt legtűzetesebben meg kell vizsgálni, hogy mekkora feszültség van a kábelek és a sinek, illetve a föld között, továbbá pontosan meg kell mérni, hogy mekkora a kábelköpenyben folyó áram erőssége. Ezeket a méréseket egyik későbbi közleményünkben fogjuk tárgyalni. A levezetőkábelek létesítése után ellenőrzőmérések által meg kell győződni, hogy ezek valóban a megfelelő helyen vannak-e bekapcsolva és hogy méretük helyes-e. Megemlítjük itt, hogy a közlemények szerzője Mexikó városában és elővárosaiban abból a célból, hogy 24 levezetőkábelt megfelelő helyen kapcsoljon be, feszültség és áramerősségmérő műszereken 40,700 adatot személyesen olvasott le.

b) Levezetőkábeleket csakis a visszavezetőkábeleknél a sinekhez való bekötési pontjain szabad a sínhálózathoz bekötni, mert sintörés állhat elő. A visszavezetőkábelnek ettől függetlennek kell lennie.

c) Abban az esetben, ha levezetőkábeleket akként alkalmazzák, hogy a kábelek egy része pozitív marad, ezekkel az összeköttetésekkel a korrózióveszély nincs elhárítva. Gyakran előfordul, hogy kisebb helyen kell kábelknél több levezetőkábelt alkalmazni, mert ezek

köpenyellenállása oly nagy, hogy egyetlen összeköttetés nem képes az összes köpenyáramokat felszívni.

d) Abban az esetben, mikor a levezetőkábelek keresztmetszete túlságosan nagy és ezáltal túlságosan sok áramot vezetnek le, *túlzott levezelés* áll elő, ami a következőkben részletezett okokból nagyon veszélyes lehet.

Azokon a helyeken, ahol a földkábelek és közúti vasúti sínek között levezetőkábeleket akarunk létesíteni, a földkábeleknek természetesen a sínekhez képest nagy *pozitív* feszültségük van. Rendszerint a közelben fekvő gáz- és vízvezetéki csövek is a sínekhez képest nagyon pozitívek.

Amikor a kábeleket a sínekkel összekötjük, a kábel potenciálja a sínekéhez képest nullára csökken, aminek aztán az a következménye, hogy a kábel a környező földhöz és a közelfekvő csövekhez képest nagy mértékben *negatív* lesz.

Igy azután a kábelekhez képest nagyon *pozitív* gáz- és vízcsövek korrodálódnak, mert ennek következtében róluk a kábelekre nagyon erős kóboráram fog folyni.

Hogy a gáz- és vízvezetéki csöveket korróziótól megmentsük, vagy a levezetőkábeleket kell teljesen mellőznünk, vagy azok hatását csökkenteni, vagy pedig a kábelek és csövek között levezető kábeleket kell létesíteni. Minthogy azonban a gáz- és vízvezetéki csövek rossz vezetőképessége miatt ezeknek a kóboráramoktól való mentesítése levezetőkábelek alkalmazásával nagyon nehézkes, a kábelek és csövek ilyen módon való összeköttetése nagyon költséges lenne, úgy hogy ezekben az esetekben gazdaságosabb, ha a sínek és kábelek között tervezett levezetőket teljesen mellőzzük és inkább a kábeleknek mérsékelt korrózióját engedjük meg.

Ha a kábelt az erőközpont negatív sarkához közvetlenül és rövid levezető kábellel kötjük össze, a kábel potenciálja közel akkora lesz, mint az említett negatív saroké, így azután a kábelpotenciál valószínűleg kisebb lesz, mint a környező földé. Ennek következtében a földből felszívott áramok fölösön növelik a kábelen folyó áramerősséget. Ezt a hatást némely esetben nagyon nehéz elkerülni, de különösen akkor, midőn nagyon erős kóboráramokról van szó.

A levezető rendszernek egyetlen célja, hogy ezáltal a kábelköpeny a környezethez képest negatív potenciált nyerhessen, abból azonban semmi haszon sem származik, ha ez a potenciálkülönbség túlságosan nagy.

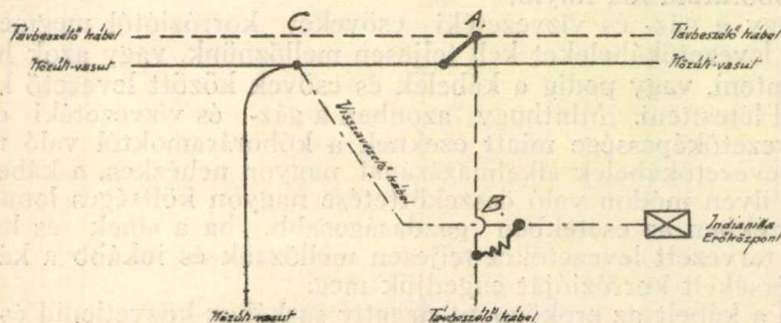
A túlzott levezeléseket elkerülendő a levezető kábelvezetékekbe szabályozó ellenállásokat kell iktatni (vagy azok keresztmetszetét csökkenteni), nehogy a kábelek *több* áramot vezessenek le, mint amennyi a korrózió elhárítására feltétlenül szükséges.

Levezetőkábelek alkalmazásánál tehát minden esetben a földben fekvő összes fémlétesítmények korróziós veszedelmét szem előtt kell tartanunk. Egy ilyen rendszernek túlságosan lesüllyesztett potenciálja általánosságban minden más fémlétesítmény veszedelme lesz, mert számos alárendelt jelenség keletkezhetik, mely nem mindig látható vagy észre sem vehető, mely azonban más fémlétesítmények korróziójára vezethet.

Például Mexikó városában találtunk egy helyet, ahol a távbeszélőkábel a közúti vasúti sinekhez képest átlagban 5,12 volt pozitív feszültségű volt, maximumban pedig a 8,0 voltot is elérte és mégsem mertünk levezető kábelt alkalmazni, mert ez a közelben fekvő vízvezetéki csövön akkora korróziót okozott, hogy ez néhány hónap alatt teljesen tönkrement volna. A levezetőkábel beépítése által, ennek kis keresztmetszete ellenére, a kábelben folyó áramerősség kb. megtízszereződött és ez a nagy áramtöbblet a vízvezetéki csövekről jött, miközben ezeken korróziós nyomok voltak észlelhetők.

Egy másik példa. Mexikó városban a Indianilla nevű erőközpont közelében a közúti vasút és a kábelek kölcsönös helyzetét a 19-ik ábrában vázoltuk.

Az A pontnál a távbeszélőkábel és a közúti vasút között egy levezetőkábel volt és mégis a kábel B pontjánál korróziós rongálás keletkezett (a pozitív középfeszültség 5,37 volt, legnagyobb érték pedig 6,70 volt). Ennek oka egyrészt az A és B pontok nagy távolsága (257.-m.), másrészt a kis keresztmetszetű kábelköpenynek nagy ellen-



19. ábra.

állása volt. Először az A pontnál lévő levezetőkábel keresztmetszetének növelésével kísérleteztünk, azonban a B pontnál a pozitív feszültség mégsem esett 2,10 volt alá. Szükséges volt tehát, hogy a B pontnál levezetőkábelt létesítsünk, melyet legcélszerűbben a közúti vasútnak B pontnál haladó visszavezetőkábelébe köthettünk be. Ezt meg is valósítottuk és hossza mintegy 100.-métert tett ki, mikor azonban bekapcsoltuk, az ólomköpenyben folyó áram, mely előbb átlagosan 1,27 ampér volt, több, mint 40 amperre emelkedett. Itt tehát a kábel a szomszédos vízvezetéki csövektől hatalmas áramtömegeket vett fel, és az A pontnál lévő levezetőkábel megfordított értelemben működött, azaz az áramot a sinekből a kábelre vezette. Ezért a B levezetőkábelbe egy köteg kátrányozott huzal alakjában szabályozó ellenállást iktattunk be, melynek hosszát úgy szabtuk meg, hogy a levezetőkábel csupán 2 ampert vett fel. Ha ezeket az óvintézkedéseket meg nem tesszük, a szomszédos vízvezetéki csövek néhány hónap alatt bizonyosan tönkrementek volna.

e) A levezetőkábeleken végzendő időszakos mérések megkönnyebbítésére szükséges, hogy ezeknek legalább 2 méter hosszú darabja kényelmesen hozzáférhető legyen. Ily kábeleknek bekötését

általában a kábelaknában létesítik. Itt a kábelt az aknában körülvezetik és az összes kábeleket ezzel a rézvezetővel egy kb. 10 cm. széles ólomszalag segítségével összekötik.

f) Amikor a levezetőkábelen ellenkező értelemben folyik az áram, azt meg kell szakítani; erre a célra olykor jelfogót alkalmaznak, ami az irányváltáskor a vezetéket önműködőleg megszakítja. A stockholmi és a mexikói hálózatokban ilyen berendezést nem alkalmazunk, inkább az időszakos vizsgálatra és a közúti vasútak illetékes személyzetével való együttműködésre bízunk magunkat. Hogy olykor ez a rendszer is elakadhat, mutatja a következő példa:

Mexikó város egyik elővárosában, Mixcoacban lévő erőközpont a helyi érdekű vasútnak a helybeli hálózatán kívül a legközelebbi elővárosig, San Angelig terjedő szakaszát is táplálja. Az erőközponttól kb. 1 km. távolságban a sinek és a távbeszélőkábel között már régóta egy levezetőkábelt tartottunk üzemben (enélkül a pozitív közép-feszültség 2.97 volt, legnagyobb pozitív érték 7.0 volt volt).

Időszaki mérések alkalmával egy szép napon azt vettük észre, hogy a feszültségekre az előbbiek helyett

egy pozitív közép-feszültséget... 0.80 voltot

és egy *negatív* közép-feszültséget... 0.93 voltot kaptunk. Az is megállapítható volt, hogy a levezetőkábelben az áramirány megváltozott, miért is ezt mint veszedelmest üzenen kívül helyeztük. Ennek oka az volt, hogy a vasúti vállalat a szomszédos churubuscoi erőközpont felőli vonalváltástól anélkül, hogy bennünket erről értesített volna, eltávolította s így koboráramok szempontjából a szóban lévő ponton a viszonyok teljesen megváltoztak.

Ezekkel összefüggésben meg kell említenünk, hogy egyes erőközpontok üzeme éjjel szünetel és a közúti vasúti hálózatot egyetlen erőközpontból táplálják. Ennek aztán egyes esetekben valósággal az lett a következménye, hogy levezetőkábelek, melyek *nappal* pozitív helyen voltak, *éjjelre* negatív helyre kerültek. Ilyen összeköttetéseket természetesen kerülni kell. *)

g) Kioldadó biztosítékok, vagy a közúti vasúti hálózatban előálló rövidzárok esetén a levezetőkábelek megszakítására szolgáló kioldó szerkezetek sem a stockholmi, sem a mexikói hálózatban nincsenek alkalmazva. Természetesen el lehet képzelni eseteket, mikor ilyen védelmi berendezést alkalmazni kell. Megemlítjük, hogy az előbb elmondott churubuscoi eset alkalmával ezt a legtüzetesebben tárgyaltuk, azonban mint ezt közöltük, védelmül mégis inkább a szigetelőkötés alkalmazása mellett döntöttünk.

Az eddig megjelent négy közleményben a koboráramok elleni védekezés különböző módjainak ismertetését befejeztük. A szerző tolalából még két közleményt fogunk közrebocsájtani. Az elsőben a kábel környezetfeszültségére vonatkozó elektromos vizsgálatokat, a második pedig a kábelköpenyen folyó áramerősségek mérését tárgyalja.

*) Ennek a kérdésnek van más megoldása is. Fordító.

Vasmagos fojtótekercsek méretezése és mérése.

Irta: MAGYARI ENDRE postamérnök.

Mesurage des bobines de choc à noyau de fer.

Resumé: L'auteur donne des méthodes diverses pour mesurer les bobines de choc.

(Befejező közlemény.)

Ezek után adott esetre példát mutatok be.

Egyenirányítóval 4000 V 0.25 Amp = 1 Kw teljesítményt kell előállítani kis adóberendezés anódteljesítményének fedezésére. Háromfázisú hálózat rendelkezésre áll.

Az egyenirányítást hatfázisú szekunder csévélésű transzformátor után végezzük. Az egyenirányítás után a szűrőkörre adott pulzáló áram szűrőrendő frekvenciája $6 \times 50 = 300 \text{ sec}^{-1}$. A szűrőkört $\beta = 6$ néper csillapításúra vesszük, ennek megfelel

$$\omega_0 = 2 \cdot 6 \cdot 28 \cdot 300 \cdot e^{-3} = 188 \text{ sec}^{-1},$$

ez tehát a szűrőkör saját körfrekvenciája. Ha a bemenő és kimenő kapacitás értéke $40 \sim 40 \mu\text{F}$, úgy a szükséges önindukció-érték

$$L = \frac{2}{188^2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} \approx 3 \text{ Henry}$$

a menetszám $i = 0.25 \text{ Amp}$, $B_{\max} = 9000 \text{ Gauss}$ és $q = 8 \text{ cm}^2$ mellett

$$n = \frac{3 \cdot 10^9 \cdot 0.25}{9000 \cdot 8} \approx 10500 \text{ menet}$$

A szükséges légrés nagysága, hogy $B \leq 9000 \text{ Gauss}$ legyen

$$l_0 = \frac{1.257 \cdot 105 \cdot 104 \cdot 0.25}{9000} \approx 0.36 \text{ cm} = 2.18 \text{ mm.}$$

ha a vasmag mindkét szárát felhasítjuk a könnyű beállítás végett.

Ha ellenőrizzük az önindukció értékét kb. 36 cm. vasmaghossz mellett

$$L = \frac{1.257 \cdot 10500^2}{\frac{0.36}{8} + \frac{36}{2000 \cdot 8}} 10^{-9} = 2.94 \text{ Henry,}$$

tehát az elhanyagolás dacára is csak 2% hibát követtünk el.

A tekercs további méretezése teljesen az egyenáramú elektromágnesek méretezése szerint végezhető, megjegyezvén, hogy egyenáramú rézvesztesség szempontjából a fogyasztó felé hasznosítható feszültségnek csak $\alpha = 0.01 \sim 0.06$ részét, mérlegelés szerint legfeljebb 0.1 részét engedjük veszendőbe.

Továbbá megjegyzem, hogy hiszterézis és örvényáramú veszteségek a kis ingadoztatott fluxusterület miatt oly csekély, hogy elhanyagolhatók.

a.) Önindukció tényező mérése egyenárammal.

Egyenárammal végzendő önindukció-mérések azon alapulnak, hogy az áramtól átjárt tekercs mágneses terében bizonyos nagyságú energia van tárolva $\left(\frac{L I^2}{2}\right)$, mely az áram megszakításakor felszabadul

és ennek megfelelően bizonyos elektromos jelenségeket hív elő. Pl. ismeretes jelenség, hogy motoros vagy külső gerjesztésű dinamók gerjesztő tekercseit áram alatt nem szabad hirtelen megszakítani, mert olyan hatalmas túlfeszültség állhat elő, amely a tekercsek épségét veszélyeztetné. Ha gondoskodunk arról, hogy az áram megszakítása után a mágnes tér energiája ellenálláson keresztül kiegyenlítődhessenek, úgy rövid ideig tartó áramlöket észlelhető az ellenálláson át.

Ezen alapul a 4. ábrán bemutatott mérési módszer, melynek nagy előnye, hogy oly nagy áramerősséggel is végezhető, ami a későbbi üzemi árammal egyenlő. A megméréndő L tekercset ($R =$ ohmikus ellenállása) egy $r'_g = r''_g$ differenciál-galvanométer egyik oldalához kapcsoljuk, másik oldalra változtatható ellenállás kerül. A hidba teszszük az áramforrást, az árammérőt és a szakító K . kulcsot.

A mérés lefolyása a következő: a K kulcsot zárjuk és a r ellenállást addig változtatjuk, míg a differenciál-galvanométer mutatója nyugalmi 0 állásba kerül (ellentétes irányú mágneses mezők!), ami azt jelenti, hogy $r = R$. A K kulcs szakításánál az L tekercs mágneses mezeje áramlöketet küld az r ellenálláson át, a differenciál-műszer mutatója kilendül (egyező irányú mágneses terek!). Ha ilyen esetre előre ki volt hitelesítve a differenciál-galvanométer ballisztikus jellegű lengő-rendszere, a kiütésből leolvasható az az elektromos töltésmennyiség, amit az önindukciós tekercs a rendszeren áthajtott.

Számszerűen a mérés így követhető: Az áramforrás feszültsége legyen E , úgy

$$J = \frac{E}{r'_g + R} = \frac{E}{r'_g + r''_g + r}$$

áramerősség folyik át a két oldalon, bekapcsolt K . kulcs mellett, az árammérő tehát $2J$ értéket mutat. Megszakítás esetén az önindukciós feszültség momentán értékei

$$e_o = L \frac{di}{dt} = i_t \cdot R,$$

ahol i_t a kiegyelítődési áram időfüggvénye és $R_o = R + r + r'_g + r''_g$. A differenciál-egyenletünk integrál formába írva

$$L \int_0^t di = R_o \int_0^t i_t dt$$

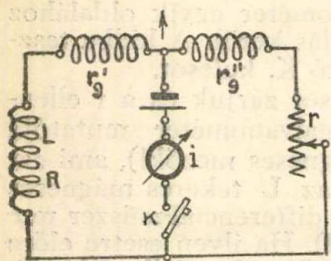
azt jelenti, hogy $L J$ szorzat egyenlő az R_o ellenálláson áthajtott töltésmennyiség és R_o szorzatával, azaz

$$L J = Q R_o \text{ vagy } L = \frac{Q \cdot R_o}{J};$$

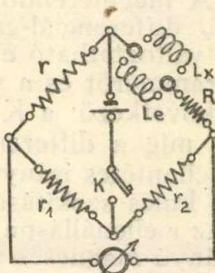
R_e értéke ismeretes, J értékét bekapcsolt állapotban mértük, Q értékét az előre hitelesített galvanométer kiütéséből állapítjuk meg.

Szellemes módszer még a Wheatstone-híddal végezhető egyen-áramú önindukció-mérés is. Ennek a módszernek előnye, hogy nem kell hozzá előre hitelesített ballisztikus galvanométer, mert csak a kiütések összehasonlításáról lesz szó; hátránya azonban előbbi módszerhez képest az, hogy szükség van ismert önindukciójú tekercsre, melynek ohmikus ellenállását előre ki kell a mérendő tekercs ellenállásával egyenlíteni.

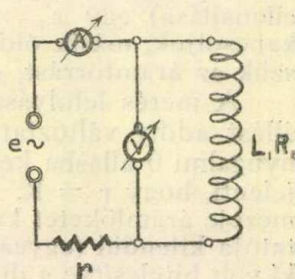
A mérést az 5. ábra szerint kell előkészíteni. A bal felső ágba először az L_e ismert önindukciót kapcsoljuk, a hidat kiegyensúlyozzuk zárt K kulcs mellett. A kulcs megszakításakor a másik hídágba kapcsolt ballisztikus galvanométer bizonyos nagyságú α_e kiütést ad; ekkor átkapcsolunk L_x -re, a K kulcsot bizonyos ideig lenyomva tartjuk és elengedjük, kapunk α_x kitérést.



4. ábra.



5. ábra.



6. ábra.

Érvényes tehát a következő arány:

$$L_x : L_e = \alpha_x : \alpha_e,$$

azaz

$$L_x = \frac{\alpha_x}{\alpha_e} \cdot L_e.$$

b.) *Önindukció tényezőjének mérése tiszta váltakozó árammal.*

Az idetartozó mérési módszerek száma rendkívül nagy, ezek közül kiválasztottam azt a négy eljárást, melyet leggyakrabban használnak.

Az egyik: indirekt mérés, azaz áram- és feszültségmérés segítségével számítható ki az önindukció értéke. Kapcsolása a 6. ábrán szemléltethető. Mérjük az R ohmikus ellenállással rendelkező L önindukciós tekercsen átfolyó áramerősséget és a tekercs kapesain fellépő feszültséget. Az első közleményben közölt vektordiagramm alapján felírható, hogy a tekercs kapesain mért feszültség (e_k)

$$e_k^2 = J^2 \omega^2 L^2 + J^2 R^2,$$

azaz

$$L = \frac{\sqrt{e_k^2 - J^2 R^2}}{J \omega};$$

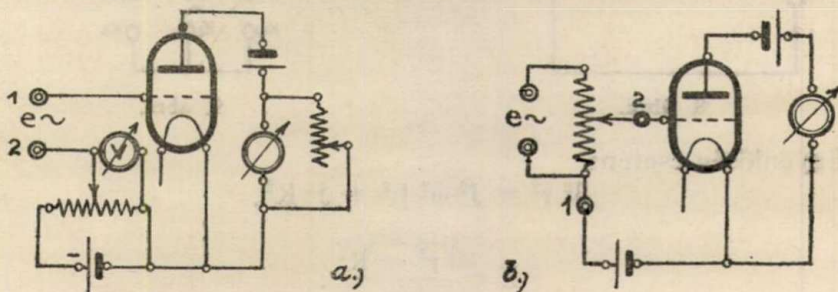
Ha $J R$ értéke e_k -hoz képest százalékosan nem vehető figyelembe, úgy

$$L = \frac{e_k}{J \omega}$$

a mérésből eredő számérték.

A mérésnél a következőkre ügyeljünk: ne mérjünk túlságosan nagy áramerősség-értékekkel, nehogy a vasveszteségek lényegesen befolyásolják a mérés-eredményt, továbbá az önindukciós feszültséget feltétlenül sztatikus jellegű voltmérővel mérjük. Ilyenek az ismert quadráns-voltmérő és kisebb feszültségek mérésére az elektroncső-voltmérő, melyekből két alaptípust bemutatok (l. 7. a) és b) ábrák.).

Az a) ábrán feltüntetett kapcsolás a kompenzált rácskörű elektroncső-voltmérő. Az 1. és 2. szorítókat a mérés előtt rövidzárba tesszük és a rácskörbe iktatott potencióméterrel oly negatívvá tesszük a rácsot, hogy az anódkörbe iktatott érzékeny műszer nyitott sönt mellett még egy-két fokot mutasson (hamis 0 pont). A feszültségosztó műszeréről leolvassuk a beállított rácsfeszültséget, pl. 6.25 V. Az anód-



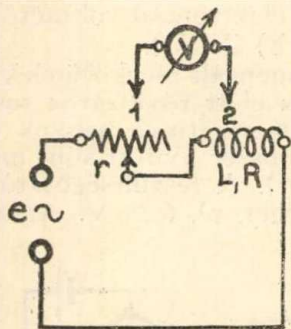
7. ábra.

műszert söntöljük, kinyitjuk az 1. és 2. kapcsok rövidzárát és a mérendő feszültséget bekapcsoljuk. A sönt óvatos nyitása mellett addig növeljük a feszültségosztóval a rács negativitását, amíg az anódműszer teljesen nyitott sönt mellett ismét az eredetileg beállított hamis 0 pontot mutatja. Ekkor ismét leolvassuk a feszültségosztó voltmérőjének állását, pl. 7.75 V. A két érték különbsége (1.5 V) adja a rákapcsolt váltakozó feszültség csúcsértékét.

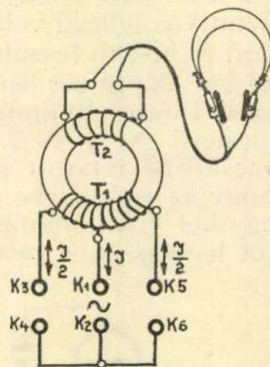
A második módszer (7. b) ábra) ugyan egyszerűbb, de megvan az a hátránya, hogy csak olyan feszültségek mérhetők vele, melyek csúcsértéke nem nagyobb, mint a kiindulásul szolgáló negatív rácsfeszültség abszolút értéke. Ez a módszer a direkt mutató elektroncső-voltmérő. Kapcsolása egyszerű: negatív rácsfeszültséggel (1. és 2. rövidrezárása mellett) lezárjuk az anódsramot. Az 1. és 2. szorítók kinyitása után (anódműszert söntölni kell!) feszültségosztót iktatunk közéjük. Az anódműszer söntje kinyitható és a feszültségosztó csúszkájának változtatásával lehitelesítjük a berendezést. A hitelesítés a potencióméteren átfolyó áramerősség mérésével és az ellenállás viszonyváltoztatásával végezhető. Megrajzolható tehát az $e = f(i_a)$ görbe, melyről leolvasható, hogy bizonyos anódsram (i_a) esetén mily nagy a rácsra

adott váltakozó feszültség. Ugyanez a görbe használható, ha a feszültségosztót eltávolítjuk és a mérendő váltakozó feszültséget kapcsoljuk az 1. és 2. szorítókra.

Ha azonban a 8. ábra szerint összehasonlító módszerrel akarjuk az önindukció tényezőjét mérni, úgy a direkt-mutató elektroncsöves voltmérőt nem kell előre hitelesíteni. Ekkor csak arra kell ügyelni, hogy egyenlő anódáramot olvassunk le akár a változtatható r , akár a mérendő L tekercs kapcsaira kapcsoljuk az 1. és 2. szorítókat.



8. ábra.



9. ábra.

Egyenlőség esetén:

$$J^2 r^2 = J^2 \omega^2 L^2 + J^2 R^2,$$

azaz

$$L = \frac{\sqrt{r^2 - R^2}}{\omega};$$

ha $R \ll r$, úgy

$$L = \frac{r}{\omega}.$$

Kisebb-nagyobb önindukció-értékek hangfrekvenciával nagyon könnyen mérhetők differenciál- és Wheatstone-hidban. Előbbi módszer hátránya, hogy a mérendővel egyenrendű változtatható önindukciós variométerre van szükség, előnye a nagy egyszerűség. A Wheatstone-híd igaz, hogy kényelmetlenebb, de viszont fix önindukció-etalonnal is végezhető a mérés.

Differenciál-híd (l. 9. ábra) könnyen készíthető szabványos duplex-tekercsből, kapcsolás ábra szerint végzendő. Ha a K_3 és K_4 szorítók közt épp oly nagy impedancia van, mint K_5 és K_6 közt, úgy a T_2 tekercshez kapcsolt érzékeny fejhallgatóban hangerősség minimum észlelhető, mert a K_1 és K_2 -re adott hangfrekvenciás feszültség szállította, egyenlően kettéosztott áramerősség a vasmagban egyenlő, de ellentétes fázisú váltakozó mágneses teret hoz létre.

A mérendő önindukció K_3 és K_4 közé kapcsolható, az egyensúlyozó variométer K_5 és K_6 közé, utóbbi lassú változtatásával a hangminimum kimutatható. Ha a két önindukció ohmikus ellenállása közt nagy különbség lenne, úgy a kisebb ohmikus ellenállású oldalra sorosan ellen-

állásszekrény kapcsolható be, amivel a fejhallgatóban a hangminimum nulláig leszorítható.

Változó feszültségű áramforrásul fel lehet használni transzformátoros zümmögőt is, amint azt a 10. ábrán bemutatott Wheatstone-hidas elrendezésnél látjuk.

A híd egyik ágában van az ismeretlen önindukciós impedancia (L_x, r_x), a másik oldalon az összehasonlításra szolgáló etalon (L_e, r_e), a 3. és 4. oldalt az áttételt szabályozó R_1 és R_2 ellenállások képezik. A hídban érzékeny fejhallgatót kapcsolunk, amely egykarú átkapcsolóhoz csatlakozik. Utóbbi segítségével az önindukciós ágak bármelyikébe r változtatható ellenállást iktathatunk a célból, hogy a két tekercs ohmikus ellenállása közti különbség kiegyenlíthető legyen.

Érvényes a Wheatstone-híd törvénye hangminimum esetére:

$$\frac{r_x + j \omega L_x}{r_e + j \omega L_e} = \frac{R_1}{R_2}$$

azaz

$$R_2 r_x + R_2 j \omega L_x = R_1 r_e + R_1 j \omega L_e$$

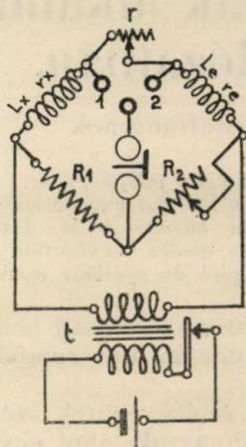
Ez az egyenlet csak akkor oldható meg, ha külön a reális tagok, külön az imaginárius tagok egyenlők, azaz:

$$R_2 r_x = R_1 r_e \text{ és } R_2 j \omega L_x = R_1 j \omega L_e, \quad \text{vagy}$$

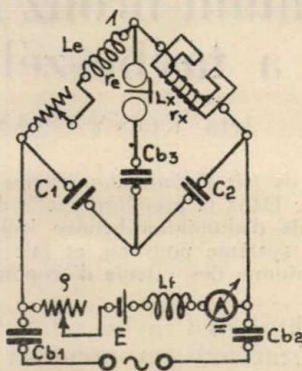
mérési formába írva

$$r_x = \frac{R_1}{R_2} \cdot r_e \text{ és } L_x = \frac{R_1}{R_2} L_e$$

Itt is látható, hogy az r ellenállásra szükség van, mert lehetséges



10. ábra.



11. ábra.

olyan $R_1 : R_2$ áttétel, ami a fix önindukció-tényezőknek megfelel, de nem alkalmas r_x és r_e egyensúlyozására. A r ellenállás $\leq_2^1$ átkapcsolóval a kívánt oldalra kapcsolható és maradó R_2 áttétel mellett mindaddig változtatható, amíg a fejhallgatóban a teljes hangminimum be nem áll.

7.) Vegyes áramkörben használatos tekercs önindukciójának mérése.

Előbbi közleményemben is utaltam az egyenáramtól átjárt vas-magos tekercsek váltakozó-áramú önindukciójának fontosságára. A mérés szintén Wheatstone-hídban végezhető el. A kapcsolás (l. 11. ábra) abban tér el az előbbi hídtól, hogy az áttételt kondenzátorokkal változtatjuk. Esetleg ellenállásokkal is lehet, de ekkor megfelelően nagy ellenállásokat kell használni az r_x -hez képest, vagy külön mérni az áttételi ágon átfolyó áramerősséget és azt az „A” árammérő mutatta értékből levonni. Ez lesz az előmágnesezési egyenáram. A hídra adott egyen- és váltakozó-áram forrásait egymástól L_f fojtó-tekercssel, ill. C_{b1} és C_{b2} kondenzátorokkal lezárjuk.

Hangminimum esetén

$$L_x = \frac{C_1}{C_2} \cdot L_e.$$

vagy nagy R_1 és R_2 ellenállásokat használva C_1 és C_2 helyén,

$$L_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot L_e.$$

A mérést különböző előmágnesezési egyenáram mellett végezhetjük. Ennek változtatását a C ellenállás segítségével érhetjük el.

Az etalon önindukció feltétlenül vasmagnélküli legyen.

Vége.

Alumínium-bronz huzalak alkalmazása a távbeszélő hálózatban.

Irta: KÓNYA SÁNDOR postafőmérnök.

Emploi de fils d'aluminium-bronze dans les réseaux téléphonique.

Résumé: Dans la première partie de son article l'auteur expose les avantages de l'emploi de fils d'aluminium-bronze isolés. Il passe ensuite à la description des dispositifs du système nouveau, et fait connaître les modes d'exécution du montage. Pour finir, il donne des calculs d'économie sur l'emploi du système nouveau.

A vidéki városi távbeszélőhálózatok, fővárosunkban pedig a külső részek hálózatának tervezésénél eddig főleg három rendszert alkalmaztunk:

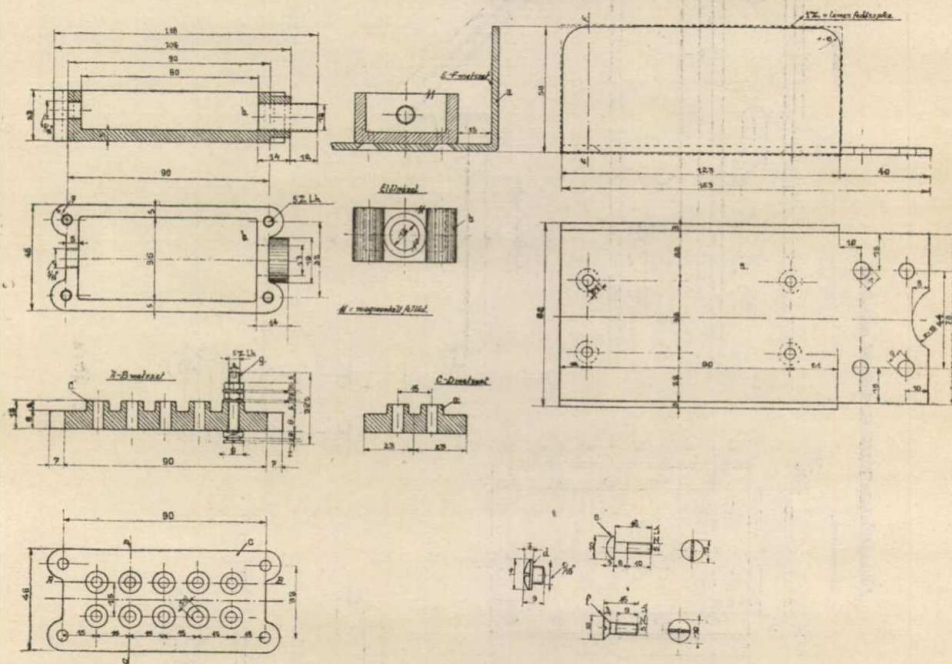
1. Földalatti kábelvezetést elosztókkal és légvezeték szétosztással. Ezt a rendszert főleg olyan helyeken alkalmaztuk, ahol egy irányban több kábel, vagy egy nagyobb keresztmetszetű kábel halad, ahol tehát egy bizonyos épülethozonban felszerelt állomások számára szükséges kisebb keresztmetszetű kábel számára külön nem volt szükség a költséges földmunkák végrehajtására.

2. Fali kábelvezetést és szigetelt huzalakkal történő szétosztást. Ezt a rendszert olyan helyeken terveztük, ahol minden házban több előfizetői állomás van felszerelve, ahol tehát oly nagy légvezetékes

csoportokat kellene építeni (drága támszerkezetekkel), melyeknek költségei nagyobbak, mint a szigetelt huzallal történő szétosztásé.

3. Léghúzó-rendszert légvezeték szétosztással. Ezt a rendszert ott szoktuk alkalmazni, ahol meglévő oszlopsor, vagy megfelelő tetőtartók állanak rendelkezésre és ahol a táplálásra, vagy bővítésre szükséges kábelkeresztmetszet már oly kicsiny (52×2 , vagy kisebb), hogy földbe fektetése nem indokolja a földmunka költségeit.

Ez utóbbi rendszer a végrehajtott tervezések alapján, a meg-
ejtett és e helyen bemutatandó számítások szerint olcsóbbá és üzem-
biztosabbá volna tehető azáltal, hogy a szétosztást kevés kivétellel
nem légvezetékkel, hanem a léghúzótraszban alkalmazott olcsó kivi-



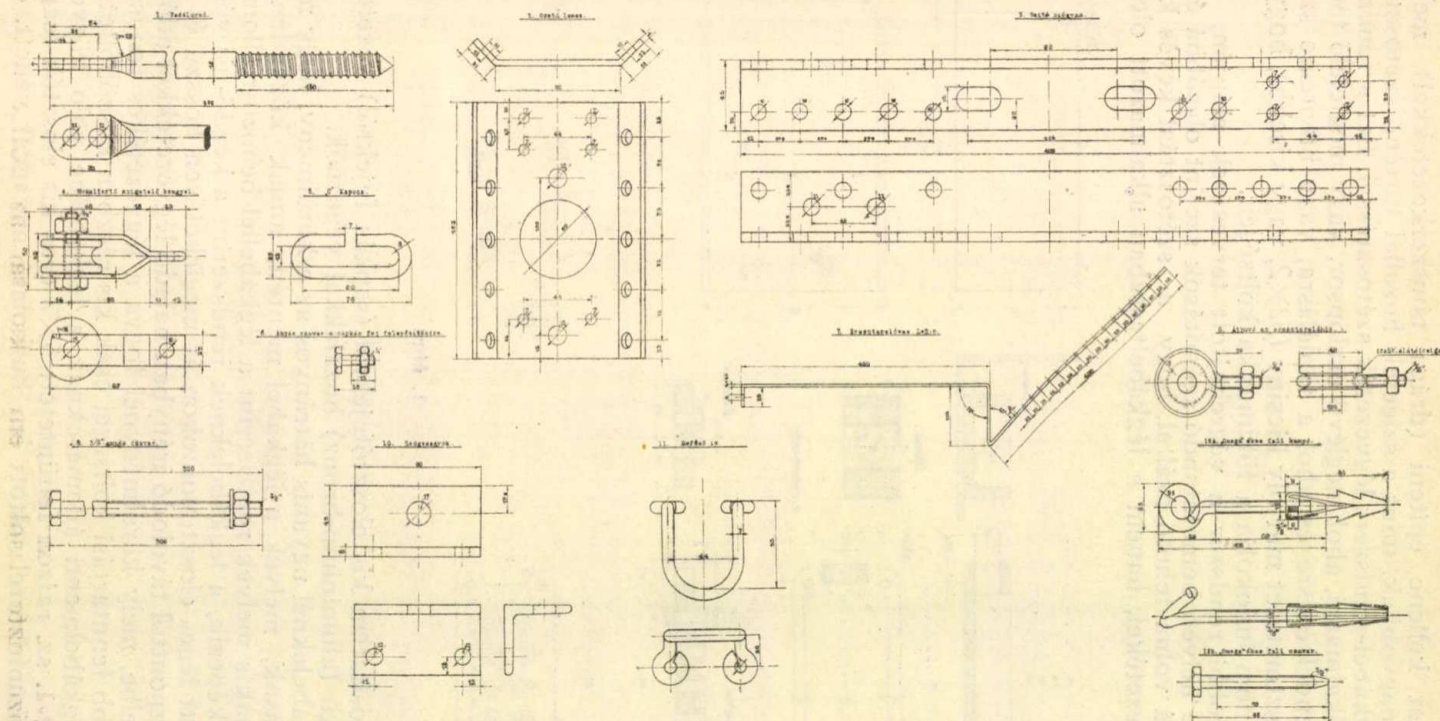
1. ábra.

telő, biztosítatlan kis elosztófejekről (sapkás fejekről) vezetett, nagy szilárdságú (alumínium-bronz) huzalakkal végeznek.

Léghúzóknál ugyanis hátrányos az a körülmény, hogy mindazok az állomások, melyek a léghúzó mentén, annak közvetlen közelében vannak s melyek rendszerint a léghúzóval behozott állomásoknak a zömét képezik, a léghúzóknak rendszerint a kezdő- és végpontján elhelyezett léges elosztópontokon át meglehetősen hosszú és felerészben a központtól távolodó irányban haladó légvezetékkel adóhatók be a léghúzóba, mely körülménynél fogva a légvezeték rendszer hibái és nagyobb fenntartási költségei csak kis részben küszöböltetnek ki.

A léghúzómenti állomásoknak a léghúzóba való közvetlen bevitelét az 1. sz. rajzon feltüntetett 5×2 eres kis elosztók (sapkás fej) és egy ólomfehérrel itatott len burkolatú anyaggal védett, okonittal

FÜGGESZTŐ ALKATRÉSZEK AZ AL-BRONZ HÚZÁLOKHOZ

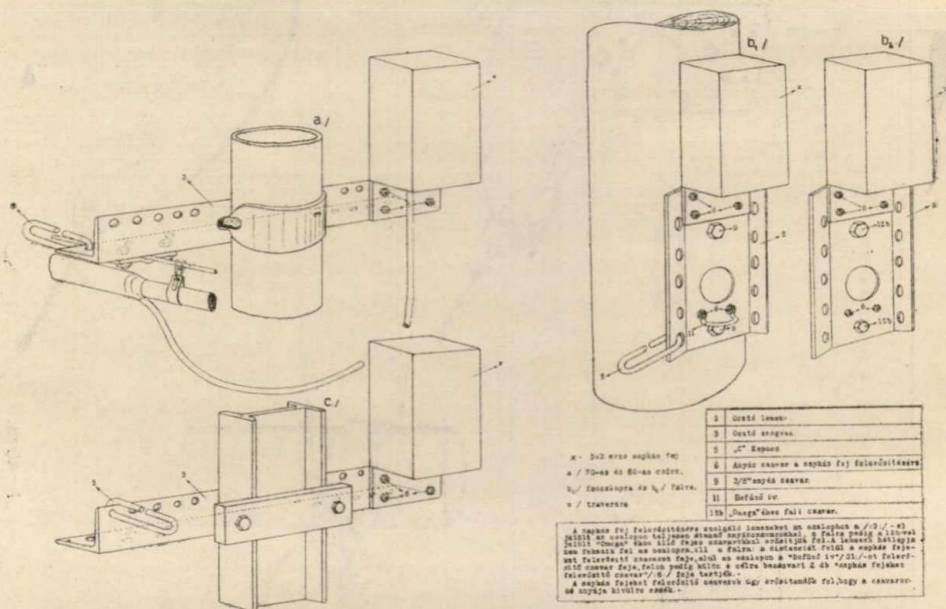


2. ábra.

szigetelt, 1×2 eres alumínium-bronz ötvözetből készült huzal alkalmazásával tervezzük megoldani.

Az utcát keresztező lebukások és leágazások számára erenkint 1.5 mm. átmérőjű, a nem keresztező leágazások számára 0.8 mm. átmérőjű alumínium-bronz huzalak alkalmazását tervezzük.

A huzal közelebbi jellemzésére közöljük az átvételre előírt minőségi feltételek szövegét, mely szerint „a csupasz vezető átmérője $\frac{1.5}{0.8}$ mm. okonittal $\frac{3.7}{2.0}$ mm. átmérőre szigetelendő, papírral tekercselendő és ólomfehér lenolaj kencében itatott lenfonállal beszövendő. Az ekként előálló huzal egymással párban összesodrandó. A csupasz vezető szakítási szilárdsága 80 kg. mm.², ellenállása km.-kint és mm.²-



3. ábra.

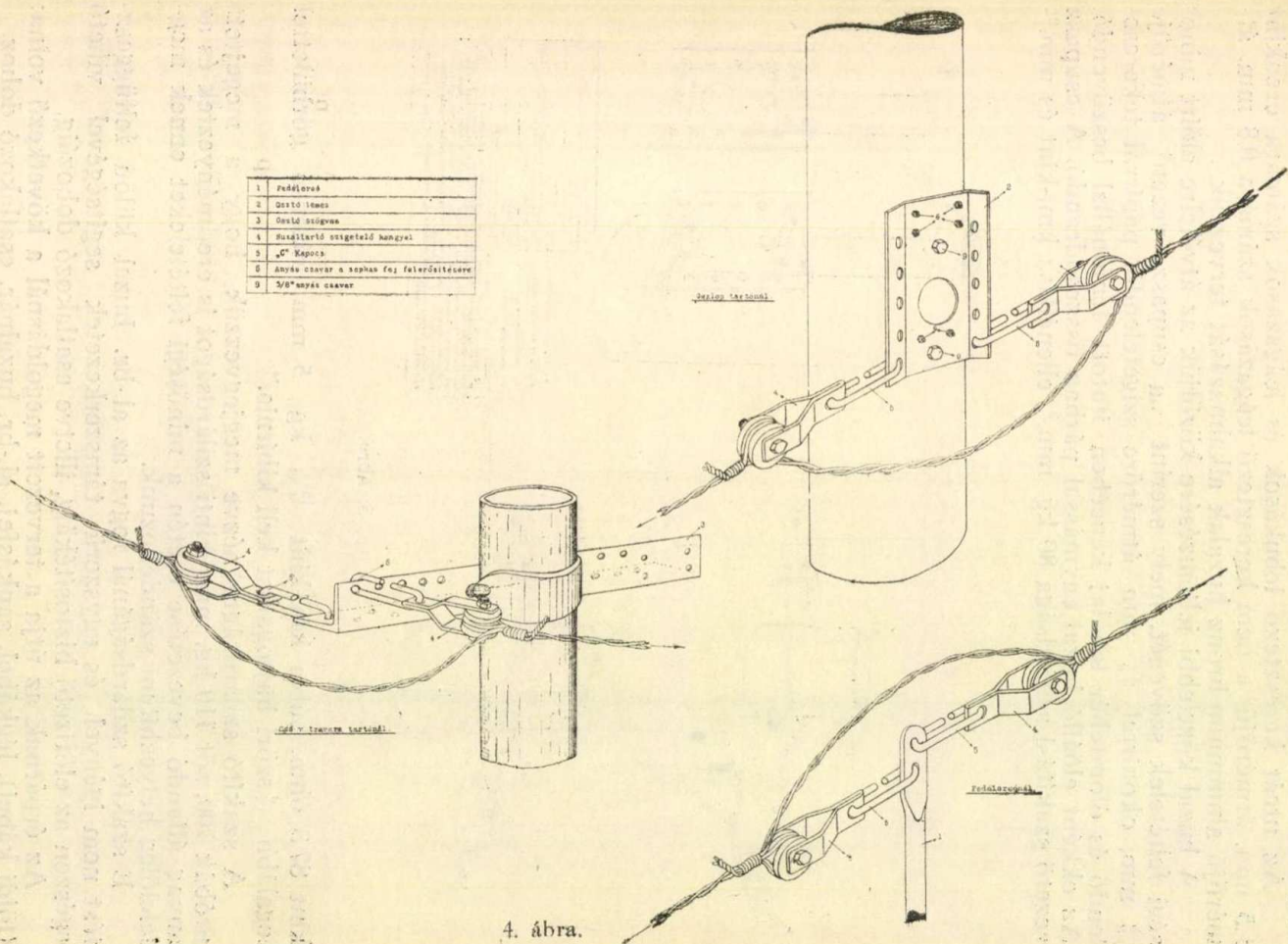
kint 87.3 ohm, súlya km.-kint $\frac{15}{4.38}$ kg., 5 mm. rádiusú görbülettel legalább $\frac{9}{15}$ -szöri hajtogatást kell kibírnia.”

A szakító szilárdságra nézve megjegyezzük, hogy a megejtett próbák 100, sőt 110 kg. mm.²-kinti szilárdságot is eredményeztek és az anyag állandó bevezetése esetén a minőségi feltételeket ennek megfelelő helyesbíteni szándékozunk.

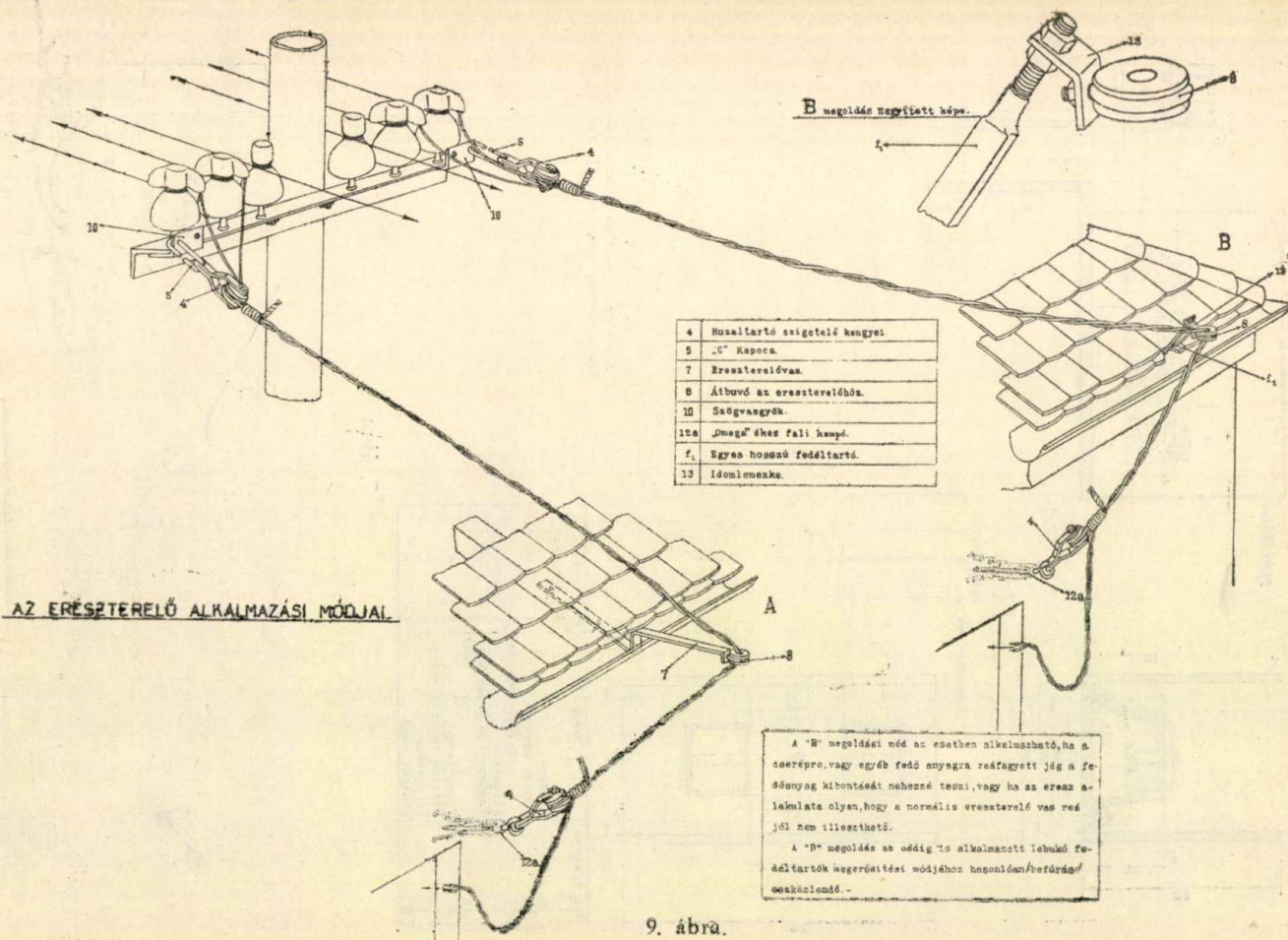
E szakító szilárdságánál fogva az al.-br. huzal külön felfüggesztést nem igényel és egyszerű támszerkezetek segítségével vihető egészen az előfizető biztosítékáig, illetve csatlakozó dobozáig.

Az érpárnak az útja a tervezett megoldásnál a következő volna: (földi kábel), légkábel, sapkásfej, al.-br. huzalpár, csatlakozó doboz.

A légvezeték tehát teljesen kiküszöböltetik, ami maga után vonja a különböző biztosítások és ennek kapcsán az előfizetői földvezeték



4. ábra.

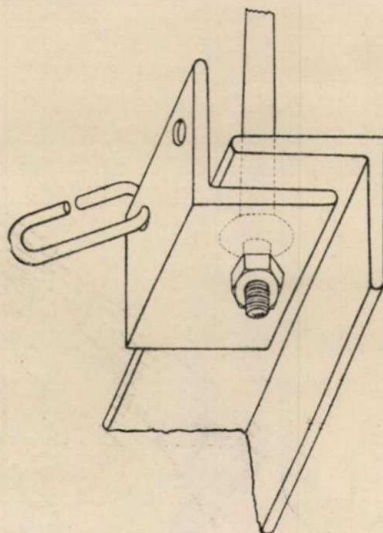


9. ábra.

Az al.-br. huzalakat a 4. számmal jelölt „huzaltartó szigetelő-kengyel”-lel fogjuk meg, a kengyeleket pedig falra való felerősítésnél a 12. a) számmal jelölt „omega falikampó”-ba, vagy az 5. számmal jelölt „C kapocs” útján az osztó szögvasba, lemezbe, vagy az 1. számmal jelölt „fedélorsóba” akasztjuk.

A szigetelőkengyelhez való kötést saját anyaggal az 5. sz. rajzon látható módon hajtjuk végre. A kötésnél fontos az, hogy az üzemi vonalak ne legyenek a szigetelő köré hurkolva, hanem egyenesen fussanak tovább.

A 6. sz. rajz a keresztezéseknek és lebukásoknak az eddigiek szerint eszközrendő kiviteli módját és lehetséges eseteit tünteti fel. A rajzban a sematikus ábrázolt szemben álló házak között utca tételendő fel.



10. ábra.

A 0.8 m/m átmérőjű al.-br. huzalérpár méterenkénti ára 0.53 P., a légvezetékek részére használatos 1.5 m/m átmérőjű bronzhuzal érpár-méterenkénti ára 0.11 P., tehát az al.-br. vezeték ára a csupasz bronz-vezeték árának cca. ötszöröse.

Ebből az következik, hogy az al.-br. vezetékkel csak bizonyos hosszon belül maradó leágazásokat célszerű megépíteni, mert túl-hosszú al.-br. leágazások a rendszert megdrágítanak. E kritikus hossz-zat, melyet a következő számítások során pontosan meghatáro-lunk, a kétféle rendszer különböző tényezőinek árdifferenciája határozza meg.

Ha a megépítendő leágazás hossza a kritikus hosszúságot bi-zonyos mértékben túllépi, úgy célszerű a leágazást légvezetékekkel meg-építeni. Mivel a sapkás fejen biztosító berendezések nincsenek, e lég-vezetékes leágazást a sapkásfejbe való bekötés előtt biztosítani kell.

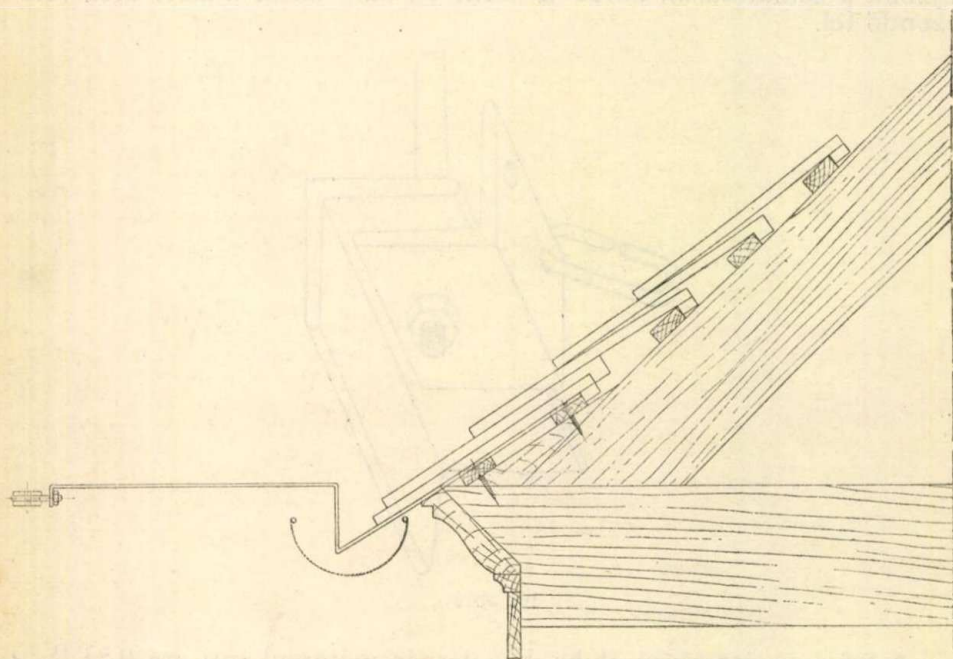
A biztosítást a 7. sz. rajzon látható 1×2-eres sapkásbiztosító eszközölné, melynek felszerelési és alkalmazási módját a 8. sz. rajz

tünteti fel; eszerint a sapkásbiztosító is az „osztószögvas“-ra erősítetik fel.

Az 1×2 -eres sapkásbiztosító ára cca. 9–10 pengő; a 13×2 -eres léges elosztó ára a támszerkezetek ára nélkül cca. 260 pengő, ebből egy előfizetőre esik $\frac{260}{13} = 20$.— pengő.

Az al.-br. huzalnak a légkábelekkel kapcsolatos felhasználására vonatkozó számítások felbátorítottak arra, hogy a felhasználási körét kiterjesszük.

Alkalmasnak kínálkozott e huzal bevezetése a tiszta légvezetékes traszokban a léges lebukások (az utolsó tartótól) pótlására.



Budapest, 1930. évi október hó 25.

11. ábra.

A vonatkozó összehasonlító számításokat technikai okokból először az utóbbi esetre fogjuk bemutatni és csak azután térünk rá a a légvezetékekkel kombinált légkábeles rendszer és a sapkásfej és al.-br. huzalakkal kombinált légkábeles rendszer költségek szempontjából való összehasonlítására.

Az al.-br. huzalnak a légvezetékes lebukások helyett való tervezett alkalmazási módját a 9. sz. rajz tünteti fel. A szabványos légvezetékes keresztartók egyik peckével a keresztartóra a 10. rajzban látható módon a 10. számmal jelölt „szögvasgyök“-öt erősítjük fel, melynek lyukaiba a „C-kapocs“ s vele együtt az al.-br. huzalvég beakasztható. Az al.-br. huzalnak itt megfogott vége bevezető síma szigetelőkön át kötendő a továbbmenő légvezetékhez.

Ugyancsak a 9. sz. rajz tünteti fel nagyobb léptékben a 7. és 8. számokkal jelölt ereszterelő, továbbá annak egy változatának alkalmazási módját, míg a fedélszékhez való felerősítés módjára nézve a 11. sz. rajz ad útbaigazítást.

(Folytatjuk.)

KÜLFÖLDI SZEMLE.

Revue étrangère.

Fémek kontaktpotenciáljának mérése. A Lénárd-tól származó módszer két fém érintkezési potenciáljának mérésére, azon a jelenségen alapul, hogy, ha egy két-elektrodos vákuumsőben az anód anyagát megváltoztatják, a feszültségi görbe párhuzamos eltolódást szenved. Az eltolódás a kontaktpotenciál különbségének mértéke a megcserélt elektrod-anyagok közt. A vákuumsőben az elektrodok cseréje mechanikus berendezés segítségével történik, ami bizonyos nehézségekkel jár. A berendezés Mönch-től való. Hogy az anódot cseréljék, arra a legegyszerűbb módszer, hogy más fémeket csapjanak ki az anódra. Patai és Forró M. dolgozta ki és írta le a Zeitschr. f. Physik 1930. évi. 697. lapján az erre szolgáló módszert; vizsgálatukat Mo, Pt, W, Ni, Cu, Fe és Hg fémekkel végezték. Azonos méretű három-elektrodos csövekben volt elhelyezve, mint rács, a vizsgálandó fém.

Egy üveghengeren tapadó nátriumtűkór anyagából felmelegítéssel nátriumot csapnak ki a rács fémanyagára. A cső karakteristikájának párhuzamos eltolódása mértéke az összehasonlító anyagul használt nátrium és a rács-anyag közt fellépő kontaktpotenciálnak. A rács kiizzításával az eredeti tiszta fémfelületet vissza lehetett állítani. Így a mérési eredményeket meg is lehetett ismételni. A kapott eredmények más szerzőknek elektromos izgatási és fényelektromos mérések útján kapott eredményeivel jól egyeznek, sőt azoknál sokkal pontosabbak.

A mérési módszerek csekély változtatásával sikerült higany lecsapásával a Hg—Mo közti érintkezési potenciáldifferenciát is mérni. A rács izgatásakor az eredmények nagyobb hőmérsékleteken megállapíthatók voltak. Ugy tapasztalták, hogy kb 800° C-ig az érintkezési potenciáldifferenciák a hőmérséklettől függetlenek.

Oxydatódok elektrón-emissziója valamely keletkező földfém ízzási emissziójából keletkezik (pl. fémes báriumból), amely fém valamely földalkáloxid-réteg (pl. báriumoxid) felületén és a belsejében ab-

szorbeálva van jelen. A földfém a föld-alkáloxid-bevonatból annak thermikus disszociációja útján keletkezik. „Aktiválási” folyamat segítségével a szabaddá vált sav a katódból maradék nélkül eltávolítatik. Az aktiválási folyamat megkönnyítése a katódot aktiválás előtt „formálni” szokás, ami úgy történik, hogy a katód alapanyagához könnyen oxidálódó anyagokat kevernek (pl. iridium, rhodium, nikkel), így a földalkálifém reakciója következik be. Helyesen végrehajtott formálás és aktiválás esetén a katód emisszióképesége a lehető legnagyobb értékű lesz, üzemi adatai pedig állandóak.

Aramkivételnél és temperatura változásoknál jelentkező emisszióingadozások azzal magyarázhatók, hogy az alkálifém felületi rétegnagysága megváltozik. Ez viszont az alkálifém oda-visszadiffundálásából következik.

A tiszta báriumból álló izzókatód elektrón kibocsátóképesége igen nagy: 300—400 mA/W, a bárium-oxidkatódéhoz képest, melynek kibocsátóképesége mindössze 40—50 mA/W.

(Zeitschr. f. techn. Phys. 1930., 246. l.)

Automatikus eljárás az utánhangzás mérésére. Akusztikai laboratóriumokban, amelyekben hangelnyelő anyagokat vizsgálnak, az az eljárás, amit W. C. Sabin dolgozott ki, hogy egy térben meghatározák az utánhangzás idejét a vizsgálandó anyaggal való burkolás előtt és után. Az így kapott eredményekből a Jäger-féle módszer segítségével állapítják meg a hangelnyelési együtthatót. Az utánhangzás mérése Sabin szerint szubjektív eljárással történik. Stopper-órával mérik azt az időtartamot, ameddig egy bizonyos hangerősség az ingerküszöb értékéig leesik.

E. Meyer objektív automatikus utánhangzási mérési módszert dolgozott ki. Alkalmas jelfogó (ködfénylámpa- és katódlámpás relé) segítségével vezérli a stopper-órát. A jelfogó a hang kezdeti értékének törtrésznél szólal meg a nyomás-amplitúdóra. Ez állítja meg a stopper-órát,

amit hasonló alkalmas szerkezet az utánhangzás kezdetekor megindít. Nem tiszta zenei hangfrekvenciát állítanak elő, hanem az úgynevezett üvöltő hangot, hogy zavaró interferenciás zavarok ne keletkezhesse- nek. (Zeitschr. f. Techn. Phys., 1930., 253. l.)

Kiskapacitású automata-központok megfigyelő berendezése. A távbeszélő gyorsüzemnél bizonyos számú automatikus közvetítő-központot egy központos fekvésű manuális üzemi csomóponti központba kapcsolnak. Ez közvetíti a kis automata-központok előfizetőinek egymás közti beszélgetéseit, vagy pedig egy másik csomóponti központ útján idegen kisközpontok előfizetőivel.

A gyors üzemnél a csomóponti központnak a beszélgetési díjak megállapításakor meg kell tudnia vizsgálni, hogy az összeköttetést kérő előfizető valóban saját számát mondta-e be. Az ellenőrzés általában a kisközpontban magában történik, ha csak az illető központban az interurbán munkahelyeknek megfelelő előfizetői multiplikációs mező van. Kisebb központokban, amelyekben hiányzik a multiplikációs mező, külön berendezést kell erre a célra készíteni. A berendezés egy számtárcsával ellátott munkahelyből áll. Mihelyt egy előfizető a csomóponti központot felhívja, hogy beszélgetést kérjen, az ellenőrző munkahelyen kigyullad egy lámpa. Erre az ellenőrző tisztviselő a hívó előfizetőt feltárcsázza. Ha foglaltsági jelet kap, ez azt jelenti, hogy a bementott szám helyes volt. (T. F. T. 1931. 88. l.)

Az óceánontúli távbeszélőkábelösszeköttetések végberendezései. A szárazföldi kábelösszeköttetéseknel a kábelbe bizonyos távolságokban erősítőket iktatnak be a csillapítás ellensúlyozására. Két egymás mellett lévő erősítő távolsága, ameddig még a fűtülési pontra való tekintettel el lehet menni, kéthuzalos áramköröknél 2.18 néper, négyhuzalos áramköröknél pedig 4.36 néper. Minthogy a kábel csillapítása a frekvenciával együtt nő, az erősítőknek ennek megfelelően úgy kell dolgozniuk, hogy a nagyobb frekvenciák nagyobb mértékben legyenek felerősítve, mint a kisebbek. Az erősítés után a 250—2300 Hz közti frekvenciák valamennyien ugyanazon a nívón legyenek, mint a vezeték elején.

Ha az óceánontúli kábeltelefóniában 10.9 néper csillapítással számolunk, akkor ebből az a követelés folyik, hogy olyan végerősítőre van szükség, amely a 250 Hz frekvenciáknál 6.1 népernyi feszültség-erősítéssel bír, a 2300 Hz frekvenciáknál pedig 17 néperrel. Ilven tetemes erősítési számmal bíró készülékek építése azonban

az öngerjedés veszélye és még egyéb okok miatt is, igen nagy nehézségeket okoz. Emiatt szükséges az erősítési folyamat megosztása. Ez úgy történik, hogy a kábel elején a beszédáramokat kb. 3.8 népernyire felerősítik, a kábel túlsó végén pedig ismét kb. 7.1 népernyire.

A kezdeti felerősítésnek határt szab a pupincsevék anyagának mágneses telítése és a kábel szigetelőanyagának (dielektrikum) feszültségi szilárdsága. Mindkét erősítőnek emelkedő frekvenciakarakterisztikával kell bírnia, tekintettel arra, hogy a kábel a nagyobb frekvenciákra nézve nagyobb csillapítással bír. A végerősítőben ezt a követelményt az ú. n. rezonancia elv segítségével elégítik ki. A végerősítő bemenő lámpájának anódkörében egy rezonancia-transzformátor van, amely saját kb. 4000 Hz önrezgés számára van behangolva, tehát a 250—2300 sávon belül emelkedő karakterisztikával bír. A nagy erősítési szám megköveteli, hogy a visszacsatolás tekintetében nagy óvatossággal járjanak el. Egy-egy erősítési fokozatban speciális árnyékolt rácsú lámpával 2.2 néper erősítést érnek el. Az erősítő berendezésnek még 5 további erősítési fokozata van, azonkívül torzításmentes, igen kis kapacitást be- és kimenő transzformátorai vannak, különleges, nagy permeabilitású vas-maggal, az ú. n. Mumetall vasanyagból.

Valamennyi lámpa karakterisztikájának vízszintes részen dolgozik, hogy elkerüljék a torzítást. A rács- és anódkörökbe fojtótekercsek és kondenzátorok vannak beiktatva, hogy valamennyi lámpát közös telepekkel lehessen táplálni. A végerősítő berendezés lehetővé teszi — amint ezt laboratóriumi vizsgálatok igazolják —, hogy 9.8 néperen át beszélgetni lehet a segítségével.

A bemenő erősítőt hasonló elvek alapján dolgozták ki. Közepesen 8 W energiát küld a kábelbe.

Hogy a kábelt kéthuzalos üzemben gazdaságosan lehessen kihasználni, egy relé a bemenő, illetőleg a végerősítő berendezést felváltva kapcsolja be és ki, aszerint, hogy a kábel elejéről vagy a végéről beszélnek-e.

Kielégítő beszédátvitel mellett a kábelt még hétszerez szimultán táviratozásra is fel lehet használni. Nehézséget okoz a készülékekben a mikrofon és hallgató önrezgése, ami különösen a kemény mássáhangzóknál a lökészerű gerjesztés következtében észrevehető. Megoldást ezen a téren az új, jó minőségű rádió mikrofonok (Reisz mikrofonok) használata jelent.

(The Electrician — ETZ, 1931. 120. l.)