

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

A „MAGYAR POSTA“ MELLÉKLETE

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

SZERKESZTŐSÉG CÍME: PETÁINEK JÓZSEF M. KIR. POSTAFŐMERNÖK
IV. VÁROSHAZ-UTCA 18. — TELEFON: 88—2—55.

TARTALOM :

Dr. Tomits Iván: Távbeszélőösszeköttetések tervezésének és üzemben tartásának elektromos elveiről. — Ström Einar: Földkábelek elektromos korróziója. — Kónya Sándor: Alumínium-bronz huzalak alkalmazása a távbeszélő hálózatban. — Külföldi szemle.

Távbeszélőösszeköttetések tervezésének és üzemben tartásának 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 expose l'influence exercée sur la voix et la musique par les distorsions non — linéaires, nous fait connaître les principes de leur mesure et traite enfin des particularités des distorsions se produisant dans les amplificateurs, microphones, bobines à noyau de fer, transformateurs, casques téléphoniques et haut-parleurs.

(Folytatás.)

A nem-lineáris torzítás révén előálló frekvenciaviszonyok megvilágítására szolgáljon az alábbi két ábra (119. a) és b)), melyek adatait a Siemens és Halske-laboratórium vette fel egy 2720 km. hosszú könnyűterhelésű távkábelre vonatkozólag. Az áramkör régibb típusú pupincsevékkel és normál-rendszerű négyhuzalos erősítőkkal volt felszerelve, melyek nagyobb átviteli igénybevétel mellett tudvalevőleg alkalmasak nem-lineáris torzítás előidézésére. A 119. a) ábra mutatja grafikusán az áramkör végén megérkező alaphfrekvenciának ($n = 730$) és két felsőbb harmonikusának ($2n = 1460$ és $3n = 2190$) áramerősségeit akkor, mikor az áramkör elejére $n = 730$ frekvenciájú és 4 V feszültséggel bíró tiszta szinuszos mérőáram kapcsoltatott rá. A 119. b) ábra ugyanerre az esetre vonatkozik, azzal a különbséggel, hogy egy szinuszos mérőáram helyett a vonal elején *kettő* ($n_1 = 720$ és $n_2 =$

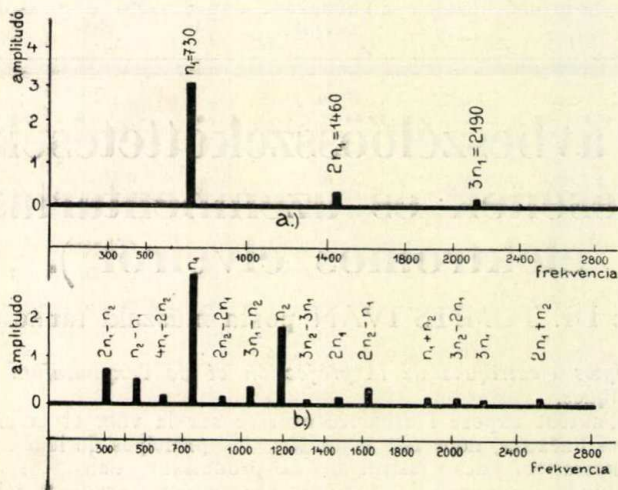
*) Az előző közlemény 159. oldalának harmadik bekezdésében közölt frekvenciakülönbségek és összegek ($n_2 - n_1$, $n_2 + n_1$, ... stb.) két oszlopa alatt pontok és a „stb.” szó a szövegből tévedésből kimaradtak.

1160 Hertz) szerepel. Az utóbbi ábrában kifejezetten láthatók az egyes kombinációs (különbségi és összegi) frekvenciák, különösen a $2n_1 - n_2$, $n_2 - n_1$, $3n_1 - n_2$ és $2n_2 - n_1$.

Jellemző, hogy a különbségi és összegi frekvenciák általában jóval intenzívebbek, mint a megfelelő harmonikusok. Éppen ez okból a kombinációs frekvenciákat a gyakorlatban jól lehet felhasználni a nem-lineáris torzítás kvantitatív mértékének megállapítására. M. Grützmacher (I. E. N. T. Bd. 8. Heft 3, 110. old.) a zörejtényező definíálására a mondottak alapján a következő mennyiséget javasolja:

$$\kappa = \sqrt{\frac{D^2 + S^2}{G_1^2 + G_2^2}},$$

ahol G_1 és G_2 a mérésnél használt két alapfrekvencia effektív erőssé-



119. ábra.

gét, D és S pedig az összes különbségi, illetőleg összegi kombinációs frekvenciák megfelelő értékeinek effektív összegét jelentik. Megjegyezzük azonban, hogy a zörejtényezőnek ez a mérőszáma eltérő az általában használt és Küpfmüllertől származó értéktől, melyet előző közleményünk 159. oldalán ismertettünk (l. a 64.) alatti formulát). A következőkben, amennyiben zörejtényezőkről lesz szó, mindig az utóbbi (Küpfmüller-féle) definíció értendő.

A nem-lineáris torzítás mértékére, illetőleg a zörejtényező nagyságára nézve megfelelő felvilágosítást nyerhetünk magából a reprodukciót, vagy átvitelt vezérlő jellemző görbe alakjából is. Az előző közlemény 118. ábrájában ismertetett két görbe (b) és c)) a nem-lineáris torzítást okozó igénybevételek két általánosan jellemző típusát képviseli. A kettős görbülettel bíró S-alakú görbe (b) matematikailag a 63. alatti egyenlettel (l. előző közlemény 158. oldal) oly módon fejezhető ki, hogy abban gyakorlatilag csak a páratlan számú (1, 3, 5, stb.) hatványok fordulnak elő. Számítással kimutatható, hogy ilyenkor az alapfrekvencián (első harmonikus) kívül főként a páratlan számú (har-

madik, ötödik, stb.) felső harmonikusok fognak a reprodukcióban előfordulni. Ilyen jellegű torzítást mutatnak általában a vasastekercsek és transzformátorok. Az egyes görbülettel bíró jellemző görbe (c)) egyenletében viszont az előbbivel ellentétben az első két tagon (a+be) kívül számításba jövő erősséggel csupán a kvadratikusan tagok vannak képviselve, vagy, amint számítással kimutatható, az alapprofrekvencia mellett a nem-linearitás révén főleg a páros harmonikusok termelődnek ki. Ez a torzítás-típus jellemző általában túlvezérelt erősítőkre és mikrofonokra.

Ami a tárgyalt két görbetípus alaki viszonyait illeti, könnyen belátható, hogy a torzítás mindkét esetben annál kifejezettebb, minél erősebbek az egyes görbehajlások, minél nagyobbak azok görbületei.

1. A nem-lineáris torzítás hatása a reprodukció (átvitel) kvalitására.

Nem-lineárisan torzító elemek befolyása a reprodukált vagy távbeszélő-összeköttetésekén átvitt áramok vagy hangok kvalitására lényegesen függ attól a körülménytől, hogy beszédáramokról, illetőleg beszédhangokról, vagy pedig zenei reprodukciókról, illetőleg azok közvetítéséről van szó. Ha a torzítás valami ok miatt igen nagymérvű, mint amilyenek például durva hibákkal bíró, vagy erősen túlvezérelt erősítőknél és rossz minőségű, túlgerjesztett hangszóróknál fordulnak elő, úgy a reprodukált beszéd és zene kvalitása közt nincs különbség, mivel mind a kettő egyformán válik érhetetlenné, illetőleg élvezhetetlenné. Mérsékelt zörejtényezők mellett azonban a beszéd érthetőségének viszonyai jóval kedvezőbbek, mint a reprodukált, vagy átvitt zene élvezhetőségéé.

A tapasztalat szerint a nem-lineáris torzítás a beszéd jellegét kétféleképpen befolyásolja. Egyrészt a keletkező felsőbb harmonikusok a hangokat világosabbá, érdesebbé, bizonyos mértékben orrhangúbbá teszik, az egyes mássalhangzók (például s, sz, c, cs, z, f) pedig sziszegőkké válnak. Másrészt a kombinációs különbségi hangok a mélyebb frekvenciazónában gyors tempójú, ropogás jellegével bíró lüktetéseket hoznak létre, melyek a beszédet többé-kevésbbé rekedtnek, az erősen hangoztatott „r” betű jellegével bíróknak tüntetik fel. Jellemző azonban, hogy, noha a torzítás a beszéd színezetét teljesen megváltoztatja, a beszéd érthetősége ezáltal mégis csak kis mértékben szenved. Küpfmüller vizsgálatai szerint erősítőkön mesterségesen előállított különböző nagyságú nem-lineáris torzítások hatása a szótagérthetőséget kb. a következő módon befolyásolta:

Zörejtényező:	A szótagérthetőség %-os csökkenése:
2%	1%
5%	3%
10%	5%
30%	9%

A táblázatban feltűnő például, hogy 30%-os zörejtényezőnél, ami pedig már kifejezett torzítást hoz létre, a szótagérthetőség csökkenése

csupán mintegy 9%, ami a gondolatok, mondatok megértési viszonyait csak alig észrevehetően rontja.

Kisebb mérvű torzítások a tapasztalat szerint bizonyos esetekben a beszéd érthetőségét kevésbé javítani is képesek; előfordul például ez olyankor, mikor a beszéd valami okból olyan frekvencia-torzítást szenved, hogy a felső frekvenciatartomány (2000 Hertz-től felfelé) frekvenciái vagy kimaradnak, vagy egészben, vagy részben csillapítottakká válnak. A nem-lineáris torzítás által termelt felsőbb harmonikusok ilyenkor mintegy „pótolják” a hiányzó frekvenciákat, miáltal a beszéd világosabbá, akcentuáltabbá lesz („sz”-jellegű hangszínezet). A mélyebb hangrégiókban előálló „r”-jellegű rekedtség az érthetőségre általában kevés befolyással van, mivel a 300 Hertz alatti frekvenciák, mint ismeretes, gyakorlatilag nem vesznek részt az érthető beszéd felépítésében.

Másképpen állanak a viszonyok zenei reprodukcióknál (grammofon), vagy a rádió-hírszóró zenei programjának közvetítéseinél. A jó, zeneileg iskolázott fül már egészen kicsiny, 2–3%-os zörejtényezőzők jelenlétét is felismeri, olyanokét is, melyek még a beszéd színezetét sem változtatják meg észrevehetően. Zavarólag nem annyira a felső harmonikusok hatnak, melyek legfeljebb az egyes hangszerek hangszínezetében hoznak létre némi változást, hanem a kombinációs hangok, főleg a különbségi frekvenciák, melyek „diszharmonikus” jellegűek s a zene hangképét disszonáns módon befolyásolják. Amíg 10%-os zörejtényező a beszédnél jól megengedhető, addig zenei reprodukcióknál és átviteleknél lehetőleg arra kell törekedni, hogy a zörejtényező 1–2%-on alul maradjon.

2. A nem-lineáris torzítás mérése.

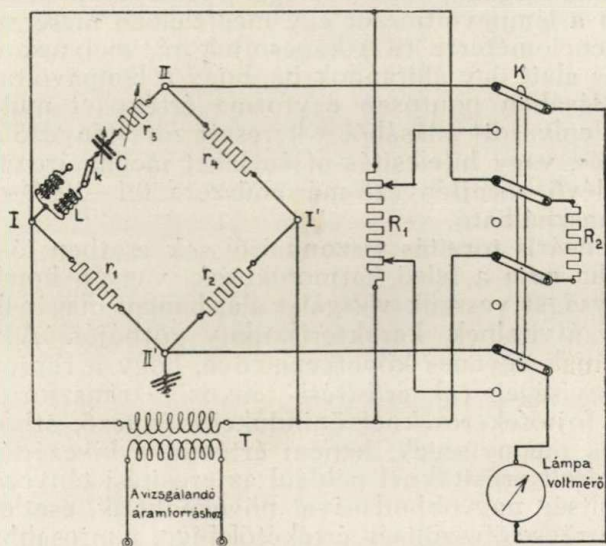
A nem-lineáris torzítás kvantitatív mértékéül a Küpfmüller-féle zörejtényező szolgál, azaz egy adott frekvenciájú tiszta szinuszos vezérlés mellett keletkező összes felharmonikusok effektív erőssége, kifejezve a vezérlés után nyert alapfrekvencia intenzitásának %-ában. Minthogy a zörejtényező mindig a kivezérlés nagyságától függ, természetesen a zörejtényezőnek is csak úgy van határozott értelme, ha megmondjuk, hogy az milyen mértékű kivezérléshez tartozik.

Megjegyezzük, hogy a zörejtényezőnek definíciója nem ad tökéletes képet a nem-lineáris torzítások zavaró hatásának mértékéről. A harmonikusok és kombinációs frekvenciák zavaró képessége ugyanis nemcsak azok effektív intenzitásától függ, hanem az egyes frekvenciák eloszlásától és azoknak a fülben okozott szubjektív benyomásaitól. A zavaróképesség pontos kvantitatív mértéke ma még nem ismeretes.

A zörejtényező mérése a legkézenfekvőbb módon úgy történhetik, hogy a megadott vezérlőfrekvenciával bíró vezérlőhang- vagy áramerősség (feszültség) mellett felvesszük a felsőharmonikusok spektrumát (l. 119 a) ábra) s a zörejtényező értékét ennek alapján a 64.) alatti formulából kiszámítjuk. A mérés végrehajtására a lehetőség szerint tiszta szinuszoidális jellegű hang-, vagy áramgenerátorra és egy

megfelelő frekvencia-analizátorra van szükség. Az ilyen berendezések különböző konstrukciójúak lehetnek, azonban mindig eléggé komplikáltak és drágák, miért is csak nagyobb gyengeáramú technikai laboratóriumokban találhatók. A vizsgáló berendezések gyakran automatikus regisztráló készülékekkel is el vannak látva (l. M. Grützmacher: Mitteilungen aus dem Telegraphtechnischen Reichsamt, Bd. XIII. 216. oldal), ami a mérés menetét rendkívül meggyorsítja.

Sokkal egyszerűbb és olcsóbb mérőeszköz konstruálható annak az elvnek alapján, hogy a vizsgálandó áramforrás áramát az alaphérfrekvenciától alkalmas módon megszabadítjuk és a fennmaradó felső harmonikusok effektív erősségét megmérve, azt az alaphérfrekvenciávéval összehasonlítjuk; a 64.) alatti egyenlet adja meg százalékos értékben a keresett zörejtényezőt.



120. ábra.

A Siemens & Halske-laboratórium által kidolgozott eljárás kapcsolási sémáját szemlélteti a mellékelt 120.) alatti ábra. A vizsgálandó áramforrás áramát T transzformátoron keresztül egy Wheatstone-híd I — I' diagonálisára kapcsoljuk. A híd három ága egymással egyenlő tiszta ohmikus ellenállásokból áll (r_1 , r_2 , r_4), míg a negyedik ág az r_3 ellenálláson kívül még egy önindukciós tekercset (L) és egy vele sorbakapcsolt variabilis kondenzátort (C) tartalmaz. A tekercs önindukciótényezője és a kondenzátor kapacitása úgy vannak megválasztva, hogy velük a I — II hídágot a vizsgált áram frekvenciájára rezonanciába hozhatjuk. A beállítás után r_3 -at úgy szabályozzuk be, hogy az alaphérfrekvenciára nézve a híd teljesen egyensúlyba jöjjön. Ennek következménye, hogy a II — II' diagonális, melynek végpontjai a K négyágú kapcsoló felső állásában egy nagy belső ellenállású, kvadratikusan mérő lámpavoltmérőre kapcsolhatók, csupán csak a felső harmonikusokat tartalmazza. Minthogy ez utóbbiakra a I — II ág látszólagos

ellenállása sokszorosan nagyobb, mint a többi hídágaké, a felsőharmonikusok a T transzformátorból részint az r_1 ellenálláson, részint pedig az r_4 hídágon át jutnak el a K kapcsolóhoz, melynek felső állásában a lámpavoltmérő segítségével megmérhetők. Az r_2 hídág a mérés alatt az r_4 ellenállással sorbakapcsolt lámpavoltmérőt, R_2 pedig II—II' diagonálist shuntölti.

Könnyen belátható, hogy a K kapcsoló felső állásában a lámpavoltmérő mérőszáma a harmonikusok effektív értékeinek összegével arányos, mivel a mérésnél a voltmérő érzékenysége az összes harmonikusokra nézve egyforma, lévén a transzformátor megterhelése a voltmérő előtt gyakorlatilag tisztán ohmikus jellegű, vagyis a frekvenciától független.

Hogy a mért effektív feszültség hány százaléka az alapfrekvenciájának, annak megállapítására szolgál a K kapcsoló alsó állása. Ebben a helyzetben a lámpavoltmérőt egy megfelelően méretezett ellenállással bíró potenciométerre (R_1) kapcsoljuk rá, melynek csúszókontaktusai a mérés alatt úgy állítandók be, hogy a lámpavoltmérő a K kapcsoló két állásában pontosan egyforma értékeket mutasson. A potenciométer leolvasott állásából a keresett zörejtenyező százalékos értékét számítás, vagy hitelesítés útján lehet meghatározni. A Siemens-cég piacon lévő zörejtenyező-mérőműszere 0.1—100%-os mérési határok közt használható.

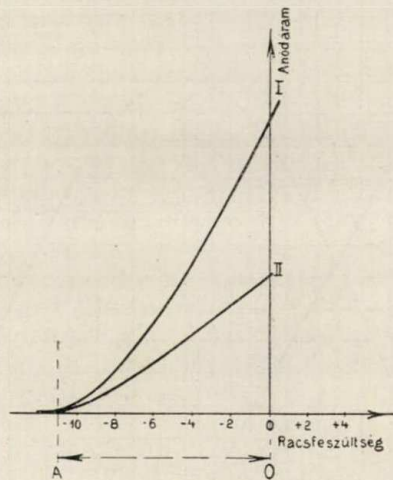
A nem-lineáris torzítás viszonyairól sok esetben jó felvilágosítást kaphatunk, ha nem a felső harmonikusok, vagy a kombinációs frekvenciák nagyságát vesszük vizsgálat alá, hanem magának a reprodukciónak, vagy átvitelnek karakterisztikus görbáját. A vezérlés nem-lineáris voltának egyenes következménye, hogy a reprodukcióban bizonyos mennyiségek (pl. erősítési tényező, transzformátoroknál áttételi szám, fojtótekerceknél önindukció-tényező, stb.) nem maradnak konstans mennyiségek, hanem értékük a kivezérlés nagyságától függ. Túlvezérelt erősítőknél például az erősítési tényező az erősítőbe belépő feszültség nagyobbodásával növekedhetik, esetleg csökkenhet. A jelenség a rácselőfeszültség értékétől függ, pontosabban attól, hogy a lámpa dinamikus karakterisztikájának középmeredeksége a vezérlés növekedésével növekszik-e vagy csökken. A torzítás jelenlétét tehát az erősítés tényezőjének mérései árulják el, ha azokat az erősítőbe belépő feszültség különböző értékei mellett hajtjuk végre.

3. Gyengeáramú berendezések, melyeken nem-lineáris torzítások léphetnek fel.

a) **Erősítők:** Erősítők nem-lineáris torzításának okai a katód-lámpák dinamikus-karakterisztikáinak görbületeiben rejlenek (l. 121. ábra). A zörejtenyező nagysága általában a rácselőfeszültség értékétől, a kivezérlés nagyságától és az anódkör külső terhelésétől függ. A rácselőfeszültség mindig úgy választandó meg, hogy a karakterisztika minél nagyobb torzításmentes része legyen kivezérelhető. Minthogy a gyakorlatban a vezérlés mindig a rácsfeszültség negatív zónájában történik, kivezérlés szempontjából maximálisan a 121. ábra „A—O”

sávja jöhet tekintetbe. A vezérlés tehát mindig e sávon belül kell, hogy történjék; az elért zörejtényező annál kisebb, minél kisebb a vezérlő váltakozó-feszültség amplitudója, vagy azonos viszonyok közt a kivezérelt teljesítmény. Az ábra jellemző görbéjének (I) alakjából következik (l. előbb), hogy a felsőbb harmonikusok spektrumában gyakorlatilag a páros harmonikusok vannak jelen; ezek közt mindig a második harmonikus bír a legnagyobb intenzitással.

Nagy kivezérlés mellett is előnyösen kicsiny zörejtényezőt érhetünk el, ha ú. n. *ellenütemű* (push-pull) erősítőket használunk, ahol két, ellentett fázisban működő lámpa eredő karakterisztikája úgy egyenesíthető ki, hogy azok felharmonikusaiból a párosak, — főképp a második, — kiesnek. Minthogy a fennmaradó harmadik harmonikus



121. ábra.

amplitudója a tapasztalat szerint jóval kisebb, mint a közönséges lámpás erősítők második harmonikusaie, ennél fogva helyes rácselepfeszültség mellett az ellenütemű erősítők zörejtényezője is jóval kisebb, mint az azonos teljesítményre kivezérelt közönséges erősítőtípusoké. Rádióközvetítésekre szolgáló távkábel-erősítők ezért ma főként ellenüteműek.

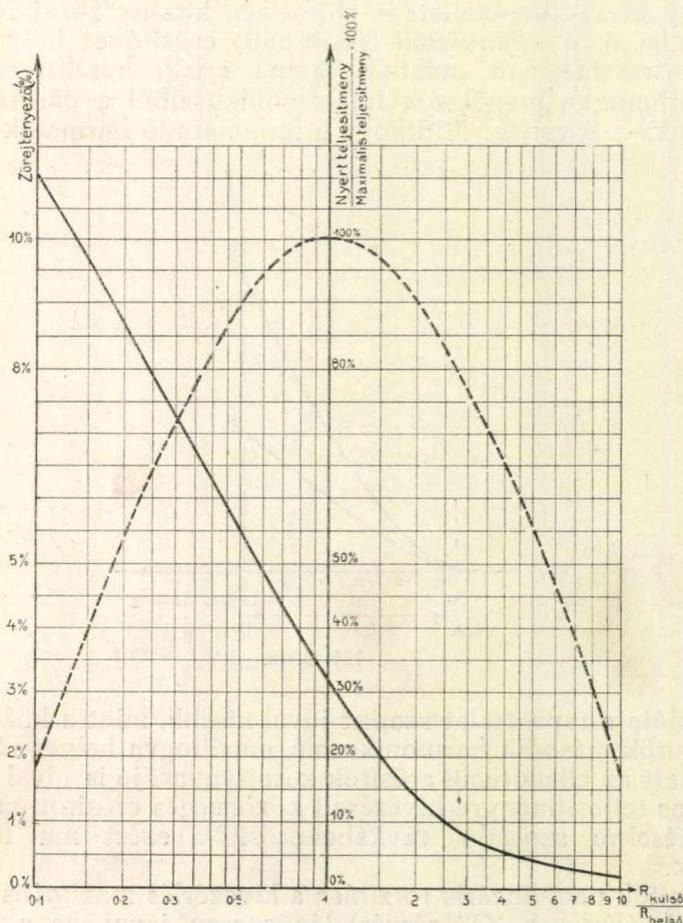
Erősítők nem-lineáris torzítása a kivezérlés maximális sávján belül (lásd 121. ábra „A—O” részét) lényegesen javul, ha a lámpa anódkörének terhelését, illetőleg a külső terhelésnek (vonal, hangszóró, stb.) a lámpához való illesztését megfelelően választjuk meg. Ismeretes, hogy katódlámpából maximális energiát megadott rácselepfeszültséggel úgy lehet kivenni, ha a külső megterhelés ellenállását ($R_{\text{külső}}$) a lámpa belső ellenállásával ($R_{\text{belső}}$) egyenlőnek választjuk meg. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a külső ellenállás a lámpához optimális illesztéssel van hozzákapcsolva. Ha ellenben

vagy

$$R_{\text{külső}} > R_{\text{belső}},$$

$$R_{\text{külső}} < R_{\text{belső}},$$

azaz a külső terhelés illesztése túl nagyra (Überanpassung), illetőleg túl kicsinyre (Unteranpassung) van méretezve, úgy a kivezérelt energiateljesítmény mindkét esetben a maximálisnál kisebb lesz és pedig annál kisebb, minél távolabb van az $\frac{R_{\text{külső}}}{R_{\text{belső}}}$ viszonyszám az egységtől.



122. ábra.

A 122.) ábra szaggatott vonallal húzott görbéje grafikusan szemlélteti a mondottakat. A vízszintes tengelyre felmért $\frac{R_{\text{külső}}}{R_{\text{belső}}}$ viszonyszámok az 1-től jobbra 10-ig, balra pedig 0.1-ig terjednek; a hozzátartozó vonalkázott görbe adja a megfelelő kivezérelt teljesítményt %-okban; maximuma $\frac{R_{\text{külső}}}{R_{\text{belső}}} = 1$ értéknél 100%, míg a többinél a kivehető energiateljesítmény ennek csak egy tört része.

Az ábra második görbéje (folytonos vonallal kihúzva) teljes vezérlés mellett mutatja a lámpának mint erősítőnek zörejtényezőgörbét különböző anódkör-illesztéseknél. Érdekes, hogy, míg aláméretezett illeszkedéseknél $\left(\frac{R_{\text{külső}}}{R_{\text{belső}}} < 1\right)$ a zörejtényező 3.2%-tól kb. 11%-ig

növekszik, addig a túlméretezett illeszkedés $\left(\frac{R_{\text{külső}}}{R_{\text{belső}}} > 1\right)$ éppen ellenkezőleg a zörejtényező értékének gyakorlatilag fokozatosan a nulla való csökkenését eredményezi. Az erősítők e viselkedése megérthető, ha meggondoljuk, hogy a túlméretezett illeszkedéssel együtt jár a dinamikus karakterisztika meredekségének csökkenése is (l. 121. ábra II. görbét), miáltal a jellemző görbe jobban kiegyenesedik, nem-lineáris viselkedése tehát csökken. A jelenség még azzal is magyarázható, hogy a nem-lineáris torzítást okozó alkatelem, — tehát a lámpa belső ellenállása, — torzító befolyását annál jobban elveszti, minél nagyobb külső ellenállást, megterhelést kapcsolunk vele sorba.

Megjegyezzük azonban, hogy a túlméretezett illeszkedéssel egy bizonyos határon $\left(\text{pl. } \frac{R_{\text{külső}}}{R_{\text{belső}}} = 4\text{-től } 6\text{-ig}\right)$ túlmenni nem célszerű, mert különben a maximálisan kivezérelhető energiateljesítmény nagyon megcsökken (l. 122. ábra vonalkázott görbét).

Speciális, rádióhírszóró-közvetítésekre szolgáló erősítőknél az elv megfelelően csak úgy alkalmazható, ha az erősítő utolsó lámpáját teljesítményre annyira túlméretezzük, hogy túlméretezett illesztésnél még mindig elégséges energiámmal rendelkezünk. Minthogy a C. C. I. javaslatai alapján az ilyen erősítőből a távkábeláramkörre kilépő teljesítmény maximálisan legfeljebb 50 milliwatt lehet, annál fogva a mai erősítő típusok, melyek utolsó lámpái mintegy 200 milliwattra vezérelhetők ki, a feltételnek jól megfelelnek.

A két- és négyhuzalos távkábeláramkörök üzemi erősítői szintén úgy vannak konstruálva, hogy nem-lineáris torzítás szempontjából a megengedett maximális energiateljesítménynél is kielégítően viselkedjenek. A C. C. I. javaslatai, melyeket az 1931. évi plenáris ülésen terjesztettek elő, 5% zörejtényezőt engednek meg az átvíendő frekvenciasáv bármely frekvenciájára és pedig kéthuzalos erősítőknél 20 milliwatt, négyhuzalosoknál pedig 50 milliwatt maximálisan megengedett teljesítmény mellett.

b) *Mikrofonok.* A távbeszélőüzemben és a rádióhírszóróknál használt mikrofonok nem-lineáris torzítása főként a mikrofon-membránra eső túlnagy hangenergiának következménye. Már a mikrofon mechanizmusa maga is okot adhat nem-lineáris torzításra. Ha R nyugalmi ellenállással bíró mikrofont E_0 feszültséggel táplálunk és a membránt olyan tisztán szinuszos (körfrekvencia = ω) hangnyomás-ingadozás éri, amely „ r ” amplitudójú, hasonlóan szinuszos ellenállás-ingadozást létesít ($r \sin \omega t$) a mikrofon áramkörében, úgy az áramkörben keletkezett áramerősség Ohm törvénye szerint

$$I = \frac{E_0}{R + r \sin \omega t}.$$

Amennyiben r kicsiny R -hez, a kifejezés a következő alakot veszi fel:

$$I = \frac{E_0}{R} \frac{1}{1 + \frac{r}{R} \sin \omega t} = \frac{E_0}{R} - \frac{E_0}{R} \frac{r}{R} \sin \omega t + \frac{E_0}{R} \cdot \frac{r^2}{R^2} \sin^2 \omega t - \dots =$$

$$= I_0 - \frac{I_0 r}{R} \sin \omega t + \frac{I_0 r^2}{R^2} \sin^2 \omega t - \dots,$$

ahol I_0 a mikrofon áramkörének nyugalmi áramát jelenti. A kifejezésben a második tag szolgáltatja a szinuszos hangnyomás-ingadozásnak megfelelő gerjesztett váltakozó áramot ω körfrekvencia mellett, a harmadik tag azonban, amint már ismeretes, a második harmonikus képződésére ad alkalmat. Ez utóbbi tag és vele a többi harmonikus csak akkor lesznek az alaphangfrekvenciával szemben elhanyagolhatóan kicsinyek, ha r igen kicsiny R -hez képest, vagyis a mikrotonra eső effektív hangnyomás egy megadott határt nem lép túl.

A jelenség gyakran ad okot durva nem-lineáris torzításokra. A távbeszélőüzemben használt mikrofonokat ideges előfizetők gyakran vezérlik túl („túlkiabálják”), ami gyengébb töltésű mikrofonoknál olyan nagymérvű is lehet, hogy a membrán kontaktusa periódikusan megszakadozik és ezáltal az előálló beszédáramok s a szemben lévő előfizető telefonhallgatójában keltett beszédhangok erősen torzítottakká válnak.

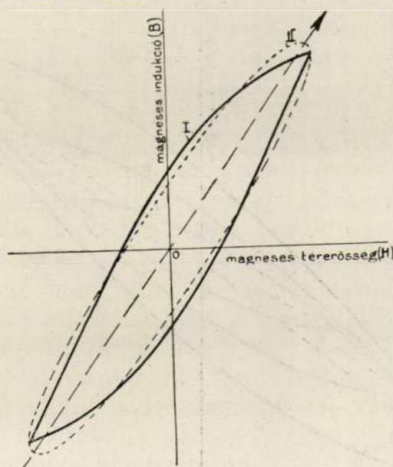
Az ismertetett jelenségen kívül van még a mikrofonnak egyéb nem-lineáris jellegű sajátága is. A tapasztalat szerint a fent szereplő nyugalmi ellenállás R , ha a membránt hanghullámok érik, nem marad állandó, mint számításunkban azt feltételeztük, hanem *középtértékben* rendszeren megnövekszik. A jelenség oka még nincs kiderítve; lehet, hogy a szénszemcsék érintkezésének a hanghullámok által okozott meglazulása, vagy bizonyos tehetetlenségi, vagy utóhatás (Nachwirkung) effektusok hozzák létre. Az ellenállás-középtértéknek ez a változása a mikrofonnak még kisebb hangerősség-igénybevételeknél is (1–2 „bar”, azaz dyn/cm^2) nem-lineáris karaktert kölcsönöz. Érzékeny, rádióhírszóró célokra szolgáló mikrofonoknál a torzítás már $\frac{1}{2}$ bar hangnyomásnál is jelentkezik, míg a közvetlen közelből történő rábeszélésnél (kb. 5 bar) már intenzívvé válhatik. A leírt torzítás-típus főleg a különbségi kombinációs frekvenciák kialakulásának kedvez, ami a mikrofon által reprodukált beszédet rekedtté, ropogóvá („rr”-jelleg) teszi.

Igen kicsiny (0.02 bar) igénybevételeknél a mikrofon érzékenysége kvadratikusan csökken, miáltal az ú. n. érzékenységi küszöb jön létre, mely szintén okot ad nem-lineáris torzításokra. Az üzemi távbeszélő-mikrofonokban néhány méter távolságból érkező beszédhangok rosszul érthető volta jórészt ennek a jelenségnek köszönheti létrejöttét.

c) *Vastorzítás*. Vasas tekercseknél, transzformátoroknál a vasat mágnesező térerősség H és a vasban keltett erővonalszám, vagy indukció B még kis mágnesestereknél is nem-lineáris viselkedést mutat. B és H közti Rayleigh-féle összefüggés

$$B = \mu H + \nu H^2$$

nem-lineáris volta megadja a magyarázatot arra, hogy tekercsekben és transzformátorokban keltett mágneses erővonalszám-ingadozás szinuszos mágnesezésre a szinuszoidalitástól eltér, azaz nem-lineáris torzításra ad okot. A jelenségen való áttekinthetőség azonban nem olyan egyszerű, mint az erősítőknél, mivel a vezérlés jellemző görbéje, az ú. n. vas-hiszterézis-görbe itt önmagába visszatérő, adott felületet bezáró vonal, melynek zárt területe a vasban keltett hiszterézis energiavesztéssel arányos (l. a 123. ábra teljes vonallal kihúzott görbét). Ha e görbe pontosan ellipszis-alakú volna (l. ugyanezen ábra pontozott görbét), úgy nem-lineáris torzítás nem lépne fel, mivel kimutatható, hogy szinuszos H mellett B is tiszta szinuszos-jellegű lesz; a pontozott görbe az egyenes vonaltól csak azért tér el, mivel B fázis-



123. ábra.

ban késik H -hoz képest. A nem-lineáris torzításnak oka tehát abban a különbségben van, mellyel a tényleges hiszterézis-görbe az ellipszistől eltér. Számítással, melyet itt nem közlünk, kimutatható, hogy a vasban keltett indukcióban szinuszos mágnesezésre csupán a *páratlan* számú (főleg a harmadik) felső harmonikusok alakulnak ki.

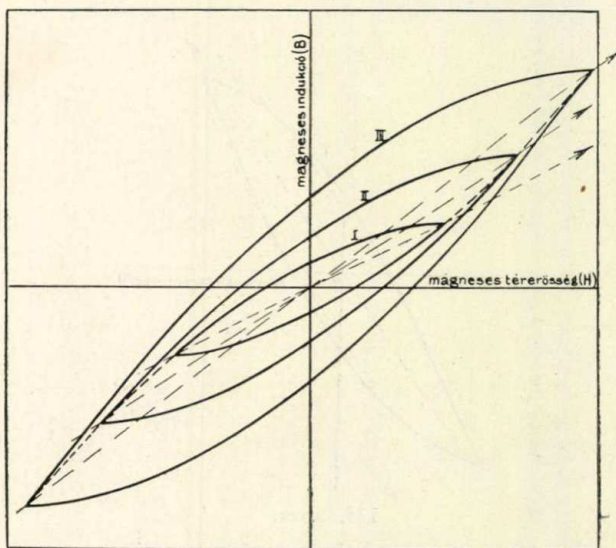
A 124. alatti görbében látható egy periódikus mágnesezési görbesorozat különböző amplitudójú szinuszosan mágnesező térerősségek (H) mellett. Minthogy a görbék hossz tengelyének meredeksége (l. az ábrázolt nyilakat) közelítőleg a váltakozóáramú mágneses permeabilitásra jellemző, a rajzból kitűnik, hogy a vas váltakozóáramú ú. n. reverzibilis permeabilitása nem állandó, hanem a mágnesező tér amplitudójával növekszik. Ez pedig analóg azzal a már tárgyalt jelenséggel, hogy erősítőknél az erősítési tényező bizonyos mértékben a kivezérlés nagyságával változik, ami a nem-lineáris viselkedésnek egyik jellemző tünete.

Valamely tekercs (transzformátor) nem-lineáris viselkedésének egyik mértéke a hiszterézis-vesztés (a hiszterézis-görbe felülete),

amit gyakorlatilag az ú. n. hiszterézis-ellenállással jellemezhetünk. Ez alatt azt az ohmikus ellenállás-növekedést (R_h) értjük, amit a tekercs váltakozóárammal történő mérésénél a hiszterézis energiavesztés okoz. *Küpfmüller* szerint az ω körfrekvenciájú szinuszos árammal mágnesezett vasas tekercs kapcsain fellépő feszültség olyan nem-lineáris torzítást mutat, melynek zörejtényezője megközelítőleg

$$k = \frac{R_h}{\omega L},$$

hol L a tekercs önindukcióját jelenti. A formulából látható, hogy a zörejtényező annál nagyobb, minél nagyobb a vasnak az önindukció-



124. ábra.

egységére jutó hiszterézis-vesztése (ami a mágnesező-árammal arányos), továbbá minél kisebb a mágnesezés körfrekvenciája.

A távbeszélő-technikában vastorzítások előfordulnak az erősítők vasas tekercseinél s transzformátorainál, hol különösen a kis frekvenciáknál mutatkozhatnak jelentősebb mértékben, továbbá a kábel-lezáró transzformátoroknál, és a távkábeláramkörök pupincsevénél. Az utóbbi torzítás-típus azonban csak rendkívül hosszú távkábel-áramköröknél jön számításba és hatása az áramkörben levő erősítő-kével, lezáró-transzformátorokéval és egyéb alkatrészekével (pl. fázis-javító művonalláncok, stb.) együttesen jelentkezik. A pupincsevék ilyenmő torzítása azonban a jelenlevő erősítőkéhez képest rendkívül kicsiny. Mindamellett a pupincseve-torzítás redukálására ma már készítenek speciális, kicsiny hiszterézis-vesztéssel bíró csévetípusokat

is, melyeket főként rádióközvetítő-áramkörök terhelésére használnak fel.

A nem-lineáris torzításhoz hasonló jelenség áll elő olyan pupinonozott távkábeáramkörökön, amelyeken a beszéddel egyidejűleg szuperponált egyenáramú táviratozás is folyik. A távíró jelek előmágnevezést adnak a pupincsévéknek, miáltal azok hiszterézis-vesztesége és vele együtt az áramkör csillapítása mindannyiszor megnövekszik, valahányszor egy-egy távíró jel-áram fut végig a vezetéken. A jelenség következménye a beszédáramok nivójának, erősségének szakaszos lüktetése, mely a folytatott beszélgetéseket érzékenyen képes zavarni (Flattereffekt).

d) *Nem-lineáris torzítások elektroakusztikus készülékekben.* Távbeszélő-hallgatókon és hangszórókon túlvezérlésnél kifejezetten észlelhetők nem-lineáris torzítások. Ezek főoka abban rejlik, hogy a hangot, vagy hangsugárzást előállító elektromos szerkezeteken, elektromágneseken fellépő váltakozó áramok erősebb kivezérlésnél nem létesítenek arányos hangnyomás-változásokat. A hallgatóknál vagy vele hasonló szerkezettel bíró elektromágneses hangszóróknál különösen a második felhang lép előtérbe, míg a poláros relék elve alapján működő hangszóróknál a második felhang elmarad, ami, — azonos kivezérlést feltételezve, — az előbbi típussal szemben előnyt jelent. Nem-lineáris torzításoktól legjobban mentesek az ú. n. elektro-dinamikus hangszórók.

Vége.*)

*) A közlemény címében jelzett üzemfenntartási elvekről a szaklapban külön címek alatt megjelenő önálló közlemények fognak a jövőben beszámolni.

A földkábelek elektromos korróziója.*)

Irta: STRÖM EINAR mérnök,

a svéd távíró és távbeszélő vezérigazgatóság vezetékosztályának vezetője.

(Hatodik, utolsó közlemény.)¹⁾

Németből fordította: Zs. L.

Electrolyse des câbles souterrains.

Résumé: L'auteur traite dans son présent article de la mesure des courants vagabonds circulant sur l'enveloppe des câbles, en fait connaître les modes, communiqué nombre de résultats de mesure et expose les dispositions exécutées à la base des mesures pour protéger les câbles mis en danger.

B) *A kábelköpenyen folyó, illetve abból kilépő és így korróziót okozó áramok erősségének mérése.*

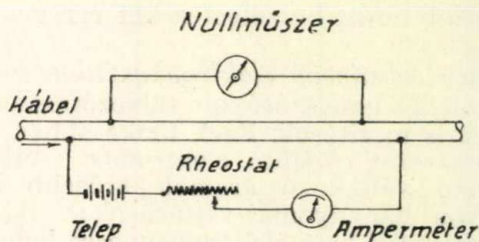
A C. C. I. 1927-ben tett javaslata szerint:

A kábelek fémköpenyén folyó áramok erőssége a következő öt módszer szerint állapítható meg:

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

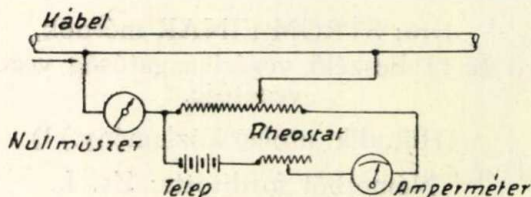
¹⁾ E közlemények egyenként zárt egészek, minthogy azonban egymással szorosan kapcsolódnak, az egység kedvéért az ábrák és fejezetek sorszámai folytatóságok.

1. Valamely meghatározott hosszúságú fémköpenyen haladó kóboráram erősségét akként határozhatjuk meg, hogy a köpenyszakasz két vége között megmérjük a feszültségkülönbséget, a köpenyellenállását pedig az ismert geometriai méretekből és a fém fajlagos ellenállásából kiszámítjuk. Ez az eljárás azonban részben a kábelköpenyek egyenlőtlenességében, továbbá a voltméternek csekély kitérésében hibaforrásokat rejt magában; a voltméter ugyanis az egészen kicsi ellenállású kábelköpenyhez kötött mellékáramkörbe van kapcsolva.



29. ábra.

2. A kábelköpenyen haladó áramerősséget megmérhetjük akként, hogy azt megszakítjuk és ide egy lehetőleg kis ellenállású (rendesen 0.01—0.1 ohm) ampermétert kapcsolunk be. Ilyen módon a szerző Mexikó városban köpenyáramok mérése alkalmával kb. 13.500 leolvasást végzett. Ez az eljárás kényelmes, azonban a kábelhez való csatlakozásnak kifogástalannak kell lenni. Kábelaknában más eljárási mód alkalmazása szinte lehetetlen, mert e helyeken 2 méternél hosszabb kábeldarab ritkán áll a mérés szempontjából rendelkezésünkre, miért is más mérési eljárások megbízhatatlan eredményeket adnak.



30. ábra.

3. A kábelköpenyek megszakítását elkerülhetjük, ha a rajtuk folyó áramot kompenzáló módszerrel állapítjuk meg. Erre a célra a 29. ábrán látható elrendezés szerint a kábelköpenyre rheostaton és amperméteren keresztül egy segéd-telepet kapcsolunk. A kompenzáció helyességét egy érzékeny, kis csillapítású, lehetőleg csapos (pivot) mérőeszközzel (nullműszer) ellenőrizzük.

Ezt az eljárást abban az esetben, mikor az áram másodpercről másodpercre változik, alig használhatjuk. A változás szaporasága egyébként a 36. ábrán bemutatott áramgörbén jól látható.

4. Az áramerősség kompenzálása helyett a 30. ábrán megadott kapcsolási rajz szerint közvetlenül a kábelköpenyen előálló feszültség-

esést kompenzálhatjuk; természetesen a köpenyen folyó áramot a köpenyellenállás alapján ki kell számítani.

5. Végül a köpenyen folyó áram erősségét i és a kábelköpeny x darabjának ellenállását egy, az x távolság két szélső pontja közé kapcsolt galvanméter segítségével két egymásután következő mérés alap-



31. ábra.

ján határozhatjuk meg. A kapcsolási rajzot a 31. ábra mutatja; a mérés menete a következő:

Legyen a mérés pillanatában a kábelköpenyen folyó áram i . Adjunk rá i_1 áramot, melyet egy segédtelepből veszünk és egy ampér-méterrel mérünk. Az i_1 áram erőssége mennél nagyobb legyen, a rheostat ellenállásának elég nagynak kell lenni, nehogy ezen keresztül a kóboráram észrevehető mértékben áthaladjon. Ezután leolvassuk a galvanométer kitérését d , majd a telep sarkait hirtelen átkapcsoljuk és az új kitérését leolvassuk d_1 .

Ha k a galvanométer állandója, kapjuk:

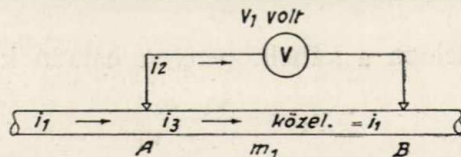
$$\begin{aligned}(i + i_1) \cdot x &= kd \\ (i - i_1) \cdot x &= kd_1\end{aligned}$$

Ebből:

$$i = i_1 \cdot \frac{d + d_1}{d - d_1}$$

$$x = k \cdot \frac{d - d_1}{2 i_1}$$

Stockholmban már sok esztendő óta alkalmazzuk az előbbi eljárásnak egyik változatát (l. 32. ábra).



32. ábra.

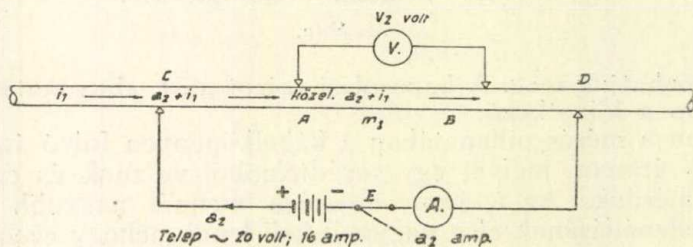
A kábelköpenynek két, egymástól lehető távol, pl. 10 méterre lévő két pontjára A és B egy millivoltmértet kapcsolunk.

Ha a kábelköpenyen kóboráram i_1 folyik, úgy ez két részre ágazik és pedig a voltméteren átmenő i_2 és az ólomköpenyen A és B között

tovahaladó i_3 -ra. A voltméter kitérése v_1 voltot mutat. Ez a kitérés kallibrálható, ami a következőképpen történik (l. 33. ábrát).

A voltmétert változtatlanul az A és B pontokon hagyjuk bekötve. Az A és B pontokon túl C és D pontokon egy ampérmétert és egy telepet kapcsolunk be.

Amikor a voltméter kitérése közel állandóan az előbb nyert v_1 kitérést mutatja, az E kapcsolót hirtelen zárjuk és az áramerősséget a_2 és a feszültséget, v_2 , pontosan egyidejűleg leolvassuk. Ezután az áramkört E segítségével megszakítjuk és ekkor a voltméternek ismét v_1 kitérést kell mutatnia. Amennyiben ez nem következne be, a mérést mindaddig kell ismételni, míg a voltméteren az a_2 és a v_2 értékek leolvasása előtt és után v_1 kitérést kapunk.



33. ábra.

Ekkor a v_1 állandóságából következik, hogy a mérés tartama alatt a kóboráram erősségének értéke i_1 állandó volt, tehát az ampérméteren mért a_2 áramerősség a voltméteren $v_2 - v_1$ kitérést okozott. Ha az ólomköpeny ellenállása A és B között $= m_1$ ohm, úgy:

$$i_1 = \frac{v_1}{m_1}$$

és

$$a_2 + i_1 = \frac{v_2}{m_1}$$

Tehát a kábelköpeny ellenállása:

$$m_1 = \frac{v_2 - v_1}{a_2} \text{ ohm.}$$

Ennek megfelelően a kábelköpenyen haladó kóboráram:

$$i_1 = \frac{v_1 \cdot a_2}{v_2 - v_1}$$

Ez az eljárás a kóboráramokra vonatkozólag, az alábbi feltételek mellett, használható eredményeket ad:

a) A kóboráram *ingadozása* a mérés tartama alatt elhanyagolható mértékű.

b) Az a_2 áramerősség a kóboráram erősségét annyira meghaladja, hogy az utóbbiban a mérés tartama alatt esetleg előálló ingadozások

elhanyagolhatók legyenek. Segédtelepül legjobb, ha egy 16 ampér-órás akkumulátortelepét alkalmazunk, úgy, hogy az ampérméteren mintegy 20 ampért tudunk átbocsátani. Minthogy a kábelköpenyen haladó kóboráramok erőssége a 2 ampért ritkán haladja meg, az ezekben előálló néhány tizedampérnyi áramingadozás a kallibrálás alkalmával a nagyerősségű kallibráló árammal szemben természetesen lényeges szerepet nem játszik.

c) A segédtelep-elágazás ellenállása a kábelköpenyéhez viszonyítva oly nagy, hogy ennek bekapcsolása következtében az *A* és *B* pontok között a kábelköpenyen folyó kóboráram erőssége változást nem szenved. E célból esetleg a telepágba egy ellenállást (Teerdraht) lehet bekapcsolni.

A kábelköpenyen haladó áramok erősségét rendszerint csak azokban az esetekben mérik, midőn valamely különleges eset megvizsgálásáról van szó, mert általában a feszültségmérések is elegendők annak megállapítására, hogy hol vannak a kábelhálózatra nézve veszélyes pontok és hol kell esetleg a kábelek és a sínhálózat közé levezetőket (drainage) beiktatni.

A földön át folyó kóboráramok mérése azokon a helyeken, ahol ezek a kábelköpenyből ki- vagy belépnek.

Kísérletek alapján megállapították, hogy egy vasvezetőnek négyzetdeciméter felületéről kilépő áram, ha annak erőssége a 0.75 ampért eléri, a vezetőre nézve elektrolitikai szempontból veszedelmes. Az ólomköpenyekre vonatkozó megfelelő érték egyenlő a vas és az ólom elektrolitikai egyenértékének fordított viszonyával.

Ezek az áramok több módszer szerint mérhetők. Leginkább ismert a Háber-féle módszer, mely abban áll, hogy két ismert felületű nem polarizálódó elektródát egymástól ismert távolságban a földbe ásunk és ezeket egy milliampérméteren át egymással összekötjük. Ez az eljárás azonban a földben folyó kóboráramok sűrűségének csak középértékét adja, azonkívül a lapoknak a földbeásása a kóboráramok eloszlását megváltoztatja.

Stockholmban a köpenyáramokat két helyen pontosan egyidejűleg mérjük és így a köpenyáramokról két görbét kapunk. Abban az esetben, midőn a két görbe teljesen egyezik, világos, hogy a két mérési pont között lévő kábeldarabon sem áramkilépés, sem belépés nincs. Ily módon könnyen meggyőződést lehet szerezni afelől, hogy például valamely vízcsővel való keresztezés korrózió szempontjából veszedelmes-e, vagy hogy valamely vízen való áthaladásnál a kóboráram nem lép-e a köpenyről át a vízbe?

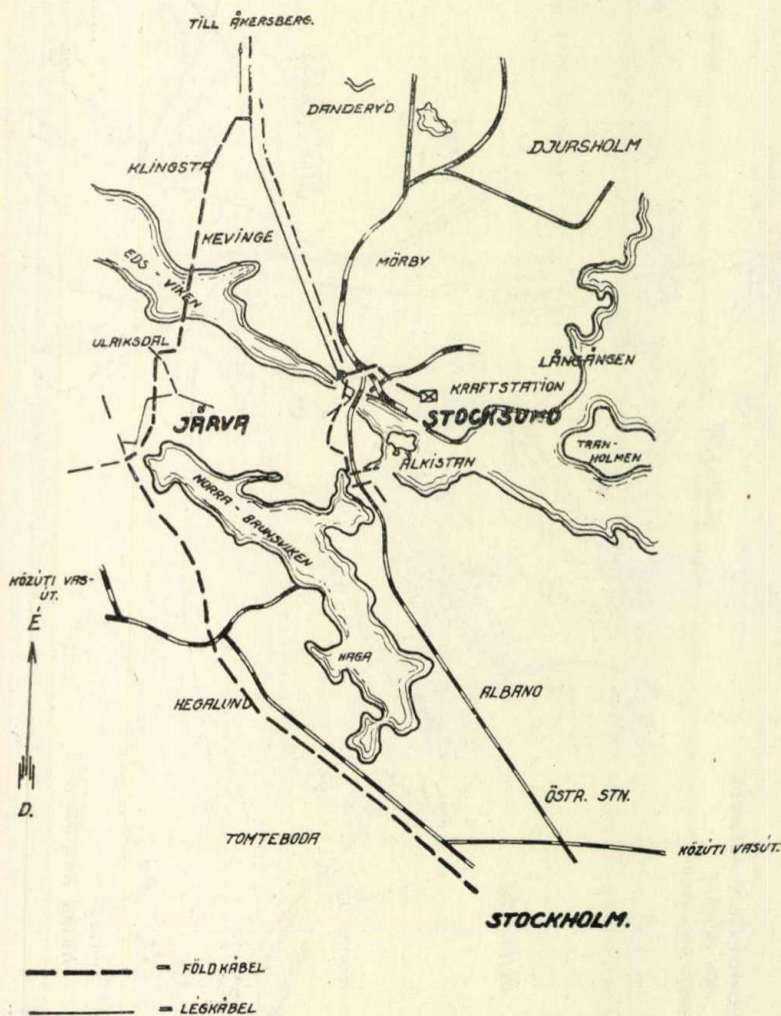
Hogy az ilyenféle mérések milyen hasznosak, szolgáljanak itt a következő példák.

1. *példa.* Stockholmban, Skanstullnál a Hammarby-csatorna keresztezésében a Stockholm-västerhaningei távkábelén erős korróziós jelenségek mutatkoztak. A kábel a csatorna alatt, öntött cementtömbökben elhelyezve, nagy ívben fekszik. Természetesen a cementtöm-

bök, valamint a partokon lévő kábelaknak állandóan tele vannak vízzel. Így ezen a helyen a kábel kitűnően volt földelve. A csatornán átinnét csak néhány méternyire volt; így azután magától értetődik, hogy a kóboráram a kábelről a vízben át az említett visszavezető kábelre folyt. A távbeszélőkábel ennek következtében oly nagy mértékben korródálódott, hogy három évi fekvés után, ha csak megérintették is, az ólomköpeny darabokra hullott. Tartalékkábel beszerelése után a kábelt kihúztuk és javítás céljából az *L. M. Ericsson álvsvői kábelgyárába* küldöttük. Itt a régi köpenyt eltávolították, a kábelt elektromos úton kiszárították és új köpennyel látták el. (Távkábeleknél ugyanis szükséges, hogy az esetleges hibák javítása ellenére is a kábel méretei és elektromos tulajdonságai tökéletesen ugyanazok maradjanak, miért is a sérült kábeldarab kijavítására vagyunk kényszerítve, ahelyett, hogy új kábelt iktassunk be.) A kábelnek víz ellen való lehetőleg tökéletes szigetelése céljából az ólomköpenyt különleges aszfalttal itatott jutával borítottuk és oly módon páncéloztuk, hogy egy olyan „vízikábelt” nyertünk, melynek ólomköpenye a betörekvő víz ellen tartósan meg volt védve. (Közönséges vízikábeleknél ugyanis a víz a jutarétegen át igen hamar az ólomköpenyig hatol.) Ezután a kijavított 53 méteres kábeldarabot régi helyén ismét elhelyeztük és kiegyenlítettük úgy, hogy a cséveszakasz kapacitása pontosan ugyanaz volt, mint előbb. (Ez a kiegyenlítés teljes üzem alatt történt akként, hogy először a tartalékokat egyenlítették ki, ezután az üzemben lévőket ezekre rákapcsolták, s ekkor az így felszabadultakat egyenlítették ki, és így tovább.) A kábelnek korrózió ellen leendő még teljesebb megvédése céljából az egyik tömbnyílásba egy vastag rézkötelet húztunk be és a csatorna mindkét partján a kábelaknakban a kábelköpenyhez forrasztottuk. A kábelaknakban egyidejűleg megejtett pontos mérések útján megállapítottuk, hogy a kóboráramok teljes mennyisége a kábelről a rézkötélen át a vízbe lépett át és a kábelről közvetlenül egyáltalán nem folyt áram a vízbe. Ekként meggyőződünk arról, hogy a kábel e helyen kóboráram veszélyének többé kitéve nincs, hanem *a kábel helyett a rézkötél fog elpusztulni*. A biztonság további növelése céljából a közúti vasút vállalat, kívánságunkra, a szóban lévő veszedelmes, de egyben főlőleges visszavezető kábelt eltávolította, miáltal az előbb a kábel és a vasúti sínek között talált oly nagy pozitív feszültség ártalmatlan mértékre csökkent. Ezeknek az intézkedéseknek megtétele óta a szóban lévő helyen semmi korróziós jelenség sem volt megállapítható.

2. *Példa.* A Stockholm—norrtäljei fontos távkábelnek azon a részén, melyet a *Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson* szállított, mikor ezt a Finnország felé tervezett távbeszélő forgalom miatt 1928 őszén pupinoztuk, erős kóboráramokat észleltünk. Ezért a kábelen folyó kóboráramokat a legtüzetesebben megvizsgáltuk. A szóban lévő kábel Stockholm határán túl sehol sem halad közúti vasúti sínek mellett, tehát ennek a sínekhez való feszültsége sem volt megmérhető. Vízvezetéki csövekhez, vagy hasonló létesítményekhez képest sem volt lehetséges elegendő feszültségmérés végezhető, úgyhogy a mérések által csupán a kóboráram erősségére nézve kaphattunk megfelelő képet. Ily áramerősségméréseket rendkívül nagy számban végeztünk:

a mellékelt térképvázlaton (34-ik ábra) ezeknek csak elenyésző része van feltüntetve. E vázlat nincs léptékhelyesen rajzolva ezért, hogy bemutassuk, mily nagy távolságokról van szó, a 35-ik ábrán a kábel nyomvonalát léptékhelyes térképen is megadjuk. A kábel Stockholm-tól Järvan és Ulriksdalon keresztül Edsviken tó felé van vezetve, ezt



35. ábra.

egy 457 m. hosszú vízikábelrel keresztezi, ezután a Kevingen, Klingstan és Danderyden át Norrtälje felé halad tovább. Danderydnál egy Stocksundból jövő légkabel csatlakozik a norrtäljei kábelhez, mellyel azután több kilométer hosszan közös kábelárókban együtthalad.

A köpenyáramok görbéjéből csakhamar felismertük, hogy a kőboráramok a Stockholm—djursholmi villamos vasúttól erednek. Ezt a vasutat, mely — amint az a térképen is fel van tüntetve — a stock-

holmi keleti pályaudvarról (Östra Station) Albanon és Stocksundon át megy Djursholmba, egyetlenegy erőtelep táplálja, mely Stocksundban van.

Az áramerősségmérésekből kiadódott, hogy a djursholmi vasút kóborárama a stockholmi közúti vasút hálózatára lépett át, ezt Järva felé követte, itt átlépett a földalatti kábelre és a nörrtäljei kábelén haladt tovább az Edsviken tó felé, ahol egyrésze a vízen át a stocksundi erőtelephez áramlott vissza. A megmaradt rész tovább ment a nörrtäljei kábelén Danderydig és C pontnál a CD légkábelre ment át. Ez azután a stocksundi erőtelephez G visszavezette, ahol a kábelek és az FG visszavezetőkábel között EF levezetőkábel van beépítve. A djursholmi vasút kóborárama tehát mérföldes kerülővel a nörrtäljei távbeszélőkábelre került, bár ez a vasúttól több kilométernyire fekszik.

A térképvezárlaton feltüntetett mérési eredmények két, vagy három helyen egyszerre, pontosan egyidejűleg végzett mérések alapján állapították meg. Ez a mérési helyek között létesített távbeszélőösszeköttetés segítségével történt. A műszereket másfél órán át 10 másodpercenként olvasták le.

A térképvezárlaton az *egyszerre* végzett mérések ugyanazzal a számmal vannak jelölve. Az alábbi méréseket is pontosan egyidejűleg végezték:

1 a	Középérték	1.43 amp.	179 mérésből
	Legnagyobb érték	6.75	" " "
1 b	Középérték	1.44	" " "
	Legnagyobb érték	6.6	" " "
1 c	Középérték	1.44	" " "
	Legnagyobb érték	6.0	" " "

Ezek az eredmények mutatják, hogy az e részen lévő más kábelekkel és a szivattyú állomásnál (Pumpstation) lévő vízvezetéki csövekkel való keresztezések teljesen veszélytelenek, mert mind a három mérési ponton az áramgörbe teljesen egybevágó.

A mérések a 2 a és 2 b pontokon is ugyanígy egyidejűleg végeztek és azt mutatják, hogy a vízvezetéki csövekkel való mind a két keresztezés veszélytelen.

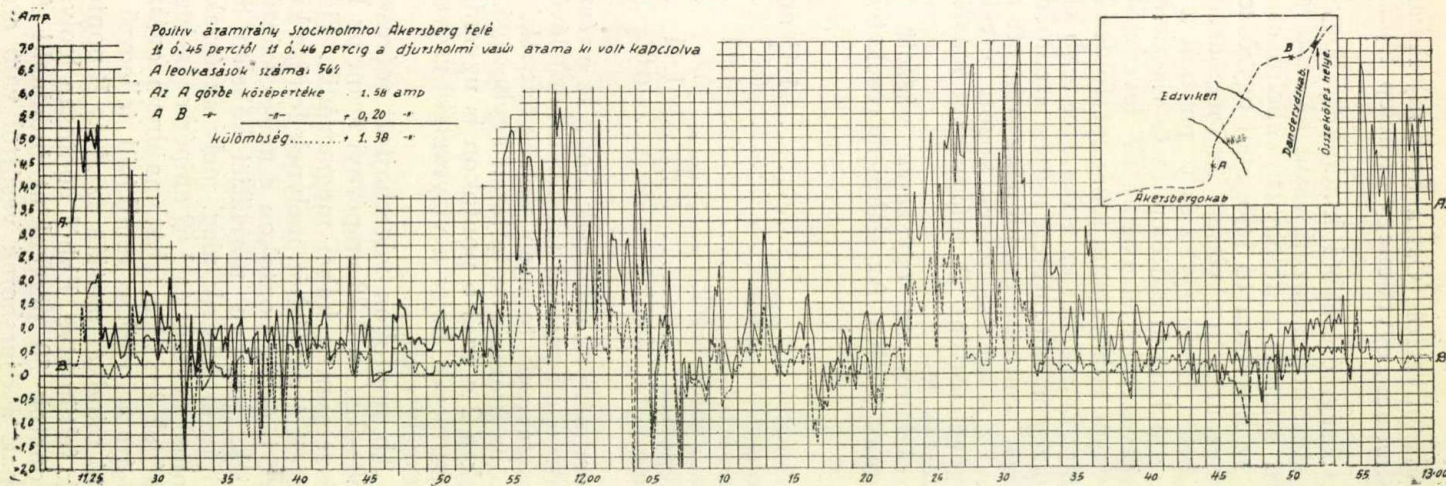
A 3 a és 3 b pontokon végrehajtott mérésekből látjuk, hogy itt a kábelből $1.58 - 0.20 = 1.38$ ampérnyi áram az Edsviken tóba kilép, miáltal természetesen a kábel megmarodik. Figyeljük meg a 36-ik ábrán feltüntetett áramgörbét, melynek leírása kissé alább következik.

Az 5 a és 5 b és 5 c pontokon a mérés szintén egyidejűleg történt és megmutatják, hogy a nörrtäljei kábelén Stockholmból mintegy 0.84 ampérnyi áram érkezik meg, mely az észak felől jövő 0.77 amp. erősségű árammal egyesül és 1.69 ampér erősséggel fut Stocksund felé. Az áramerősségek összege tehát majdnem egészen pontos.

Az ilyen áramgörbékre rendkívül jellemző az a görbe, melyen az Edsviken tó mindkét partján az A és B pontokon végzett mérések adatai vannak feltüntetve. Ebből pontosan leolvashatjuk, hogy Stockholmból a vonat 30 percenként indulnak! Abból a célból, hogy a kóboráramnak a djursholmi vasúttól való eredetét, kézzelfogható-

Kóboráram mérések az äkersbergi /norrtälje/ kábelén 1928 december 5-én

- A. A teljes vonallal kihuzott görbe az ultrixdali vendéglő előtt, a vázlaton A - vel jelölt ponton mért áramerősségeket mutatja
- B. A szakadozottan kihuzott görbe Hlingstaban a vázlaton B - vel jelölt ponton mért áramerősségeket tünteti fel



36. ábra.

lag bebizonyítsuk, 11 óra 45 perctől 11 óra 46 percig a vasút áramát teljesen kikapcsoltattuk és valóban, amint azt a görbén is láthatjuk, a megszakítás idejében a kábelben folyó áram nullára esett.

Látható továbbá, hogy a köpenyáram tetemes része az Edsviken tóban eltűnik. Kaptuk ugyanis, hogy

az A pontban	a középérték	+ 1.58 amp. 562 leolvasásból
	a legnagyobb érték	+ 7.0 „
a B pontban	a középérték	+ 0.20 amp. 562 leolvasásból
	a legnagyobb érték	+ 3.00 „

Az áram iránya *A*-tól *B* felé pozitívnak volt véve. Következik tehát, hogy a görbe felvételének idején, azaz 11 óra 24 perc és 13 óra között, középértékben $1.58 - 0.20 = 1.38$ ampéri áram az *Edsviken tóba* lépett ki. Ismeretes,*) hogy a napnak ebben a szakában a vasút terhelése a 24 órás középterheléssel egyenlőnek vehető, miért is az arányító tényezőt 1-nek vehetjük és így a fent nyert eredményt, 1.38 ampért, nem kell a 24 órás középterhelésre átszámítani.

Az előadott mérések alapján a kóboráramok útjáról tiszta képet nyertünk és megbizonyosodtunk, hogy a Stockholmból és Järvából jövő áram részben az Edsviken tavon az *A—B* szakaszban, részben pedig *C* pontnál a *CD* légkábelben és a *DE* földkábelben az *EF* levezetőhöz, illetőleg az erőtelephez *G* folyik. Ezekután a *C* pontban a két kábel között állandó összeköttetést létesítettünk és még arról kellett gondoskodnunk, hogy az Edsviken tóban az ott fekvő vizikábel védelme céljából az áram levezetessék. Ez hasonló módon történt, mint Skanstullnál a Hammarby csatorna keresztezésében; ugyanis a tavon át, a kábellel párhuzamosan, egy rézkötelet fektettünk, melyet a kábelköpönyeghez forrasztottunk. Ellenőrző mérésekkel meggyőződünk, hogy a köpenyáramnak az a része, mely előbb közvetlenül a kábelről áramlott a vízbe, most legnagyobb részben a rézkötélén át lép ki, miáltal a korrózió veszélye majdnem egészen a rézkötélre vivődött át. A kábel korrózióját egészen kiküszöbölni nem lehet, mert a vizikábel ólomköpenyének túljó érintkezése van a vízzel.

A norrtäljei kábelnek földellenállása az Edsviken tóban csak $0.5 - 0.7$ ohm. (Ezzel összefüggésben megemlítjük, hogy egy a kábellel párhuzamosan a vízbe helyezett 3 mm rézhuzalnak földellenállása

50 méter hosszon 1.5 ohm és
100 méter hosszon 1.0 ohm volt.

Két drb. kb. 100 méter hosszú, párhuzamosan kapcsolt 3 mm rézhuzalé 0.5 ohm és 3 drb. ugyancsak párhuzamosan kapcsolt ugyanilyen huzal földellenállása már nem is volt mérhető.) Az Edsviken tóba fektetett rézkötélnek földellenállása természetesen szintén a mérési határon túl kicsi volt, azonban még ez sem elegendő, hogy a kábelről a kóboráramot teljes egészében átvegye.

Az Edsviken tó korróziós veszedelmességének oka abban rejlik,

*) L. 1931. 6—7. szám, 167. és 169. oldalt, 24. ábra.

hogy a djursholmi vasútnak a stocksundi hídon egy csupasz rézkábele fekszik, mely a síneket a csapóhíd mindkét oldalán összeköti. Jóllehet ez a kábel tulajdonképpen csak akkor van üzemben, mikor a híd fel van húzva, azonban egyébként a sínektől oly rosszul van szigetelve, hogy rendes körülmények között, — mint egy szivacs — a villamos áramot a tóból felszívja és a síneken át az erőtelephez visszavezeti.

Ezért felhívtuk a vasúttársaságot, hogy a szóbanlevő kábelt szigetelje; ha ez megtörtént, a norrtäljei kábel minden korróziós veszedelemének meg kell szűnnie.

Alumínium-bronz huzalak alkalmazása a távbeszélő hálózatban.

Irta: KÓNYA SÁNDOR postafőmérnök.

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

Résumé: L'auteur, en terminant son article, continue ses calculs d'économie, en embrassant en tableau les facteurs corrélatifs des systèmes de lignes et câbles aériens à construire au meilleur marché. Ensuite il démontre avec des calculs détaillés que la décentralisation des distributeurs de câbles aériens à effectuer à l'aide de casques entraîne des économies d'expenses.

Befejező közlemény.

Előző közleményünkben feltettük a kérdést, hogy egy bizonyos L hosszúságú légkábelnél (l. 14. ábra) hány léges elosztót és hová tervezzünk, hogy költség szempontjából a legmegfelelőbb megoldást találjuk?

Láttuk, hogy az állomásonkinti átlagos parallelfutási hossz

$$H = \frac{3}{10} \frac{L}{E-1} \quad (\text{lásd. I.}, \text{ ahol } E \text{ az elosztók számát, } L \text{ a légkábel}$$

hosszát jelenti.

A léges parallelfutás érpárméterenkint anyag + munka ára = 0.21 P. Ha N számú állomásunk van, akkor ezek parallelfutásainak

összes költsége = $\frac{3}{10} \frac{L}{E-1} N \cdot 0.21$; a parallelfutások áraihoz

hozzáadva az elosztók költségeit a $k = (260 E + \frac{3}{10} \frac{L}{E-1} N \cdot 0.21)$

kifejezést kapjuk. (Egy 13×2 -eres léges elosztó költsége a támszerkezet ára nélkül 260.— P.). A berendezést akkor terveztük helyesen, ha az elosztók árából és a parallelfutások árából alakult ez összeget, a k-t minimumra redukáljuk, vagyis ha az elosztók számát úgy választjuk meg, hogy a k értéke a minimum legyen. A minimumot a k függvény E szerinti első differenciál hányadosának 0-sá tevésével kapjuk meg:

$$260 - \frac{L}{(E-1)^2} \cdot \frac{3}{10} N \cdot 0.21 = 0$$

rendezés után:

$$(E-1)^2 = \frac{3}{10} \cdot \frac{L \cdot N \cdot 0.21}{260} = L \cdot N \cdot 0.0002423 = LN 0.00025$$

vagy

$$(E-1)^2 = \frac{L \cdot N}{1000} \cdot 0.25 \quad \dots II)$$

„N”-et, vagyis az előfizetők számát a légkábel telítettségi fokának cca. 75%-ára véve fel (a 13×2-eresnél tehát 10-re, a 26×2-eresnél 20-ra és az 52×2-eresnél 40-re), a fenti (II) összefüggés alapján tisztán 13×2-eres léges elosztókkal a legolcsóbban megépítendő léges légkábeles rendszerekről, illetve a rendszerek összetartozó tényezőiről (E, L, N) a következő kimutatást K. IV.) állíthatjuk össze:

Sorszám	13×2 eres elosztók száma (E)	Előfizetők száma (N)	Légkábel hossza (L)	Atl. parallelfutási hossz (H)
1.	2	10	400	120
2.		20	200	60
3.		40	100	30
4.	3	10	1600	240
5.		20	800	120
6.		40	100	60
7.	4	10	3600	360
8.		20	1800	180
9.		40	900	90
10.	5	40	1600	120

A kimutatás egyes eseteit — tisztán 13×2-eres* elosztófejek alkalmazását feltételezve — grafikusan a következő módon ábrázolhatjuk:

1).

Állomások száma $N = 10$; L egész hosszában 13×2-eres légkábel, amelyen két darab, egymással párhuzamosan kapcsolt, 13×2-eres fej van bekapcsolva (l. 15 ábra).

* Az összehasonlító számítások során csak a 13×2-eres léges elosztót vettük alapul, mert az ezekkel megépített rendszerek a legolcsóbbak.

2).

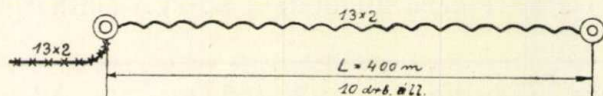
Állomások száma $N=10$; a tápláló földkábel 26×2 -eres, az L hosszúságú légkábel 13×2 -eres. A légkábel kezdő és végpontján 1—1 önálló 13×2 -eres elosztó van felszerelve (l. 16. ábra).

3).

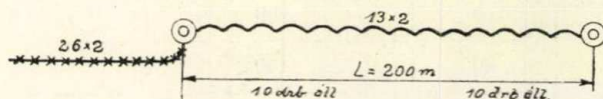
Ez az eset a 13×2 -eres elosztófejekkel nem oldható meg, mert 40 állomás részére 2 drb. 13-as elosztó kevés.

4).

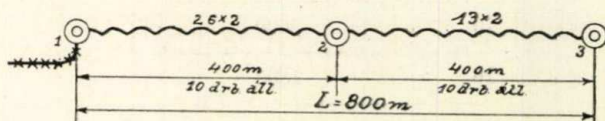
Ezt az esetet az összehasonlító számítások céljaira nem használjuk fel, mert egy 1600 m. hosszú 13×2 -eres légkábel 3 helyen parallel élő elosztókba kifejtve semmiképpen sem lehetne indokolt megoldás a tiszta légvezetékekkel szemben.



15. ábra



16. ábra



17. ábra.

5).

Állomások száma $N = 20$; a földkábel 26×2 -eres, a légkábel 26×2 -eres és 13×2 -eres; az 1 és 2 elosztók parallel vannak kapcsolva (l. 17. ábra).

6).

Ezt az esetet a 3. pontban említett indokok alapján, a

7).

esetet pedig a 4. pontban felhozott indokok alapján figyelmen kívül hagyjuk.

8).

Ugyanazon eset, mint az 5., de 2—2 elosztó él parallel egymással: 1 a 2-vel és a 3 a 4-el (l. 18. ábra).

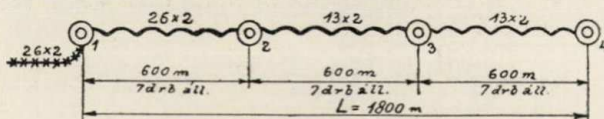
9).

Állomások száma $N = 40$; a földkábel 52×2 -eres, a légkábel 52×2 -eres, 26×2 -eres és 13×2 -eres; az elosztók valamennyien önállóak (l. 19. ábra).

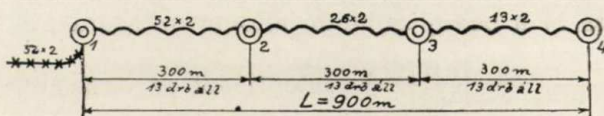
10).

Ugyanazon eset, mint a 9., de 1 és 2 elosztók parallel vannak kapcsolva (l. 20. ábra).

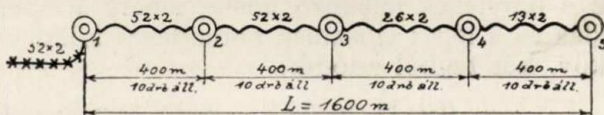
Az állomások közel egyenletes szétszórtságát feltételezve, a felrajzott esetekkel megál apítottuk a különböző, költség szempontjából legkedvezőbb megtervezett légvezetékes elosztású légkábel rend-



18 abra



19. abra



Հօ. օրթ

szereket. Az összehasonlításnál fenti rendszereket fogjuk alapul venni.

A számításokkal kapcsolatban a következő költségek játszanak szerepet:

- | | |
|---|---------|
| 1. a légvezetékes parallelfutás érpárméterének anyag és munkabér költsége | 0.21 P. |
| 2. a bronzhuzal érpárméterének anyagára | 0.11 P. |
| 3. az al-br. huzal érpárméterének anyagára | 0.53 P. |
| 4. az al-br. lebukás anyagára munkadíjjal, csatlakozó dobozzal, de a huzal ára nélkül | 11.15 P |
| 5. a léges lebukás anyaga munkadíjjal, biztosítókkal, de a bronzhuzal ára nélkül | |
| a) van föld | 33.90 P |
| b) nincs föld | 43.50 P |

Lásd

KI.

Állapítsuk meg a fenti költségek alapján azt az al.-br. lebukási hosszat, amely költség szempontjából egyenértékű egy léges-rendszerű lebukás, továbbá a hozzátartozó parallelfutás költségeinek összegével. Az egyenlőséget a következő egyenlet fejezi ki: (léges lebukás + parallelfutás = al.-br. lebukás)

$$a) 0.21 H + 33.90 + 0.11 X_1 = 11.15 + 0.53 X_1 \text{ (van föld) és}$$

$$b) 0.21 H + 43.50 + 0.11 X_2 = 11.15 + 0.53 X_2 \text{ (nincs föld)}$$

Ezen egyenletekből:

$$X_1 = \frac{0.21 H + 22.75}{0.42} \text{ (van föld) és}$$

$$X_2 = \frac{0.21 H + 32.35}{0.42} \text{ (nincs föld).}$$

Fenti egyenletekben még nem szerepel az az árdifferencia, mely a léges elosztók és sapkás fejek árai között fennáll.

Legyen „n” a sapkás fejek száma, „b” egy sapkás fej szerelési és anyagára „E” a léges elosztók száma, 260.— P egy 13×2 érpáros elosztó ára és N a bekapcsolandó állomások száma, akkor:

$$\frac{260 E - n \cdot b}{N} \text{ jelenti azt az összeget, amely a léges}$$

elosztók és a sapkás fejek árdifferenciájából egy állomásra esik. Ha ez összeget elosztjuk 0.53-al (az al.-br. folyóméterének egységárával), akkor megkapjuk azt az al.-br. leágazási hosszat, amely fentiek árdifferenciájából folyólag egy előfizetői leágazásra esik.

Tehát az a tényleges jellemző hossz, amely ár szempontjából az al.-br. megoldás és a léges elosztású berendezés közti viszonyt karakterizálja, a köv. két tagból adódik:

$$X_1 = \frac{0.21 H + 22.75}{0.42} + \frac{260 E - n \cdot b}{0.53 \cdot N}$$

(van föld) és

$$X_2 = \frac{0.21 H + 32.35}{0.42} + \frac{260 E - n \cdot b}{0.53 \cdot N}$$

(nincs föld).

Ha a megépítésnél az al.-br. leágazások átlagos hossza a fenti egyenletekkel kiszámítható hosszak alatt marad, akkor az al.-br. megoldású rendszer olcsóbb lesz a léges elosztásnál és pedig annnyival, amennyit a megépítésre tényleg szükséges al.-br.-ból elfogyott és a fenti módon számított al.-br. huzalhosszak árdifferenciája kitesz. (Ugyanis az egyenletünkben azt tételezzük fel, hogy az X hosszak mellett az al.-br. megoldás költsége egyenlő a léges elosztásúéval).

A következőkben, hogy az al.-br. rendszerre nézve a legkedvezőtlenebb körülményeket válasszuk, feltesszük, hogy az előfizetőknél mindenütt áll föld rendelkezésre és hogy a sapkás fejek mindegyike élő légkábelbe kötendő.

A karakterisztikus hossz ezek szerint a következő egyenlettel fejezhető ki:

$$X = \frac{0.21 H + 22.75}{0.42} + \frac{260 E - n \cdot b}{0.53 N}, \quad \dots \text{III.}$$

mely egyenletben

$$\begin{array}{ll} \text{a } 13 \times 2\text{-eres kábelnél} & b = 41 \text{ P, } (N = 10) \\ \text{a } 26 \times 2 \text{ „ „} & b = 50 \text{ P, } (N = 20) \text{ és} \\ \text{az } 52 \times 2 \text{ „ „} & b = 61 \text{ P, } (N = 40) \end{array}$$

értékekkel veendő számításba.

Meggondolást igényel még „n”-nek, vagyis a sapkás fejek számának helyes megválasztása.

Az „n” minimumára nézve már végeztünk meggondolást; minél kisebbre választjuk „n”-et, annál nagyobb a karakterisztikus hossz (X), másrészt azonban ezzel az al.-br. leágazások szükséges átlagos parallelfutási hossza növekedik, miáltal a költségek szempontjából esetleg egy kedvezőtlenebb eredmény származik. Jó eredmény eléréséhez „n” megválasztásánál tehát az al.-br. huzalak átlagos szükséges parallelfutási hosszával is számolni kell.

Egy bizonyos megválasztott „n” mellett az al.-br. huzal szükséges átlagos parallelfutási hossza:

$$H_{\text{al. br.}} = \frac{3}{10} \frac{L}{n-1} \text{ (I. analógiájára)} \quad \dots \text{IV.}$$

Az „n” mindaddig növelendő, míg a növelés folytán az átlagos al.-br. parallelfutási hosszakban elérhető, mindinkább csökkenő mértékű megtakarítás értékét

$$\left(\frac{3}{10} \cdot \frac{L}{n-1} - \frac{3}{10} \cdot \frac{L}{(n+1)-1} \right) 0.53$$

a sapkás fej árának egy előfizetői állomásra eső hányada $\left(\frac{b}{N} \right)$ fel nem emészt.

Az „n”-nek ezen feltételt kielégítő értéke a:

$$\left(\frac{3}{10} \cdot \frac{L}{n-1} - \frac{3}{10} \cdot \frac{L}{(n+1)-1} \right) 0.53 = \frac{b}{N}$$

egyenlőség mellett következik be.

Az egyenletet „n”-re megoldva és rendezve írhatjuk:

$$n(n-1) = L \cdot N \cdot \frac{0.159}{b}. \quad \dots \text{V.}$$

A sapkás fejek árát b_1 , b_2 és b_3 -at behelyettesítve nyerjük:

$$n(n-1) = L \cdot N \cdot 0.004 = \frac{L \cdot N}{1000} 4; \text{ a } 13 \times 2\text{-eres kábelnél,}$$

$$n(n-1) = L N 0.0032 = \frac{L \cdot N}{1000} \quad 3.2; \text{ a } 26 \times 2\text{-eres kábelnél és}$$

$$n(n-1) = L N 0.0026 = \frac{L \cdot N}{1000} \quad 2.6; \text{ az } 52 \times 2\text{-eres kábelnél.}$$

Ezek után rátérünk a K. IV. kimutatásban foglalt és előbb felrajzolt egyes esetek összehasonlítására.

1.

$$L = 400 \text{ m.}$$

$$H = 120 \text{ m.}$$

$$E = 2 \text{ drb.}$$

$$b = 41 \text{ P.}$$

$$N = 10 \text{ drb.}$$

$$n(n-1) = 400 \times 10 \times 0.004 = 16$$

$$4 \times 3 = 12; 5 \times 4 = 20; 12 < 16 < 20;$$

„n” tehát 4 és 5 közé esik elméletileg;

mivel tört nem lehet, választjuk a nagyobbat:

$$n = 5$$

$$X = \frac{0.21 \times 120 + 22.75}{0.42} + \frac{260 \times 2 - 5 \times 41}{0.53 \times 10} = \quad (\text{lásd} \dots \text{III.})$$

$$= 114 + 60 = 174 \text{ m.}$$

Azaz, ha az alkalmazott és szükséges al.-br. leágazások egy állomásra eső átlagos hossza 174 m.-nél rövidebb, az építés olcsóbb mint a légkábeles vegyes rendszerű hálózatnál. E szükséges hosszat azonban ki tudjuk számítani:

A szükséges al.-br. parallelfutási hossz ez esetben

$$H_{\text{al. br.}} = \frac{3}{10} \frac{400}{4} = 30 \text{ m.} \quad (\text{lásd} \dots \text{IV.})$$

A parallelfutási hosszhoz a lebukás átlagos 30 m. hosszát hozzáadva, állomásonként ez esetben 60 m. szükséges al.-br. leágazási hosszat nyerünk.

$$H_{\text{leág.}} = \frac{3}{10} \frac{L}{n-1} + 30$$

Az egy állomásra eső átlagos árdifferencia:

$$Ad = (X - H_{\text{leág.}}) 0.53$$

képlet alapján ez esetben

$$Ad = (174 - 60) 0.53 = 60.42 \text{ P. (a sapkás rendszer javára).}$$

2.

Ezt az esetet úgy kell felfogni, mint egy 100 m. hosszú 13×2 -eres légkábel 1 drb. elosztóval, mert a földkábel csatlakozásnál lévő elosztó nem a légkábel, hanem a földkábel kifejlése, tehát az al.-br. rendszer összehasonlításánál nem játszik szerepet. A másik 100 méter hossz a földkábelhez csatlakozó léges elosztó állomásainak a helye.

$$L = 100.$$

$$H = 60 \text{ m.}$$

$$E = 1 \text{ drb.}$$

$$b = 41 \text{ P.}$$

$$N = 10 \text{ drb.}$$

$$n(n-1) = 100 \times 10 \times 0.004 = 4$$

$$2 \times 1 = 2; 3 \times 2 = 6$$

$$\text{tehát } n = 3$$

$$X = \frac{0.21 \times 60 + 22.75}{0.42} + \frac{260 - 3 \times 41}{0.53 \times 10} = \quad (\text{lásd} \dots \text{III.})$$

$$= 84 + 26 = 110 \text{ m.}$$

Az állomásonkinti átlagos differencia:

$$H_{\text{leág.}} = \frac{3}{10} \frac{L}{n-1} + 30$$

képlet alapján

$$H_{\text{leág.}} = 15 + 30 = 45 \text{ m.}$$

Az állomásonkinti átlagos differencia:

$$Ad = (X - H_{\text{leág.}}) 0.53$$

képlet alapján

$$Ad = (110 - 45) 0.53 = 34.45 \text{ P.}$$

5.

Itt X-et a következő képlettel számítjuk:

$$X = \frac{0.21 H + 22.75}{0.42} + \frac{260 \cdot E - n_1 b_1 - n_2 b_2}{0.53 N.}$$

ahol n_1 a 13-as szakaszon, n_2 pedig a 26-os szakaszon építendő sapkás elosztók száma:

$L = 800 \text{ m.}$ $H = 120 \text{ m.}$ $E = 3 \text{ drb.}$ $b_1 = 41 \text{ P.}$ $b_2 = 50 \text{ P.}$ $N = 20 \text{ drb.}$	n_1 és n_2 a köv. két egyenletből adódik: $n_1 (n_1 - 1) = 400 \times 10 \times 0.004 = 16$ és $n_2 (n_2 - 1) = 400 \times 10 \times 0.0032 = 12.8$ ezekből $n_1 = 5$ és $n_2 = 4.$
---	--

$$X = \frac{0.21 \times 120 + 22.75}{0.42} + \frac{260 \times 3 - 5 \times 41 - 4 \times 50}{0.53 \times 20.}$$

$$= 114 + 35 = 149 \text{ m.}$$

A szükséges állomásonkinti al.-br. leágazási hossz:

$$H_{\text{leág.}} = (a \text{ } 26 \times 2\text{-eres szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{400}{4} + 30 = 30 + 30 = 60 \text{ m.}$$

$$= (a \text{ } 13 \times 2\text{-eres szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{400}{3} + 30 = 40 + 30 = 70 \text{ m.}$$

Az állomásonkinti árdifferencia:

$$\Delta d = (a \text{ } 13 \times 2\text{-eres szakaszon}) = (149 - 60) 0.53 = 47.17 \text{ P.}$$

$$= (a \text{ } 26 \times 2\text{-eres szakaszon}) = (149 - 70) 0.53 = 41.87 \text{ P.}$$

8.

$L = 1800 \text{ m.}$ $H = 180 \text{ m.}$ $E = 4 \text{ drb.}$ $b_1 = 41 \text{ P.}$ $b_2 = 50 \text{ P.}$ $N = 20 \text{ drb.}$	$n_1 (n_1 - 1) = 1200 \times 14 \times 0.004 = 67.2$ $n_2 (n_2 - 1) = 600 \times 7 \times 0.0032 = 13.44$ $n_1 = 9$ $n_2 = 5$
--	--

$$X = \frac{0.21 \times 180 + 22.75}{0.42} + \frac{260 \times 4 - 9 \times 41 - 5 \times 50}{0.53 \times 20}$$

$$= 114 + 39 = 183 \text{ m.}$$

$$H_{\text{leág.}} = (\text{a 13-as szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{1200}{8} + 30 = 45 + 30 = 75 \text{ m.}$$

$$= (\text{a 26-os szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{600}{4} + 30 = 45 + 30 = 75 \text{ m.}$$

$$Ad = (\text{a 13-as szakaszon}) = (183 - 75) \cdot 0.53 = 57.24 \text{ P.}$$

$$= (\text{a 26-os szakaszon}) = (183 - 75) \cdot 0.53 = 57.24 \text{ P.}$$

9.

Itt X kiszámítása a következő képlettel történik:

$$X = \frac{0.21 H + 22.75}{0.42} + \frac{260 E - n_1 b_1 - n_2 b_2 - n_3 b_3}{0.53 N}$$

ahol a n_1 a 13-as, n_2 a 26-os és n_3 az 52-es szakaszon építendő sapkás fejek száma

$L = 900 \text{ m.}$	$n_1 (n_1 - 1) = 3000 \times 13 \times 0.004 = 15.6$
$H = 90 \text{ m.}$	$n_2 (n_2 - 1) = 300 \times 13 \times 0.0032 = 12.48$
$E = 4 \text{ drb.}$	$n_3 (n_3 - 1) = 300 \times 13 \times 0.0026 = 10.14$
$b_1 = 41 \text{ P.}$	$n_1 = 5$
$b_2 = 50 \text{ P.}$	$n_2 = 4$
$b_3 = 61 \text{ P.}$	$n_3 = 4$
$N = 40 \text{ drb.}$	

$$X = \frac{0.21 \times 90 + 22.75}{0.42} + \frac{260 \times 4 - 5 \times 41 - 4 \times 50 - 4 \times 61}{0.53 \times 40} =$$

$$= 99 + 18 = 117 \text{ m.}$$

$$H_{\text{elág.}} = (\text{a 13-as szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{300}{4} + 30 = 21 + 30 = 51 \text{ m.}$$

$$= (\text{a 26-os szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{300}{3} + 30 = 30 + 30 = 60 \text{ m.}$$

$$= (\text{az 52-es szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{300}{3} + 30 = 30 + 30 = 60 \text{ m.}$$

$$Ad = (\text{a 13-as szakaszon}) = (117 - 51) \cdot 0.53 = 34.98 \text{ P.}$$

$$= (\text{a 26-os szakaszon}) = (117 - 60) \cdot 0.53 = 30.21 \text{ P.}$$

$$= (\text{az 52-es szakaszon}) = (117 - 60) \cdot 0.53 = 30.21 \text{ P.}$$

10.

$L = 1600 \text{ m.}$	$n_1 (n_1 - 1) = 400 \times 10 \times 0.004 = 16$
$H = 120 \text{ m.}$	$n_2 (n_2 - 1) = 400 \times 10 \times 0.0032 = 12.8$
$E = 5 \text{ drb.}$	$n_3 (n_3 - 1) = 800 \times 20 \times 0.0026 = 41.6$
$b_1 = 41 \text{ P.}$	$n_1 = 5$
$b_2 = 50 \text{ P.}$	$n_2 = 4$
$b_3 = 61 \text{ P.}$	$n_3 = 7$
$N = 40 \text{ drb.}$	

$$X = \frac{0.21 \times 120 + 22.75}{0.42} + \frac{260 \times 5 - 5 \times 41 - 4 \times 50 - 7 \times 61}{0.53 \times 40}$$

$$= 114 + 22 = 136 \text{ m.}$$

$$\text{Helág.} = (\text{a 13-as szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{400}{4} + 30 = 30 + 30 = 60 \text{ m.}$$

$$= (\text{a 26-os szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{400}{3} + 30 = 40 + 30 = 70 \text{ m.}$$

$$= (\text{az 52-es szakaszon}) = \frac{3}{10} \frac{800}{6} + 30 = 40 + 30 = 70 \text{ m.}$$

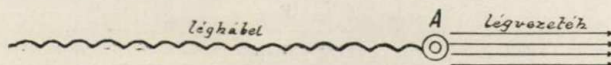
$$\text{Ad} = (\text{a 13-as szakaszon}) = (136 - 60) 0.53 = 40.28 \text{ P.}$$

$$= (\text{a 26-os szakaszon}) = (136 - 70) 0.53 = 34.98 \text{ P.}$$

$$= (\text{az 52-es szakaszon}) = (136 - 70) 0.53 = 34.98 \text{ P.}$$

Fenti szám adatokkal azt kívántuk igazolni, hogy a légvezetékes légkábel elosztóknak sapkás fejekkel eszközözlendő decentralizációja költségmegtakarítással jár.

Előre látható, hogy az al.-br. rendszernél a fenntartási költségek is kisebbek lesznek, mert a légvezetékes rendszerrel kapcsolatos hibák (zúzmara, hideg, korrózió, stb. által okozott vezetékszakadások, érintkezések, levezetések, vonalrongálások) itt nem fordulhatnak elő. A légvezeték hibák elhárítása legtöbb esetben tetőmunkával jár, mely alkalommal az elhárító közeg kénytelen a tetőt is rongálni. Mivel az al.-br. rendszernél a vezetékek támpontjai az esetek túlnyomó



21. ábra.

részében oly helyeken vannak, amelyek tetőrongálás nélkül elérhetők, a rongálás okozta költségek is kiküszöbölhetnek. A keresztezések és utca átfeszítések részére alkalmazni tervezett 1.5 m/m Φ -jú huzal fm.-kénti ára 0.73 P., míg az összehasonlító számítások a 0.8 m/m Φ -jú huzal 0.53 P. egységárával eszközöltettek. Megjegyezzük e helyen, hogy a légvezetékes rendszernek eddig ismert sekundär keresztezési módjai jóval drágábbak a tervezett 1.5 m/m Φ -jú al.-br. huzallal eszközözlendő keresztezési módnál, amelyhez az al.-br. rendszerben még a nagyobb üzembiztosság és az egységes megoldási rendszer előnye is járul.

A légkábel építéssel kapcsolatban gyakran előfordul a következő tipikus eset (l. 21. ábra).

Tegyük fel, hogy A helyen a távolabbi kisebb számú állomások részére *kell* egy léges elosztót építenünk. (Helyes tervezés esetén ez az elosztó 13×2-eresnél nem nagyobb, mert ha állomásszám szempontjából nagyobbra van szükség, akkor helyesen a légkábel további meghosszabbítása jó számításba).

Ez az A pontban megépített léges elosztó tehát tulajdonképpen a nyíl irányában lévő távolabbi állomások bevezetése számára épül, mert az állomásoknak al.-br. huzallal való bevitelle éppen a nagy távolságok miatt drága megoldás volna.

A légvezetékkel behozandó állomások számát az elosztó kapacitásának 50%-ában vehetjük fel: ha t. i. az állomásszám ennél nagyobb, már gondolni kell a légkábel meghosszabbítására. A felvett

eseteknél az „A” elosztóban rendelkezésre áll egy bizonyos számú érpár a légkábel menti állomások bekapcsolására is.

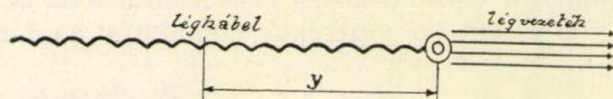
Vizsgáljuk meg, hogy a légkábel menti állomások közül hány és melyik kötendő az „A” elosztóba?

A bekötendő állomások számára nézve határt szab az elosztó kapacitása, amelynél gondot kell fordítani arra, hogy az okvetlen légvezetékekkel bekötendő távoli új állomások részére megfelelő tartalék álljon rendelkezésre.

A 13×2-eres elosztóra felvett költség az előbbieik szerint 260.— P., mely összegből egy érpárra esik $260 : 13 = 20$ P.

Meggondolásainknál hagyjuk figyelmen kívül ezt az összeget, hanem fogjuk úgy fel a problémát, hogy az elosztót a távoli állomások miatt kényszerből építettük meg, de a megépítése által nyújtott előnyöket (hogy t. i. egy néhány légkábel menti állomás is beköthető olcsó vezetékekkel a légkábelbe), igyekezzünk a legelőnyösebben kihasználni.

Tegyük fel, hogy a kérdéses állomások lebukásai normális (30 m.,



22. ábra.

légvezetéknel 40 m.) hosszúságúak; ekkor a léges lebukás ára a huzalok árával együtt:

$$\begin{aligned} 33.90 + 0.11 \times 40 &= 38.30 \text{ P. (van föld) és } \\ 45.50 + 0.11 \times 40 &= 47.90 \text{ P. (nincs föld) } \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{ lásd } \alpha).$$

az al.-br. lebukás ára $11.15 + 0.53 \times 30 = 27.50$ P. lásd γ).

A léges parallelfutás érpárméterenkint

0.21 P.

Állapítsuk most meg 1 drb. állomásra nézve azt a léges elosztótól számított y hosszúságot (l. 22. ábra), amelynél az állomásnak a léges elosztóba való bekötési költsége egyenlő egy újonnan szerelendő sapkás fejbe való bekötési költségekkel.

Tegyük fel először, hogy a 26×2-eres légkábel élő (tehát a sapkás fej árú 50.— P-öt számítunk) és hogy az előfizetőnél van föld.

Ekkor felírhatjuk a következő egyenletet:

$$0.21 y + 38.30 = 50 + 27.05 \dots \dots \dots 1.)$$

innen $y = 184$ m. Tehát ha az állomás az elosztótól 184 méternél nagyobb távolságra van, már érdemes számára egy sapkás fejet szerelni.

Ugyanilyen módon elvégezve a számítást újonnan épült légkábelre, továbbá a „van föld” és „nincs föld” esetekre, a túloldali kimutatás állítható össze:

26×2 eres kábel	Élő	Ujonnan épült
	kábelnél m.	
van föld	184	118
nincs föld	138	72

A léges elosztótól számított ezen távolságon túl a légkábel menti állomásokat sapkás fejbe kell kötni.

Ha a sapkás fejbe 2 drb. egymáshoz közel lévő állomást kapcsolhatunk be, akkor y kiszámítására fenti 1. egyenletet a következőképpen módosul:

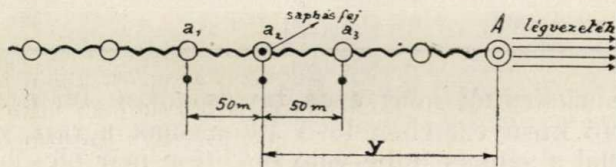
$$(0.21 y + 38.30) 2 = 50 + 27.05 \times 2$$

innen $y = 65$ m.

Az összes számításokat hasonló módon elvégezve, a fenti kimutatás két állomás esetére a következőképpen alakul:

26×2 eres kábel	Élő	Ujonnan épült
	kábelnél m.	
van föld	65	32
nincs föld	20	negatív

A kimutatásban nyert negatív eredmény azt jelenti, hogy magára a léges elosztó tartójára szerelt sapkás elosztón át behozott 2 drb. állomás al-br. lebukása olcsóbb, mintha azokat léges lebukásokkal építettük volna meg.



23. ábra.

Nézzük most azt az esetet, mikor a léges elosztótól mért y távolságra fenti vázolt eset szerint 3 egymásmelletti tartó környezetében van 1—1 állomás (l. 23 ábra). Számítsuk ki, mekkora az y távolság, amely mellett 3 drb. állomásnak a kétféle módon való bekötése egyenlő költségeket eredményez.

Meg kell jegyeznünk, hogy a légvezetékes parallelfutások költségeinek számítására nézve tulajdonképpen ez a reális eset, mert legalább 3 állomás kell ahhoz, hogy az ú. n. 6-os keresztartó 100%-ig ki legyen használva; ha a léges elosztóba bevinni szándékolt leága-

zások nem legalább 3, vagy 3-nak egész számú többszöröseivel számolnak, úgy a leágazások költségeihez (fm.-kint 0.21 P.) még egy bizonyos összeg járul.

Ha egy légvezetékes trasszon valamelyik keresztartóra csak egy érpárt feszítünk, akkor az érpár

méterenkinti költsége anyag + munkabér . . . = 0.25 P.

ha 2 érpárt feszítünk ki, úgy = 0.22 P.

ha 3 érpárt feszítünk ki, úgy = 0.21 P.

Fentire vonatkozólag tegyük fel azt az esetet, amikor élő 26×2-es léghúzó mellett az előfizetőnél föld áll rendelkezésre.

Az 1. alatti egyenlet most következőképpen módosul:

$$(0.21 y + 38.30) 3 = 50 + 27.05 \times 3 + [100 \times 0.53 + 2 \times 2.10].$$

A [] zárjelben lévő tag az al.-br. párhuzamos futás (a sapkás fejjel szomszédos tartókról) anyag és munkabér ára a támszerkezetek árával és azok felerősítési munkadíjával együtt (2.10 P.).

Az egyenletet y-ra megoldva nyerjük:

$$y = 116 \text{ m.}$$

A számításokat fenti egyenlet alapján az előbbieket analógiájára újonnan épült léghúzóra, továbbá a „van föld” és „nincs föld” esetekre elvégezve, a 3 drb. vázlat szerinti állomás esetére a következő kimutatást állítottuk össze:

26×2 eres kábel	Élő	Újonnan épült
	kábelnél m.	
van föld	116	94
nincs föld	70	48

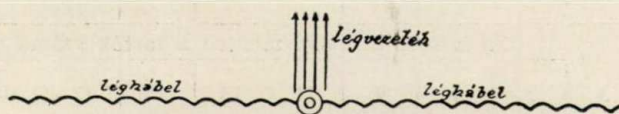
A léges elosztótól mért ezen távolságokon túl a 3 drb. egymás melletti tartó környezetében lévő állomásnak a rajz szerinti módon al.-br. huzallal a sapkás fejbe való bekötése már olcsóbb, mint légvezetékekkel a léges elosztóba való bekötése.

E műveleteket az 52×2-es kábelre is elvégezve, nem kapunk lényeges differenciát a kiszámított hosszakra nézve a 26×2-es kábelnél kapott hosszakhoz képest.

Az eredményeket összefoglalva annak tekintetbevételével, hogy a tartók egymástól átlagosan 50 m. távolságban vannak, kimondhatjuk, hogy mivel a léges elosztót állomásokkal sűrűbben ellátott hely súlypontjába kell helyesen építeni és ekként a valószínűség és kilátás meg van arra, hogy a léges elosztóval szomszédos tartó környezetében legalább 2 állomás van, (vagy a közeljövőben lesz), a léges elosztóval szomszédos tartóra már szerelhetünk sapkás fejet; léges lebukásokat és leágazásokat pedig csak azon állomások részére ké-

szítunk, melyek a léges elosztó tartójának környezetében, illetve attól kifelé vannak.

Fenti megfontolások érvényesek a 24. ábrán vázolt azon tipikus és gyakran előforduló esetre is, mikor a légkábel egyik közbeeső tartójáról a légkábelhez merőleges irányban lévő távoli állomások részére kell léges elosztót építeni, de érvényesek általában a jelenleg már megépített élő légvezetékes légkábel rendszerekre, melyek légkábeleit sapkás fejek részére meg akarjuk csapolni azon célból, hogy a légvezetékes leágazásokat megszüntessük.



24. ábra.

Meglévő rendszereknél az élő légkábelek megcsapolását (ill. a sapkás fejek felszerelését) úgy azok száma, helye, mint az időpontja tekintetében mindig a felmerülő szükség írja elő.

Másként áll a dolog az újonnan építendő légkábeleknél. Mivel a sapkás fejeknek a nem élő légkábelekre való felszerelése lényegesen kisebb költséget okoz, célszerű a sapkás fejeket a kellő számban a várható fejlődőképes helyekre már előre felszerelni. A fejek felszerelési helyének helyes megválasztása a tervező építésvezető feladata, a számukra vonatkozólag pedig — mint előbb tárgyaltuk, — az

$$n(n-1) = L N \frac{0.159}{b} \dots \dots \dots (\text{lásd V.})$$

képlet ad útbaigazítást.

Mivel újonnan megépülő légkábelről van szó, a b_1 , b_2 és b_3 (a sapkás fejeknek a 13-as, 26-os és 52-es kábelekre való felszerelési és anyagára) mennyiségek a K. II. kimutatás szerint 27, 36 és 42 P. értékkel veendő számításba, melyhez képest fenti egyenlet

$$\begin{aligned} \text{a } 13 \times 2\text{-eres kábelnél } n(n-1) &= \frac{LN}{1000} 5.9, \\ \text{a } 26 \times 2 \text{ „ „ } n(n-1) &= \frac{LN}{1000} 4.4, \\ \text{az } 52 \times 2 \text{ „ „ } n(n-1) &= \frac{LN}{1000} 3.8 \end{aligned}$$

képletekké alakul át.

Ez összefüggések alapján az állomások közel egyenletes elosztását feltételezve, az alant megadott hosszúságú és kapacitású légkábelekre szerelendő sapkás fejek számát a következő kimutatásba foglaltuk:

Kábel kapacitás és állomások száma	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500
m hosszú légkábelre szerelendő sapkásfejek száma „n” drb.											
13×2 10	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	10
26×2 20	3	5	6	7	7	8	8	9	9	10	12
52×2 40	3	5	7	8	9	10	11	11	12	13	15
Feltétel: 50 m átl. feszítáv	m hosszú légkábel mentén a tartók száma drb.										
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	31

E kimutatás a fenti megadott hosszak mentén 10, 20, ill. 40 drb. állomás esetén adja meg a szükséges „n” számot. Ha az állomások száma (esetleg a várható szaporulat, vagy fogyás tekintetbevételével) ettől lényegesen eltér, úgy már célszerű az „n”-et az előbbi képletekkel kiszámítani.

A sapkás fejek részére szükséges elágazó kötések számozását a következő séma alapulvételével lehetne végrehajtani:

A sapkás fejek elágazó kötéseinek számozása			
az 52×2 eres kábelén	$a \ 26 \times 2$ eres kábelén	$a \ 13 \times 2$ eres kábelén	1—5, 3—7, 5—10, 7—11, 9—13 és ezek ismétlései
		14—18, 16—20, 18—22, 20—24, 22—26 és ezek ismétlései	
	27—31, 29—33, 31—35, 33—37, 35—39, 40—44, 42—46, 44—48, 46—50, 48—52 és ezek ismétlései		

Az eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy az általánosan felhasználni tervezett al.-br. huzalok bevezetésével tulajdonképpen azt érjük el, hogy egy drágább és jobb minőségű anyagot építünk be a hálózatnak arra alkalmas helyeire anélkül, hogy e drágább és jobb minőségű anyag alkalmazása költségtöbbletet okozna.

A költségeknek e kedvező alakulását az al.-br. huzalok egyszerű felszerelési módja és a felfüggesztéshez szükséges támpontok egyszerűsége és olcsósága teszi lehetővé.

A megtervezett készülékekkel és anyagokkal, melyek létjogosultsága a számítások alapján biztosítottnak vehető, olyan új rendszer honosíttatik meg a hálózatban, mely helyes módon alkalmazva, fenntartási szempontból egyéb rendszerekkel összehasonlítva, a legnagyobb valószínűség szerint kiváló eredményeket fog felmutatni.

KÜLFÖLDI SZEMLE.

Revue étrangère.

Rádiólampák léghijasságának mérése.
A gázmaradék ionizációja következtében a lámpában negatív rácsfeszültségnél a pozitív gázionok vonzása miatt a rácskörben a ráctól az izzószál felé irányuló áram keletkezik. Ennek az áramnak erőssége a gáztartalommal közelítően arányos és a szokásos lámpatípusoknál néhány század mikroampértől néhány mikroampérig terjed a léghijasság és a kísérleti körülmények szerint. A gyárakban ezt a fordított irányú rácsáramot, vagy másképp gázáramot mikroampérmérővel mérik és a mérés szerint ítélik meg a vákuumot. Ha a gázáram 2 mikroampérnél nagyobb, a lámpát kicserélik. Minthogy azonban a gázáram erőssége a kísérleti körülményektől is függ, különböző gázáramerősséggel bíró lámpák azonos, azonos gázárammal bírók viszont eltérő vákuummal bírhatnak egyaránt. A gázáram erőssége nem jellemzője a lámpának, mint pl. az áthatás stb.

A híjolság pontosabb mérésére szolgál a következőkben ismertetendő berendezés. A vizsgálandó lámpához a szokásos módon kapcsolják az izzító, anód és egy potencióméterrel változtatható rácsfeszültséget. A rácsfeszültséget mutató voltmérővel párhuzamosan kapcsolnak egy jó szigetelésű kondenzátort. Ennek kapacitásértéke jó vákuummal bíró lámpáknál 0.1 mikrofara, ellenkező esetben viszont 1 MF. Egy jó szigetelésű nyéllel bíró kapcsolóval a rács és a kondenzátor a rácteplepről levehető. Beállítunk egy, mondjuk, 2 V-os negatív rácsfeszültséget; az anódkörben levő miliampérmérő akkor körülbelül 5 mA-t mutat. Ha már most — 5 V rácsfeszültséget adunk, akkor az anódáram — mondjuk — 1 mA-ra esik. Ha ezután az említett kapcsoló segítségével a rácteplepet leválasztjuk, akkor a rács és a kondenzátor a voltméter mutatta —5 V feszültséggel lesz töltve. Emiatt a negatív rács az elektron (anód-) áramlással képezett pozitív gázionokat magához vonzza és így keletkezik az imént említett fordított irányú rácsáram, amivel a kondenzátor töltése semlegesítették. Amint azonban a kondenzátor negatív potenciálja és vele együtt a rács potenciálja csökken, nő az anódáram. Jelen esetben pl. 1 mA-ról 5 mA-ra, amit az anódáramkörbe kapcsolt ampérmérő mutat. Stopperórával mérik azt az időt, ami alatt ez az áramnövekedés végbemegy. Tegyük fel, hogy a szükséges idő 100 mp. Korábbi meghatározásból tudjuk, hogy —5 V rácsfeszültségnek 1 mA anódáram felel meg és —2 V-nak 5 mA.

Tudjuk tehát, hogy a 10^{-7} F-os kondenzátor feszültségvesztése 100 mp. alatt $5 - 2 = 3$ V. Ez megfelel egy $Q = CV = 3 \cdot 10^{-7}$ coulomb-nyi elektromosságvesztésnek. Az ennek megfelelő áram $J = Q/t = \frac{3 \cdot 10^{-7}}{100} = 3 \cdot 10^{-9}$

Amp., azaz 3 ezredrész mikroampér. Ez az érték sokkal kisebb, mint bármely nordozható műszer érzékenysége. A kiszámított áram mértéke a lámpa gáztartalmának. Azonban az ionizáció nemcsak a jelenlévő gázmolekuláktól függ, hanem az ionizáló elektronok számától, azaz az anódáramtól is. Vagyis a mért gázáram ugyancsak arányos az anódárammal is. A gázáram és anódáram hányadosa nyilvánvalóan egy olyan lámpaállandót ad, amely csak a gáztartalomtól függ. Nevezhető ionizáló tényezőnek. Megadja az egy elektrónból képezett ionoknak a számát. A mi példánkban a közepes rácsáram $3 \cdot 10^{-9}$ A volt, a mérés elején az anódáram $1 \cdot 10^{-3}$ A, a végén pedig $5 \cdot 10^{-3}$ A, a közepes anódáram tehát $3 \cdot 10^{-4}$ A. Ilyenformán az ionizáció tényezője 10^6 . Ez azt mondja, hogy a lámpában még annyi gáz van jelen, hogy bármely anódáram egy 10^6 -szor kisebb gázáramot hoz létre. (Electronics 2 (1931) E. u. M. 1931. 36. f.)

Ión-voltmérő és thermo-elektrosztatikus relé. Ismeretes az elektromos szélnek nevezett tűnemény, amely egy nagy feszültségre feltöltött hegyes csúcs közelében keletkezik. A tűnemény ionokra vezethető vissza, amelyeket a csúcs felületéről az erős elektromos tér lök el és amelyek azután töltetlen levegőmolekulákat is magukkal ragadnak. Ha a tér egyenletesen van számítva, akkor egyenletes légáram keletkezik a csúcsból kiindulólág. Ha azonban a tér változó, akkor a keletkezett elektromos szél két összetevővel bír: egy egyenletes levegőárammal és egy afölé rétegezett, a térrel egyidejűen változó mozgással. A jelenséget nagyfeszültségű póluson, vagy a földelt nagyfeszültségű sarkon figyelhetjük meg. Megállapították, hogy az elektromos szélről egy izzószálon okozott lehülés 25%-os ellenállásváltozást is okozhat. A drót lehülése mértéke a nagyfeszültségnek. A jelenség által nagyon erős elektromos teret mérhetünk tekintélyes távolságban a nagyfeszültségű részekből, úgyhogy az izzószálból készített hurkot hídba kapcsoljuk, hasonlóan a CO₂ mérőknél szokásos megoldáshoz. A híd mutatós műszerét megfelelően hitelesíteni kell. A berendezés segítségével sikerül feszültségtranszformálás nélkül mérni pl. nagyfeszültségű beren-

dezek feszültségét, de alkalmas leboratórium vizsgálatokra is igen nagy feszültségeknél is.

Egy 38 kV feszültség mérésére alkalmas ionszál-voltmérő egy földelt, hengeres, olajjal töltött fémედényből áll, amelynek fedőlapján egy normális nagyfeszültségű izolátor van felszerelve, amely a fedőlapon túl meghosszabbodva az edény belsejébe nyúlik. A szigetelő belsejében van elhelyezve a rézből való és kondenzátor-hüvellyel körülvett vezetópólus. A fém-edény fenekén van egy felül lezárt porcellán, vagy hőálló üvegeső. Ebben van az izzószál elhelyezve. Az elektromos tér tehát áthatol az izzószál porcellán borításán és a rézsarok alsó vége és a földelt izzószál között keletkezik. A szigetelőben levő ürt olajjal töltik ki. Az izzószáltól vezeték visz a mérőhelyiségig, ahol a mérőhid van összeállítva.

A berendezést 132, illetve 300 kV feszültségig lehet használni aszerint, vajjon szabadtéri, vagy zárt helyiségi stabil berendezésről van-e szó. A hordozható kivitelű készülék 3-tól 150 kV-ig használható. Hasonló műszert *relének* is használhatunk, mint túltérhelésmutatót, vagy hibajelzőt nagyfeszültségű vezetékhez. (J. Inst. El. Eng. 69. (1931) 533. l.)

Vasúti sínek belső hibájának vizsgálata. A American Railway Engineering Association által kidolgozott módszer lehetővé teszi vasúti sínek anyagának belső vizsgálatát üzemenben lévő síneken.

A módszer abból áll, hogy két csúszó kefe útján kb. 1 m hosszú sínszakaszon 2000—3000 A erősségű áramot hajtának át. Ha a vizsgált, áramtól átfolyt sínszakasz homogén, akkor a sín körül az áram hatására keletkező mágneses tér egyenletes, s így közvetlenül a sín mellett elhelyezett csévében, amely a csúszó kefékkel együtt egyenletes sebességgel halad, semmiféle elektromos erő nem keletkezik. Ha azonban a sín belsejében inhomogenitások vannak (öntési hólyagok, repedések), amelyek az egyenletes árampályát megzavarják, akkor a csévében, minthogy ezen hely körül a mágneses tér megváltozik, indukciós lökés áll elő. Ezt megfelelő erősítés után egy regisztráló szerkezetre viszik át.

Az egész berendezést kocsira szerelik, amelyen a hajtógépen kívül az áramtermelő aggregátum is helyet foglal. Mindkét sínszálát egyidejűleg vizsgálják. A kocsi sebessége 10 km/óra. A berendezés olyan, hogy a hibás helyet a sínen egy festékcsekkendő azonnal meg is jelöli. A fecskendőt relé segítségével ugyancsak indukált áram működteti.

Az első ilyen berendezést két év előtt helyezték üzembe; ma már 10 vizsgálókocsi működik. A kapott eredmények igen érdekesek. Sokszor kilométerszámmra semmiféle hibát nem találnak, máskor egy-egy sín-darabon is sokat. A legtöbbször régi síneken van a legtöbb hiba (keresztrepedés), néha azonban új síneken is találnak ilyeneket. (El. Engineering 50. (1931.) 122. l.)

Thermoelemek előállítása vékony drótból. Nagyobb hőmérsékletek számára szolgáló thermoelemek előállítása nehézségekbe ütközik, ha a kívánt hőfok a forrasztó ön hőmérséklete felett van. O. Kautovics és R. Reinecke egy olyan módszert ajánlanak, amely ilyen esetben is célravezető. A két összeforrasztandó szálát egymással keresztben viasszal egy fémtömbre erősítjük, miután a keresztelési helyre előzőleg 1—2 mg szivacsos aranydarabkát helyezünk, ugyanakkorát alája is. Most a keresztelési hely fölé egy fényes fényszalagot helyezünk, s erre rugalmas kalapácsütést mérünk. Ezzel a két aranyozsa egyetlen szilárd darabba egyesül, amelybe beágyazva van a két keresztelődő thermo-szál. Az így előállított vas- és konstantánszálból készült thermoelem 950° C-ig hevíthető, thermoenergia értéke C°-onként 50 MV. A szálak vastagsága 0'02—0'2 mm. Ennél vékonyabb szálak összeerősítése fáradságosabb munka. Ilyenkor ajánlatos a két szálát egymással párhuzamosan elhelyezni és úgy összeerősíteni. (Zeitsch. f. techn. Phys. 1930. 11 f.)

Az üvegsgigetelők fejlődése. Hogy üvegsgigetelőket a vezetékknél csak kismértékben használnak, annak elsősorban gyártási okai voltak. Nehézségeket okozott a sokféle követelmény kielégítése, amit a súly, alak, falvastagság tekintetében támasztottak. Máskülönben az üveget fizikai és kémiai tulajdonságai szigetelőként való alkalmazásra rendkívül alkalmassá teszik. Ezek közül ki kell emelni teljes homogenitását, pórusmentességét, átlátszóságát, mi által a hibák megállapítása igen könnyűvé válik, végül azt, hogy fölösleges minden különleges felületi kezelés, mint amilyen a porcellánál a zománcozás. Az üveg szigetelési ellenállása rendkívül nagy, mechanikai szilárdsága nagyobb mint a porcellané.

Különösen előnyös az üveg izotróp volta. Ha ugyanis az üveg valamiféle hatás következtében fizikai tulajdonságaiban változást szenvedett, az poláris fényben mint kettős-törés tűnik ki. Ezzel az üveg vizsgálatához egy rendkívül érzékeny és megbízható módszert kapunk.

The Electrician, 1931., 101. l.)