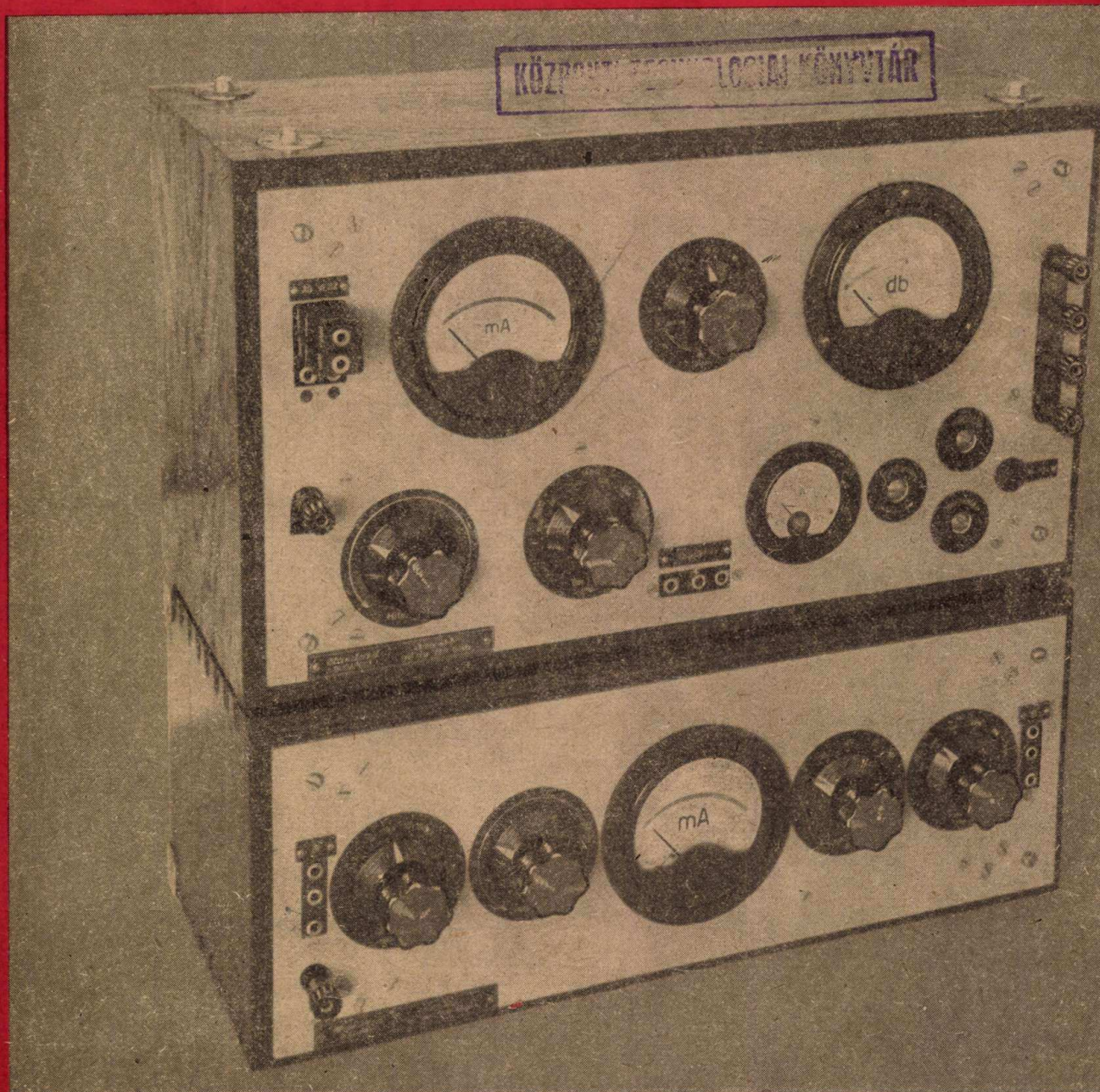


E 870

Magyar

c/h

HIRADÁSTECHNIKA



HIRADÁSTECHNIKA

A HIRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

Felelős szerkesztő:

Lévai Pál

Szerkesztők:

Gerő István
Izsák Miklós
Valkó Iván Péter

Szerkesztőbizottság:

Alkér Tibor
Balla Miklós
Barcza László
dr. Barta István
Bognár Géza
Gerő István
Honti Péter
Izsák Miklós
Koczka László
Kodolányi Gyula
Lévai Pál
dr. Lukács Pál
dr. Orbán György
Sárközy Géza
Szigeti György
Szikszay Lajos
dr. Tarján Rezső
Vágó Artur
Valkó Iván Péter
Winter Ernő

Szerkesztőségi titkár:

Szokol Hubert

Az oktatási év kezdetén	1
Dr. Tomits Iván: Kettős távbeszélő-légvezetékek befolyásolása nagyfeszültségű (erősáramú) távvezetékek részéről	2
Horváth Gyula: Sorozatos vonalesoportok méretezése	10
Jutassy Tibor: Forgalmi eltolódások nagyvárosi hálózatokban	17
Molnár Pál: Új módszer hívó vonalak azonosítására telefonközpontokban	19
Dr. Szabó Nándor: A szuperregeneráció alkalmazása frekvenciamodulált jelek vételénél	23
Dr. Magyarai Endre: Lecher-vezetékes impedancia transzformátor grafikus számítása	25
Országos Vegyészkonferencia	29
Somkuti Adolf: Az infravörös hőkezelésről	30

ТЕХНИКА СВЯЗИ

Журнал Научного Союза Связи

В начале учебного года	1
Dr. И. Томитш: Влияние дальних линий высокого напряжения на двойные телефонные воздушные провода	2
Д. Хорват: Расчет размеров серийных групповых линий	10
Т. Юташши: Сдвиг трафика в городских сетях	17
П. Мольнар: Новый метод для идентификации вызывных линий в АТС	19
Dr. Н. Сабо: Применение супергенерации при приеме частотно-модулированных знаков	23
Dr. Э. Мадьяри: Графический расчет трансформаторов полного сопротивления с проводом Лехера	25
А. Шомкути: О инфракрасной термообработке	30

TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

Bulletin de l'Association Scientifique pour la Télécommunication

Dr. I. Tomits: L'influence des lignes industrielles de haute tension sur les lignes aériennes téléphoniques	2
G. Horváth: Calcul des groupes de lignes PBX	10
T. Jutassy: Fluctuations du trafic dans les réseaux de grandes villes	17
P. Molnár: Nouvelle méthode pour l'identification des lignes appelantes dans les centrales téléphoniques	19
Dr. N. Szabó: L'application de la superréaction à la réception des signaux modulés en fréquence	23
Dr. E. Magyarai: Calcul graphique des transformateurs d'impédance aux lignes résonnantes	25
A. Somkuti: Sur le traitement thermique par les rayons infrarouges	30

TELECOMMUNICATION ENGINEERING

Periodical of the Scientific Association for Telecommunication

Dr. I. Tomits: Interference of high voltage power lines on openwire telephone circuits	2
G. Horváth: Calculation of PBX line groups	10
T. Jutassy: Traffic changes in city networks	17
P. Molnár: A new method for calling line identification	19
Dr. N. Szabó: Superregeneration applied to the reception of FM signals	23
Dr. E. Magyarai: Graphical calculation of impedance transformers	25
A. Somkuti: On heat treatment by infrared rays	30

NACHRICHTENTECHNIK

Zeitschrift des Nachrichtentechnischen Wissenschaftlichen Vereines

Dr. I. Tomits: Beeinflussung von Fernsprech-Doppelleitungen seitens Hochspannungs- (Starkstrom-) Fernleitungen	2
G. Horváth: Bemessung von Mehrfachanschlüssen	10
T. Jutassy: Verkehrsverschiebungen in Grosstadtnetzen	17
P. Molnár: Eine neue Methode zur Identifizierung der anrufenden Leitungen in Fernsprechämtern	19
Dr. N. Szabó: Die Anwendung des Superregenerativprinzips beim Empfang von frequenzmodulierten Signalen	23
Dr. E. Magyarai: Graphische Berechnung von Scheinwiderstand-Anpassungsschaltungen für Lecherleitungen	25
A. Somkuti: Über die Wärmebehandlung durch infrarote Strahlen	30

Az oktatási évad kezdetén

Már Kovács István elvtárs beszámolója és az MDP Központi Vezetőségének május 22-én hozott határozata »következő láncszemnek« tüzte ki a kádernevelés feladatát. Az új oktatási évad kezdetén tekintsünk kissé vissza a múltba, azután nézzük meg, milyen feladatok várnak a szakkádernevelésben a híradástechnika dolgozóira.

A felszabadulás előtt híradástechnikai iparunk túlnyomó része külföldi tőkeérdekeltségek kezén volt; a Standard angol-amerikai, a Philips holland, az Egyesült Izzó és az Orion amerikai, az AEG és a Siemens német érdekeltséghez tartozott. A híradástechnikai gyárak az ezektől kapott kész eredmények, adatok és műszaki előírások alapján dolgoztak. Csak azt és olyan minőséget gyárthattak, amit a külföldi tőkésék engedélyeztek, amihez — drága pénzen — műszaki adatokat és anyagot adtak, olyan mértékben és addig, amíg az ő üzleti terveikbe beleillett.

Még aránylag a legkedvezőbb helyzete volt az Egyesült Izzónak, mert a laboratóriumát a monopóliumok versenypolitikájából bizonyos irányban és fokig fejlődni hagyták. De a fejlesztés eredményeit sokszor nem vették alkalmazásba, vagy nem a magyar iparban használták fel. A magyar mérnökök felfedezéseit és találmányait kisajátították (többek között a közismert kryptonlámpát, a fasisztáktól meggyilkolt dr. Bródi Imre világhírű fizikusunk találmányát). A külföldi érdekeltségek minden eszközt felhasználtak arra, hogy a hazai kutatást és fejlesztést meggátolják. A Philips-gyár pl. nem állíthatott fel elektroncsőlaboratóriumot, nehogy »önállósági szándékot« nyilvánítson.

A híradástechnikai iparban leplezés nélkül nyilvánult meg a gyarmati kizsákmányolásra való törekvés és ez nemcsak az ipar fejlődését, de a műszaki értelmiség híradástechnikai képzését is megakadályozta. Ennek a politikának volt a következménye, hogy a híradástechnikai ipar káder-szükséglete kicsi volt és nem vonzotta komoly műszaki feladatokkal a mérnököket és technikusokat, akiket kis számuk ellenére is — a tőkés termelés anarchiája miatt — sokszor fenyegetett és sujtott a munkanélküliség.

A felszabadulás után Pártunk, felismerve a híradástechnikai ipar elsőrendű fontosságát, azonnal hozzálátott a káderhiányban mutatkozó rendkívül nagy elmaradásunk behozásához. Az egyetemi, a főiskolai és az akadémiai, valamint a középfokú híradástechnikai oktatás és továbbképzés megszervezése, majd a Távközlési Kutató Intézet felállítása híradástechnikai káderképzésünk és iparunk rohamos fejlődésének az alapjait vetette meg. A Mérnöki Továbbképző Intézet most meginduló tanfolyamai a képzett híradástechnikai műszaki értelmiségnek is módot nyújtanak a szakmai tudás legkorszerűbb fokozásához.

Híradástechnikai iparunk egyre növekvő súlya és fejlődése azonban az elért eredmények mellett is fokozott feladatokat állít elénk a szakkádernevelés

terén. Iparunk fejlesztéséhez, gyártmányaink korszerűsítéséhez, népgazdasági tervünk híradástechnikai feladatainak teljesítéséhez sok új, műszakilag jól képzett és politikailag is fejlett káderre lesz szükségünk. Figyelemmel kell lennünk a híradástechnikai iparnak arra a kettőségére is, hogy az a tervezésben és az elméletben híradástechnikai, a kivitelezésben pedig finommechanikai és tömeggyártás. Káderszükségletünket csak akkor biztosítottuk teljesen, ha a híradástechnikusok mellett megfelelő számú gépészeti, vegyészeti és tömeggyártási szakember kiképzéséről is gondoskodunk a híradástechnikai ipar számára.

A kádernevelésben követendő utat a Központi Vezetőség említett határozatai és Kovács István elvtárs beszámolója biztosan mutatják számunkra. A Központi Vezetőség ráknézve talán legfontosabb határozatainak lényege a következő:

Örködnünk kell a káderek összetétele és feddhetetlen tisztasága felett. Emelnünk kell a káderek politikai és szakmai színvonalát. Ki kell nevelnünk a kádertartalékokat és a káderutánpótlást.

A Standard-ügy leleplezte azokat a kémeket és kártevőket, akiket az ellenség juttatott be a híradástechnikai iparba, sőt annak magas pozícióiba is. A termelés bomlasztásával, az ipari központok és igazgatóságok folytonos átszervezésével, a kutatói munka megindításának halogatásával hosszú ideig visszatartották iparunk fejlődését. A Standard-per lezajlása óta ismételtelen megmutatkozott az éberség hiánya. A Telefongyárban vezető funkciót töltött be egy internált nyilas, az Egyesült Izzó személyzeti osztályán sokáig végzett bomlasztó munkát és szolgáltatott ki bizalmas adatokat egy beépített kártevő.

A káderek helyes kiválasztása, a kiválasztott káderek feddhetetlen tisztasága, párthűsége és minden a népi demokráciánkhoz hű híradástechnikus fokozott ébersége feltétlenül szükséges előfeltétele annak, hogy a kártevést a jövőben megakadályozzuk és az ellenséget ezentúl is idejében leleplezzük.

A szakmai színvonal emelése mellett legalább ugyanolyan fontosságú kádereink politikai képzettségének az emelése is. Csak »a marxista-leninista társadalomtudomány, a társadalmi fejlődés hatóerőiről, a proletárforradalom fejlődése tényeiről, a szocialista építés fejlődése hatóerőiről, a kommunizmus győzelméről szóló tudomány« ismerete adhatja meg kádereinknek azt a politikai és gazdasági látókört, ami az eredményes szocialista munkához nélkülözhetetlen. Népgazdaságunk szocialista építésének új feladatai megkövetelik, hogy a szakmai és politikai képzésből, illetve továbbképzésből ne csak a munkáskáderekből alakuló új műszaki értelmiség, hanem a régi műszaki értelmiség is kivegye a részét.

Híradástechnikai tanulóifjúságunk sorai között még mindig kevés a nő. Az eddigi tapasztalatok

már megmutatták, hogy a női híradástechnikusok jól megállják a helyüket. Megfelelő műszaki propagandával és felvilágosító munkával kell minél több nőt a híradástechnikai szakmai képzésbe bevonni és továbbképzésüket elősegíteni, hogy nők a mi szakmánkban is tölthessenek be vezetőpozíciót. Fiatalságunk fokozott híradástechnikai képzése mellett a női dolgozók nagymértékű bevonása nélkül nem tudhatjuk teljesíteni a Központi Vezető-

ségnek kádertartalékok gyűjtésére és a káderutánpótlásra vonatkozó határozatát.

A kádernevelés nagy feladat: népi demokráciánknak olyan káderekre van szüksége, akikben megvan a tudás és készség a kutatáshoz, a fejlesztéshez és az újításhoz, akik áldozatkészen dolgoznak a termelésben és példamutatóan állják meg helyüket a szocializmus építéséért folytatott küzdelemben.

A POSTA KÍSÉRLETI ÁLLOMÁS KÖZLEMÉNYE

Kettős távbeszélő légvezetékek befolyásolása nagyfeszültségű (erősáramú) távvezetékek részéről*

Dr. TOMITS IVÁN, p. m. főigazgató

A meglevő és újonnan építendő kettős távbeszélő légvezetékáramkörök, továbbá a nagyfeszültségű (erősáramú) távvezetékek száma az ötéves terv során folytonosan növekszik. Az utóbb említett áramkörök az előbbi áramkörtípust bizonyos közelség és paralelfutáshossz mellett hátrányosan képesek befolyásolni, oly módon, hogy a távbeszélőáramkörök üzeme ezáltal esetleg veszélyeztetetté és zavarttá válhatik. E kérdéssel már kb. 35 éve intenzíve foglalkoznak nemzetközileg mind a gyengeáramú, mind pedig az erősáramú szakemberek, Arra törekedtek, hogy bizonyos tűrhetőségi normákat állapítsanak meg, amelyek számítások alkalmazása révén lehetővé teszik annak eldöntését, hogy bizonyos közelség és megadott paralelfutási hossz mellett a befolyásolt távbeszélővezetékek veszélyeztetése, illetőleg zavarása eltűrhető-e vagy sem. A »Távbeszélő Összeköttetések Nemzetközi Tanácsadó Bizottság« (Comité Consultatif International Téléphonique, röviden C. C. I. F.) e normák megállapítása terén kb. 25 éve állandó összeköttetést tart fenn az egyes nemzetközi erősáramú szervekkel. (C. I. G. R. E., U. I. C., U. I. P. D. E.).

A nagyfeszültségű távvezetékek befolyásoló hatása távbeszélő légvezetésekre két okra vezethető vissza, amennyiben a kétfajta vezeték típus fémes érintkezésének lehetőségét a továbbiakban nem tekintjük.

Elektrosztatikus befolyásolás

Ez azáltal jön létre, hogy a távvezeték feszültsége révén elektromos erővonalakat bocsát a távbeszélő vezetékparra, miáltal abban a vezeték földkapacitásán keresztül transzverzálisan kapacitív, töltő áramok folynak a föld felé. Az így keletkezett áramok a távbeszélő végberendezésben zavarokat okozhatnak, esetleg a távbeszélő központok kezelőszemélyzete és az ahhoz kapcsolt előfizetők egészségét veszélyeztethetik, vagy a távbeszélés üzemét zavarhatják.

Elektromágneses befolyásolás

Ezt a befolyásolási típust a távvezetéseken, vagy a távvezetésekről földön át folyó áramok mágneses indukciója idézi elő; ennek az indukció-

nak következtében a távbeszélőlégvezetéseken hosszmenti (longitudális) elektromos erők lépnek fel, amelyek kedvezőtlen esetekben a távbeszélő vezetéseken dolgozó vonalfenntartószemélyzet, vagy a távbeszélő központok kezelőszemélyzetének, vagy a távbeszélőelőfizetőknek életét vagy egészségét veszélyeztethetik, kivételes esetekben a központi berendezésekben károkat okozhatnak (szigetelő átütése, tűzveszély stb.), továbbá a távbeszélő beszélgetéseket zúgásbefolyással zavarhatják.

ELEKTROSZTATIKUS BEFOLYÁSOLÁS

Veszélyeztetés.

Elektromos ütés vagy »choc«

A távbeszélővezetéseket, vagy a szerelvényeket érintő vonalmunkások, vagy fenntartószemélyzet részéről nem várható olyan elektromos ütés, amely elektromos erővonalak útján jön létre, különösen akkor, ha a következő szakaszban ismertetendő akusztikus »choc« tűrhetősége biztosítva van. Előfordul ugyan ritka esetekben, hogy a vezeték érintő személy kedvezőtlen körülmények között csípést, vagy szúrást érez, ez a befolyásolás azonban olyan kismértékű áramerősséget létesít az emberi testen keresztül, hogy az nem életveszélyes, noha érezhető.

Akusztikus »choc«

Ez a veszélyeztetési jelenség kettős távbeszélőáramkörökön azáltal lép fel, hogy a kettős távbeszélő vezeték ágaiban pillanatszerűen valamilyen külső oknál fogva sztatikusan a földdel szemben 300 voltnál nagyobb feszültség lép fel; ez előfordulhat pl. akkor, ha valamely szigetelt vagy a földhöz nagy impedanciával hozzákötött csillagponttal bíró nagyfeszültségű háromfázisú távvezeték egy fázisa valamilyen okból földzárlatba kerül; ilyenkor a két hibátlan vezeték földhöz mért feszültsége a fázisfeszültség $\sqrt{3}$ -szorosára ugrik fel. Ekkor megtörténhetik, hogy a legközelebbi távbeszélőközpontra egyik vezetékág neongázos túlfeszültségbiztosítója a fellépő feszültség hatására a föld felé átüt, miáltal alkalmas ad arra, hogy a másik vezetékág felgyülemlett töltése a központ vagy valamelyik kapcsolt előfizető távbeszélőkészülékén keresztül a már említett neongázos

* E tárgyban a Villamosítási Kutatási Bizottság megbízásából folytak továbbfejlesztő kutatások. Az elért eredményeket más alkalommal ismertetjük.

villámhárítón át a földbe lefusson. Ennek a jelenségnek eredményeként az említett távbeszélőkészülékek hallgatóiban egy többé-kevésbé erős csattanás lép fel, mely a paralelfutás hosszától és közelségétől függően olyan intenzív is lehet, hogy komoly fülsérülést okozhat. A veszélyes fülsérülés határaként a CCIF 0,02 Joule-ban jelöli meg azt az energiamennyiséget, amely által okozott csattanás még az eltérhetőség határán van.

Erre a veszélyeztetési típusra a CCIF nyomán a tűrhetőségi normát ki lehet számítani. A veszélyeztetési számításokat csak olyan kölcsönös távolságokra kell elvégezni, melyek belül vannak az alábbi » a_1 « távolságon:

$$a_1 = \frac{1}{3} \sqrt{E},$$

hol a_1 méterben értendő, » E « pedig az üzemi feszültséget jelenti Voltokban. A számítás célja most már az, hogy az említett a_1 zónán belül eső paralelfutás-szakaszokra megállapítsuk az egyes vezeték-szálokon sztatikusan felgyülemlett elektromos energiát; amennyiben ennek értéke nem lépi túl a 0,02 Joule-t, úgy a megközelítés a paralelfutó szakaszon megengedhető.

A CCIF kényelem kedvéért az említett kiszámítás helyett megállapít egy » f « veszélyességi együtthatót, mely az egyes megközelítési szakaszokra külön-külön számítandó és a teljes paralelfutási hosszra összegezendő. Ez a CCIF javaslata szerint:

$$f = \frac{l \cdot V^2}{z + 2},$$

ahol

$$V = \frac{E}{400} \cdot \frac{b \cdot c}{a^2 + b^2 + c^2} p \cdot q \cdot r,$$

E az üzemi feszültség voltokban,

a a vízszintes távolság a kétféle vezeték-típus közt méterekben,

b az erősáramú vezeték közepes magassága a föld felett méterekben,

c a távbeszélő vonalak közepes magassága a föld felett méterekben,

l a paralelfutás hossza km-ekben,

z a telefonhuzalok száma az oszlopsoron,

p, q, r , koefficiensek, melyek egyes tereptárgyak árnyékoló hatására jellemzők a sztatikus térben; p, q, r értékei az egységgel egyenlők, ha ilyen árnyékoló hatás nincs, ellenben

$p = 0,75$, ha földelt villámhárítóvezeték van a nagyfeszültségű oszlopsoron;

$q = 0,7$, ha az erősáramú oszlopsor közelében legalább 3 méter távolságban faszor fut;

$r = 0,7$, ha ugyanilyen van a távbeszélő oszlopsor közelében.

Ferdén futó megközelítéseknél a kölcsönös távolság a résszakaszok szélső legkisebb és legnagyobb kölcsönös távolságainak mértani közepe, feltéve, hogy a ferdén futó távbeszélővezeték a szakaszban egyenes vonalú. A közepelésnél mindig legfeljebb olyan hosszú egyenes vonalú szakaszok veendőek tekintetbe, melyeknél a legnagyobb kölcsönös távolság a legkisebbnek legfeljebb háromszoros.

Ha a távbeszélővezeték-oszlopsor keresztezi a távvezeték, azaz az előbbi átmegegy a távvezeték egyik oldaláról a másikra, úgy a számításokat a távbeszélővezeték azon pontjától kell megkezdeni, amely már 10 méterre eltávolodott az ipari távvezetektől.

A CCIF norma szerint a távbeszélőáramkörök veszélyeztetetteknek tekintendők, ha a számított f veszélyeztetési együttható túllépi az 50 értéket.

Ugyanez a norma érvényes egyfázisú kéthuzalú vezetésekre és vontatási munkavezetésekre is.

Zúgászavar

Ezt a befolyásolási típust a nagyfeszültségű távvezeték üzemelési feszültségi harmonikusai okozzák, melyek a távbeszélővezetéseken sztatikusan olyan frekvenciákat indukálnak, melyek a korszerű távbeszélőkészülékek beszédátviteli sávjában (200—3400 Hz) is benne foglaltatnak. Ennek eredményeképpen a távbeszélgetésekben zümmögések, zúgások lépnek fel, melyek a beszélgetéseket zavarni képesek, illetőleg ezáltal a beszéd érthetőségét többé-kevésbé rontják, azt néha teljesen érthetlenné teszik.

A sztatikusan indukált zúgásfeszültség tűrhetőségi határának megállapítására alapul a fül zavar iránti szubjektív érzékenysége szolgál különböző frekvenciáknál. A hallás olyan természetű, hogy a különböző harmonikus frekvenciák különböző »súlylalk« szerepelnek a zavarásnál. Legnagyobb zavarási képességgel bír az 1000 frekvenciájú szinuszos hang és környéke, míg az ez alatti és feletti frekvenciák zavaróképesége alább ismertető törvényszerűség szerint csökken. A zúgásfeszültség tűrhetőségi határát 5 mV szubjektív zavaró elektromotoros erőértékben normalizálták; ez alatt azt a képzelt 800 frekvenciás szinuszos elektromotoros erőt értjük, mely a távbeszélő áramkörben egyedül hatva, a távbeszélő végkészülékben lehallgatáskor ugyanazt az erősségű szubjektív zavaró zúgásérzetet keltené, mint a ténylegesen működő sztatikusan indukált harmonikusok együttesen.

Amennyiben a távbeszélőáramkör két pontján ismerjük a nagyfeszültségű távvezeték feszültségi harmonikusai által sztatikusan indukált feszültségeket (V_f) és ismerjük az emberi fül zavar iránti érzékenységének súlyszámát (p_f), úgy kiszámítható sztatikus befolyásolás szempontjából az ú. n. pszofometrikus, azaz 800 frekvenciás aequivalens zavarófeszültség a távbeszélőáramkör említett helyén (V_{psz}) a következő, tapasztalatok által jól igazolt formulával:

$$V_{psz} = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f V_f)^2};$$

(Nemzetközileg »psophometer«-nek nevezik azt a műszert, amely ezt a V_{psz} feszültséget objektíve, a fül beavatkozása nélkül mérni tudja).

A p_f súlyértéket az alábbi táblázat tartalmazza. Ez a súlyösszeállítás a legújabb (1941 évi) tapasztalatok alapján készült és a ma már nemzetközileg elfogadott amerikai szerkesztésű psophometerre vonatkozik. Ez a psophometer és a vele kapcsolatos súlygörbe használható minden korszerű távbeszélő-

üzemre, mely korszerű távbeszélőkészülékekkel van ellátva, azaz olyanokkal, amelyek a 200—3400 frekvenciás sávra gyakorlatilag egyenletes elektroakusztikus átvitelt biztosítanak.

Hz	Pf	Hz	Pf
16,66	0,056	1050	1109
50	0,71	1100	1072
100	8,91	1150	1035
150	55,5	1200	1000
200	89,1	1250	977
250	178	1300	955
300	295	1350	928
350	376	1400	905
400	484	1500	861
450	582	1600	824
500	661	1700	791
550	733	1800	760
600	794	1900	732
650	851	2000	708
700	902	2500	617
750	955	3000	525
800	1000	3500	376
850	1035	4000	178
900	1072	4500	56,2
950	1109	5000	15,9
1000	1122		

A súlytáblázatból látható, hogy a fül zavarérzékenységének maximuma 1000 frekvenciánál van, míg a 200 frekvencia alatt és 4200 frekvencia fölötti súlyértékek gyakorlatilag már alig jönnek tekintetbe.

A nagyfeszültségű távvezeték zavaróképeségét jellemzi az a 800 frekvenciás egyenértékű feszültség (E_{aequ}), mely a távvezetéken fellépő feszültségi harmonikusokból (E_f) a következő formulával számítható ki:

$$E_{aequ} = \frac{1}{P_{300}} \sqrt{\sum \left(\frac{f}{800} \cdot P_f E_f \right)^2}$$

A $f/800$ tényező onnan származik, hogy a távbeszélővezetéseken fellépő sztatikus indukált feszültség nagysága a frekvenciával arányos.

Sztatikus eredetű zúgások forrásai lehetnek a távbeszélővezetékek közelében futó egyfázisú vasúti távvezetékek, továbbá ugyancsak egyfázisú kéthuzalos, vagy háromfázisú háromhuzalos távvezeték-rendszerek. Ilyenkor a zavarforrás erőssége lényegesen különböző aszerint, hogy e távvezeték-rendszer a földhöz képest aszimmetrikus (vasúti munkavezetékek, egyfázisú vagy háromfázisú földzártatos vezetékek) vagy pedig szimmetrikusak (hibátlan egy- és háromfázisú távvezetékek).

A CCIF a háromfázisú és egyfázisú távvezetékek feszültségi zavarbefolyására tűrhetőségi normákat készített.

A földtől üzemszerűen szigetelt távvezeték, melynek egyik fázishuzala hiba folytán tartósan földzártatba került.

Ilyenkor a tűrhetőségi norma megállapítására vonatkozó számításoknál csak olyan kölcsönös megközelítéseket kell tekintetbe venni, melyek kölcsönös távolságai az alábbi értéknél kisebbek:

$$a_2 = 2 \sqrt{E}$$

(a_2 méterben értendő, ha az E üzemszültség voltokban számítjuk.)

A zúgás tűrhetőségének megállapítására itt is célszerű inkább egy t zavaregyüttható értékét definiálni, amelynek egy bizonyos számértéket nem szabad túllépnie.

A t együtthatót az alábbi formula adja:

$$t = \frac{K \cdot E \cdot l}{a^2 + b^2 + c^2}$$

ahol E, l, a, b, c az előbb már megadott jelentésekkel bírnak.

K , a távvezeték zavaróképesége, vagy »zavarási együtthatója«, olyan érték, amely a távvezeték szubjektív zavaró harmonikus tartamát jellemzi, viszonyítva annak üzemszültségéhez, tehát

$$K = \frac{800 \text{ frekvenciás aequivalens zavaró feszültség}}{\text{üzemszültség}} = \frac{E_{aequ}}{E_{üzem}}$$

K értéke rendszeren kis %; ha nincs mérési érték, úgy $K = 0,02$ -nek vehető (2%); valóságosan azonban K ennél az értéknél igen sokszor jóval kisebb.

A tűrhetőségi határt (5 mV aequivalens zavaró elektromotoros erő) nem lépjük túl, ha a paralelfutás szakaszán a számított értékek összege nem haladja meg háromfázisú vezetékekénél a $\Sigma t = 0,3$ egyfázisú, kéthuzalos távvezetékekénél a $\Sigma t = 0,4$ értéket. E formulák 150 000 voltnál kisebb üzemszültségekre érvényesek.

Ugyanez a formula érvényes egy- és háromfázisú nagyfeszültségű távvezetésekre is, amelyek egyik huzalát takarékoságból a földvisszavezetés helyettesíti.

A távvezetékek hibátlan

Földszimmetrikus távvezetékekénél a számításokat csak olyan kölcsönös távolságon (a_3) belül kell végrehajtani, amelyre nézve

$$a_3 \cong \frac{2}{3} \sqrt{E \cdot \delta}$$

E formulában δ egyfázisú távvezetékekénél a huzalok kölcsönös távolságát, háromfázisúaknál pedig a 3 kölcsönös huzaltávolságból számított

$$\delta = \sqrt[3]{\delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}$$

mértani közepet jelenti méterben.

A tűrhetőségi határ 5 mV aequivalens zúgás-elektromotoros erő. Helyette a CCIF ismét egy s zavarási együtthatót használ:

$$s \cong \frac{K \cdot E \cdot \delta \cdot l'}{a^2 + b^2 + c^2}$$

ahol l' a távbeszélővezetéknek keresztmetszettel nem kompenzált hosszát jelenti; értéke nem nagyobb, mint 8 km, de legalább 0,5 km.

A tűrhetőségi határ háromfázisú és egyfázisú távvezetékekénél

$$\Sigma s = 4$$

Ha azonban a távvezeték huzalai vízszintesen helyezkednek el, vagy pedig a kölcsönös távolság

a két vezetékfaj között meghaladja a 100 métert, úgy a fenti helyett az alábbi zavarformula használandó :

$$s = \frac{2,9 \cdot a \cdot b \cdot K \cdot E \cdot \delta \cdot l}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$$

háromfázisú és

$$s = \frac{1,8 \cdot a \cdot b \cdot K \cdot E \cdot \delta \cdot l}{(a^2 + b^2 + c^2)}$$

egyfázisú távvezetékéknél.

ELEKTROMÁGNESES BEFOLYÁSOLÁS

Ezt a befolyásolási típust a távvezetéken folyó üzemi áramok és azok harmonikusai hozzák létre. A távolbhatás erőssége szempontjából az árambefolyásolás három fajtáját különböztetjük meg.

Teljesen földaszimmetriás üzem

Itt a távvezeték üzemi áramai és harmonikusai teljes mértékben a földön keresztül folynak vissza az áramtermelő központba, vagy a transzformátor állomáshoz.

Teljesen aszimmetrikus üzem pl. az 50 frekvenciás nagyvasúti vontatás üzeme, ahol a munkavezeték üzemi áramja és áramharmonikusai a sínrendszeren és a földön át folynak vissza a centráléba.

Hasonlóan teljesen földaszimmetrikus üzemnek számít az újabban több helyen vidéken létesített kisteljesítményű földvissavezetési egy- és háromfázisú távvezetékrendszer, melynek egyik fázishuzalát takarékoságból a föld helyettesíti.

Teljesen földaszimmetriás üzem

Nagyfeszültségű egy- és háromfázisú távvezeték üzeme teljesen földszimmetriásnak mondható, ha a fázisvezetéseken folyó üzemi áramok és azok egyes harmonikusainak összege minden pillanatban külön-külön 0-sal egyenlő. Minthogy pedig a háromfázisú nagyfeszültségű távvezetéküzem ún. n. hármas harmonikusai mind a három fázishuzalon egyirányban folynak, tehát vagy a transzformátor csillagpont földelésén, vagy pedig annak primér és szekunder közti kapacitásán keresztül a földön át folynak, fel kell tételezni, hogy teljes földszimmetriás üzem esetén ez a harmonikus a távvezetékétől gyakorlatilag távol van tartva.

Vegyesen földszimmetriás és földaszimmetriás üzem

Ilyennek tekintendő pl. az olyan földelt csillagpontú háromfázisú nagyfeszültségű távvezeték üzeme, ahol a földszimmetriás üzem mellett egy-egy fázist bizonyos célokból földvissavezetéssel tartanak üzemben, amikor tehát a csillagpont-földelésen keresztül kiegyenlítő áramok folynak a föld felé. Ez az eset fordulhat elő pl. a jövőben, ha takarékosági okból a nagyvasúti vontatás részére a 110 kV-os távvezeték egy-egy fázisvezetékéről földelt transzformátoron keresztül juttatunk egyfázisú áramot a vasút munkavezetékéhez.

Váltakozóáramú távvezetéküzem teljes földvissavezetéssel

A távvezeték áramai részéről annak környezetében kifejtett indukciós (elektromágneses) befolyáso-

lás itt a legintenzívebb és a legmesszebbre ható, mert a földben haladó áramok, melyek a »skin« hatásához hasonlóan főként kölcsönös indukcióból származnak, a távvezetékétől többé-kevésbé messze képesek elkóborolni, s ezért a vasúti munkavezeték, illetőleg távvezeték környezetében a paralelfutó kettős távbeszélőlégvezetéseket meglehetősen széles sávban képesek befolyásolni.

Hogy a befolyásolás nagyságát a szükség esetén megközelítően előre kiszámítani is lehessen, Carson és Pollaczek (1. irodalmi összeállítás 2,3) egyidőben elméleti számításokat végeztek adott megközelítésben egymással paralelfutó két egyzálás földvissavezetési kölcsönös indukciójára (M) a következő megszorító feltevésekkel :

a föld félvezető, melynek vezetőképessége σ , mérve CGS-ben, a talajban mindenütt egyforma ;
a földben visszavezetett áramok az indukáló vezetékkel mindenütt parallel futnak ;

eszerint tehát az indukáló vezeték földelése igen távol vannak a befolyásolt vezeték földeléseitől ;

az indukáló vezetékben folyó f frekvenciájú váltakozó áram teljesen szinuszos és I amper erősséggel bír.

A kölcsönös indukció értékét a befolyásolt és indukáló vezeték között az alábbi formula definiálja :

$$e = j \cdot \omega \cdot M \cdot l \cdot I,$$

ahol e a befolyásolt áramkörben létesített elektromotoros erőt voltban, l a paralelfutás hossza km-ben, $\omega = 2 \pi f$, M pedig a kilometrikus kölcsönös indukció tényezője Henryben. Hogy a befolyásolt áramkörben a földáramok erősségben és irányban ne szenvedjenek változást, fel kell tételezni, hogy az indukált elektromotoros erő mérésénél nagy külső terhelési ellenállást veszünk igénybe.

Pollaczek és Carson elméleti eredményei egymással teljesen egyezők ; a kölcsönös indukció értékei Bessel függvényekben (Fourier integrál alakban) fejezhetők ki oly módon, hogy M a vezeték között levő kölcsönös távolságtól (d), a föld vezetőképességétől (σ) és az indukált áram frekvenciájától (f) a következő csoportosításban függ :

$$M = \text{függv.}(d \sqrt{\sigma \cdot f})$$

A Carson-Pollaczek függvényt gyakorlatilag görbében lehet ábrázolni. Amennyiben mérési célokból a befolyásolt vezeték magán a földön fekszik ($c = 0$) és a távbeszélőlégvezeték c méter magasságban levő huzalának indukált feszültségét akarjuk kiszámítani, a Carson-Pollaczek görbével ábrázolt értékekben még egy kicsiny korrekciót kell alkalmazni, amely azonban csak akkor jön számításba, ha a kétféle vezeték egymás közvetlen közelében fut parallel.

Az alábbiakban a függvényt tabelláris alakban láthatjuk ; ez gyakorlati célokra teljesen kielégítő eredménnyel használható. Az egyik koordináta $A = 10^6 \cdot d \sqrt{\sigma \cdot f}$, ahol d a kétfajta vezetékrendszer közötti kölcsönös távolság méterben, σ pedig C. G. S. egységben értendő. A másik koordináta

az M kölcsönös indukció értékét adja 1 km paralelfutási hosszra mikrohenryben.

A	M	A	M
10	1070	1100	195
20	945	1200	180
30	865	1300	166
40	805	1400	152
50	765	1500	142
60	730	1600	134
70	700	1700	127
80	670	1800	120
90	650	1900	113
100	630	2000	106
110	615		
120	600	2500	80
130	585	3000	60
140	570	3500	46
150	555	4000	37
160	545	4500	28
170	535	5000	21
180	525	6000	16,5
190	515	7000	10,5
200	505	8000	8,0
		9000	6,3
		10000	5,1
300	420		
400	370		
500	330		
600	290	20000	1,3
700	260	30000	0,58
800	240	40000	0,32
900	225	50000	0,22
1000	210		

σ gyakorlatban előforduló értékei átlagosan 10^{-11} és 10^{-15} C. G. S.-értékek között változhatnak.

A kísérletek szerint a Carson—Pollaczek függvény jól ábrázolja a befolyásolási viszonyokat, ha σ értéke mind a mélyebb fekvésű geológiai rétegeknél, mind pedig a föld felszíne közelében gyakorlatilag ugyanaz. Ez a felvetés azonban legtöbb esetben nem áll; ugyanis a különböző mélységekben különböző vezetőképességű geológiai rétegek vannak, amelyek vezetőképessége azonkívül még az esőzési viszonyoktól is függ. A fenti függvény alapján számítható egy ú. n. átlagos vezetőképesség, vagy vezetőképesség-egyenérték, mely a mérésekkel csak úgy egyezik, ha számításánál feltesszük, hogy ezek a vezetőképesség-egyenértékek általában a frekvenciától függetlenek. Ennek oka abban rejlik, hogy a földáramok megoszlása a különböző vezetőképességű geológiai rétegekben a »skin« effektus törvényének megfelelően függ a frekvenciától.

Az 1934-ben kiadott 60.001/34 számú miniszteri rendelet országunk részére 50 és 800 Hz-re, — utóbbi távbeszélőáramkörökben az erősáramú harmonikusok okozta mágneses eredetű közepes zűgászavarokra jellemző, — a következő, Németországban és Franciaországban kikísérletezett σ függvényt fogadta el átlagban, ideiglenesen:

$$\sigma = \frac{1,5}{\sqrt{f}} \cdot 10^{-12} \text{ C. G. S.}$$

E szerint tehát Magyarország részére

$$\sigma_{50} = 2,12 \cdot 10^{-13} \text{ és } \sigma_{800} = \frac{\sigma_{50}}{4} = 5,3 \cdot 10^{-14}$$

A σ vezetőképességegyenérték azonban nagymértékben függ a talajfelszín és az altalaj geológiai rétegződésétől. Így pl. a Szovjetunióban végzett mérések szerint Transzkaukázusban

$$\sigma = \frac{2,57}{\sqrt[3]{f}} \cdot 10^{-12},$$

a Dnyeper vizierőmű környékén pedig

$$\sigma = 0,3 \sqrt{f} \cdot 10^{-14}$$

eltérő sajátosságú vezetőképesség-egyenérték függvényt találtak a vizsgálatok folyamán.

Általában a σ vezetőképesség frekvenciafüggősége a felső és alsó földrétegek vezetőképességeinek különbözőségétől függ. A »skin« hatás következtében a magasabb frekvenciájú harmonikusok áramfonaljai az alsó földrétegekről mindinkább a felső rétegekbe iparkodnak áttolódni.

W. G. Radley és H. J. Josephs kibővítették Carson és Pollaczek elméletét olyan rétegzett talajra, amelynek felső rétege adott mélységű és egyenletes vezetőképességű, alsó rétege pedig igen nagy mélységbe terjed és vezetőképessége az előbbitől lényegesen eltér (viszonyszám a vezetőképességek közt 3—1000-ig, illetőleg $1/3$ — $1/1000$ -ig; 1. Irodalmi összeállítás 4).

A gyakorlatban jól kielégítő módon használható két görberendszert közli a CCIF »Directives concernant la protection des lignes de télécommunication, stb. 1937—1938 keltezésű kiadványa (1. Irodalmi összeállítás 1.).

A jövőben fontosnak látszik országunk egyes helyein az aequivalens vezetőképesség megállapítása mind az üzemi feszültségre, mind pedig a fontosabb harmonikusokra, különösen olyan helyeken, ahol a jövőben az 50 periódusú elektromos vontatás építése szóba jön (pl. Budapest—Hatvan—Diósgyőr).

Veszélyesség.

Kettős távbeszélőlégvezetéseken az üzemi áramok által okozott mágneses indukció következtében veszélyeztetés lép fel, ha:

1. a nagyfeszültségű erősáramú távvezeték pillanatnyi földzárlata révén pillanatszerűen olyan erős rövidzárlati áram keletkezik a földön keresztül, hogy az a távbeszélőlégvezeték bármelyik huzalában 300 V-nál nagyobb elektromotoros erőt indukál; ilyen földzárlati áram léphet fel a következő esetekben:

- vasúti munkavezeték földzárlatnál,
- földvisszavezetések, egy- vagy háromfázisú távvezetékek földzárlatánál,
- földelt csillagközeponttal bíró háromfázisú távvezeték egyik fázishuzalának földzárlatánál,
- földeletlen, vagy nagy impedanciával földelt csillagponttal bíró háromfázisú távvezeték két-huzalos egyidejű földzárlatánál.

2. a távvezeték üzemi árama tartósan 60 voltnál nagyobb effektív feszültséget indukál longitudinálisan a távbeszélőlégvezetékek huzalaiban.

Rövidzárlat földön keresztül

A kiszámítás lehetőségét földrövidzárlatnál az ismert formula adja meg:

$$e = 2 \pi f_0 \cdot k \cdot l' \cdot \Sigma (M \cdot l)$$

ahol

f_0 az üzemi áram frekvenciáját (legtöbbször 50 Hz),

I_r' a vasútvezeték rövidzárlati áramának, vagy az 1 és 3-fázisú távvezetékek földön át haladó homopoláris földzárlati árama erősségének (I_r) 0,7-szerese, azaz

$$I_r' = 0,7 \cdot I_r,$$

M a kétféle vezetékfaj közt számított kölcsönös indukció tényezője az üzefrekvenciára Henryben,

l a paralelfutó távbeszélőhuzal egyenesvonalú szakaszainak a távvezeték hasonló egyenesvonalú részeire eső vetületehosszai km-ben.

k az egységénél kisebb redukciós tényező, mely a nagyvasút sínrendszerében és esetleg egyéb fémvezetékben fellépő indukált áramok kompenzációs hatása következtében az indukciós befolyást csökkenteni képes (a vasútüzemnél $k = 0,6$ -nak vehető, akár vannak az egyes sínzálak vezetőileg egyesítve, vagy átkötve, akár pedig nem).

Normális üzemi állapot

Normális üzemnél mindig a legkedvezőtlenebb indukáló üzemi áramerősséget kell számításba venni. Két sínpárral bíró vasútüzemnél az egy sínpárra vonatkozó maximális üzemi áram erősségének 1,5-szeresét kell a számításnál tekintetbe venni.

A számítási formula ugyanaz, mint a föld-rövidzárlatnál:

$$e = 2 \pi \cdot f_0 \cdot k \cdot I \cdot \Sigma (M \cdot l),$$

ahol I a tekintetbe jövő maximális üzemi áramerősséget jelenti, míg k kb. 0,6 abban az esetben, ha a sínek hegesztésekkel, vagy vezetősínkötésekkel vannak ellátva, viszont 0,8, ha ilyenek nincsenek. Magától értetődik, ha mérési eredmény áll rendelkezésre, akkor ezt kell a számításnál alkalmazni.

Zúgásbefolyásolás

Kettős távbeszélőlégvezetékek mágneses befolyásolása két különböző indukciós jelenségből származhat:

1. A kettős távbeszélőlégvezetéknek aföldhöz képest bizonyos mértékű aszimmetriája van. Ennek eredményeként a kettős távbeszélővezeték végein még akkor is lép fel bizonyos mértékű indukált zúgás, ha a két távbeszélőhuzalban különben pontosan egyforma elektromotoros erő indukálódik az üzemi áram és a harmonikusok részéről.

A földszimetriát a két távbeszélőhuzal részéről a föld felé fellépő vektoriális impedanciák különbségéből és ugyanazon impedanciák számtani közepéből alkotott hányados jellemzi. Ez a viszonyszám jól fenntartott távbeszélőáramköröknél 2–4% szokott lenni, azonban másodrangú fontosságú távbeszélővezetéseknél, különösen, ha az meghibásodott, ennél az értéknél jóval kedvezőtlenebb is lehet.

2. A befolyásolás a kettős távbeszélővezeték hurokfelületét átszelő mágneses erővonalak induk-

ciója révén jön létre. Ez az eset azonban gyakorlatilag csak akkor veendő számításba, ha a távolság a vasút, vagy földvezetékes távvezeték és távbeszélő vezeték hurok közt általában 200 m-nél kisebb. E befolyásolási típus erőssége ugyanis nagyobb távolságokban elenyészően kicsiny.

Az indukciós befolyásolás számításánál általában mindkét befolyásolási módot tekintetbe kell venni, s ilyen módon a kétféle befolyásolás által nyert két pszofometrikus elektromotoros erőt, tekintettel a legkedvezőtlenebb esetre, össze kell adni; így tehát az eredő indukált pszofometrikus elektromotoros erőt (e_{psz}) a kétféle pszofometrikus elektromotoros erő (e_{psz1} , és e_{psz2}), összege fogja megadni.

$$e_{psz} = e_{psz1} + e_{psz2}, \text{ ahol}$$

$$e_{psz1} = 5000 \cdot I_{aequ} \cdot k \cdot l \cdot M \cdot \lambda,$$

$$e_{psz2} = 5000 \cdot I_{aequ} \cdot l' \cdot M_h.$$

E formulákban a pszofometrikus elektromotoros erő voltban mérendő; az 5000 koefficiens a 800 frekvenciának megfelelő körfrekvenciával ($2\pi \cdot 800$) azonos.

I_{aequ} amperben kifejezve jelenti a távvezeték földön áthaladó összes áramharmonikusainak 800 frekvenciára vonatkoztatott zavarási aequivalens áramerősségét; értéke a sztatikus indukciónál tárgyalatokhoz hasonlóan

$$I_{aequ} = \frac{1}{P_{800}} \sqrt{\sum \left(\frac{f}{800} \cdot P_f \cdot I_f \right)^2},$$

ahol I_f az egyes harmonikusok áramerősségeit jelenti.

I_{aequ} értékének a megállapításánál a mérési adatokból nyert értéket, tekintettel az üzem legkedvezőtlenebb helyzetére, még 50%-kal növelni kell.

Amennyiben mérési adatokkal nem rendelkezünk, I_{aequ} értékét a számításoknál az üzemi áramerősség $K = 1\%$ -ának lehet venni, tehát

$$I_{aequ} = K \cdot I_{üzemi} \text{ és így } I_{aequ} = \frac{I_{üzemi}}{100};$$

k a redukciós faktor 800 frekvenciára; ez az érték a sínek kompenzációs hatása következtében 0,6-nak vehető, még akkor is, ha a sínkötések fémes átvezetése nincs biztosítva.

l a teljes paralelfutás hossza km-ben, l' pedig a paralelfutás teljes hosszából a távbeszélővezeték kompenzálatlanul maradt hosszúság, mely 8 km-nél nem nagyobb, de 0,5 km-nél nem kisebb (lásd előzőleg a „Távvezeték hibáiban” szakaszt).

M a kölcsönös indukció értéke; a Carson—Pollaczek-féle tabelláris összeállításból vehető ki megadott σ érték mellett.

M_h értékét nem túlságosan nagy távolságokra gyakorlatilag elegendő pontossággal adja meg az alábbi formula

$$M_h = 200 \frac{\Delta d}{d} 10^{-6} \text{ Hy/km},$$

ahol d a távbeszélővezeték távolsága az indukáló távvezetektől, Δd pedig a hurkot alkotó két huzal

ugyanonnan számított távolságainak a különbsége.

λ jelenti a kettős távbeszélő légvezeték-áramköröknek a kölcsönös és földasszimmetriából eredő érzékenységet a távvezeték mágneses indukciójával szemben. Az érzékenységet az a % szám fejezi ki, mely megmutatja, hogy a távbeszélőhuzalokban longitudinálisan indukált pszofometrikus elektromotoros erőnek milyen tört része vesz részt a kettős távbeszélővezeték végein a zúgászavar előidézésében.

λ értéke jól fenntartott távbeszélőáramkörök-nél átlagosan 2—4%-nak vehető; szimmetriahibás áramköröknél ez az érték 50%-ig is emelkedhet.

Zúgásbefolyásolás háromfázisú szimmetrikus távvezetékek áramharmonikusai részéről

A gyakorlati tapasztalatok szerint szimmetrikus távvezetékek részéről általában nem várható mágneses eredetű zúgászavar, ha:

a távvezeték földzárlata esetén előálló pillanatnyi rövidzárlati áram a távbeszélőhuzalokban nem indukál longitudinálisan 300 voltnál nagyobb elektromotoros erőt;

a földelt csillagpontú háromfázisú távvezetékek huzalairól a föld felé kapacitív lefolyó áramharmonikusok erősségei minden frekvenciánál külön-külön egyformák; ez utóbbit a háromfázisú szimmetrikus távvezeték huzalainak szisztematikus sodrásával lehet elérni.

Kisteljesítményű nagyfeszültségű távvezetékek egy fázishuzal helyett földvisszavezetéssel

Újabbban a faluvillamosításnál takarékoság szempontjából mindinkább elterjedtebb módon szokták használni az ilyen távvezetékrendszereket. Ezek a típusú távvezetékek a zúgásbefolyásolások redukálása céljából általában a falvakat elkerülik és az utakon és a vasutak mentén levő távbeszélővezetésektől is nagyobb kölcsönös távolságban haladnak csupán parallel. Ez okból zúgásbefolyásolás szempontjából elegendő a tűrhetőség megállapításánál csupán a fentebb közölt e_{psz1} formulát tekintetbe venni. Erre a formulára alapítva a Közlekedés és Postaügyi minisztérium és a Nehézipari Minisztérium ideiglenesen közös megegyezéssel a következő tűrhetőségi szabályt fogadták el:

$$a \cdot \lambda \cdot I \cdot \Sigma (M_{800} \cdot l_{vet.}) < 10^{-4};$$

(A zúgásbefolyásolás előzetes számítással el-tűrhetőnek mondható, ha teljesül ez az egyenlőtlen-ség.)

$l_{vet.}$ a távbeszélő vezeték egyenesvonalú szakaszainak a távvezetékekre vonatkoztatott vetü-lethossza km-ben;

I a távvezeték földben folyó üzemi áramának erőssége a legkedvezőtlenebb esetben;

a a távvezeték áramharmonikusainak erőssé-gétől függő tényező; normális harmonikus mennyi-

ség és erősségeloszlás esetében értéke 1, kedvezőt-lenebb esetekben pedig 2—4;

λ a fentebb már definiált érzékenységi tényező.

Nagyfeszültségű (erősáramú) távvezetékek harmonikusai

Távvezetékek feszültségi és áramharmonikusai általában részben a centrálé generátora felől, részben pedig a fogyasztás részéről termelődnek. A harmonikusok frekvenciái leggyakrabban az üzemi frekvencia páratlanszámú többszörösei.

Mind a feszültségi, mind pedig az áramharmoni-kusoknak a távvezeték különböző helyein általá-ban különböző %-os erősségeloszlásuk van; ennek oka részben a távvezetékek csillapítása és annak függése a frekvenciától, részben pedig a távvezeték-átvitelnél előálló reflexiók és esetleg rezonanciás jelenségek.

Feszültségi harmonikusok

A feszültségi harmonikusok erősségét legcél-szerűbb az üzemfeszültség %-aiban kifejezni. A Budapest—Hegyeshalom vasút munkavezetéké-nek feszültségi harmonikus eloszlása Törökbálint közelében például a következő:

50 Hz	100%
250 «	0,63%
350 «	0,26%
550 «	0,44%
650 «	0,28%
950 «	0,09%

A táblázatból kiszámítható a távvezeték zavaró-képessége $K = 0,36\%$ (lásd fentebb), ami igen ked-vező a 2%-os átlagos C C I F normával szemben.

Áramharmonikusok

A távvezeték áramharmonikusainak általában olyan erősségeloszlásuk van, melyek megfelelnek a lerögzített C C I F normának ($K = 1\%$). Mind-amellett a harmonikusok áramerőssége és azok elosz-lása lényegesen rosszabbodnak, ha a távvezetéken higanygőz-egyenirányítós rendszerek is vannak üzemben mint fogyasztók bekapcsolva. Ilyen típusú harmonikusok intenzíve lépnek fel pl. higanygőz-egyenirányítóval üzemben tartott villamosvasutak mentén, továbbá a rendszerint igen nagy teljesít-ménnyel dolgozó, alumíniumot gyártó üzemeknél, ahol a higanygőz-egyenirányító visszahatásaként tekintélyes harmonikus mennyiség táplálódik vissza az üzemi energiát szállító nagyfeszültségű táv-vezetésekre.

A technikai irodalomban újabbban nagy figyelmet fordítanak a higanygőz-egyenirányítók által mind az egyenáram, mind pedig a váltakozó áram oldalán gerjesztett harmonikusok erősségeloszlására. Elmé-letileg kimutatható, hogy hatfázisú és tizenkét-fázisú egyenirányítóknál az egyenáramú oldalon feszültségi harmonikusok, a váltakozóáramú oldalon pedig áramharmonikusok termelődnek. E harmoni-kusok rendszámait és százalékos erősségeit ideális körülmények közt a következő táblázat mutatja (l. Irodalmi összeállítás 6.);

	6 fázisú higanygőz- egyenirányító		12 fázisú higanygőz- egyenirányító		Meg- jegyzés
	Egyenáramú oldal, feszültségi harmonikus	Váltakozó- áramú oldal, áram- harmonikus	Egyenáramú oldal, feszültségi harmonikus	Váltakozó- áramú oldal, áram- harmonikus	
A harmo- nikusok rend- száma : n	$6k$	$6k + 1$	$12k$	$12k + 1$	$k = 1, 2, 3$
A harmo- nikusok erőssége %	$\frac{E_{\text{Egyen}} \sqrt{2} \cdot 100}{n^2 - 1}$	$\frac{I_{\text{vált.}} \cdot 100}{n}$	$\frac{E_{\text{Egyen}} \sqrt{2} \cdot 100}{n^2 - 1}$	$\frac{I_{\text{vált.}} \cdot 100}{n}$	

A táblázat szerint tehát a zavaróharmonikusok 3-as csoportokban tömörülnek. E hármas csoportokból (pl. $n = 11, 12, 13$) a középső mindig az egyenáramú oldalon, mint feszültségi harmonikus jelenik meg (jelen esetben $n = 12$), míg a két szomszédja ($n = 11$ és 13), mint áramharmonikusok a váltakozóáramú nagyfeszültségű hálózatia táplálódnak vissza.

E hármas csoportok eloszlását és %-os erősségeit szemlélteti a távbeszélőüzemre fontosabb harmonikusok részére a következő hasábon levő összeállítás.

Az áramharmonikusok százalékos jelenléte a távvezetéseken zavarás szempontjából annál kedvezőtlenebb, minél nagyobb a higanygőz egyenirányító üzemre eső hálózati teljesítmény a távvezeték teljes energiatranszportjához képest.

Az áramharmonikusok zavaró hatása a jövőben mind nagyobb jelentőséget nyer, amint országunk villamosenergia elosztó hálózatában a higanygőz-áramirányító rendszerek — tehát egyenirányító és váltóirányító berendezések —, fokozatosan elterjednek. (1. irodalmi összeállítás 7.)

IRODALOM:

1. Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles. Edition de Roma 1937. (révisée á Oslo en 1938).
2. F. Pollaczek : Elektrische Nachrichten-Technik, 1926. volume 3, 339. old.

n	6 fázisú higanygőz- egyenirányító		12 fázisú higanygőz- egyenirányító		Meg- jegyzés
	Egyenáramú oldal, feszültségi harmonikus	Váltakozó- áramú oldal, áram- harmonikus	Egyenáramú oldal, feszültségi harmonikus	Váltakozó- áramú oldal, áram- harmonikus	
5	—	20,—	—	—	
6	4,04	—	—	—	
7	—	14,29	—	—	
11	—	9,1	—	9,1	
12	0,99	—	0,99	—	
13	—	7,7	—	7,7	
17	—	5,88	—	—	
18	0,44	—	—	—	
19	—	5,26	—	—	
23	—	4,35	—	4,35	
24	0,246	—	0,246	—	
25	—	4,—	—	4,—	
29	—	3,45	—	—	
30	0,157	—	—	—	
31	—	3,23	—	—	
35	—	2,86	—	2,86	
36	0,11	—	0,11	—	
37	—	2,7	—	2,7	

3. J. R. Carson : Bell System Technical Journal, 1926, volume 5, 539. old.

4. W. G. Radley et H. J. Josefs : Journal of the Institution of Electrical Engineers, 1937, volume 80, 99. old.

5. M. Kereskedelemügyi Miniszter 60001/1934. sz. rendelete, gyengeáramú berendezéseknek villamos művek létesítésével, bővítésével és átalakításával kapcsolatos keresztezése és megközelítése tárgyában.

6. Schaltung u. Phasenzahl von Wechselstrom—Gleichstrom—Mutatoranlagen unter spezieller Berücksichtigung der Oberwellen in der Gleichspannung u. im Primärstrom. M. Hürlimann, Brown—Boveri Mitteilungen, 1947 okt.—nov. szám 200. old.

7. Dr. Halácsi Endre : Áramirányítók (Mérnöki továbbképző intézet kiadványai : 1943. 31. sz.).

Olvásóinkhoz.

Kértük néhány hónappal ezelőtt cikkiróinkat, hogy mondanivalóikat tömörebbre fogják, mert több a cikk, mint a hely. Az azóta beérkezett cikkek is még — akár mások eredményeiről, akár saját kutatómunkáról számolnak be — sok esetben hosszabbak, több bennük az ismétlés, az ábra és a matematika, mint amennyi érdekes az átlagos olvasó számára.

Viszont hiányunk van rövid — és ezért gyorsan közlésre kerülő — tudósításokban üzemi eseményekről, olvasott szovjet könyvek és folyóiratok egy-egy érdekesebb részletéről. Felkérjük azokat az olvasókat is, akik eddig cikket nem írtak, vegyenek részt ennek a hiánynak a megszüntetésében.

Sorozatos vonalcsoporthok méretezése

HORVÁTH GYULA (Standard Vill. Rt)

Пользуясь формулой Эрланга, автор обсуждает нагрузку серийных групповых линий с учетом повторных вызовов. Приводит графический метод для расчета потерь и размеров серийных групповых линий. Вводит понятие „количественной потери“ и приводит метод измерения для ее определения. Вконец обсуждает ложную нагрузку, нагружающую вследствие перегрузки групповых линий отдельные каскады АТС.

L'auteur applique la formule d'Erlang pour la description du trafic des groupes de lignes P. B. X. et il prend en considération que les abonnés répètent les appels quand toutes les lignes sont occupées. Une méthode graphique est exposée pour la calculation de la perte qu'on peut utiliser quand un groupe de ligne P. B. X. doit être dimensionné. Il introduit l'idée de la »perte quantitative« et explique son méthode pour la mesurer. Il démontre le faux-traffic duquel les commutateurs sont chargés, quand le groupe de P. B. X. est surchargé.

The author applies Erlang's formula to the description of the traffic of groups of P. B. X. lines, taking into consideration that the calling parties repeat the calls when busy tone is received. A graphical method is dealt with for obtaining the loss which can be employed when dimensioning. The author introduces the notation of the »quantitative loss« and gives a method for measuring it. He demonstrates the pseudo-traffic which must be carried by the main exchange when the P. B. X. group is overloaded.

Der Verfasser verwendet die Erlang'sche Formel zur Beschreibung des Verkehrs der Mehrfachanschlüsse und zieht in Betracht, dass die Teilnehmer die Anrufe wiederholen, wenn alle Mehrfachanschlüsse besetzt sind. Er bietet eine graphische Methode für die Bestimmung des Verlustes, welche auch zur Dimensionierung benutzt werden kann. Er führt den Begriff des »quantitativen Verlustes« ein und erörtert seine Methode für dessen Bemessung. Eine Berechnung illustriert den falschen Verkehr, welchen die Zentrale im Falle einer Überlastung der Mehrfachanschlüsse abzuwickeln gezwungen ist.

Várakozás nélküli vonalcsoporthok forgalmának leírása az Erlang formulával

Sorozatos vonalcsoporthok méretezéséhez szükségünk van ezen vonalak forgalmának minél általánosabb matematikai leírására, hogy ebből használható gyakorlati következtetéseket vonhassunk le.

Egyelőre olyan alközpontokra szorítkozunk, ahol a teljes városi forgalom egy nyaláiban, csupa kétirányú fővonalon folyik le. A vonal forgalmi viszonyait azonban nem befolyásolja, hogy igénybevétele melyik végén történik, ezért forgalmi szempontból az alközponti vonalcsoporth az főközpontokban levő trunknyalábokkal azonos módon viselkedik. Továbbá a vonalnyaláb várakozás nélküli forgalmat bonyolít le, mert mind a fő-, mind az alközpontok általában úgy vannak kivitelezve, hogy azok a hívások, melyek a vonalnyalábra az összes vonal foglaltsága esetén (bármely irányból) érkeznek, hiába várakoznak, elvesznek. Következésképp a jelenségeket az Erlang formulának várakozás nélküli rendszerekre vonatkozó alakja írja le, mely szerint

$$P_x = \frac{\frac{K^x}{x!}}{\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}} \quad (1)$$

ahol P_x annak valószínűsége, hogy egyidejűleg x vonal foglalt,

K a vonalnyaláb felé mutató kínálat (órákban),

v a vonalak száma.

Kínálat alatt a vonalnyaláb felé mutató forgalmi igényt értjük, vagyis azt az időtartamot, amire az előfizetők a vonalnyalábot beszélgetésre igénybe kívánják venni egy óra alatt. Így a kínálat kifejezhető, mint a hívási kísérletek számának és a közepes tartási időnek szorzata:

$$K = c t_k$$

ahol c a hívási kísérletek száma egy óra alatt,

t_k egy beszélgetés közepes tartási ideje, órában.

Nyilvánvaló, hogy a kínálat, mely kizárólag az előfizetők magatartását fejezi ki, teljesen független mind a rendelkezésre álló vonalak számától, mind a tényleges beszélgetéssel töltött időtől.

Az összes vonal foglaltságának valószínűsége:

$$P_v = \frac{\frac{K^v}{v!}}{\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}} \quad (2)$$

ami kifejezi annak valószínűségét is, hogy egy vaktában kiragadott hívás elvész azért, mert nem kap azonnal szabad vonalat. Az összes hívásra vonatkoztatva pedig

$$y = K P_v = \frac{\frac{K^{v+1}}{v!}}{\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}} \quad (3)$$

veszteség keletkezik, vagyis az előfizetők által

kezdeményezett $\frac{K}{t_k}$ hívásból $\frac{y}{t_k}$ beszélgetés nem

bonyolódik le, mert az ennek megfelelő hívások az összes vonal foglaltsága alkalmával érkeztek, tehát meghiusultak.

A kínálat és a veszteség különbsége a teljesítmény

$$Y = K - y \quad (4)$$

vagyis a vonalnyalábban tényleg beszélgetéssel töltött idő.

A (3) és (4) képletek segítségével a forgalmi viszonyok teljesen leírhatók. A (3) képlet alapján készült görbék a gyakorlatban mint az »Erlang-féle többelhívások görbéi« vannak közkézen és a veszteség meghatározására közvetlenül felhasználhatók.

Ismételt hívások figyelembevételére sorozatos vonalaknál

Mivel az összes vonal foglaltsága esetén felkínált hívások sikertelenek lesznek, ezeket a hívó előfizetők megisméttlik.

Az ismétlések hatásának figyelembevétele a következő gondolatmenettel történhet.

Egyelőre feltesszük, hogy minden sikertelen hívást a forgalmas órában megisméttelnek. Ennek következtében a K_0 felkínált forgalomból előálló

y_0 veszteség fellépése $\frac{y_0}{t_k}$ újabb hívási kísérletet

eredményez. Ez a vonalcsoport felé újabb $\frac{y_0}{t_k} t_k = y_0$

kínálat keletkezését jelenti. Ezzel a megnövekedett kínálat:

$$K_1 = K_0 + y_0$$

A K_1 kínálat hatására y_1 veszteség keletkezik (de a vonalnyaláb teljesítménye emelkedik, amint azt később kimutatjuk). A vonalnyaláb teljesítménye tehát

$Y_1 = K_1 - y_1$ lesz, vagyis a felkínált forgalomból ennyi kerül lebonyolításra. Az ezen felül valóban elvesző forgalom

$$y_1 = K_0 - Y_1 = K_0 - (K_1 - y_1)$$

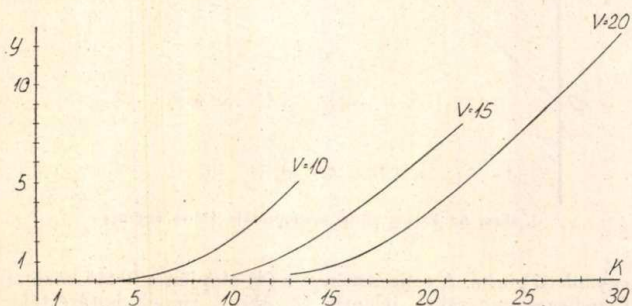
Ez a kísérletek újabb megisméttelése révén a kínálatot tovább emeli, tehát:

$$K_2 = K_1 + y_1 = K_0 + y_1$$

A gondolatmenetet továbbfolytatva adódik, hogy

$$\begin{aligned} K_3 &= K_0 + y_2 \\ K_n &= K_0 + y_{n-1} \\ &\vdots \\ K_\infty &= K_0 + Y_\infty \end{aligned} \quad (5)$$

Az $y_0, y_1 \dots y_n \dots$ végtelen sor konvergenciájának előfeltételét később grafikusan szemléltetem. Egyelőre elfogadva ezen sor konvergenciáját következik, hogy a $K_0, K_1 \dots K_n \dots$ sor is konvergens lesz. Ennek megfelelően beszélhetünk K_∞ határértékéről, mely a sikertelen hívásokkal megnövekedett kínálatnak felel meg az ismétlések figyelembevételével. Levezetésünk mutatja, hogy feltételeztük, hogy minden hívást (egyébként vaktában) addig ismételnék, míg nem sikerül. Ezen K_∞ kíná-



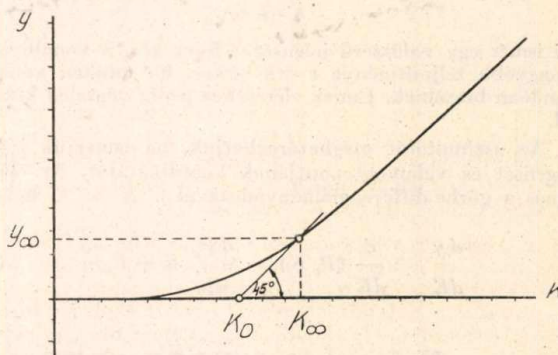
1. ábra. Az Erlang formula ábrázolása $v = \text{const.}$ esetén

lathoz tartozó y_∞ veszteséget az Erlang formulával könnyen megállapíthatjuk.

A fenti számítás még görbeolvasások alkalmazásával is hosszadalmas és pontatlan, mivel gyakran interpolálásra van szükség. Könnyen végrehajtható azonban egyszerű szerkesztéssel akkor, ha az $y = f(K)$ görbét ismerjük. Ez a görbe viszont a már említett többelhívásgörbék közül könnyen megszerkeszthető (1. az 1. ábrát). Célszerűen mindkét tengelyen azonos léptéket választunk.

A szerkesztés elve a következő:

A $K_\infty = K_0 + y_\infty$ egyenlet összefüggést ad meg K_∞ és y_∞ értékei között, mely a K_0 abszcissájú tengelypontból 45° alatt húzott egyenessel jellemezhető. Másrészt K_∞, y_∞ kielégíti az Erlang formulát, tehát az 1. ábra görbéjének és az említett egyenesnek metszéspontja szolgáltatja K_∞, y_∞ értékeit (2. ábra).



2. ábra. A látszólagos kínálat és a valóságos veszteség meghatározása szerkesztéssel

Az Erlang formula tulajdonságai. Konvergencia kritériumok

A konvergencia feltételére nézve a következő kritériumot kaphatjuk:

Az $y = P_v K$ görbéről $v = \text{const.}$ mellett kimutatható, hogy monoton görbe, melynek aszimptotája a $K = v$ abszcissájú tengelypontból kiinduló 45° -os egyenes.

Állításunkat a következőképpen bizonyíthatjuk:

Az aszimptoma meghatározásához szükségünk lesz lim P_v értékére. Előkészítésül ezt határozzuk meg [1]*. Átalakítva Erlang képletét:

$$P_v = \frac{1}{\frac{v!}{K^v} + \frac{v!}{K^{v-1}} + \frac{v!}{2!K^{v-2}} + \frac{v!}{3!K^{v-3}} + \dots + \frac{v!}{v!K^{v-v}}} \quad (6)$$

A nevező utolsó törtje nyilván mindig 1, a megelőzőek pedig zérus felé tartanak, ha $K \rightarrow \infty$. Tehát

$$\lim_{K \rightarrow \infty} P_v = 1 \quad (7)$$

ami azt a valószínű jelenséget fejezi ki, hogy az összes vonal állandó foglaltsága (amit a $P_v = 1$ egyenlet fejez ki) akkor következik be, ha a kínálat végtelen, vagyis ha minden pillanatban kezdeményeznek hívásokat, ami lehetővé teszi, hogy minden vonal felszabadulása után azonnal foglalttá váljon.

* A [] között lévő számok az irodalomra való hivatkozást jelentik.

Szükségünk lesz még $\lim_{K \rightarrow \infty} Y$ értékére.

Ha P_x a valószínűsége x egyidejű hívás fennállásának, akkor P_x jelenti azt az időt is, mely alatt x összeköttetés áll fenn (egy órán belül). Ezalatt $x P_x$ óra teljesített. A v vonalból álló nyaláb teljesítménye:

$$Y = \sum_{x=1}^{x=v} x P_x \quad (8)$$

ami megfelel a foglalt vonalak száma középértékének. A valószínűségszámítás második axiómája szerint [2]

$$\sum_{x=0}^{x=\infty} P_x = 1,$$

tehát ha $P_v \rightarrow 1$, szükségképpen $P_x \rightarrow 0$, ahol $x \neq v$. Ezzel a határátmenetnél a szummálandó mennyiségekből csak $v P_v$ marad meg, tehát (7) figyelembevételével

$$\lim_{K \rightarrow \infty} Y = v \quad (9)$$

ami ismét egy valószínű jelenséget fejez ki: a vonalnyaláb legnagyobb teljesítménye v óra akkor, ha minden vonalon állandóan beszélnek. Ennek eléréséhez pedig végtelen kínálat kell.

Az aszimptotát meghatározhatjuk, ha ismerjük iránytangensét és valamely pontjának koordinátáját. Az előbbi azonos a görbe differenciálhányadosával a $K = \infty$ helyen.

$$\frac{dy}{dK} = \frac{d}{dK} (P_v K) = \frac{dP_v}{dK} K + P_v \quad (10)$$

Így

$$\frac{dP_v}{dK} = \frac{d}{dK} \frac{K^v}{v!} = \frac{1}{v!} \frac{v K^{v-1} \sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!} - K^v \sum_{x=1}^{x=v} x \frac{K^{x-1}}{x!}}{\left(\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!} \right)^2}$$

Figyelembevételével, hogy

$$\sum_{x=1}^{x=v} x \frac{K^{x-1}}{x!} = \sum_{x=1}^{x=v} \frac{K^{x-1}}{(x-1)!}, \text{ ami } x-1 = z \text{ helyettesítéssel}$$

$$\sum_{z=0}^{z=v-1} \frac{K^z}{z!}$$

alakú lesz. Mivel azonban a szummáción belül a változót tetszés szerinti betűvel írhatjuk, visszatérhetünk az x betűre. Nyilván

$$\sum_{x=0}^{x=v-1} \frac{K^x}{x!} = \sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!} - \frac{K^v}{v!}$$

tehát

$$\frac{dP_v}{dK} = \frac{1}{v!} \frac{v K^{v-1} \sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!} - K^v \left(\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!} - \frac{K^v}{v!} \right)}{\left(\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!} \right)^2}$$

A számlálót és nevezőt osztva

$$\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}$$

mennyiséggel kapjuk, hogy

$$\frac{dP_v}{dK} = \frac{1}{v!} \frac{v K^{v-1} - K^v (1 - P_v)}{\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}}$$

továbbá

$$\frac{dP_v}{dK} = \frac{1}{v!} \frac{\frac{v}{K} K^v - K^v (1 - P_v)}{\sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}} = \frac{K^v \frac{v}{K} - (1 - P_v)}{v! \sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}} =$$

$$= P_v \frac{v - K (1 - P_v)}{K}$$

Ezen eredmény felhasználásával

$$\frac{dy}{dK} = P_v [v - K(1 - P_v)] + P_v = P_v [v - K(1 - P_v) + 1] =$$

$$= P_v (v - Y + 1)$$

Ennek határértéke pedig (7) és (9) figyelembevételével

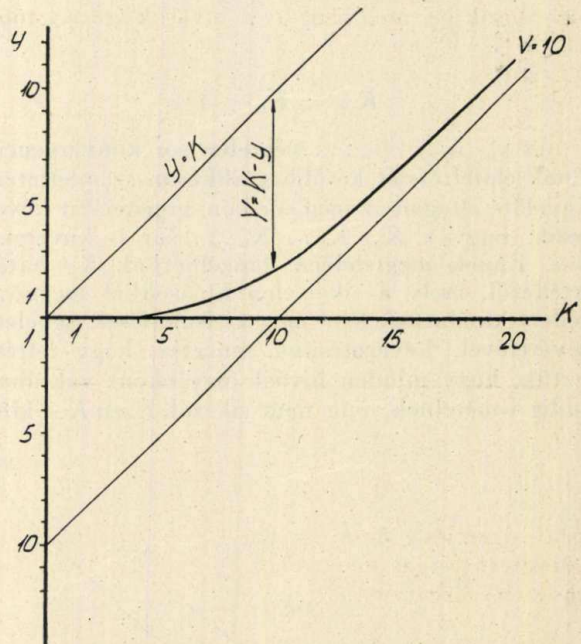
$$\left(\frac{dy}{dK} \right)_{K=\infty} = 1(v - v + 1) = 1, \quad (11)$$

tehát az aszimptota a vízszintes tengelyhez 45° szög alatt hajlik.

Az aszimptota meghatározásához szükséges pontot az alábbi megfontolásból kapjuk:

Az y, K koordináta-rendszerben az $y = K$ egyenes, mely a kezdőpontból kiindulva 45° alatt halad, a kínálatot jelenti és párhuzamos az aszimptotával. Ez alatt halad a veszteséget ábrázoló

$$y = \frac{K^{v+1}}{v! \sum_{x=0}^{x=v} \frac{K^x}{x!}}$$



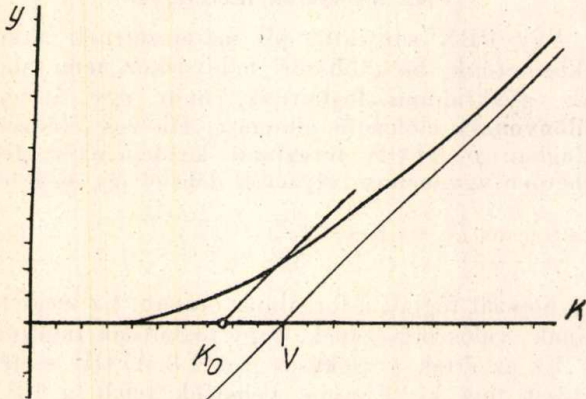
3. ábra. Az Erlang görbe aszimptotája 45° -os egyenes

egyenesű görbe. A teljesítményt a (4) alapján a kettő közötti függőleges metszések jelentik (3. ábra). Ennek határértéke (9) szerint v , tehát az aszimptotának a végtelenben (és mivel

párhuzamosak, a végesben is) az $y = K$ egyenes alatt v függőleges távolságban kell haladnia. Eszerint az aszimptota az y tengelyt a $(-v, 0)$ koordinátájú pontban metszi, egyenlete tehát:

$$y = K - v \quad (12)$$

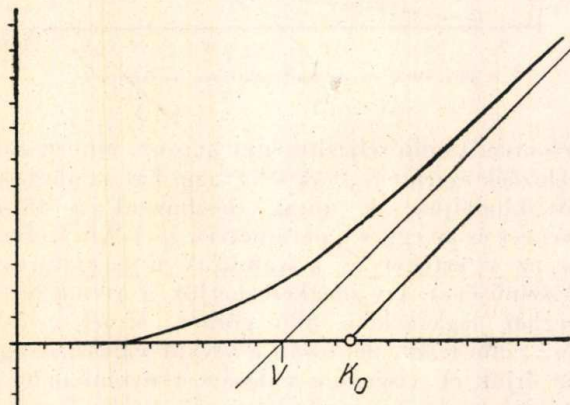
A 3. ábra szerint az abszcissa tengelyt a $(0, +v)$ pontban metszi, ahogy állítottuk.



4. ábra. $K_0 < v$ esetén az (5) sor konvergens

Mivel az ismétlésekkel megnövekedett kínálat meghatározásánál is a K tengely K_0 pontjából kiinduló 45° -os egyenessel dolgoztunk, nyomban látható, hogy ez az egyenes az $y = f(K)$ görbét csak akkor metszheti, ha $K_0 < v$ (4. és 5. ábra)

Az $Y = K - y$ egyenlet szerint $Y_\infty = K_\infty - y_\infty = K_0$, ennek alapján a (K_∞, y_∞) koordinátákkal meghatározott ponttal jellemzett állapot keletkezését úgy is felfoghatjuk, hogy a kínálat a hívások megisméltése révén emelkedik addig, míg a K_∞ látszólagos kínálathoz tartozó teljesítmény el nem éri a K_0 természetes kínálatot, vagyis az előfizetők által lebonyolítani kívánt forgalmat. Így tehát egy stacionárius állapot következik be, melyben — a hívások esetleg több-



5. ábra. $K_0 > v$ esetén az (5) sor divergens

szöri ismétlése árán ugyan — a központ által teljesített forgalom egyenlővé válik a központtól követelt forgalommal.

Részben ismételt hívások

Abban az esetben, ha azt feltételezzük, hogy a sikertelen hívásoknak csak n -szeresét ismétlik meg a forgalmas órában, az egyenleteink megvál-

toznak. Előbb azonban át kell alakítanunk őket. Ugyanis az előzőek szerint

$$K_n = K_0 + y_{n-1} \text{ és } K_{n-1} = K_0 + y_{n-2} \quad (5)$$

Kifejezve az utóbbi egyenletből K_0 értékét: $K_0 = K_{n-1} - y_{n-2}$ és betéve az előzőbe:

$$K_n = K_{n-1} + (y_{n-1} - y_{n-2}) \quad (13)$$

Tehát K minden egyes értéke az előzőből úgy adódik, hogy hozzáadjuk a megelőző y értékek különbségét. Ez utóbbi jelenti tehát a megismélt hívásokból eredő kínálatot. Feltevésünk szerint éppen ennek n -szeresét (ahol $n < 1$) ismétlik meg, tehát képletünk új alakja:

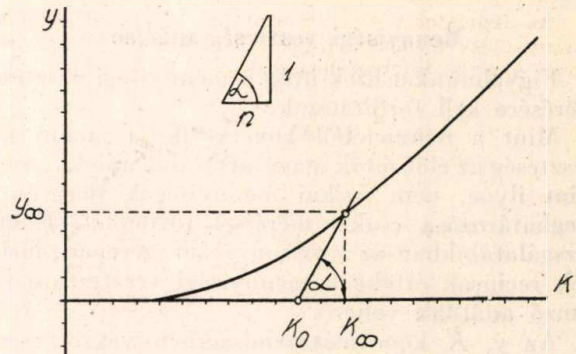
$$K_n = K_{n-1} + n(y_{n-1} - y_{n-2}) \text{ és} \quad (14)$$

$$K_\infty = K_0 + n y_\infty$$

amit a szerkesztésben úgy juttatunk kifejezésre, hogy az említett egyenest nem 45° alatt, hanem

$$\text{arc } \text{tg } \frac{1}{n} \text{ szög alatt vezetjük.}$$

Ez a szög nyilván nagyobb 45° -nál (6. ábra).



6. ábra. A 2. ábra szerinti szerkesztés, ha a hívásokat csak részben ismétlik meg

Abban az esetben tehát, ha nem minden hívást ismétlenek meg a forgalmas órában, a sor mindig konvergens lesz, mert a K tengely bármely pontjából 45° -nál nagyobb szög alatt indított egyenes az előbbi aszimptotát és így az Erlang görbét is a végesben metszi.

A mennyiségi veszteség fogalma

Az előzőkből következik, hogy $K_0 > v$ esetén stacionárius állapot csak úgy következhet be, ha $n < 1$. Ellenkező esetben ugyanis a központ soha sem lesz képes a megkövetelt forgalmat lebonyolítani, hanem a le nem bonyolított hívások száma és az ismétlési kísérletek száma állandóan növekszik.

A tapasztalat szerint azonban ilyen természetű növekedés még a legforgalmasabb órákban sem tapasztalható a túlterhelt központokban, hanem a helyzet stacionárius állapotnak tekinthető. A fentiek szerint $K_0 > v$ esetén ez úgy lehetséges, ha $n < 1$. Ez azt jelenti, mint már említettük, hogy az előfizetők a nem sikerült hívások egy részét nem ismétlik meg. Miért? Nyilván azért, mert a tervezett beszélgetést mégsem bonyolítják le, lemondanak a telefon igénybevételéről. Ennek oka pedig nyilván az, hogy az előfizetők szerzett rossz tapaszt-

talataik alapján kilátástalannak látják a távbeszélgetés lefolytatását. Így tehát beszélhetünk a le nem bonyolított beszélgetések számáról (s), mely a telefonszolgálat mennyiségi veszteségének tekintendő.

Az előfizetők a telefonberendezéssel szemben ugyanis mennyiségi és minőségi követeléssel lépnek fel, bármelyik követelés nem tökéletes teljesítése veszteségnek tekintendő. Megkívánják elsősorban azt, hogy a berendezés az általuk lebonyolítani szándékolt összes beszélgetést lehetővé tegye, ez tehát mennyiségi követelés. Ha a lebonyolítani szándékolt beszélgetésekből s beszélgetés lefolytatásától a berendezés magatartása miatt el kell tekinteni, a berendezés a megkövetelt c beszélgetési lehetőség helyett csak $(c-s)$ lehetőséget biztosít, tehát s mennyiségi veszteséggel dolgozik. Másodszorban az előfizetők megkívánják, hogy a berendezés a kért összeköttetéseket azonnal létesítse. Ha ezt csak több-kevesebb kísérlet után teljesíti, a beszélgetések létrejönnek ugyan, de kényelmetlenség árán, ami minőségi veszteséget jelent és a fentiekben tárgyalt veszteséggel, vagy a keletkező álforgalommal jellemezhető.

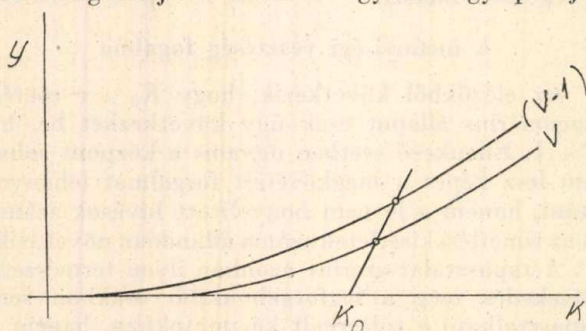
Mennyiségi veszteség mérése

Figyelmünket ezek után a mennyiségi veszteség mérésére kell fordítanunk.

Mint a definícióból következik, a mennyiségi veszteség az előfizetők magatartásából adódik, tehát mint ilyen, nem fizikai mennyiségek függvénye. Meghatározása csakis méréssel történhet. Eddigi vizsgálatainkban az n viszonyszám szerepelt, melynek reciprok értéke a mennyiségi veszteségre jellemző adatnak vehető.

Az y , K koordinátarendszerben végzett szerkesztésekben $1/n$ mint a K_0 abszciszájú tengelypontból húzott egyenes iránytangense szerepelt. Ha tehát ezen egyenest mérések alapján meg tudjuk szerkeszteni, n értéke is meghatározható.

Az ismert módszerekkel y vagy Y értéke mérhető. Bármelyik alapján az üzemben levő vonalak számának megfelelő $y = f(K)$ görbén a stacionárius állapotot jellemző munkapont meghatározható. Ez szolgáltatja a keresett egyenes egy pontját.



7. ábra. A mennyiségi veszteség meghatározásához

Másik pontját úgy kapjuk, ha a mérését v egy másik értéke mellett megismételjük, amivel ismét egy pontot kapunk. A két pont alapján az egyenes megszerkeszthető és iránytangense kiszámítható.

Praktikusan a mérést úgy végezhetjük, hogy a mérést teljes és eggyel csökkentett vonalszám

mellett végezzük el. Bár a veszteség változása így némileg befolyásolja az előfizetők magatartását, ez a változás csak hosszabb idő alatt fejlődik ki és így a hirtelen vonalszámcsökkenés után végrehajtott mérés eredményének pontatlansága kicsi marad (7. ábra).

PBX sorozatok méretezése

Egy PBX sorozatot jól méretezettnek akkor tekinthetünk, ha többszöri felhíváskor nem találjuk gyakrabban foglaltnak, mint egy átlagos különvonalú előfizetői állomást. Ha egy előfizető átlagban p ÁFOH forgalmat kezdeményez, feltehetően ugyanennyi végződik nála és így összesen

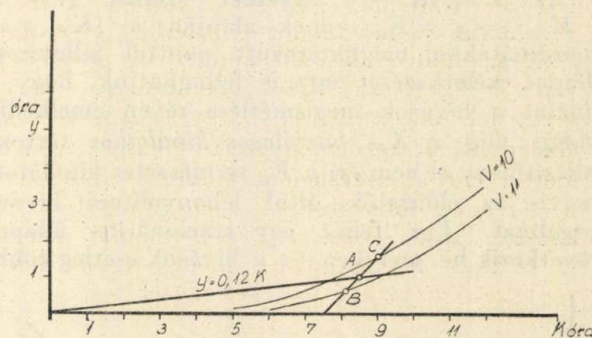
$$\frac{2p}{30} \quad (15)$$

óra hosszat foglalt a forgalmas órában. Ez megfelel annak valószínűségének, hogy foglaltnak találjuk.

Ez az érték a szokásos $p = 1,8$ ÁFOH esetén 0,12-et tesz ki. Ennyire vehetjük tehát a PBX sorozatnál is annak valószínűségét, hogy foglaltnak találjuk. Ez a valószínűség (2) és (3) egybevetésével

$$P_v = \frac{y}{K}$$

A szükséges vonalszám szerkesztéssel határozható meg. Ismeretes a lebonyolítandó beszélgetések száma, melyet az átlagos tartási idővel szorozva



8. ábra. PBX vonalcsoport méretezése szerkesztéssel

a lebonyolítandó teljesítményt kapjuk, ami viszont az előzőek szerint K_0 -nak felel meg. Ezt az abszciszán kijelöljük (4. ábra), meghúzzuk a 45° -os egyenest és az egyes v paraméterű görbékre leolvassuk az y értéket és kiszámítjuk a hozzátartozó valószínűséget, így megkereshetjük a kívánt veszteséghez legközelebb álló görbét. Mivel v csak egész szám lehet, pontosan a kívánt valószínűséget nem érjük el, viszont a valószínűséget nyomban meghatározhatjuk. Nincs akadálya annak sem, hogy az $y = 0,12 K$ egyenest, mely a 12% -os veszteségű pontok mértani helye, diagrammunkba berajzoljuk, metszésbe hozzuk a 45° -os egyenesünkkel és a legközelebbi görbéhez tartozó v értéket leolvassuk. Tévedések elkerülésére mindig szem előtt kell tartani, hogy a nagyobb vonalszámú görbéhez kisebb valószínűség tartozik.

1. példa.

Elfogadva a valószínűség fenti meghatározását, görbénkbe az $y = 0,12 K$ egyenletű egyenest rajzoljuk be (8. ábra).

Legyen $Y = K_0 = 7,5$ óra. Az ennek megfelelő pontot az abszcisszán kijelöljük és onnan 45° -os egyenest húzunk, mely az $y = 0,12 K$ egyenest a $v = 10$ és $v = 11$ paraméterű görbék között az A pontban metszi. A jobb szolgáltatás érdekében $v = 11$ -et választunk. Így a stationér állapotot meghatározó adatok a B pont koordinátái, vagyis

$$y = 0,7 \text{ és } K = 8,2 \text{ óra, tehát}$$

$$P_v = \frac{y}{K} = \frac{0,7}{8,2} = 0,085 = 8,5\%$$

Ha viszont takarékoságból $v = 10$ -et választottunk volna, a C pont koordinátái alapján

$$P_v = \frac{1,8}{9,3} = 19,4\%$$

A főközpontot terhelő álforgalom

A tárgyalt ismételt hívások a főközpontra nézve többlet terhelést jelentenek, mert a főközpont egyes fokozatait foglaltá teszik anélkül, hogy hasznos beszélgetésre vennék igénybe. Ez mint a főközpontot terhelő álforgalom jelentkezik, mely a következőképpen számítható ki.

$$\text{Az elveszett hívások száma } \frac{1}{2} \frac{y}{t_k},$$

ahol y a 2. ábra szerint meghatározott veszteség, óra

t_k egy beszélgetés átlagos tartási ideje, óra.

Az y veszteséget a kétirányú vonalcsoportot mindkét irányból együttesen terhelő kínálatból határoztuk meg. A főközpont terhelése szempontjából azonban csak a főközpont felől jövő hívások vehetők figyelembe. Utóbbiak számát — a valószínűségi jól megközelítve — egyenlőnek vettük az alközpontból kezdeményezett hívások számával, ezért a fenti kifejezésben az $\frac{1}{2}$ szorzót alkalmaztuk.

Az egyes fokozatokat terhelő álforgalmat megkapjuk, ha az elveszett hívások számát szorozzuk az érdekelt fokozatnak egy nem sikerült hívásra vonatkozó t_i tartási idejével. Ezzel

$$Z_i = \frac{1}{2} y \frac{t_i}{t_k} \quad (16)$$

ahol Z_i az i betűvel jellemzett fokozatot terhelő álforgalom, óra

t_i az i betűvel jellemzett fokozat tartási ideje nem sikerült hívások esetén.

Mivel t_i és t_k számlálóban, ill. nevezőben szerepelnek, bármely, de azonos időegységekben fejezhetők ki.

A t_i tartási idő fokozatonként más és más. Híváskereső esetén pl. az alábbi részidőkből tevődik össze:

1. a tárcsahang megjelenéséig eltelt idő;
2. a regiszter tartási ideje;
3. a bontásig terjedő idő.

Döntő szerepet a regiszter tartási ideje játszik, melynek alapján a sikertelen hívás tartási idejét a híváskeresőre vonatkoztatva 24 mp-re (1,5 ÁFOH) vehetjük.

A vonalválasztónál ez így alakul:

1. a vonalválasztó működési ideje, beleértve az utolsó számjegyre való esetleges várakozást;

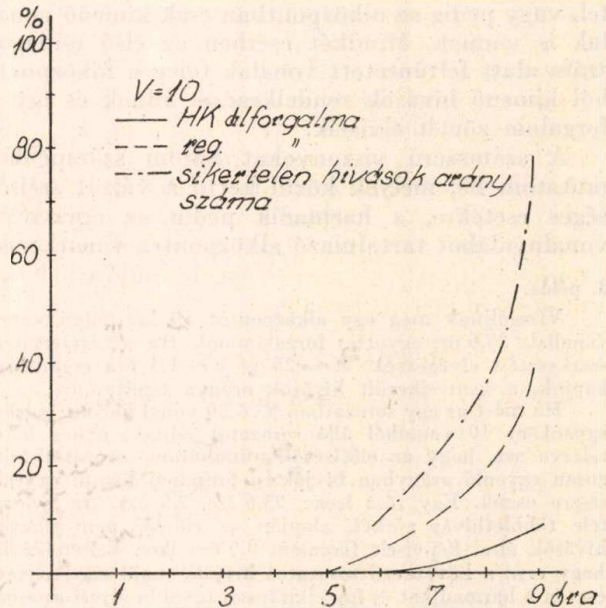
2. a bontásig terjedő idő.

Fentiek összege kb. 5 mp-re becsülhető.

A regiszterek igénybevétele szempontjából viszont közömbös, hogy a hívás sikerül vagy nem, ezért ezeknek tartási ideje mindkét esetben azonos.

2. példa.

Az ismertetett elmélet gyakorlati alkalmazását egy példán mutatjuk be. Vegyünk egy 10 vonalas sorozatot, melyre nézve kiszámítjuk a kínálat függvényében a híváskeresőt, a regisztert terhelő álforgalmat százalékos arányban, továbbá a sikertelen hívások számát. Az eredményeket a 9. ábra szemlélteti. Látjuk, hogy 6 óra kínálattól kezdve rohamosan emelkednek. Kiszámítva most az ugyanezen



9. ábra. Különböző fokozatok álforgalma a kínálat függvényében

adatokat 11 vonal és 7,5 óra kínálat esetén, azt kapjuk, hogy az adatok a 10 vonal és 6 órára vonatkozó adatokkal majdnem egyeznek. Ebben az esetben tehát a vonalak számának 10%-os növekedése az azonos minőségű szolgálat mellett átvihető forgalom 25%-os emelkedését eredményezte. Ez a példa rávilágít arra, hogy a fővonalaknak csak kismérvű emelése is milyen javulást hozhat.

Az álforgalom több részre osztott csoportos vonalakkal

A 7A-2 rendszerben, mint ismeretes, max. 20 vonalból képezhető egy sorozat. Nagyobb vonalszámú sorozatoknál így kénytelenek vagyunk több csillagos számot a telefonkönyvben az előfizető neve mellett feltüntetni. Ebben az esetben nemcsak a 20 vonalnál nagyobb vonalszámú csoport előnyei maradnak részben kihasználatlanul, hanem az előfizetők nem megfelelő magatartása miatt további álforgalom keletkezik.

Egyelőre csupán kétirányú vonalat tartalmazó nyálábra szorítkozva, megál apíthatjuk, hogy a legkedvezőbb eset az, ha az egyes csillagos számokra átlagosan egyenlő számú hívást irányítanak. Ebben az esetben ugyanis az egyes sorozatok önálló sorozatok gyanánt működnek. Többlet álforgalom csak abból keletkezik, hogy az előfizetők az először hívott sorozat foglaltsága esetén a következő sorozatot hívják, melyre nézve a hívás elsőnek számít, viszont az előző hívás már elveszett, álforgalmat

okozott. A helyzet pontos képét a később bemutatandó számpéldán fogjuk látni.

Ha viszont az előfizetők valamely csillagos számot előnyben részesítenek, vagyis a többihez képest gyakrabban hívják először, akkor ezen sorozatra nézve egészségtelen nagy kínálat lép fel, ami sok sikertelen hívást eredményez. Ilyen magatartásra pedig az előfizetők hajlamosak, mert kézenfekvően először a névsorban feltüntetett számot hívják, sőt fontosabb telefonpartnereknél ezt a számot jegyzik meg emlékezetükben. Az így keletkező túlterhelés csak akkor enyhül, ha az első helyen a főközpontból kimenő sorozatok számát tüntetik fel, vagy pedig az alközpontban csak kimenő vonalak is vannak. Mindkét esetben az első csillagos szám alatt feltüntetett vonalak főleg a főközpontból kimenő hívások rendelkezésre állnak és így a forgalom zömét elviszik.

A számszerű viszonyokat három számpéldán mutatom be, melyek közül kettő a vázolt szélsőséges esetekre, a harmadik pedig az egyirányú vonalnyalábot tartalmazó alközpontra vonatkozik.

3. példa.

Vizsgáljunk meg egy alközpontot 30 kétirányú városi vonallal, 23,6 óra együttes forgalommal. Ha az ismertett szerkesztést elvégezzük, $K = 25$ és $\gamma = 1,4$ óra eredményt kapjuk, a nem sikerült hívások aránya tehát 5,6%.

Ha most az egy sorozatban lévő 30 vonal helyett három, egyenként 10 vonalból álló sorozatot adunk, akkor feltételezve azt, hogy az előfizetők mindhárom sorozatot átlagosan egyenlő arányban hívják, a forgalom három egyenlő részre oszlik. Egy rész lesz: $23,6/3 = 7,8$ óra. Az Erlang-féle többlethívás görbék alapján az először nem sikerült hívások által képviselt forgalom 0,9 óra lesz. Feltételezzük, hogy erre a következő sorozatot hívják, majd sikertelenség esetén a harmadikat és így ciklikusan tovább. Mivel azonban az eloszlás szimmetrikus, vehetjük úgy is, hogy a hívásokat ugyanazon sorozaton ismétlik meg, mert hiszen ugyanannyi hívást ad át mindegyik sorozat az utána következőnek, mint amennyit az előzőtől kap. Alkalmazható tehát az ismertett elmélet és a belőle folyó szerkesztés, mire a stacionárius helyzet $K = 10$ és $\gamma = 2,2$ óra lesz, tehát a nem sikerült hívások aránya: 22%, rosszabb, mint az előző.

4. példa.

Az előbbi 3, egyenként 10 vonalas sorozat esetében tegyük fel, hogy mindenegyes előfizető először mindig az első sorozatot, azután sikertelenség esetén — mindig a második, utána a harmadikat hívja. Ebben az esetben az egyes sorozatok felé mutató kínálat különböző lesz, bár az alközpontból kimenő kínálat egyenletesen oszlik el. Feltéve, hogy a ki- és bemenő forgalom egyenlő, a bemenő kínálat 11,8 óra lesz. Ez terheli az első sorozatot és hozzájárul a kimenő kínálat egyharmada, vagyis 3,94 óra, összesen tehát 15,74 óra. Ebből többletforgalomként a második

sorozatra kb. 6 óra adódik át, amit kiegészít a kimenő kínálat arányos része, 3,94 óra. Összes kínálat a második sorozat felé tehát $9,94 = 10$ óra, amiből a harmadik sorozatra kb. 2 óra adódik át. Ezt a sorozatot terheli tehát $2 + 3,94 = 5$ óra, a veszteség kb. 0,1 óra. Ha pontosan akarunk számolni, ezt az első sorozat kínálatához kellene adni és a számítást megismételni. Mivel ez az érték azonban a be- vagy kimenő forgalomhoz képest $< 1\%$, csak tájékoztató adatok szempontjából megálhatunk. Lényeg az, hogy az első csoportnak felajánlott 11,8 órából

$$6 \frac{11,8}{15,74} = 4,5 \text{ óra, a második csoportnak felajánlott forgalomból}$$

$$2 \frac{4,5}{10} = 0,9 \text{ óra forgalomnak megfelelő számú hívást}$$

kell megismételni, összesen tehát 5,4 órának megfelelőt, ha a harmadik sorozattal kapcsolatos ismétlést elhanyagoljuk.

Ezen, a felvett egyszerűsítések miatt csak közelítőnek tekinthető számítás szerint tehát a nem sikerült hívások aránya $\frac{5,4}{11,8} = 46\%$.

5. példa.

Tételezzük fel, hogy a 30 fővonalból 10 vonalat csak kimenő, 10 vonalat kétirányú és 10 vonalat csak bejövő forgalomra állítunk be.

Ezzel a kimenő és bejövő kínálat elsősorban a megfelelő sorozatot érinti, mire 3,5 óra többletforgalom keletkezik, mindkét irányból összesen 7 óra. Ez terheli a kétirányú nyalábot. Mivel a nem sikerült hívásokat ezen a sorozaton ismétlik meg, görbénk szerint 1,3 óra veszteséggel számolhatunk. A megismételt hívásoknak megfelelő forgalom tehát $7 + 1,3$ óra, bejövő irányra nézve ennek fele, 4,15 óra, a nem sikerült hívások aránya tehát $\frac{4,15}{11,8} = 35\%$.

A bemutatott 4. és 5. példában jelentős elhanyagolásokat engedtünk meg, tehát az eredmények nem pontosak. Mindenesetre látható, hogy a legelső esethez képest jelentősen nagyobb álforgalom adódik. Nyilvánvaló, hogy nagyobb fővonalszámú alközpontoknál a helyzet esetleg rosszabb is lehet. Figyelmet érdemelnek tehát azon kapcsolási fogások, melyekkel a jelenlegi 20 vonalnál nagyobb kapacitású nyalábokat lehet képezni. Amíg azonban erre vonatkozólag használható megoldás nem keletkezik, célszerűen az 5. sz. példában ismertett elosztást kell alkalmazni.

IRODALOM:

1 Koczka László: A valószínűségi számítás szerepe távbeszélő központok méretezésénél. Postamérnöki Közlemények 1947.

2 Dr. Szentmártony Tibor: Matematikai statisztika a műszaki gyakorlatban. Tudományos könyvkiadó 1950.

Felkérjük olvasóinkat,

hogy érdeklődésre számot tartó

újításairól

küldjenek szerkesztőségünkbe műszaki ismertetést

Forgalmi eltolódások nagyvárosi hálózatokban

SIMON FERENC (Standard Villamossági Vállalat) újítása

A nagyvárosi telefonhálózatok központjainak élettartama 20—30 év. Ennyi idő alatt általában mélyreható változások történnek a városok életében. Ezek a változások természetesen nagymértékben alakítják a távbeszélő forgalom jellegét is. A rendelő félnek éppen ezért elsőrendű érdeke, hogy a forgalomban jelentkező eltolódások ne bénítsák meg a már beépített és üzemben levő központjainak működését. Másszóval: úgy kell a nagy befektetési költségeket kívánó központjainkat megtervezni, hogy bármikor rugalmasan illeszthetők legyenek a pillanatnyi forgalmi viszonyokhoz.

A forgalmi változások lehetnek: a hálózat valamely részében nagyobb előfizetői csoport jelentkezése, a központok közti érdeklődési tényező módosulása, vagy az egyes központokon belül a forgalom nagyságának változása. A változások az egyes központokat még bővíthető vagy már teljesen kiépített állapotban találhatják. Vizsgáljuk meg e két esetet közelebbről.

A központok alakítására a bővítések kapcsán nyílik a legjobb lehetőség. Éppen ezért a bővítésknél nagy gonddal kell eljárni. Az ajánlati felhívás kiírása előtt pontos forgalmi mérések végzendők. A bővítés kezdeményezett forgalmát úgysem tudjuk előre pontosan megállapítani, az esetleges eltérések kompenzálására viszont megvan a lehetőség. A híváskereső és vonalválasztó oldalon a rendezőben való átkötözések nyújtanak kiegyenlítési lehetőséget. Ezenkívül a híváskereső és vonalválasztó oldal még a méretezés módjából kifolyólag is tartalmaz rejtett tartalékokat az előre nem várt kisebbmértékű forgalomnövekedésre. A híváskeresőknél ugyanis kisebb veszteségre vannak méretezve, a vonalválasztóknál pedig nincs figyelembevéve az összekötő áramköröknél rövidebb tartási idő. Másrészt az iker és különvonalak nem egy időben jelentkező csúcsforgalmát sem vesszük számításba. Kisebb forgalomnövekedést ezek fedezik, nagyobb mértékű változásoknál azonban az állomások számának növelése az egyetlen mód. Előfizetőnkénti 3 ÁFOH forgalmat nem érdemes megközelíteni, mert ez már az állomás 12 perc összes foglaltságát jelenti, következményként az állomásokra irányuló hívások 20%-a foglaltságra vezet. Az előfizetőkre való újabb állomás-kényszerítés viszont újból csak bővítést kíván.

Értékesebb és használhatóbb támpontot nyújt a már beépített állomások kezdeményezett forgalmának és az egyes központok felé való eloszlásának pontos ismerete. Ennek figyelmenkívül hagyása a központ jóságát teljesen leronthatja. Az új előfizetők által kezdeményezett forgalom többé-kevésbé illuzorikus adatai helyett a bővítendő központban kezdeményezett forgalomnak az egyes központok felé menő százalékos értékét, másrészt a hálózat többi központjaiban kezdeményezett forgalomnak a bővítendő központba menő hányadát kell megadni. Ezekből kiindulva lehető-

ség nyílik az előző kiépítések bizonytalanságainak korrekciójára is. A forgalomeloszlás ismerete a bejövő és a helyi II. Cs. V. áramkörök számának és egyúttal a nagy értéket képviselő trunkok számának pontos megállapítását teszi lehetővé.

A már kiépített központoknál a legveszélyesebb változási pont a helyi és a bejövő csoportválasztók aránya. Ha a hálózat valamely pontján új központ épül, akkor a régi központokban a bejövő csoportválasztó áramkörök száma növekszik és csökken a helyi csoportválasztók száma. Az eltolódás szám-szerű kiértékelése csak az egyes központokban kezdeményezett forgalom eloszlásának ismeretében lehetséges. Általában az előfizetők gyakrabban hívják a saját központjukhoz tartozó előfizetőket, mint ahogy ezt a központ forgalma az egész hálózat forgalmához viszonyítva előírna. Ezt a ténytet az n . közelségi faktorokban juttatjuk kifejezésre.

Az egyes központokban kezdeményezett forgalomnak a hálózat központjaira való eloszlását úgy határozzuk meg, mintha a központok a kezdeményezett forgalmuknak megfelelő mértékben húznák magukhoz a kérdéses központ forgalmát, a számításnál azonban a saját központ forgalmát a közelségi faktorral megszorított értékével vesszük számításba.

Így azonban még mindig feltételezzük, hogy az idegen központok felé a hívások a kérdéses központok forgalmának arányában oszlanak meg. Ez azonban csak közelítés. Itt is előfordulhat nagyobb vagy kisebb érdeklődési tényező. Ezeknek értékét csak pontos forgalmi mérések útján lehet meghatározni.

Mindeme egyenlőtlenségek mellett közvetlenül belátható tény, hogy új központ beépítésekor a régi központoknál a bejövő és a helyi csoportválasztók aránya növekszik. Gondoljunk csak arra, hogy pl. egy városban teljesen kiépített 20 000 vonalas 7A-2 rendszerű főközpont mellé egy újabb központot építünk. Ez esetben az eddigi 7A-2 központban kezdeményezett forgalom már nemcsak a helyi II. Cs. V.-kon át folyik, a helyi irányok felé, hanem a kezdeményezett forgalom egy része előbb-utóbb a másik központba folyik. Másrészt az új központból is hívják a régi központ előfizetőit, tehát a régi központban bejövő II. csoportválasztókra lesz szükség. Viszont helyi II. Cs. V.-k válnak feleslegessé. Az új központ építésével a régi központban várható a kezdeményezett forgalom némi növekedése, ez azonban bizonyos értéket nem haladhat meg, ill. a növekedésnek úgy is korlátot kell szabni. Többközpontos hálózatnál a viszonyok komplikáltabbak, különösen ha az előzőleg tárgyalt különböző érdeklődési tényezőket is figyelembe vesszük. Megállapítható azonban, hogy az új központ bejövő forgalma a régi központokban kezdeményezett forgalomból keletkezik, mégpedig elsősorban azáltal, hogy ebből az új központ forgalmának megfelelő részt elvonja.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a hálózat bővítésekor a régi esetleg már teljes kapacitással kiépített központokhoz is hozzá kell nyulni: a helyi csoportválasztók számát csökkenteni, a bejövő csoport választók számát növelni.

E megfontolások alapján Simon Ferenc szakértársunk a következő újítási javaslatot nyújtotta be:

Az eredeti 7A-2 elvi kapcsolások szerint a helyi II. Cs. V. és bejövő II. Cs. V. áramkörök kialakítása olyan, hogy a kétféle áramkör sorrendkapcsolója azonos. Ez az áramköri megoldás lehetővé teszi, hogy 4 jelfogó és 2 kondenzátor beépítésével a helyi csoportválasztókat alakíthassuk át bejövő II. Cs. V.-kká. Az átalakíthatóságnak az a feltétele, hogy a helyi csoportválasztó áramköröket bejövő csoportválasztó keretekre ill. sávokra szereljük, üresen hagyva azokat a pozíciókat, amelyekbe a csupán bejövő áramköri tartozékok kerülnek. A kábelforma úgy lenne kiképezve, hogy a bejövő II. csoportválasztó áramkörök szerelvényeit is be lehessen kötni szükség esetén anélkül, hogy a kábelformán változtatni kellene. A vázolt megoldás előnyei az alábbiak:

A hálózat rugalmassága nagymértékben megnövekszik. Az érdeklődési tényező változásakor csupán az áramköri szerelvények ki- és beépítésére van szükség a forgalmi eltolódások követésére. E szempontból nézve az újítást, ez elsősorban a

hálózat jövő sorsát figyelembevevő preventív intézkedés.

Az újítás módját ad rendezettebb alaprajzi tervek készítésére. Az újítás nélkül ugyanis helyet kell hagyni bejövő II. Cs. V.-knak arra az esetre is, ha már a központ nem bővíthető, csupán a hálózat bővül. Az újítás alkalmazásával ez a helyszükséglet megszűnik. Másrészt az első kiépítésnél bekövetkező előre nem várt eltolódások könnyebben kompenzálhatók. Mindenesetre a közös típuskeret bevezetése esetén a helyi II. Cs. V. áramköri keretek a réginél 5 cm-rel szélesebbek lesznek. A gyártó cégre nézve előnyt jelent az egységes kerettípus, az azonos sorrendkapcsoló és az azonos kábelforma, mert ezekkel a gyártás jobban idomul a tömeggyártás követelményeihez. Különösen áll ez az előregyártással előálló viszonyokra, amikor is az esetleges átalakítás lehetősége szabadabb kezet ad az előrendelések meghatározásánál.

A vevők részére jelentkező megtakarítás érzékelésére megemlítjük, hogy egyik külföldi vevőnknel egy 10 000-es központ beépítése után a régi központokban összesen 260 helyi II. csoportválasztó vált feleslegessé és 340 bejövő II. csoportválasztó áramkör beépítése vált szükségessé. Ha az újítás már alkalmazva lett volna, 260 bejövő II. csoportválasztó áramkör megrendelése elmaradhatott volna.

Jutassy Tibor

Magyar Technika

1951. 9. szám tartalma:

Gerő Ernő: A Vasipari Kutató Intézet megnyitásához. Térkép az Ötéves Tervkiállítás anyagából.

A BERUHÁZÁS-TERVEZÉS PROBLÉMÁI:

Tellegdi Sándor: Az ipari üzemek elhelyezésének kérdései.

Gerle György: A kiindulási adatok meghatározása a tervezési munka alapja.

A beruházásokra vonatkozó magyarnyelvű szakirodalom.

A TECHNOLÓGIAI TERVEZÉS KÉRDÉSEI:

Vándor Imre: Nehézipari gépgyárak technológiai tervezése.

Lévai András: Az erőműtervezés műszaki feladatai az ötéves tervben.

Gallai Gyula: Tervezzük a legfejlettebb technológiai eljárásokat a szovjet szakirodalom széleskörű felhasználásával. Szemelvények a szovjet gyártervezési szakirodalomból.

A GYÁRTERVEZÉS ÉS FELSZERELÉS PROBLÉMÁI:

Száva István—Malecz Erika: Ipari építészetünk történetéhez.

Egyed Zoltán: A modulrendszer jelentősége az ipari épületek tervezésénél.

Harsányi Szabolcs: Nagy beruházások mélyépítési kérdései.

Dr. Pallós Lajos: Ipari üzemek hőenergiaellátása.

Faragó György Sándor: Gyártelepek villamos berendezéseinek tervezése.

Faragó György Sándor: Gyártelepek világításának tervezése.

TECHNIKAI SZEMLE:

A Magyar Technika munkájáról.

Hankó Mátyás: Épül a Dunai Vasmű.

Gábor István: Beruházó, termelő és kivitelező vállalatok együttműködése.

KRITIKA ÉS KÖNYVISMERTETÉS:

Új műszaki könyvek.

Frank László: V. M. Sesztópál: »A szerszámgépgyártás öntvényei« c. könyvének ismertetése.

MŰSZAKI OKTATÁS:

Ferenczi György: A Mérnöktovbkképző Intézet munkájáról. MTE SZ egyesületi lapok augusztusi tartalmából.

Uj módszer hívó vonalak azonosítására telefonközpontokban

MLNÁR PÁL (Távközlési Kutató Intézet)

Новый метод идентификации вызывных линий с одного центрального места основывается на модулированных по времени серийных импульсах. Статья содержит отчет о изготовленной модели и оценивает хозяйственные преимущества нового метода.

L'article traite d'un nouveau principe se rapportant à l'identification du numéro d'appel d'un abonné au cours de l'appel dans les circuits de concentration des centrales téléphoniques. L'auteur s'occupe en détail d'une des possibilités. Description du modèle réalisé, des résultats expérimentaux de l'installation complète et la discussion de la signification économique.

The paper presents a new principle on identifying of concentrated circuits in telephon exchanges. There is discussed in particulars the application of this principle in identifying the call-numbers of the subscribers. In addition to the description of a realized model and to some experimental results there is outlined the whole disposition and the economical importance.

Es wird ein neues Prinzip dargelegt über die Identifizierung konzentrierter Stromkreise in Telephonzentralen. Eine Möglichkeit der Anwendung dieses Prinzips, die zur Bestimmung der Rufnummer der Teilnehmer dient, wird ausführlich behandelt. Ausser der Beschreibung des aufgebauten Modells und einiger experimenteller Resultate wird die Zusammenstellung und die wirtschaftliche Bedeutung der kompletten Einrichtung geschildert.

A hívó előfizető kapcsolási számának a megállapítása, vagy általában koncentrált áramkörök azonosítása egyik régi problémája a telefonközpontoknak. A cél az, hogy egy központi helyen, pl. egy kezelő munkahelyén meg lehessen állapítani, hogy egy felépült hívás a központ mely áramköreire át történt, ill. melyik előfizetői vonaláramkörből indult el. Ha a telefonközpont valamely hálózat egyik tagja, tehát távolsági hívásokról is lehet szó, akkor fontos a hívószám megállapítása a díjelszámolás szempontjából. Különösen nagyjelentőségű ez akkor, ha a távválasztás bevezetése esetén a kezelők, vagy éppen maguk az előfizetők vezérlik a kapcsolást egész a hívott félig. Kétségtelen ugyan, hogy az azonosítás legfontosabb alkalmazási területe a díjelszámolással kapcsolatos, de az elvet fel lehet használni igen sokféle módomban más célra is, pl. zárlatos vonalak, rosszakaratú hívások, hibás áramkörök megállapítása, vagy forgalom megfigyelés céljára stb. Habár az azonosítás bevezetése a díjelszámolást sokkal pontosabbá és érthetőbbé teszi, mint az a többszörös idő- és zónaszámolás esetén lehetséges, mégis bizonyos idegenkedés tapasztalható az azonosítás bevezetésével szemben. Ennek egyik fő oka az, hogy az eddigi megoldások által nyújtott előnyök nem álltak arányban azok költségeivel. Meg kell jegyezni, hogy azonosítás alkalmazása esetén a díjelszámolás sokkal olcsóbban valósítható meg, mint egy információkban ugyanilyen értékű többszörös számlálás alkalmazásáéval, még akkor is, ha valamelyik, már meglévő drága megoldást vesszük alapul. Ha tekintetbe vesszük még azt is, hogy a többszörös számlálást egyszerűsíti-

teni már elvileg sem lehetséges nagymértékben, hiszen végső fokon az egyéni számlálókra mindig szükség lesz, elképzelhető, hogy az azonosítás továbbfejlesztésével ez a módszer abszolút mértékben is olcsóbb lesz az előbbinél.

Az eddigi megoldások szembevető hibáit tekintetbe véve új azonosítási módszert dolgoztunk ki, melynek főbb sajátosságai a következők:

1. Az áramkörök egyszerűek, majdnem kizárólag 48 voltos egytekeres jelfogókból állanak, s az alkalmazott jelfogótípusok száma az összes jelfogók számának csak töredéke.

2. A kapcsoló áramkörökben kizárólag jelfogókat alkalmaztunk, sem keresőgépek, sem egyéb különleges szerelvények, amelyek állandó fogyasztást, vagy különleges karbantartást igényelnének nincsenek.

3. Az áramforrás a telefonközpontokban amúgyis használatos 48 voltos telep, valamint csemetegép által termelt 450 periódusú váltakozó áram.

4. Az azonosítás ideje nagyságrendileg kisebb, mint az eddig alkalmazott rendszereknél, annyira, hogy egy 10 000-vonalas központ számára egyetlen áramkör elegendő. Részben az áramkörök egyszerűsége, részben a kis áramkörszám miatt ez a rendszer jóval olcsóbb is, mint bármely eddigi.

5. A hibalehetőség teljesen ki van zárva. Előforduló hiba esetén az áramkörök az azonosítás megfelelő részkapcsolását annyiszor ismétlik meg, ahányszor szükséges.

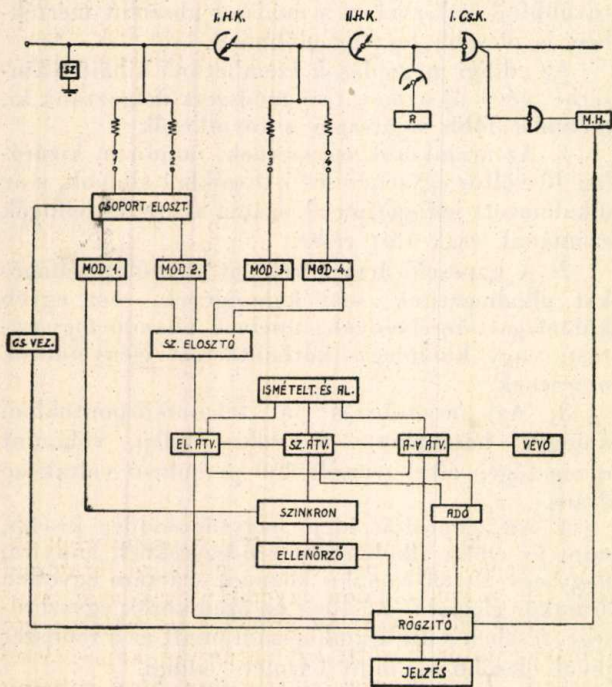
6. Az azonosítás ismétlődő a kapcsolás bármely fázisában.

7. A rendszer bevezetésekor a már meglévő nagyközponti áramkörökben újabb szerelvények nem szükségesek.

A berendezés működési elve

A teljes berendezés elvi felépítése az 1. ábrán látható, abban a formájában, ahogy azt egy 10 000-vonalas 4 számjegyes nagyközpontban az előfizetői hívószámok megállapítására lehet használni. A jelzések a számláló »« vezetéken történnek. Egy közös adóáramkör egyenáramú impulzusokat termel, amelyeket a hozzákapcsolott szinkronizáló áramkör szétválaszt az egyes számjegyeknek megfelelő egyenlő részekre. Az így előállított alapminta egy elosztó áramkörön keresztül a 4 számjegyek megfelelően négy modulátor áramkörbe kerül. A modulátor jelfogók az alapmintából úgynevezett idő-impulzus kódokat állítanak elő egyidejűleg mind a tízféle számjegy részére. Az I. és II. híváskeresőgépek »« csúcsai a négy számjegyek megfelelő négyféle multiplikációval csatlakoznak a modulátor áramkörök kimenő csúcsaira. Az elosztó áramkör gondoskodik arról, hogy a négy számjegyek megfelelő kódok sorrendben egymásután kerül-

jenek az »« vezetékere. Abban a központi áramkör-fokozatban, ahol a jeleket venni akarjuk, elhelyezzük a jelvevő áramkört, amely a vett kódokat a szinkronizáló áramkörtön át egy ellenőrző jelfogóláncre továbbítja. Kódhiba esetén az ellenőrző áramkör kapcsolja az ismételtető és riasztó áramkört, amely a hibás kódot megismételteti. Ha a kód hibátlan, az ellenőrző áramkör áttölti egy rögzítő jelfogóláncre, miután a közös áramkörök fel szabadulnak.



Azonosító berendezés kapcsolási vázlatja

1. ábra

Egy számjegy azonosításának ideje kb. fél másodperc, úgy, hogy 4 számjegy azonosítása 2 másodperc alatt megtörténik. A 2 másodperc tartási idejű közös áramkörök a forgalmas órában 1000 hívást is könnyen elbírnak, ami szokatlanul nagy interurbán forgalomnak felel meg egy 10 000-vonalas központban.

Kódok és jeladás.

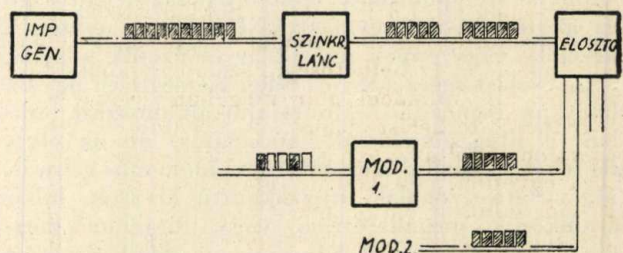
Az impulzus-generátor által termelt egyen-áramú impulzusok frekvenciájától függ az azonosítás ideje. Sajnos, ha egyszerű jelfogókat akarunk használni, a frekvenciával nem mehetünk egy bizonyos elég alacsony határérték fölé. Ismeretes, hogy egy jelfogólánc, melynek egyes jelfogóin sok rugó van, 10 periódusú egyenáramú impulzusokat még rögzíteni tud. Kísérleti berendezésünknel az impulzusok sűrűségét ennek az értéknek csak felére vettük abból a célból, hogy ez a tényező ne hozzon be hibákat a kísérletek folyamán. Igen természetes, hogy a főcél a továbbiakban az impulzusok frekvenciájának növelése, hiszen ezzel az egész azonosítás ideje döntő mértékben meg-rövidíthető.

A termelt impulzus-sorozatot egy szinkronizáló és egy elosztó jelfogóláncon át a modulátorokba vezetjük. A szinkronizáló láncon előállított alapminta impulzusainak a számát (n) meghatározza az előállítandó kombinációs kódok száma. Mivel egy alapmintának a tízféle számjegynek megfelelően (0–9) tízféle modulációja szükséges, kell hogy $2n \equiv 10$ legyen. Ez a feltétel $n = 4$ esetén már teljesül. Ebben az esetben a tízféle számjegy részére elegendő az alapminta négy elemének egy- és két-alapú kombinációit felhasználni. Az áramkört megdrágítja, de igen széleskörű ellenőrzésre ad módot az, ha a kódok az n elem azonos alapú kombinációiból állnak. A drágulás mértéke nem túlságosan jelentős, mert ez a követelmény már öt elem alkalmazása esetén teljesül. Öt elem ismétlés nélküli variációit képezve $\binom{5}{2} = 10$ féle modulációra van lehetőség, ami éppen elegendő. A kódok és számjegyek összefüggését erre az esetre az alábbi táblázat mutatja:

Számjegy	Kód	Számjegy	Kód
1	12	6	24
2	13	7	25
3	14	8	34
4	15	9	35
5	23	0	45

A moduláció úgy történik, hogy az alapminta táblázatban fel nem tüntetett jeleit elhagyjuk. A moduláció természetéből következik, hogy az egyes elemek között jelszünetre nincs szükség, illetve elegendő a jelfogók működéséből származó csekély kényszerű jelszünet is. Ez azt jelenti, hogy egy jel hosszúsága cca. 100 ezredmásodperc lehet 0,5 másodperc hosszúságú alapminta esetén. Valószínű, hogy végleges kísérleti modellünkön ennek az értéknek a fele is elegendő lesz, ami a teljes azonosítási időt tekintélyes mértékben megrövidítené.

A 2. ábra mutatja a jeladás elvének vázlatos rajzát. A négy modulátor áramkör 4 . 10



2. ábra

kimenő csúcsán megjelenik a négy számjegyre jellemző kód oly módon, hogy az egyes modulátorok időben egymás után kapcsolódnak, de egy modulátor jelfogólánc egyszerre előállítja mind a tízféle számjegyeknek megfelelő kódot.

Multiplikáció.

Az »« vezetéseket, amelyeken az azonosítás történik, a rájuk kapcsolt számláló jelfogók nyugalmi állapotban földfeszültségen tartják. A jelek küldését úgy kell végezni, hogy ezek ne

zavarják az esetleges egyidejű helyi számlálást, viszont a helyi számláló impulzusoknak sem szabad az azonosító jeleket torzítaniuk. Egy 10 000 vonalas központban 1000 olyan hívószám van, amelyeknek megfelelő számjegyük egyforma, tehát amelyeknek »« vezetőkei a modulátor jelfogólánc azonos kimenetére vannak kapcsolva. Az azonosítás szempontjából szükséges ilyen multiplikáció az »« vezetőkeken nem hajtható végre minden további nélkül már csak azért sem, mert a számláló jelfogókat nem lehet egymással közvetlenül összekötni. Ezenkívül tekintetbe kell venni azt is, hogy mind az I. mind a II. híváskeresőgépek ívén két-két számjegyet kell jelezni, két közvetlen multiplikáció pedig nem helyezhető el egy gépíven egymástól függetlenül. Fenti okok miatt a multiplikációt csak nagy ellenállásokon át lehet végezni. Az ellenállások, melyek egyfelől az »« vezetőkekre, másfelől multiplikációban a modulátor láncokra vannak kapcsolva, a számláló jelfogókkal potenciométert alkotnak. Az ellenállások felső határértékét megszabja az a körülmény, hogy a jeladó feszültség, azaz a feszültség az »« vezetőkeken jelküldés közben könnyen érzékelhető mértékű legyen. Ha a termelt impulzusok feszültségénívója —48 volt, 10 k Ω -os ellenállásokat használva a jelküldő feszültség kb. 3 Volt lesz. Az ellenállások értékének első határát megszabja egyrészt a jeladó érintkezők terhelhetősége, másrészt az a követelmény, hogy a számlálás és azonosítás egymást kölcsönösen ne zavarják.

A számláló jelfogók 10 000 ohmos ellenálláson át nem tudnak működni, tehát a helyi számlálást nem zavarhatják az azonosító jelek. Valamivel kényesebb a helyzet az azonosítás szempontjából különösen több egyidejű helyi számlálás esetén. Még ez sem volna nagy baj részben azért, mert az ilyen esetek elég ritkán fordulnak elő, részben pedig az esetleges kód-hibát az áramkörök úgyis kijavítják. Például tíz egyidejű számlálást feltételezve egy multiplikációs csoportban az »« vezetőkek feszültsége kritikus esetben, azaz a jelszünetekben kb. 1,5 Volt lenne. Sokkal veszélyesebb a nagy multiplikáció a modulátor jelfogók jeladó érintkezőinek terhelhetősége szempontjából. Egy 1000-es multiplikáció már magában is meg nem engedhető terhelést jelent. A jeladó érintkezők szempontjából azonban nem a teljes kódot, hanem csak egyetlen jelet kell tekintetbe venni, és mivel a kód minden egyes jele négyféle számjegyben fordul elő, a jeladó érintkező terhelése majdnem 20 A egy 4000-es multiplikációban.

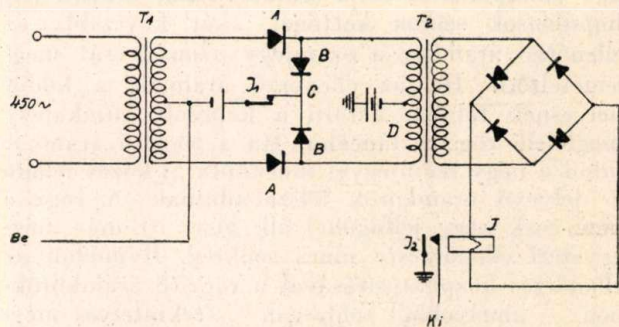
Ez a veszély természetesen csak az I. híváskereső gépek ívoldalán áll fenn, a II. híváskeresőgépek ívén teljes kiépítés esetén is csak 100-as multiplikáció van, amelyből méghozzá csak az éppen kapcsolásban levő áramkörök számítanak.

A fent említett nagy terhelések kiküszöbölésére szolgálnak az ú. n. csoport-elosztó áramkörök. Az azonosítást először a II. híváskereső gépek ívén át végezzük el. Ezután már valamelyik rögzítő áramkörben rendelkezésre állanak azok az információk, hogy a kérdéses vonal melyik 1000-es illetve 100-as csoportban van. Ennek alapján a csoport-elosztó áramkör, amely a nagy multiplikációt több

kis részre tagolja, kiválasztja a megfelelő rész-multiplikációt, és csak ezt kapcsolja össze a modulátorokkal. Természetes, hogy nem teljes kiépítésű, vagy kis központoknál a csoport-elosztó áramkörök elhagyhatók.

Jelvevő.

A jelek vétele valamelyik központi áramkörben, kezelői távválasztás esetén az interurbán bejelentő áramkörben történik. A kódok jelszünetének földelt, jelimpulzusának pedig —3V-os »« vezetők felel meg. Kísérleteinknél használt jelvevő típus a 3. ábrán látható.



3. ábra

A vevő két sorbakapcsolt transzformátorból áll, egyik végén 450 periódusú váltakozó árammal táplálva, másik oldalon egyenirányító után kapcsolt vevő jelfogóval. Az áramkör vezérlése a két transzformátor közötti egyenirányító kapcsolással történik. T_1 és T_2 transzformátorok közé kapcsolt »A« egyenirányítók előfeszültsége olyan, hogy T_2 primer tekercsében csekély váltakozó áram folyik. T_2 primer tekercsét még »B« egyenirányítók is shuntölik, a váltakozó áramú kör a vevőjelfogóra nézve lezártnak tekinthető. Ha az »« vezetőken jelfeszültség van, »A« egyenirányítók előfeszültsége csökken és mivel C pont negatívabb lesz mint D, csökken a T_2 transzformátor primer tekercsének shuntje is. Ennek eredményeként T_2 áramfelvétele nő, a vevőjelfogó gerjesztést kap. A jelfogó működésének gyorsítása érdekében T_2 primer tekercsének shuntje a vevőjelfogó bontó érintkezőjén át megszakad, T_2 szekunder tekercsének kapcsain a feszültség ugrásszerűen megnő.

Igen fontos, hogy a transzformátorok vezérelt tekercsei nagy impedanciájúak legyenek, nehogy a feszültség nagy része az egyenirányítókra essék. Fontos az is, hogy az egyenirányítók jók legyenek, lehetőleg kis átérésztőirányú, és nagy záróirányú ellenállással bírjanak. Igen sok függ az előfeszültségek alkalmas választásától is. Az alkalmazott váltakozó feszültség túl kicsi nem lehet (nem kisebb 12 Voltnál egy féltekercsen), mert akkor az egyenirányítók átérésztőirányú ellenállása nagy, és kellő teljesítmény elérése érdekében a tárcsa-átmérőt is emelni kell, ami viszont nagyobb vissz-árammal jár.

Nincs akadálya annak sem, hogy hasonló típusú vevőt két fokozatban alkalmazzunk, ha egy fokozat nem bizonyul elegendőnek. Lehetne alkalmazni

egyenáramú visszacsatolást is a vevőjelfogó áramköréből a vezérlő áramkörbe.

Kísérleti áramkörünkkel egy fokozatos kapcsolásban is jó eredményeket értünk el. 3 voltos vezérlő feszültséggel a vevőjelfogó áramkörében 3,5—4 mA egyenáramingadozás tapasztalható. A vevőáramkörre vonatkozó kísérleteink még folynak, más típusú áramkörökkel kapcsolatban is.

Jelek ellenőrzése és rögzítése

A vevőjelfogó a kapott kódot a szinkronizáló jelfogókon át az ellenőrző áramkörbe juttatja. Ez egy szimmetrikus áramkör, amely ellenőrzi a vett kód jelimpulzusainak a számát. Akár több a jelimpulzusok száma kettőnél, akár kevesebb, az ellenőrző áramkör a számjegy azonosítását megismételteti. Ha az ellenőrző áramkör a kódot helyesnek találja, betölti a kapcsolt munkahely megfelelő rögzítő láncába. Ha a rögzítő áramkör mind a négy számjegyet megkapta, a közös jeladó és jelvevő áramkörök felszabadulnak. A rögzítő lánc csak négy jelfogóból áll, mert itt már meg-elegyszeri ellenőrzésre nincs szükség. Ily módon az ellenőrzés központosításával a rögzítő áramkörökben — amelyekből több van — tekintélyes megtakarítás érhető el.

A közös azonosító áramkör egyidőben csak egy munkahely számára dolgozhat. A munkahelyek minden bejelentő vonala számára szükséges egy azonosító kulcs, melynek lenyomásakor megindul az azonosítás. Az egyes munkahelyek kiszolgálási sorrendjét előre meg lehet határozni, egyes munkahelyeknek elsőbbség adható. A várakozási idők még nagy forgalom esetén is csekélyek. Ha több azonosító kulcs van lenyomva egyidőben, mindig a soron következő áramkör kapcsolódik a közös berendezéshez. A rögzítő áramkör az információt addig tartja, míg a kezelő a kulcsot visszaállítja.

Ismételtető, alarm és átkapcsoló áramkörök

Mivel a központ forgalmát egy áramkör látja el, igen fontos a gyors ellenőrzés és hibajelzés. Ha az ellenőrző szimmetrikus áramkör kódhiba esetén kapcsolja az ismételtető áramkört, az ismétlés folyamán egyúttal megvizsgálja azt is, hogy a kódhiba pillanatnyi külső zavar vagy pedig valamelyik azonosító fokozat hibája következtében keletkezett-e. Az ismételtető áramkörben van egy jelfogólánc, amelynek egy tagja működik minden jelismétléskor. Az első kód-hiba esetén az ismételtető áramkör nem ugyanazokkal az áramkörökkel végezteti az azonosítást, mint amelyek a hibás kapcsolásban résztvettek. Minden áramkörfokozatnak van ugyanis egy tartalék áramköre. A berendezés összes fokozatai három részre vannak osztva, mégpedig

1. Elosztó és modulátor áramkörök,
2. Szinkronizáló és ellenőrző áramkör,
3. Generátor és jelvevő áramkörök.

Minden fokozathoz tartozik egy átkapcsoló áramkör, melynek segítségével a megfelelő fokozat a működésből kizárható, és helyette a tartalék fokozat kerül üzembe. Az ismételtető áramkör hiba

esetén először az első, majd a második, s ha a hiba még mindig fennáll, a harmadik fokozatot is kicseréli, sőt az üzemi és tartalék áramköröket az összes lehetséges kombinációkban is összekapcsolja egymással. Az ismételtető áramkör jelfogólánc jelezi, hogy melyik fokozat átkapcsolása következik. Az ismételtető áramkörhöz tartozó alarm áramkör az ismétlések számából kiértékeli a hibás fokozatokat, és az eredményt egy központi lámpatablón mutatja.

Számjegyek leolvasása

A rögzítő áramkörben tárolt információkat egyrészt láthatóvá kell tenni a kezelő számára, másrészt gondoskodni kell ezek maradandó feljegyzéséről. Mindezekre több módszer van, a jók azonban rendszerint drágák is. Eleve le kell tennünk az impulzusok által hajtott számlálók vagy forgó gépek beállítása útján jelző berendezésekről ezek lassúsága miatt. Olyan berendezésre van szükség, amely a tárolt információkat késedelem nélkül kiértékeli, és láthatóvá teszi. A legegyszerűbb eszköz erre a célra a telefonlámpa, mégpedig minden számjegy részére tíz darab. Ez a megoldás azonban gyors szolgálatra szintén nem alkalmas, mert a leolvasás nem kis figyelmet és gyakorlatot igényel. Ma már ismeretesek olyan módszerek, amelyek különleges katódsugárcsőket használnak a számjegyek megjelentetésére. A kapott kép igen jól olvasható, de a megoldás maga nagyon drága, és gondos kezelést kíván. Célszerűnek látszik megmaradni a közönséges telefonlámpával való jelzés mellett, a jelzéseket azonban szemléltetőbbekké kell tenni. Lehet például az a külföldön mind gyakrabban alkalmazott megoldás, hogy egy rekeszre osztott dobozt úgy világítanak ki a benne elhelyezett lámpák, hogy a doboz kivilágított rekeszeiből a megfelelő számjegy képe felismerhető.

Ami az információk rögzítését illeti, erre a célra legmegfelelőbb egy egyszerű szalaglukasztó berendezés, amelynek gyártása még egy telefongyár részére sem okozhat nehézséget.

Szerelvények elhelyezése

A berendezés kis helyen elfér, mert az áramkörök kevés jelfogóból állanak. Az alábbi táblázatból a berendezés helyszükséglete megbecsülhető.

Modulátor láncok egyenként 5 jelfogó,	
összesen	20 jelfogó
Elosztó áramkör	6 «
Szinkronizáló lánc	8 «
Ellenőrző áramkör	6 «
Impulzus-generátor	4 «
Vevőáramkör	5 «
Ismételtető és alarm	12 «
Összesen.....	61 jelfogó
Tartalék fokozatok.....	49 jelfogó
Összes átváltó áramkörök	8 «
Összesen.....	118 jelfogó

Ezekhez hozzá kell még számítani a csoportelosztó fokozatokat, amelyekben a jelfogók száma a központ nagyságával változik, de 80-nál nem több 10 000-vonalas központ esetén sem.

A munkahelyek rögzítőláncai egyenként 20 jelfogót tartalmaznak. A multiplikációhoz szükséges 10 kOhm-os szilitekből szükséges 20 000 db, ami nem sok helyet foglal el. Ez a szám is csökken, ha a központ nem teljes kiépítésű.

A rendszer továbbfejlesztése

Az itt ismertetett megoldásnál az a szempont volt irányadó, hogy a berendezés lehetőleg egyszerű legyen és ne tartalmazzon különleges alkatrészeket. Az ismertetett elv alapján lehetőség van még

korszerűbb berendezés tervezésére is. Ha a jelek rögzítése nem a viszonylag lassú működésű jelfogókkal történik, hanem pl. hideg katódos csövekkel, az impulzus-generátor lehet gyors vibrátor-jelfogó és a jelsebességgel felmehetünk 30—40 periódusra is, úgyhogy az egész számjegy azonosítása a másodperc tört része lehet.

Nem tértünk ki helyszűke miatt a b berendezés egyéb alkalmazási lehetőségeinek ismertetésére, valamint a rendszer központhálózatokban való alkalmazására. Ezekről a kérdésekről a kísérletek befejezése után külön fogunk beszámolni.

A szuperregeneráció alkalmazása frekvencia-modulált jelek vételénél

DR. SZABÓ NÁNDOR (Távközlési Kutató Intézet)¹

A szuperregeneratív vevőkészülék úgyszólván a rádiózás kezdete óta ismeretes, de nagyobb mértékben csak az utóbbi években terjedt el. A rendszer ugyanis elsősorban ultrarövidhullámhoz alkalmas és eltekintve a hordozható adó-vevőktől, ily állomásokot csak néhány éve építenek. Mivel az ultrarövidhullámú hírszórás további terjedésével komolyan számolhatunk az eddigi igen kedvező tapasztalatok alapján és mivel a németországi példa azt mutatja, hogy az egyszerűbb vevőkészülékek kizárólag szuperregeneratív rendszerrel készülnek, nem érdektelen e vevővel foglalkoznunk.

Bár ezek a vevők régen használatosak, megfelelő és világosan érthető elméletük a legújabb időkig hiányzott. Oljderogge érdeme, hogy ezt megalkotta. Cikkét úgy ismertetjük, hogy a levezetéseket kihagyjuk és csak a végegyenletek fizikai értelmezésével foglalkozunk. A levezetések iránt érdeklődőknek ez a cikk teljes magyar fordításban rendelkezésre áll.²

Ismeretes, hogy visszacsatolással nagymértékben fokozni lehet a vevőkészülékek érzékenységet. A visszacsatolás matematikailag a rezgőköri csillapítás csökkentésének felel meg: milyen arányban csökkentjük a rezgőkör veszteségi ellenállását, ugyanolyan arányban növekszik az erősítés. Az erősítés növelésének két tényező szab határt: a kör csillapításának csökkenésével arányosan csökken az átvitt sávzélesség is; de csökken a vevő stabilitása is. Nyilvánvaló ugyanis, hogy nagyon kis csillapításnál ennek kis változása is lényegesen megváltoztatja a viszonyokat, esetleg már negatív csillapítást eredményez, azaz a vevő begerjed. A megengedhető rezgőköri jóság tényező nyilván egyenesen arányos a frekvenciával, tehát minél rövidebb hullámon dolgozunk, annál erősebb visszacsatolást alkalmazhatunk sávzélesség szem-

pontjából. Ha pl. mondjuk a Kossuth-Rádió vételénél kereken $Q = 100$ -at engedhetünk meg, (3 kc átvitele 3 db. gyöngítéssel) akkor 6 méteren akár $Q = 10\,000$ -et is használhatnánk. Ebből láthatjuk, hogy hosszabb hullámokon a szokásos kapcsolásokkal is el tudjuk érni stabilan azt a visszacsatolási fokot, ami még megengedhető, ellenben ultrarövid hullámoknál egészen más a helyzet. Itt a sávzélességet nem is kell néznünk, mert stabilitásokból úgy sem tudjuk a megengedett visszacsatolást megvalósítani. Így közelfekvő az a gondolat, hogy a visszacsatolást valahogy automatizálni kellene. Lényegében ez történik a szuperregeneratív vevőben. Ennek visszacsatolási tényezőjét alkalmas módon, rendszerint a cső meredekségének változtatásával periódikusan változtatjuk úgy, hogy egy szakaszban nagyobb legyen a begerjedési határnál, míg a másik szakaszban kisebb legyen.

Ez a folyamat természetesen igen bonyolult, különösen ha még azt is figyelembe vesszük, hogy a meredekségváltoztatást is rendszerint ugyanazon vevőcső végzi a rácskondenzátornak periódikus feltöltésével és kisütésével. Ha tehát egyszerű elméletet akarunk, nyilván elhanyagolásokhoz kell folyamodnunk. A következőkben feltesszük, hogy a csillapítás négyszöghullám-alakban változik: egyik félperiódusban negatív, értéke a , míg a másik pozitív értéke a . Mármost a rendszer működése a következő: Amikor a csillapítás átgurik negatívba, a rendszer begerjed és fokozatosan növekvő amplitúddal rezeg. A rezgések növekedése addig tart, amíg valamely alkatrész, rendszerint a cső, el nem éri a telítési határt. Ettől kezdve a rezgések amplitúdója mindaddig állandó, amíg a negatív csillapítás fennáll. Amikor a csillapítás átcsap pozitívba, a rezgőkör kirezeg. Itt feltételezzük, és ez a gyakorlatban mindig teljesül, hogy a kirezges véget ér, mielőtt az új negatív csillapítású szakasz megkezdődne. Mivel a kirezgesi szakasz lefolyása független a körre jutott feszültségtől, jelentősége

¹ OLJDEROGGE, G. B. cikkéről (Radiotekhnika 1948. évi 6. szám 76—87. oldal) tartott előadása nyomán

² Műszaki Szemle, Híradástechnika 1951. évi 7. szám 75—82. old.)

nyilván csekély, így elsősorban a berezgési folyamatot kell tanulmányoznunk.

Legyenek a rezgőkör állandói L, C és R , míg a körre jutó külső feszültség (az antennából) legyen $A \sin(\omega t + \varphi)$. Jelöljük a rezgőkörben folyó áramot i -vel, míg a rezgőkör körfrekvenciáját ω_0 -al. Kezdeti feltételként tegyük fel, hogy a $t = 0$ időpontban, amikor a csillapítás negatívba ugrik, a kondenzátor feszültsége 0. Ekkor a körre érvényes

$$L \cdot \frac{di}{dt} - R \cdot i + \frac{1}{c} \int i dt = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

ismert differenciálegyenletből a kezdeti feltételek figyelembevételével az ismert módszerekkel a következő megoldáshoz jutunk:

$$i = \frac{A_n \cdot e^{a(t-nT)}}{\sqrt{R^2 + (\omega_n L - 1/\omega_n c)^2}} \cdot \sin \left[\omega_0 t + (\omega - \omega_0) nT \right] \quad (2)$$

Ez a megoldás nem minden időpontra érvényes, hanem kizárólag csak a berezgési folyamatokra. A n index azt mutatja, hogy hányadik berezgési folyamatra vonatkozik az egyenlet. T a csillapodás-változás egy periódusának ideje.

A 2. egyenlet segítségével már nagyjából leírhatjuk az áramkör működését. A rezgések az idővel exponenciálisan növekednek; természetesen csak a telítési határig, ahonnan állandó amplitúdóval rezegnek (az egyenlet eddig érvényes). Mármost a lényeges dolog, mondhatjuk az egész elmélet sarkpontja az, hogy a növekedő rezgések A -val, a vett jelek amplitúdójával arányos szintről indulnak. Tehát ha a bejövő rezgések a csillapodás átugrásának pillanatában nagyobbak, a rezgések hamarabb eléri a telítést és viszont. Ha tehát a bejövő jel modulált, akkor az állandó szakasz hosszúsága a moduláció ütemében ingadozni fog. Ha tehát egyenirányítással előállítjuk a rezgések burkológörbét, ez a modulációt tartalmazni fogja. Ezt úgy is kifejezhetjük, hogy a burkológörbe által bezárt terület a moduláció ütemében változik. Ez a területingadozás adja a hangfrekvenciát. Tulajdonképpen a szuperregeneratív rendszer az amplitúdó-, vagy frekvenciamodulációt szélességben modulált impulzus-modulációvá alakítja át: ahol az eredeti jelek nagyobbak, ott az impulzus effektív szélessége is nagyobb.

Frekvencia-moduláció detektálásakor a rezgőkört a jól ismert módon el kell hangolnunk a rezonancia-görbe inflexiós pontjáig.

A 22. egyenlethől az egyenirányított áramot mennyilegesen is ki lehet számítani. Általánosság kedvéért feltételezzük, hogy a bejövő jel úgy frekvenciában, mint amplitúdóban modulálva van; így egyszerre megkapjuk a kétféle modulációra az eredményt. A számítások végeredménye:

$$i_d = \frac{k Im}{a \cdot T} \cdot \left[\ln A + \frac{1}{2} \ln (a^2 + \Delta \omega^2) \right] \quad (3)$$

ahol k az egyenirányító csőtől és működési módjától függő állandó, míg $\Delta \omega$ a pillanatnyi frekvencia-eltérés. E képletből láthatjuk, hogy kis csillapításnál, azaz kis a -értéknél a $\ln A$ és $\ln (a^2 + \Delta \omega^2)$ görbék egyforma jellegűek és így a frekvencia-moduláció nem nyújt előnyöket. Nagy a -értéket kell alkalmaznunk azért is, hogy az egyenirányított áram elég széles határok között lineáris függvénye legyen a frekvenciaváltozásnak.

Bár az áram képletének logaritmikus jellegénél fogva bizonyos amplitúdókorlátozás jelentkezik, természetesen egy rezgőkörös vevőtől nem várhatunk olyan jó visszaadást, mint a nagyobb, amplitúdó-korlátozóval ellátott vevőkészüléktől. A zajcsökkenés is kisebb és jelentős nemlineáris torzítások is jelentkeznek. De kimutatható, hogy ellenütemű elrendezéssel, két rezgőkörrel és két egyenirányítóval lényegesen meg lehet javítani a viszonyokat: ekkor az amplitúdó-moduláció és így a zaj jórésze teljesen eltűnik és a nemlineáris torzítás is lényegesen csökken. A gyakorlati kivételnél azonban nehézségek vannak a két rendszer egymásra való hatása miatt, úgyhogy eddig nem készült ilyen készülék.

Végül a cikk kimutatja, hogy tetszésszerű alakú segéd feszültség mellett is lényegében érvényesek a fenti eredmények.

A szuperregeneratív kapcsolás használható nemcsak detektálásra, hanem frekvenciamodulált rezgések erősítésére is. Ha az eredeti rezgés modulálatlan, akkor a segéd feszültség hatására a segédrezgés frekvenciájával frekvenciamodulált lesz, azaz végtelen sok komponensre bomlik. Ha most az eredeti rezgés már frekvencia-modulált, akkor az összes komponensek ugyanazzal a frekvenciával lesznek modulálva. Amint a 2. egyenlethől láthatjuk, a rezgések nagymértékben felerősödnek. Már Kalmus kimutatta, hogy ilyen módon elég nagy erősítés érhető el. Mivel a külső jel és a 3. egyenlet szerinti amplitúdó között az összefüggés logaritmikus, az ilyen erősítőfokozat egyidejűleg részben amplitúdó-korlátozóként is működik és ezzel elősegíti a zörejmentességet.

A címlapon:

Átvitelt mérő készülék 12 csatornás vivőfrekvenciás távbeszélő berendezések és vonalak vizsgálatához.

A Standard Villamossági Vállalat készítménye.

Ismertetés a legközelebbi számban.

Lecher-vezetékes impedancia-transzformátor grafikus számítása

Dr. techn. MAGYARI ENDRE (Audió Hang- és Kinotechnikai gyár)

Автор обсуждает некоторые качества провода Ле-хера. На основе этого графически решает вопрос трансформации полного сопротивления при любой омической или комплексной окончателной нагрузке. Разбирает метод конструирования условий тока, напряжения и фазы.

L'auteur donne une brève recapitulation sur les principes des lignes de transmission. Il s'occupe avec la construction des diagrammes concernant l'impédance transformation à l'aide des phénomènes de reflexion. Quelques exemples graphiques montrent l'usage de la théorie.

After a short summary of the electrical behaviour of transmission lines, some examples are shown of graphical calculation of impedance transformation on lines terminated in any complex or real load.

Nach einem kurzen Überblick betreffs der Eigenschaften von Lecher-Leitungen werden Lösungen gegeben, wie man bei beliebiger Endbelastung die Impedanz-Transformation graphisch durchführen kann. Verfahren werden für die Konstruktion der sich ausbildenden Strom-, Spannung- und Phasenverhältnissen mitgeteilt.

A közeljövő rádió- és televíziós technika szerkesztési feladatai közt szinte első helyen fog állani két vezeték v. koaxiális kábel mentén a vezeték impedancia-transzformálás feladata. Részben kényyszerűség miatt, de nagyjából a benne rejlő, szinte végtelen lehetőségű és szellemesnél-szellemesebb megoldások miatt a vele foglalkozóknak sok-sok könnyebbséget, még több örömet és kitűnő szerkezeteket fog nyújtani.

A teljes elmélet levezetése egymaga több cikk keretét kitöltené, alább rövid felsorolásban — emlékeztetőbe idézés végett — megtalálhatjuk azokat a törvényszerűségeket, amelyek a kivitelezendő szerkesztéseinkhez szükségesek lesznek.⁰

Feladatunk grafikusán kiszámítani ohmikus vagy komplex végterhelésű Lecher-vezeték mentén az impedancia-transzformálást s mint mellékterméket: az uralkodó áram- és feszültségviszonyokat.

Eredeti szerkesztési eljárással azt is elvégezhethetjük, hogy komplex végterhelés esetén mi módon lehet előre meghatározni a Lecher-vezeték mentén történő impedancia transzformáció játékból a tisztán ohmikus jellegű pontokat.

Kis csillapítású kettős vezeték nagyfrekvenciás Z_0 hullámellenállását a kettősvezeték hosszegységenkinti L és C értéke szabja meg:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ohm}$$

Ennélfogva geometriai méreteiből is meghatározható:

a) kettős vezeték: $r = d/2$ sugarú két vezeték egymástól a távolságra:

$$Z_0 = 277 \log_{10} a/r \text{ ohm}$$

⁰ King: Transmission Lines c. munkája elég részletesen tájékoztat az elméleti rész felől.

b) Koaxiális kábel: d_1 köpeny belső $> d_2$ magátmérőnél:

ϵ dielektrikummal töltve ($\epsilon = 1$ levegőre)

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\epsilon}} \log_{10} \frac{d_1}{d_2} \text{ ohm}$$

A hullámellenállás szabja meg, hogy végtelen hosszú vezetéknél E_0 gerjesztő feszültség mennyi áramot tud a vezetékbe táplálni:

$$J_0 = E_0/Z_0 \text{ összefüggés szerint.}$$

Ugyanezt az értéket kapjuk akkor is, ha a távvezeték bármely l hosszúság után ténylegesen Z_0 értékű tiszta ohmikus ellenállással lezárjuk.

Ilyenkor a vezeték mentén — nagyobb hosszánál a természetes csillapítás okozta feszültségcsökéstől eltekintve — minden ponton ugyanazt az áramerősséget és a két vezeték közt ugyanazt a feszültségkülönbséget tudjuk mérni: tiszta haladóhullámok keletkeznek.

Egyforma fázishelyzetű pontok közti távolságot nevezzük hullámhossznak (λ), tehát hosszegységenként $a = 2\pi/\lambda$ ívmértékben kifejezett térfázisszög van a hosszegység elején és végén mért két feszültség- vagy két áramvektor közt. A feszültség és áramerősség egymáshoz képest azonban tiszta haladó hullámnál Lecher-vezetékén mindig fázisegyezésben van bármely ponton.

Ha az aránylag nem hosszú vezeték (l. 1. ábra) nem a hullámellenállás értékével zárjuk, hanem kisebb v. nagyobb ohmikus Z_n értékkel: reflexió keletkezik, az energia egy része visszaverődik. Ekkor fázisinterferencia miatt a vezeték mentén álló hullámok is keletkeznek. Ennek következtében a vezeték mentén pontról-pontra változik mind az E_x feszültség, mind az J_x áramerősség nemcsak amplitúdóban, hanem bármely ponton egymáshoz vett fázisszögben is. Maximum és minimum helyek mutathatók ki feszültségre és áramra egyaránt ($E_{\max}, E_{\min}, J_{\min}, J_{\max}$). Az energia áramlás törvényei szerint, mivel E_{\max} és J_{\min} , illetve E_{\min} és J_{\max} esnek egybe fázishelyesen is, térben is: $E_{\max} J_{\min} = E_{\min} J_{\max}$ kell lenni s mint teljesítmény ez egyenlő az átvitt tényleges watt teljesítménnyel, a Z_n ellenállás felvette $N = E_n^2/Z_n$ watt teljesítménnyel. Ezek a helyek tiszta ohmikus jellegűek: $R_{\max} = \frac{E_{\max}}{J_{\min}}$ és $R_{\min} = \frac{E_{\min}}{J_{\max}}$ értékekkel.

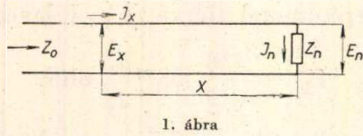
A két ellenállásérték a hullámellenállás értéke körül transzformálódik:

$$R_{\max} = \frac{Z_0^2}{R_{\min}} \text{ összefüggés szerint.}$$

A fázis-interferencia törvényei szerint az effektív feszültségmaximumok fél hullámhosszra ($\lambda/2$) követik egymást, hasonlóképpen a feszültség-

minimumok is. Az effektív max. és min. helyek pedig $\lambda/4$ távolságra vannak ugyane törvény szerint.

Ha tehát az $E_{\max} J_{\min}$ hely (R_{\max}) az $E_{\min} J_{\max}$ helytől (R_{\min}) negyedhullámhossz távolságra van, akkor minden $\lambda/4$ Lecher-vezetékdarab ohmikus jellegű *illesztő tagként* fogható fel valamely frekvenciánál R_{\max} és R_{\min} ellenállások közt. (A világ legolcsóbb transzformátora : 2 huzaldarabból áll mindössze!)



1. ábra

Az ohmikus helyek közti vezetékhozszaikon legkülönbözőbb komplex impedanciák és tiszta reaktanciák állíthatók elő a végterheléstől függően (!), mint az alábbiak folyamán látni fogjuk.

Az 1. ábránk jelölései szerint tetszőleges $Z_n = \frac{E_n}{J_n}$ komplex végterhelésű, kicsillapítású

Lecher-vezetékvegtől visszafelé számított x távolságon az E_x és J_x értéke az elméleti levezetések alapján :

$$E_x = E_n \cos \alpha x + j J_n Z_0 \sin \alpha x$$

$$J_x = J_n \cos \alpha x + j \frac{E_n}{Z_0} \sin \alpha x$$

A két egyenlet egymással osztva és rendezve adja az x helyen jelentkező impedanciát :

$$Z_x = \frac{E_x}{J_x} \quad \text{azaz :}$$

$$Z_x = Z_0 \frac{Z_n + j Z_0 \operatorname{tg} \alpha x}{Z_0 + j Z_n \operatorname{tg} \alpha x}$$

Annak ellenére, hogy Z_0 és Z_n változatlan, pontrólpontra — képlet szerint — változik az impedancia értéke, ezzel együtt E és J értékei is nagyságban és fázisszögben egyaránt.

Egyébként Z_n bármily jellegű komplex ellenállás is lehet, R_{\max} és R_{\min} ohmikus pontok mégis mindig előállnak valamely még meghatározandó pontokon. E pontokon mérhető $E_{\max} J_{\min} = N_n = E_{\min} J_{\max}$ teljesítmény megegyezik a komplex végterhelés felvette *watt-teljesítménnyel*. (Nem a lát-szólagos VA teljesítménnyel.)

Feladatunk : tetszőleges Z_n mellett E_x és J_x értékét követni, az x helyhez tartozó Z_x értéket meghatározni és felkeresni az ohmikus R_{\max} és R_{\min} helyeket.

Amilyen hosszas, nagyon időt rabló az eredmény elérése numerikus számítással: folytonosan komplex számokkal dolgozni hol a trigonometrikus, hol az exponenciális alakokkal, esetleg előjelhibák, szöghibák kíséretében, olyannyira egyszerű, szemléletes és majdnem tévedésmentes a grafikus eljárás. Innen van, hogy szinte teljesen a grafikus táblázatokra tért át az irodalom (pl. a Smith-diagramm).

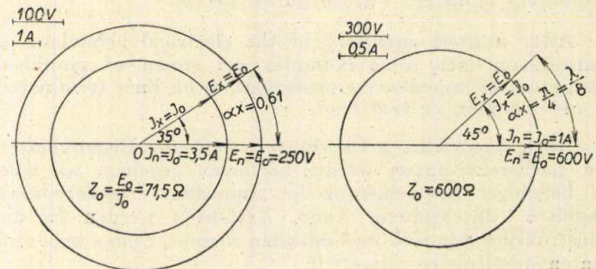
A komplex végterhelés esetének jobb követhetése végett először a tiszta ohmikus lezárással fogunk

foglalkozni, hogy kellő szemlélettel legyünk a szerkesztés végrehajtásánál.

Első esetünk : a Lecher-vezeték a hullámellenállás értékével van lezárva :

E_x és J_x értéke bármely ponton azonos. Ha tehát egy teljes hullámhosszat akarunk tanulmányozni (360° térben elhúzott fázisszög), E_x és J_x két koncentrikus körrel ábrázolható (1. 2/a ábra).

E és J értékeire bizonyos léptéket választva : a gerjesztő E_0 és beküldött $J_0 = E_0/Z_0$ értékkel, — léptékhelyesen felvitt sugarakkal — két koncentrikus kört rajzolunk. Ennélfogva bármely, a 0-tól (végpont!) számított x vezetékhozszaon a középponttól húzott sugarak szintén $E_x = E_0 = E_n$ és $J_x = J_0 = J_n$ értékűek, csak $\varphi = \alpha x$ szöggel sietnek a végpont E_n, J_n értékei előtt. Ez érthető,

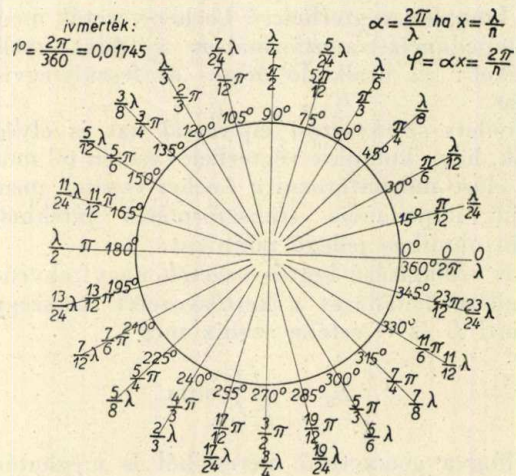


2. ábra

hiszen a generátor *felől hamarabb* gerjesztjük az x helyet, mint a végpontot.

A 3. ábrán fokokban, ívmértékben és elektromos hosszaiban szemlélhetjük a leggyakoribb értékeket. Mindig ügyelni kell a hosszegységnyi $\alpha = 2\pi/\lambda$ összefüggésre, ha egy bizonyos frekvenciáról van szó, mert akkor a térfázisszöget x helyen a $\varphi = \alpha x$ összefüggés szabja meg.

Ha gyakorlatilag akarjuk szemlélni a jelenségeket : jobb a hullámhossz hányadaiban vizsgálni az összefüggéseket, mert akkor a tényleges, térbeli hossz a hullámhosszal áll viszonyban. Sokkal szemléletesebb az eljárás, kevesebb tévedést is okoz és



3. ábra

a méréseknél sokkal jobb tájékozódást ad a hullámhossz hányadaiban történő gondolkodás. Ehhez járul még, hogy bizonyos kritikus értékek is a hullámhossz hányadaiban jelentkeznek.

A következőkben helyes lesz a feszültség és áramléptéket úgy megválasztani, hogy ugyanaz a mértani hossz adódjék a gerjesztő feszültségre és adott hullámellenállású vezetékbe táplált áramerősségre (l. 2/b ábra). Ekkor elég egy kör rajzolása és még további előnyök adódnak a reflexiók tüne-
mények kiértékelésekor.

A hibásan lezárt végponttól az energiareflexió úgy jelentkezik, hogy az E_0, J_0 gerjesztő értékekhez képest egy reflektált feszültség-hullám (E_r) és egy reflektált áramhullám (J_r) indul visszafelé, a generátor felé. Mivel ennek a frekvenciája, hullámhossza azonos a generátortól a végpont felé haladó E_0, J_0 hullámhosszával, természetesen $E_0 \pm E_r$ és $J_0 \pm J_r$ maximális illetve minimális értékeket tudunk kimutatni. Ezeket az értékeket jelöltük már előbb is E_{\max}, E_{\min} , ill. J_{\max}, J_{\min} jelzésekkel. Láttuk, hogy $E_{\max} J_{\min} = E_{\min} J_{\max} = N$ átvitt watt teljesítménnyel kellett egyenlőnek lenni.

E helyek ellenállása:

$$R_{\max} = \frac{E_{\max}}{J_{\min}} \quad \text{és} \quad R_{\min} = \frac{E_{\min}}{J_{\max}}$$

tiszta ohmikus értékek, és

$$R_{\max} = \frac{Z_0^2}{R_{\min}},$$

ami a hullámellenállás körül történő impedancia transzformálásnak felel meg. Ebből következően:

$$N = \frac{E_{\max}^2}{R_{\max}} = \frac{E_{\min}^2}{R_{\min}}$$

összefüggések is érvényesek. Ha a lezáró Z_n ohmikus ellenállás, és nagyobb mint a hullámellenállás, akkor ez lesz egyszersmind R_{\max} is, hiszen ilyen esetben az E_{\max} a végponton áll elő, mert feszültség-fázis-egyezően verődik vissza az energia egy része minden meddő munka nélkül.

Mivel $E_n = E_{\max}$ és $Z_n = R_{\max}$, továbbá:

$$\frac{E_{\max}^2}{R_{\max}} = \frac{E_{\min}^2}{R_{\min}} = \frac{E_{\min}^2}{Z_0^2} R_{\max}$$

azaz:
$$\frac{E_{\max}^2}{E_{\min}^2} = \frac{R_{\max}}{Z_0^2}, \quad \text{ebből} \quad \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{R_{\max}}{Z_0}$$

Ha $\frac{R_{\max}}{Z_0} = n$ akkor a fentiek szerint:

$$\frac{R_{\max}}{Z_0} = n = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{E_0 + E_r}{E_0 - E_r}$$

fontos összefüggésre jutunk a szerkesztésünk szempontjából, és ebből

$$E_r = \frac{n-1}{n+1} E_0$$

adódik, azaz a lezáró ellenállásnak a hullámellenálláshoz vett viszonylagos nagyságából a reflektált feszültség viszonylagos nagysága is kiadódik.

Legyen pl. $E_0 = 600 \text{ V}$, $Z_0 = 600 \Omega$ és $Z_n = 1200 \Omega$ akkor

$$n = 2 \quad \text{és} \quad E_r = \frac{2-1}{2+1} 600 = \frac{1}{3} 600 = 200 \text{ Volt}$$

$$E_n = E_0 + E_r = E_{\max} = 600 + 200 = 800 \text{ Volt}$$

$$E_{\min} = E_0 - E_r = 600 - 200 = 400 \text{ Volt.}$$

$$\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{800}{400} = n = 2 = \frac{R_{\max}}{Z_0} = \frac{1200}{600}$$

$$\text{és: } R_{\min} = \frac{Z_0^2}{R_{\max}} = \frac{600^2}{1200} = 300 \Omega$$

Az átvitt teljesítmény:

$$N_n = \frac{E_{\max}^2}{R_{\max}} = \frac{800^2}{1200} = 533 \text{ watt}$$

egyenlőnek kell lennie az R_{\min} ponton

$$N_n = \frac{E_{\min}^2}{R_{\min}} = \frac{400^2}{300} = 533 \text{ watt}$$

Helyes lezárásnál $J_0 = 1$ amp. értékűnek kellene lennie, de a végponton jelenleg csak

$$J_n = \frac{E_n}{R_n} = \frac{800}{1200} = 0,667 \text{ A}$$

lehet és van is mindössze, a minimum feszültség

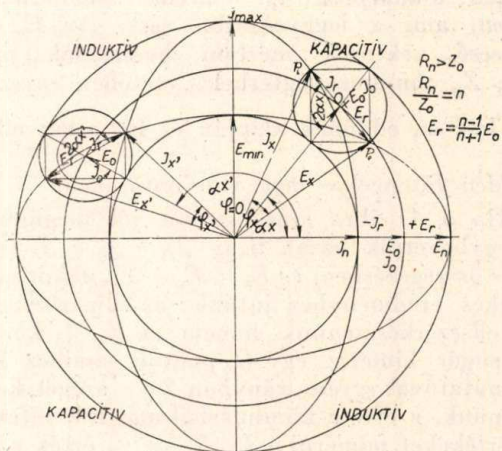
$$\text{helyen pedig: } J_{\max} = \frac{E_{\min}}{R_{\min}} = \frac{400}{300} = 1,334 \text{ A}$$

Látjuk, hogy J_{\max}/J_{\min} szintén $2:1 = n$ arányú, tehát egyforma széles viszonylagos határok közt játszódik le az áramreflexió ugyanazon Z_n mellett. Ez döntően befolyásolja a szerkesztési eljárásunkat, mert a reflektált áram- és feszültségvektor nagysága az előbb említett lépték választása esetén azonos mértani hosszakban fog jelentkezni.

Vegyük most szemügyre E_x és J_x egyenleteit.

$$E_x = E_n \cos \alpha x + j J_n Z_0 \sin \alpha x$$

$$J_x = J_n \cos \alpha x + j \frac{E_n}{Z_0} \sin \alpha x$$



4. ábra

Az egyenletek két ellipszist jellemeznek, amelyek egymásra merőlegesek, és E_n és J_n fázisban vannak, pl. ohmikus végterhelés esetén.

Az E_x feszültség-ellipszis tengelyei E_n és $J_n Z_0$, az J_x áramellipszis tengelyei J_n és $j \frac{E_n}{Z_0}$ (l. 4. ábra).

Megfigyelhető a vetítésekéből, hogy a komplex P_e ($= E_x$) pont két összetevője valóban $E_n \cos \alpha x$ és $J_n Z_0 \sin \alpha x$. Hasonlóan áll elő a P_i ($= J_x$) pont is $J_n \cos \alpha x$ és $\frac{E_n}{Z_0} \sin \alpha x$ összetevőkből. E_x és J_x

közt megjelenik φ_x fázisszög (J_x előresiet E_x előtt, tehát kapacitív jelleg) és $|Z_x| = |E_x|/|J_x|$ amivel a három keresett értéket meg is kaptuk. Több αx helyre a szerkesztést elvégezve a két ellipszist megkapjuk. Síknyegyenként, amint az ismeretes: felváltva kapacitív és induktív jellegű a Z_x impedancia (l. αx -nél E_x mögött van J_x).

Az eddigiek alapján még jobban általánosíthatjuk a két ellipszis megszerkesztését a következő megfontolások alapján:

Z_0 tetszőleges hullámellenállás mellett vegyük fel a gerjesztő E_0 feszültséget 1 egységnek valamely (pl. 100 mm) mértani hosszát alapul véve. Ha $J_0 = E_0/Z_0$ értékét ugyanerre a mértani hosszra vesszük fel függetlenül, hogy mi a tényleges értéke, mert ez mindig attól függ, hogy mennyi Z_0 és E_0 . Pl. $Z_0 = 500 \Omega$; $E_0 = 500 \text{ V} = 100 \text{ mm}$ hossz, akkor az áramlépték: $100 \text{ mm} = \frac{E_0}{Z_0} = \frac{500}{500} = 1$ amper.

Ha Z_0 marad, de 100 mm feszültség-hosszat 25 volt-nak vesszünk, akkor 100 mm áramvektorhossz $\frac{25}{100} = 50$ milliampernek felel meg.

Vagy $E_0 = 500 \text{ V} = 100 \text{ mm}$, de $Z_0 = 100 \Omega$ akkor J_0 léptéke: $100 \text{ mm} = 5$ amp.

Ezért jó az E_0 feszültséget egységnek venni, mert utólag E_0 léptékét a tényleges feszültség szerint növelhetem és *ugyanilyen arányban*

$$J_0 = \frac{E_0}{Z_0}$$

nő az áramlépték is maradó hullámellenállás mellett, ami a leggyakoribb eset. Az E_n és J_n összeeső vektorok mértani hosszainak aránya $Z_n > Z_0$ ohmikus végterhelés esetében egyszerűen $\frac{Z_n}{Z_0}$ lesz az eddigiek alapján és így a két ellipszis minden főtengelye meg van határozva.

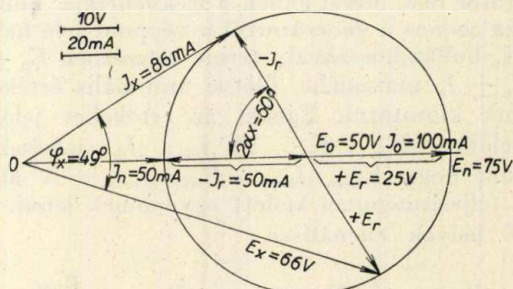
Ha a 4. ábra szerkesztését jól megfigyeljük, és egybevetjük azzal, hogy $J_x = J_0 + J_r$ (vektoriális összegezésben) és $E_x = E_0 + E_r$, akkor nagyon érdekes eredményhez jutunk: az ellipsziseket meg se kell szerkesztenünk, hanem az E_0, J_0 körön az αx sugár kimetsz egy O_x pontot, amihez képest áramutatóval *egyező* irányban $2 \alpha x$ szöget kell felmérnünk, s erre a kiindulásból már ismeretes J_r és E_r értékeket felmérni: J_x, E_x és φ_x érték azonnal kiadódik.*

$$\text{A } Z_x \text{ absz. értékét } \frac{E_x \text{ mértani hossz}}{J_x \text{ mértani hossz}} \cdot Z_0$$

* Ezen az alapon ellipszist rajzoló mechanizmus is aránylag könnyen szerkeszthető!

összefüggésből kaphatjuk meg, vagy ha van lép-tékünk E - és J -re, akkor $|Z_x| = \frac{|E_x|}{|J_x|}$, mint már előbb láttuk.

Az, hogy az J_r és E_r egyenesdarabok látszólag kétszeres szögsebességgel forognak O_x pont körül, mint αx egyenes O körül, ez természetes, mert adott x pont interferenciáját a pillanatnyi gerjesztő vektor és e pontból a végpontig + visszaút fázisidő határozza meg.



5. ábra

Ez további egyszerűsítést is lehetővé tesz (l. 5. ábra), hiszen az αx helymeghatározó egyenest csak a szemléletesség kedvéért rajzoljuk meg. Ha lemondunk az αx egyenes e helymeghatározó tulajdonságáról, amit a gyakorlati esetek nagy részében meg is tehetünk, akkor elég J_n és E_n körül (E_0, J_0) középpontból kört rajzolnunk és az J_r, E_r vektorokat $2 \alpha x$ szöggel felmérni. Így gyorsan átláthatjuk az E_x, J_x, Z_x és φ_x játékát. Ohmikus végterhelésnél, mikoris $\varphi_n = 0$, E_n és J_n egybeesnek.

Láthatjuk pl., hogy $\alpha x = \frac{\pi}{4}$ ($= \lambda/8$) esetén $|Z_x| = Z_0$,

azonosan, csak φ_x szöge változik ahhoz képest, hogy milyen a reflexió mértéke. Pl. teljes feszültségreflexiónál, $J_n = 0$, tehát az O pont a kör kerületére esik (0°) és J_x, E_x azonosan 90° fázisban állanak bármely αx értéknél, azaz tiszta reaktanciát kapunk 0 és ∞ érték közt kapacitív vagy induktív jelleggel. Ha nyitott a vég: az első hullámhossznegyed a kapacitív jelleg, a második induktív; ha rövidrezárt a vég; fordítva. Továbbá

$$R_{\min} = 0 \text{ és } R_{\max} = \infty; \alpha x = \frac{\pi}{4} \text{ helyen } |Z_x| = Z_0,$$

de vagy tiszta kapacitás vagy tiszta önindukcióként jelentkezik, amint az a nyitott v. rövidrezárt Lecher-vezeték gyakorlatából is ismeretes.

Így elérkeztünk utolsó feladatunkhoz: a komplex végterhelésű Lecher-vezeték grafikus megszerkesztéséhez (l. 6. ábra).

Legyen a végterhelésünk valamely $Z_n = |Z_n| \cdot e^{-j\varphi_n}$ végterhelés:

$$Z_n = R_n + j X_n$$

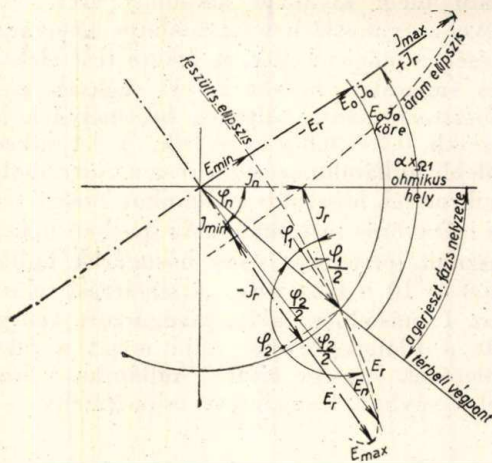
$$R_n = |Z_n| \cos \varphi_n$$

$$X_n = |Z_n| \sin \varphi_n$$

$$\text{tg } \varphi_n = \frac{X_n}{R_n}$$

ismert összefüggések alapján a végterhelés $|Z_n| = |E_n|/|J_n|$ abszolút értéke szintén viszonyítható a Z_0 hullámellenálláshoz: $\frac{Z_n}{Z_0} = n$, ami a már

ismertetett lépték felvétel mellett az E_n és J_n vektorok rajzpapír-hosszának viszonyát is jelenti, csak



6. ábra

jelen esetben a két vektort a φ_n fázisszögre kell egymáshoz rajzolnunk.

Ha az E_n és J_n vektorok végpontjait összekötjük, az összekötő vonalat felezzük és e ponton át kört rajzolunk: az E_0, J_0 kört kapjuk meg a választott léptékben a felvett E_n értéke szerint. (Ha netán E_0, J_0 hosszára kerek értéket akarnánk kapni, azt jelezzük be az $0 - E_0$ egyenesen, és eddig csús-

tassuk el önmagával párhuzamosan az E_n, J_n vektorok végpontjait összekötő egyenest. Mivel mindig arányos háromszögek keletkeznek, az $E_n/J_n = n$ viszony is változatlan marad.)

Ez az ábra nem különbözik most attól az eset-től, mikor a Lecher-vezetéken ohmikus végterhelés esetén bizonyos $a x$ hosszban egy ilyen Z_x impedanciaérték jelentkezik: tehát a vektor-végpontokat összekötő egyenesdarab két fele a reflektált feszültség ill. áram értékét mutatja be.

Tudjuk, hogy a reflektált értékek vektorai az x hely E_0, J_0 vektorával az ohmikus helyektől való αx_i szögek kétszeresét zárják be. Ha tehát ábránkon a φ_1 és φ_2 szögeket felezzük és az $a x_n$ végpontot jelző E_0, J_0 vektorhoz képest $\varphi_1/2$ és $\varphi_2/2$ szögekkel új $\alpha x_{1,2}$ helyzeteket jelölünk be (forgásirányra vigyáznunk!), akkor ismét megkapjuk a két egymásra merőleges áramfeszültség ellipszis főtenyely irányait. Nagyságukat a már ismert $E_{\max} = E_0 + E_r$, $E_{\min} = E_0 - E_r$, ill. $J_{\min} = J_0 - J_r$ és $J_{\max} = J_0 + J_r$ összefüggésekből jelöljük be az ábránkon.

Minden más szerkesztés és kiértékelés most is marad, mint eddig volt, csak arra kell vigyáznunk, hogy a végpontot az $a x_n$ vektor helyzete szabja meg és így a generátor felé az x_i hosszak αx_i szögeit innen kell felmérni.

Kis gyakorlattal épp olyan könnyen lehet ezeken a matematikailag aránylag bonyolult összefüggéseken a grafikus módszer segítségével úrrá lenni, mint az elektrotechnika más grafikus eljárásainál, pl. komplex-impedanciák inverzálása, párhuzamos kapcsolása stb., amikor még szabad kézzel rajzolva is szemléletesen, szinte a hiba lehetőségének kizárásával dolgozhatunk.

Országos vegyész-kongresszus

A Magyar Kémikusok Egyesülete a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület, valamint az Építőanyagipari Tudományos Egyesület közreműködésével 1951. november 15. és 18. között rendezti meg a magyar vegyészek országos kongresszusát. A kongresszus amellett, hogy felméri a kémia néhány ágában eddig elért eredményeinket, a legnagyobb figyelmet az előttünk álló problémák megoldásának szenteli. Ezért ötéves tervünk célkitűzéseinek megfelelően a kongresszusi előadások zöme a nehézszerkezet, — azon belül a szerves nehézszerkezet kérdései köré csoportosul.

A programban szereplő számos előadás közül a következők tárgya áll a legközelebb szakmánkhöz:

Széki Pálma: Az alumíniumnak és ötvözetinek felületkezelése.

Dr. Knapp Zoltán: Üvegek konstitutív tulajdonságainak kiszámítása a »legmagasabb szilikát«-elmélet alapján.

Dr. Déri Márta: A különlegesen nagy dielektromos állandójú kerámiai anyagok.

Winter Ernő: Nagy vákuumban végbemenő különleges kerámiai folyamatok.

Dr. Nemez Ernő: Röntgenanalitikai vizsgálatok és azok alkalmazása a szilikát-kémiában.

P. Kovács Olga—Radó Aurél és Szelényi Tibor: Adatok a fotográfiai atommag-emulzió készítéséhez.

Dr. Fenyő István: Matematikai módszerek szerepe a kémiai kutatásban és a vegyiparban.

Az infravörös hőkezelésről

SOMKUTI ADOLF (Egyesült Izzólámpa és Vill. Rt.)

Az a hatalmas fejlődés, mely iparunkban az ötéves tervvel kapcsolatban megindult, szükségessé teszi, hogy iparunk kihasználja azokat az előnyöket, melyek az infravörös sugárzás hőtechnikai alkalmazásával kapcsolatosak. Az infravörös hőkezelés elsősorban fizikai probléma. Szükségesnek látszik ezért a gyakorlati alkalmazások tárgyalása előtt a vonatkozó fizikai törvényszerűségek rövid ismertetése.

A hőenergia terjedése és továbbítása

A hőenergia háromféle módon terjed és vihető át egyik helyről a másikra.

1. *Hővezetés.* A hővezetést az jellemzi, hogy a hő továbbítása anyag közvetítésével történik. Az anyag maga nyugalomban van, a hőenergiát az anyag molekuláinak mozgása származtatja át. Ilyen módon terjed a hő pl. az egyik végén melegített fémpálcá másik végére.

2. *Hőáramlás vagy konvekció.* Jellemzője, hogy a hő együtt áramlik az anyaggal. E célra általában folyékony vagy légnemű anyagot szoktunk használni. Így terjed a hő pl. a melegvíz- vagy légfűtésnél.

3. *Hősugárzás.* A hő elektromágneses sugárzás alakjában terjed, minden közvetítő anyag igénybevétele nélkül, akár légüres térben is. A Nap hőenergiája ezen a módon jut el Földünkre.

Ipari hőtechnikai berendezésekben a hőenergia vázolt továbbítási módjai általában nem választhatóak szét tökéletesen, a berendezések jellege azonban legtöbbszörre megszabja, hogy az átadott energia továbbítása túlnyomó részben melyik módon történik. Az első két esetben az átadott hőmennyiség általában a felmelegített és felmelegítendő helyek hőmérsékletkülönbségével arányos:

$$Q = a(t_1 - t_2)$$

Fekete testek hősugárzásánál

$$Q = \sigma(T_1^4 - T_2^4)$$

azaz a sugárzás útján átadott hőmennyiség arányos a sugárzó és a felmelegítendő anyagok abszolút hőmérséklete negyedik hatványának különbségével. E képletből látjuk, hogy a sugárzó hőmérsékletének emelésével módunk nyílik a közlendő hőmennyiség nagyarányú fokozására, miáltal a hőkezelési időtartamok jelentős mértékben megrövidíthetők. A hősugárzás alkalmazásának további legfontosabb előnyei, hogy a sugárzás a levegőn gyakorlatilag veszteség nélkül hatol át, a felmelegítendő anyagba bizonyos mélységben behatol és reflektorokkal könnyen irányítható.

A fekete test sugárzása

A fizikában fekete test alatt olyan testet értünk, mely minden ráeső sugárzást elnyel. Annak ellenére, hogy ez a fekete test csak laboratóriumi körü-

mények között és csak bizonyos megközelítéssel valósítható meg, kiválóan alkalmas arra, hogy segítségével a gyakorlatban használatos hősugárzók viselkedését is megismerjük. A fekete test elektromágneses sugarakat bocsát ki. E sugarak széles hullámhossztartományt töltenek be, melynek látható része kb. 0,4 és 0,8 μ közé esik. A 0,4 mikronnál rövidebb hullámhosszúságú rész az ultraibolya, a 0,8 mikronnál hosszabb hullámhosszúságú rész pedig az infravörös tartomány. Az iparban hőkezelésre használt infravörös vagy hősugarak hullámhossza 0,8 és 10 μ közé esik. A sugárzási teljesítmény (az 1 másodperc alatt kisugárzott energia) eloszlását a Planck-törvény adja meg; a fekete test felületének egysége által λ hullámhossz körül 1 μ széles sávban kisugárzott teljesítmény

$$E_\lambda = \frac{C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{C_2/\lambda T} - 1} \quad (1)$$

ahol T a fekete test abszolút hőmérséklete, C_1 és C_2 állandók, e a természetes logaritmusrendszer alapszáma. E képlet elég nehezen tekinthető át, értékrendszerét táblázatok adják meg.

Ha egy test hőmérsékletét emeljük, a test által kibocsátott fény színe megváltozik. Kb. 500° C-nál az izzó test sötétvörösén világít, majd a hőmérséklet emelésével a színe világos vörösön, később sárgán át fehérbe megy át. Az (1) alatti képlet matematikai elemzése azt mutatja, hogy a fekete test sugárzásának eloszlása adott hőmérsékleten a hullámhossz függvényében folytonos görbével ábrázolható. E görbe az igen kis és igen nagy hullámhosszoknál egyaránt 0-hoz tart, de közben a magasabb hőmérsékleteknél elég éles maximuma van. A maximális energiának megfelelő hullámhosszat a Wien-féle eltolódási törvény adja meg:

$$\lambda_m = \frac{2880}{T} \quad (2)$$

Az összes kisugárzott teljesítmény

24%-a $\lambda_m/2$ és λ_m közé,

47%-a λ_m és $2\lambda_m$ közé,

26%-a $2\lambda_m$ és $6\lambda_m$ közé esik, 3%-a

pedig e szélső hullámhosszhatárokon kívül van.

A fekete test felületegysége által kisugárzott összteljesítmény a Stefan—Boltzmann-törvény szerint

$$E = \sigma T^4 \quad (3)$$

ahol σ a Boltzmann-féle állandó:

$$\begin{aligned} \sigma &= 5,76 \cdot 10^{-12} \text{ watt} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{fok}^{-4} = \\ &= 1,38 \cdot 10^{-12} \text{ kal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{fok}^{-4} \cdot \text{sec}^{-1} \end{aligned}$$

(3)-ból látjuk, hogy a kisugárzott összteljesítmény a sugárzó abszolút hőmérsékletének emelésével rohamosan emelkedik.

Szelektív sugárzók. Abszorpció

A gyakorlatban megvalósítható hősugárzók sugárzási teljesítménye (emissziója)

$$E = A \cdot E_f \quad (4)$$

ahol E_f a fekete test kisugárzási teljesítménye, A pedig a test által elnyelt teljesítménynek az összes ráeső teljesítményhez való viszonya, a kérdéses teljesítményt abszorpciója. A testre eső egységnyi mennyiség és a test abszorpciójának különbsége a test reflexiója:

$$R = 1 - A \quad (5)$$

Mivel a testek abszorpciója és reflexiója általában nem állandó, hanem függ a hullámhossztól (szelektív), a (4) és (5) képletekben A csak szűkebb hullámhossztartományokon belül tekinthető állandónak. Pontosabb számításoknál ezt a ténytet okvetlen figyelembe kell venni.

A test által elnyelt, abszorbeált teljesítmény a testben hővé, molekuláris rezgési energiává alakul át. Fémek általában jól reflektálnak; gyanták, műgyanták, textiliák, kristályok gyengébben. Utóbbiakba a sugarak elég mélyen behatolnak, mielőtt abszorbeálódnának. A lakkréteg általában finoman őrölt festékpör nem oldó anyagba keverve. A finom eloszlású pigment szuszpenziói a látható sugarakat részben szelektíven visszaverik, innen származik a színhatásuk, részben abszorbeálják. A hősugarakat azonban nagyobb mértékben átengedik a lakkréteget hordozó felületig és így azok ebben a felületben alakulnak át hővé. 4 mm vastag vízréteg a látható sugarakat gyakorlatilag teljesen átengedi, 1 μ körüli sugárzást 15%-ban abszorbeál, 1,3 μ -nál nagyobb hullámhosszúságú sugárzást már teljes mértékben elnyel.

Az infravörös hőkezelés egyik jelentősége a fentiekből következik. A melegítés a szárításkor nem a felülettől halad befelé, mint a konvekciós melegítésnél, hanem a szárítandó réteg belülről teljes vastagságában melegszik fel. Ez teszi lehetővé a nagyobb energiasűrűségek alkalmazását, a szárítási idők csökkentését. A konvekciós melegítés gyakran járhat azzal a hátránnyal, hogy a szárítandó réteg külső felülete aránylag gyorsan megszárad és ennek következtében megrepedezik, vagy ez a megszáradt felület a hőt jól szigetelő réteget alkot és így megakadályozza a mélyebben fekvő rétegek további szárítását.

A technikai infravörös sugárzók

Az alkalmazott infravörös sugárzók legfontosabb műszaki adatait a következő táblázat tartalmazza:

Sz.	Sugárzó	Hőmérséklet		Max. teljesítmény hullámhossza λ_m mikron	A sugárzás teljesítménysűrűsége a sugárzón kW/m^2
		C°	K°		
1.	Gázfűtésű hősugárzó	320 500	593 773	4,8 3,7	5 16
2.	Elektromos hősugárzó	460	733	3,9	12
3.	Infravörös lámpa. . . .	1927	2200	1,3	1085
4.	Aláfesztett izzólámpa reflektorban	2377	2650	1,1	3055
5.	Név feszültségen izzított izzólámpa, reflektorban	2577	2850	1,0	2250

Az energiasűrűségadatok megítélésére tájékoztatásul szolgáljon, hogy $10 \text{ kW/m}^2 = 0,86 \text{ Kal/m}^2 \cdot \text{h}$ teljesítménysűrűség 100% hatásfok mellett óránként 128 m^2 1 mm vastag vaslemez 20° C -ről 150° C -ra való felmelegítéséhez elegendő.

A gázfűtésű hősugárzók általában egy kívülről fűtött kályha faláról sugárzott hőenergiát használják ki melegítésre, a hőenergia egy részét azonban a kályha falával érintkező levegő vonja el. Ez a levegő nagymértékben hűti a kályha falát és, bár konvekciós úton melegíti a szárítandó felületet is, a robbanásveszély miatt szükséges szellőzés következtében eltávozik és a hősugárzó teljesítményét nagymértékben lerontja. Az alumínium-reflektorokban elhelyezett, legtöbb esetben kerámia-testre csévelt ellenálláshuzalspirált tartalmazó elektromos hősugárzók jelentősége szabadon izzó fűtőszáluk, nehezebb cserélhetőségük miatt nem túlságosan nagy, a gyakorlatban csak alárendeltebb jelentőségű alkalmazást találtak.

Az általános világítási célra szolgáló, reflektorokban elhelyezett, majd később infravörös hőkezelési célra aláfesztve izzított elektromos izzólámpákból fejlesztették ki az izzólámpagyarak a kizárólag hőkezelési célokra használatos infravörös lámpákat. E lámpák burájának a lámpafej felőli része forgáspároloid alakú és belül az infravörös-sugarakat jól reflektáló felpárologatott alumínium-tükörbevonata van. Izzószáluk hőmérséklete kb. 2200° K , így élettartamuk is többszöröse az általános világítási célra szolgáló lámpáknak. A legelterjedtebb típus teljesítményfelvétele 250 watt, átmérője 125 mm, hossza 195 mm. E lámpa fénye az alacsonyabb izzószálhőmérséklet miatt erősen sárgás, kb. a névleges feszültségének 67%-án izzított izzólámpa fényének felel meg. Alkalmazása kiküszöböli a többszörös visszaverődéssel járó veszteségeket, a belül elhelyezett tükör tökéletesen védve van azoktól a gázoktól és gőzöktől, melyek egy szabadban elhelyezett tükörfelületen korróziót okozhatnak, ezenkívül a felpárologatott alumíniumfelület lényegesen jobban reflektál, mint a polírozott alumínium felülete. 1 m^2 falfelületen 36 ilyen lámpa helyezhető el, az elérhető teljesítménysűrűség tehát $9,0 \text{ kW/m}^2$.

Robbanásbiztonság

Az általánosan használt lakkok oldószerei és hígítóanyagainak gőzei már 1–2% koncentrációnál robbanó keveréket alkothatnak, ha a hőmérsékletük valamely helyen eléri a lobbanási hőmérsékletet. Szárítóberendezések tervezésénél erre a körülményre gondot kell fordítani. Infravörös lámpák alkalmazása azzal az előnnyel jár, hogy bőséges szellőzés mellett sem változik lényegesen a szárítóberendezés hatásfoka, mert az infravörös sugarak a levegőréteget nem melegítik fel. Bár a magas hőmérsékletű sugárzót az üvegbura légmentesen elzárja a robbanásveszélyes gőzkeveréktől, a megfelelő szellőzéstről mégis gondoskodni kell, mert üveghibák, külső behatások, mint pl. felfreccsenő folyadék esetleg a bura megrepedését okozhatják.

Lakkok szárítása

Lakkok szárításánál fontos, hogy ismerjük a kérdéses lakk abszorpciós maximumát. Mivel a lakk minden összetevője befolyásolhatja a lakk abszorpciós-maximumának helyzetét és értékét, ezt az értéket előzőleg meg kell határozni. Így elkerülhető, hogy a célnak meg nem felelő lakkal, vagy a szóbanforgó lakkhoz nem alkalmas berendezéssel kísérletezzünk, az előzetes vizsgálattal tehát időt, költséget takarítunk meg. Nagymértékben befolyásolja egyébként azonos összetételű lakkok szárítási viszonyait a lakk színe is. Fekete, zöld és kékszínű lakkok lényegesen erősebben abszorbeálnak infravörösben, mint színtelen és sárga lakkok, legkevésbé abszorbeálnak a fehér és vörös lakkok. Az infravörös szárításra alkalmas lakkoktól megkívánjuk, hogy gyors felmelegedést bírjanak ki rövid ideig tartó aránylag magas hőmérsékleten, továbbá hogy száradásukra aránylag nagy hőmérsékletkülönbségek (kb. 180-tól 240° C-ig) ne legyenek káros hatással.

Nedves anyagok szárítása

Nedves anyagok szárítására az infravörös lámpák jó hatásfokkal alkalmazhatók, mert a víz az 1,4 mikronnál hosszabb hősugarakat teljesen elnyeli már 1,2 mm vastagságú rétegben is, ezen kívül erősen abszorbeál 1,1 μ hullámhossznál is. Itt sem szabad figyelmen kívül hagynunk azonban, hogy az esetleges szennyezések jelentősen megváltoztathatják az abszorpciós viszonyokat. Oldatok általában nehezebben száríthatók, mint vízben nem oldódó anyagok vizes keverékei. Nedves anyagok általában akkor száríthatók ily módon jó eredménnyel, ha a sugárzó hő a szárítandó rétegbe teljesen be tud hatolni, amikor is a réteg megközelítően egyenletesen szárad teljes vastagságában; de ha a szárítandó réteg a hősugarakat az alapig átengedi és maga a réteg rossz hővezető, úgy az infravörös szárítás alkalmazása teljesen céltalan lehet. Itt is gondoskodni kell a gőzök megfelelő elszívásáról, nehogy a sugárzás útjában levő gőzkeverék az infravörös sugarak egy részét elnyelje, mielőtt még a sugarak a szárítandó felületet elérték. Ha a szárítandó felület feletti tér relatív nedvességtartalma magas, a párolgási sebesség csökken. A gőztér intenzív szellőztetése e szempontból is fontos.

Legfontosabb alkalmazások

Az infravörös sugárzást majdnem minden ipar használja. Itt csak a legjobban elterjedt alkalmazási területeket kívánjuk felsorolni.

Gép- és tömegcikkipar: Festett és lakkozott gépek, gépalkatrészek, gépkocsi-karosszériák, kerékpáralkatrészek, elektromos mérő- és számlálóberendezés tokok, műszerskálák, öntőformák és magok szárítása.

Elektromos ipar: Tekercsek impregnálás előtti és utáni szárítása, lakkozott transzformátorlemezek, szigetelő szalagok, papírok és huzalok szárítása.

Vegyészeti ipar: Filmek, szappanok, bőrök, papír nyomás előtti és utáni szárítása.

Műanyagipar: Tablettázott présparadagok sajtolás előtti előmelegítése, műanyagszalagok kivágás előtti előmelegítése.

Textilipar: Szárítók, nyomóhengerek melegítése, fonalak, textilnyomások szárítása.

Élelmezési ipar: Liszt, tésztafélék, magvak, gyümölcsök, főzelékfélék szárítása, gyümölcslevek és tej csíráztatása.

Mezőgazdaság: Dohány, takarmányfélék szárítása. Apróbaromfi nevelése.

Közlekedés: Gépkocsik motorjainak előmelegítése.

Gyógyászat: Hőkezelés.

Kozmetika: Haj- és lakkszáritás.

Legtöbb fenti célra a tömeggyártó ipar általában olyan kemencéket használ, melyek alagútszerű kiképzésűek és a hőkezelendő anyagot állandóan mozgásban levő szalag továbbítja. Ahol a folyamatosság nem lényeges követelmény, ott több-kevesebb lámpát tartalmazó állványok használata terjedt el. Ezek alkalmazása különösen ott előnyös, ahol fontos a szárítókeret hordozhatósága.

Iparunkban csak most kezd tért hódítani ez a mindössze másfél évtizedes múlttal rendelkező hőkezelési technika. Valószínű azonban, hogy elterjedése elég rohamos lesz. Erre következtethetünk a különféle iparágakban ez irányban már megindított előkísérletekből, és az élénk érdeklődésből, amely Egyesületünk ankétja iránt mutatkozott. Az ankéton a beszámolóter Ermer Árpád sztahanovista szaktársunk tartotta, aki számos újítással járult hozzá az infravörös lámpa hazai gyártásának kifejlesztéséhez.

IRODALOM

1. *Papaleksi:* Fizikatanfolyam. Moszkva, 1948.
2. *Dr. O. Umminger:* Physikalische Grundlagen der Infrarottrocknung. Deutsche Farben-Zeitschrift. 5. 1951. Nr. 5. pp. 159—165.
3. *J. D. Hall:* Industrial Applications of Infrared. Mc. Grow-Hill Book Co. 1947.
4. *A. Lohausen:* Wärmebehandlung mit Infrarot-Strahlen in Industrie und Handwerk. VDI Zeitschrift. 92. 1950. Nr. 13. pp. 315—322.

A Szovjet Mintaraktár

megváltozott nyitvatartási ideje:

Kedden, szerdán, csütörtökön 12—20, vasárnap 9—14 óráig.

Minden csütörtökön 17¹⁵ órai kezdettel gépbemutató szakelőadás.

Felhívjuk

olvasóink figyelmét az alábbi fontos szakkönyvekre:

G. A. Tyagunov: Elektromos vákuumcsövek 30,— Ft

Az elektromos vákuumcsövek teljes ismerete elengedhetetlen az elektromérnökök, a rádiómérnökök és fizikusok számára, de kívánatos a többi technikai szakmabeli számára is. Ezt a rendkívül fontos ismeretanyagot dolgozta fel kitűnő előadásban a jelen munka, mely a szovjet technikai szakiskolákban használt tankönyv.

D. F. Maszanov: Rádiótechnikai feladatok 32,50 Ft

A korszerű rádiókészülékek tanulmányozásához nem elégséges az anyagok külső ismerete, ismernünk kell a bennük végbemenő fizikai folyamatokat is. Ezeket a kérdéseket ismerteti a mintegy 630 feladatot tartalmazó gazdag gyűjtemény, mely hathatós segítőtársunk a gyakorlati követelmények megoldásánál. A könyv végén található melléklet felsorolja a feladatok megoldását megkönnyítő táblázatokat, grafikonokat és monogramokat.

Magyari Béla: Villamosmérések és mérőműszerek a híradástechnikában 12,— Ft

Szakirodalmunk hézagpótló és úttörő könyve világos előadásban foglalkozik a híradástechnikában használt műszerekkel, behatóan ismertetve a leginkább használt műszert, az egytemes mérőműszert, és annak felépítését. A könyv közli a műszer- és alkatrészek méretezéséhez szükséges táblázatokat. Matematikai és fizikai tanulmányaikat közepes eredménnyel végzett káderek továbbképzésére kiválóan alkalmas.

Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat

Budapest V, Alkotmány-utca 16.

Felhívjuk olvasóink figyelmét az alábbi fontos szakkönyvekre:

	Ft
Aáron Péter: A mintavétel alapvonalai	2.—
Aixinger—Hlidyánszky—Száva—Vajta: Ásványolaj-technológia	26.—
Ajtay Zoltán: A hazai fejtőgépgyártás és az ezzel kapcsolatos kísérletek ismertetése	1.60
Amiantov N. I.: Közbeeső termékek és festékek kémiaja és technológiája	18.—
Atabekov: Nagyfeszültségű hálózatok relévédelme	50.—
Bagó Ferenc: Tömedékelési rendszerek	1.60
Banykovszkij V. G.: A befejezetlen gyártás normáinak megállapítása	8.50
Balsin M. Ju.: Porkohászat	38.—
Benedek Pál dr.: A kémiai technológiai számítások fizikokémiai alapjai I. rész	20.—
Blabolil F.: Műanyag gépelemek, csapágycsukók, mellékek és fogaskerekek	10.—
Bontó—Flock: Központi termelésintézés meg szervezése és feladata a vegyiparban	2.40
Emőd Gyula—Jakóby László: Könnyűfémek kovácsolása	15.—
Dr. Freund Mihály: Alifás szénhidrogének gyártása	20.—
Galusko M. K.—Leszin K. K.: A Makajevszkai Tudományos Kutató Intézet személyszállító csillái lejtős bányaterek részére	6.—
Gercsikov Sz. Sz.: A termelés szervezése a szénbányáiban	35.—
Gierdziejewski: Öntési hibák és rendszerük	9.—
Gotlib: A lángedés technológiája	15.—
Gráf László: Olajbányászati kémia	30.—
Hiszin R. J.: Az időelemző kézikönyve	12.—
Hont László: A bányászati szabványok és a sztahanovisták	1.60
Hruscov—Gold—Maurah: Gépkocsi- és traktoralkatrészek anyagai I., II., III.	15.—
Izjumov N. M.: Rádiótechnikai tanfolyam II. kiadás	22.50
Judin T. A.: Vállalatok műszaki anyagellátása	2.50
Jurjev N. M.: A grafikon szerinti ütemes munka szervezése	10.—
Karsa Béla: Villamosmérések	36.—
Kertai György: Kőolajföldtani alapismeretek	12.—
Kimmelman D. N.: Gépalaktrészek szilárdsági számításai ismételt igénybevételeknél	14.—
Kiss Pál: Világítás a bányában	1.—
Koresagin—Nyikolszkij: Bányász időmegfigyelések	20.—
Levin—Liberman—Kotok—Gildiner: Műszaki normákészítés, munkaszervezés és tervezés a vaskohászatban	45.—
Lizlov B. M.: A műszaki normázás alapvető kérdései	9.50
Losszjevskij: Automatikus szabályozás alapelvei a technológiai folyamatokban	27.—
Maszanov D. F.: Rádiótechnikai feladatok	32.50
Medek—Knizsek—Szabó: A tervszerű megelőző karbantartás a gépiparban	22.50
Minkjevics A. M.: Az acél termokémiai kezelése	60.—
Dr. Mohi Rezső: Aknamélyítési munkálatok	1.60
Öntödék és gyári laboratóriumok tervezése	26.—
Pelnár: Mire tanít bennünket a szovjet bányászat	18.—
Plackij V. M.: A nyomásos öntés technológiája	36.—
Petrovicsev V. V.: Porszéntüzelésű ipari kemencék	20.—
Poklád I. I.: Öntödék munkájának műszaki és gazdasági elemzése	13.—
Popov: Öntvények felületi tisztasága	8.50
Radó Aladár: Gázkitörések és gázkitöréses telepek művelése	1.60
Sesztópál: A szerszámgépgyártás öntvényei	36.—
Sillay Vilmos: A bányászat műszaki fejlesztési terve	1.20
Sillay Vilmos: Földalatti szállítási módok	2.40
Silbersdorff László: Korszerű gyártáselőkészítés	6.50
Susánszky László: Rádiófrekvenciás energiatovábbítás vezetéken	8.—
Dr. Schlésinger György: Szerszámgépek vizsgálati könyve	30.—
Tettamanti Jenő: Nagynyomású centrifugális szivattyúk és bányavízmentesítő telepek	55.—
Tóth György: Tanjegyzet a szabványosításról	1.60
Török Sándor: Gördülő- és függőpályák üzeme	1.60
Trupák N.: A repedéses kőzetek cementálása	12.—
Tyeplov: A gyártási ciklus lerövidítésének módjai	2.50
Dr. Vajta Miklós: A váltakozóáramú villamosenergiaátvitel feszültségese és vesztesége ...	7.—
Vargha Béla: Bányászatot veszélyeztető elemi erők	1.60
Dr. Vitális Sándor: Általános földtan	1.60
Vörös Lajos: Bányászellőtetés	1.60
Zamorujev V. M.: Acélgártás	40.—
Zsdanov B. G.: Elektromos rendszerek stabilitása	50.—