

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

TARTALOM:

Hetven éves a telefon.

Kováts Andor:
A Magyar Posta 3 éves műszaki
fejlesztési terve.

Bálint János:
Antennacsatolás.

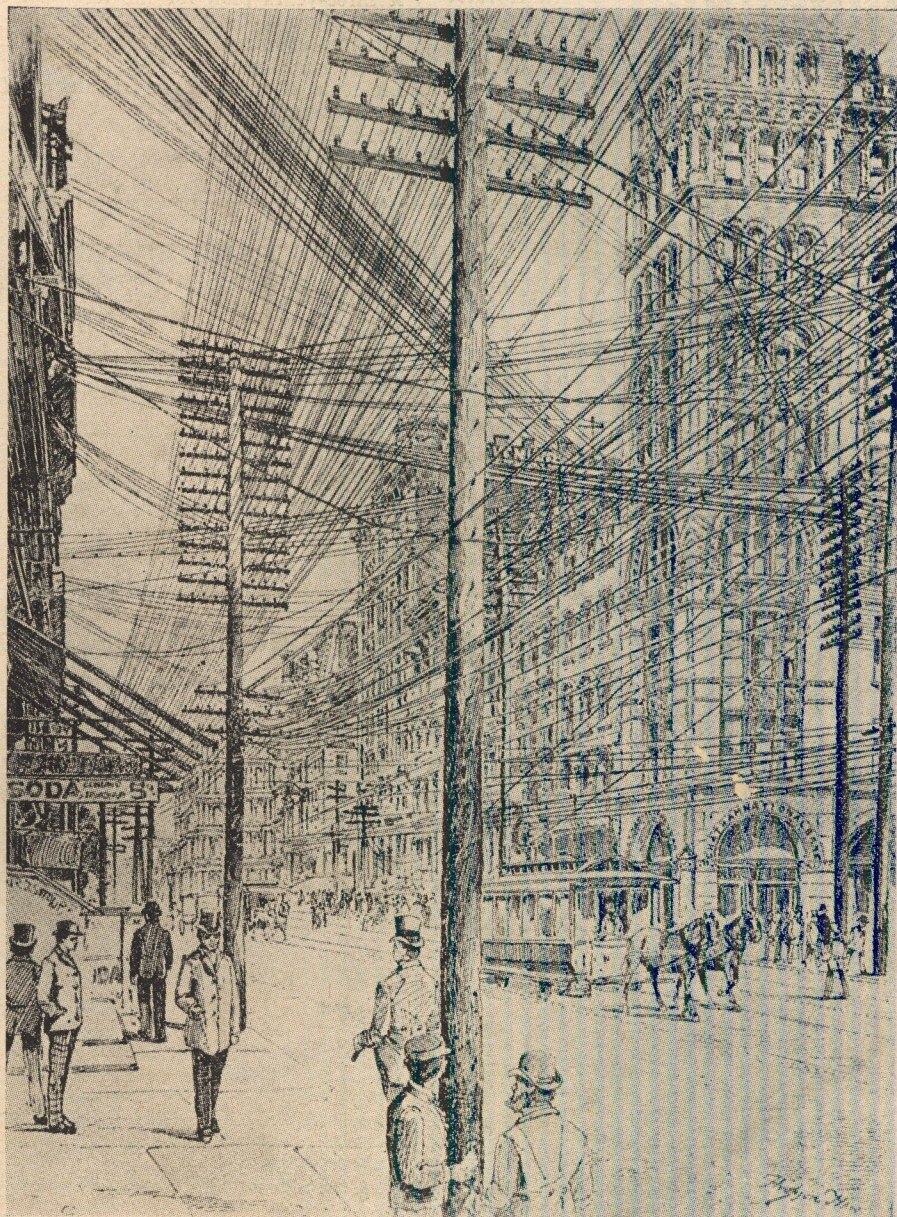
Bártfai Ferenc:
Kábelkorroziós tapasztalatok

A mikrohullámú technika
elemei III.

Simonyi Károly:
Érnélküli kábelek.

Könyvszemle.

Folyóírátszemle.



„Hetven éves a telefon“ című cikkünkhöz

II. ÉVFOLYAM **4** SZÁM 1947. IV.

TELECOMMUNICATION ENGINEERING

EDITORS: I. Gerő, F. Salló, I. P. Valkó.

- A. Kováts: Seventy years of telephone.
A three-years plan for the technical reconstruction of the Hungarian Post.
- J. Bálint: Antenna coupling.
- F. Bártfai: Cable corrosion.
Elements of microwaves technique III.
- K. Simonyi: Dielectric cables.
Book Review.
Review of Periodicals.
-

NACHRICHTENTECHNIK

SCHRIFTFLEITER: I. Gerő, F. Salló, I. P. Valkó.

Inhalt:

- A. Kováts: Siebzig Jahre Telephon.
Drei jahresplan zum Wiederaufbau der technischen Einrichtungen der ungarischen Post.
- J. Bálint: Über Antennenkopplungen.
- F. Bártfai: Die Kabelkorrosion.
Elemente der Technik der Mikrowellen III.
- K. Simonyi: Die dielektrischen Kabel.
Bücherschau.
Zeitschriftenschau.
-

TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

REDACTEURS: I. Gerő, F. Salló, I. P. Valkó.

Le téléphone inventé il y a 70 ans.

- A. Kováts: Le plan triennal du développement technique des P. T. T. Hongrois
- J. Bálint: Couplage d'antenne.
- F. Bártfai: La corrosion des câbles.
Éléments de la technique des micro-ondes (III).
- K. Simonyi: Câbles sans conducteurs.
Revue des livres.
Revue des périodiques.
-

ТЕХНИКА СВЯЗИ

Редакторы: Иштван Гере, Ференц Шалло и Петер Иван Валко

Семидесятилетний телефон.

- АНДОР КОВАЧ: 3-х летний план развития средств электросвязи Венгерской Почты.
- ЯНОШ БАЛИНТ: Связь антен.
- ФЕРЕНЦ БАРТФАЙ: Коррозия кабелей. Элементы микроволновой техники III
- КАРОЛЬ ШИМОНИ: Концентрические кабели.
Библиография.
- ФЕРЕНЦ ЭЧЕДИ: О правах электрических музыкальных инструментов.

HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök és
Technikusok Szabad Szak-
szervezete Híradástechnikai
Szakosztályának lapja

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIÓ * TÁVÍRÓ

SZERKESZTŐK : GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

70 éves a telefon

JUVANCZ ENDRE

Idén van a hetvenedik évfordulója annak, hogy Bell első távbeszélőkészülékei forgalomba kerültek. Ez-alkalomból érdekes összefoglalni a telefon történeti fejlődését.

Jóval Bell találmányát megelőzőleg is voltak már laboratóriumi jellegű és többé-kevésbé sikerült modellek, de ezek gyakorlatilag nem voltak használhatók. Mivel a technika akkori fejlettsége már meglehetősen megérett a távbeszélő kidolgozására, többen is, egymástól függetlenül, nem nagy időközökben értékes találmányokat jelentettek be, melyek körül később a szabadalmi perek légiója keletkezett. Részben nemzeti hiúságból, részben üzleti okokból más-más személyt jelölnek meg a különféle ismertetések, mint a telefon „feltalálóját”. Kétségtelen azonban, hogy *Alexander Graham Bell* volt az első, aki 1877-ben iparszerűen állított elő gyakorlatilag használható készüléket. Ennek mikrofonja és hallgatója közös volt, elve megegyezett a mai telefonhallgató elvével. A 2. ábra Bell telefonját mutatja be. Ezzel a készülékkel csak néhány kilométer távolságra lehetett beszédet közvetíteni. 1878-ban találta fel *David B. Hughes* a ma is használt szénmikrofon elvét. Rövid idővel ezután forgalomba kerültek a szénmikrofonos készülékek. Ezeknek már a hatótávolsága jóval nagyobb volt. Szükség volt azonban még olyan berendezés létesítésére is, melynek segítségével az egyik készüléket tetszésszerűn másikkal össze lehet kapcsolni. Megszületett az első telefonközpont. Az 1. ábra egy newyorki telefonközpont-részletet tüntet fel, 1879-ből.

A telefon, az idő és távolság leküzdésének eszköze, páratlanul népszerű lett és rohamos fejlődésnek indult. Az egész világon gyors ütemben építik ki a helyi és a közös teleprendszerű távbeszélőhálózatokat és az interurbán összeköttetéseket. Az interurbán szolgálat minősége sokáig néhány száz kilométeren túl nem volt kielégítő, mivel a vezetécsillapítás legyőzésének eszközei — a pupinizálás és az erősítőlámpa — még nem voltak ismereteseek. Az erősítőlámpa megjelensége, tehát az első világháború utáni időkig,

a nagy távolságú összeköttetéseknek egyedül a távíró volt a megbízható eszköze. A távbeszélő további fejlődésének legjelentősebb mérföldkövei a beszédátvitel szempontjából nagyjelentőségű *pupinizálás*, melyet a század elején talált fel *M. Pupin*; az első világháború után megjelent *erősítőcső*, mely lehetővé tette az egész világot beszövő, üzembiztos kábelhálózat létesítését; a két világháború között feltalált *vivóáramú távbeszélőrendszer*, mely a nagy terjedési sebességű és egy érpáron 600 egyidejű beszélgetésre alkalmas *koaxiális kábellel* együtt megteremtette a gazdasági és műszaki feltételeit a belföldi és nemzetközi gyorsforgalom bevezetésének és a kifogástalan világtávbeszélő szolgáltatnak.

A kilencvenes évek elején már automatikus telefonközpontokkal is kísérleteztek. Amerikában 1894-ben épült az első használható automataközpont (*Strowger-rendszerben*), amely több mint egy évtizeden át volt működésben. Az automata távbeszélőközpontok azóta hatalmas fejlődésen mentek át. Több kiváló rendszer kristályosodott ki és ma már a világon üzemben lévő távbeszélőállomások több mint fele gépkapcsolású. A fejlődés úgy helyi, mint interurbán viszonylatban a kapcsolás teljes gépesítése felé halad.

Ugyancsak még a kilencvenes években megkezdtek a városi földalatti telefonkábelhálózatok építését a légvezetékek helyett, melyek abban az időben áthatolhatatlan sűrűségben szőtték keresztül-kasul a városok levegőjét. Ennek érzékeltetésére szolgál *címképünk*, mely egy jellegzetes multszázadvégi newyorki utca-részletet mutat be.

Égészen nagy távolságú (világrészek közötti) távbeszélésben, természetes segítőtársa a telefoniának a

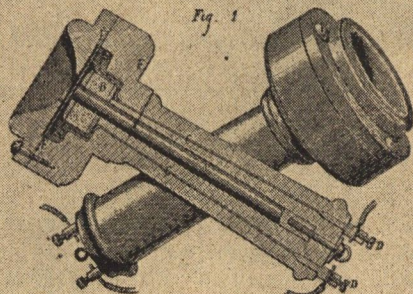


1. ábra

THE NEW BELL TELEPHONE.

Professor Graham Bell's telephone has been somewhat simplified in construction and also arranged in more compact portable form. It consists now of but three metal portions and is contained in a casing of wood or light card rubber, but five and six eighth inches in length and two and seven eighths inches in diameter at the enlarged end. It will be remembered that this telephone differs from all others in that it involves the use of no battery nor of any extraneous source of electricity whatever. The only current employed is that generated by the motion of the speaking diaphragm.

The simplicity of the construction is clearly shown in Fig. 1 of our engraving, in which both sections and perspective views of the device are given. Referring to the sectional view, A is a permanent magnet held by the screw shown in the rear. Around one end of this magnet is wound a coil, B, of five insulated copper wire (silk covered), the ends of which are attached to the larger wire, C, which extend to the rear and terminate in the binding screws, D. In front of the pole and



BELL'S NEW TELEPHONE

2. ábra

coil, B, is a soft iron disk, E. Finally the whole is enclosed in a wooden casing having an aperture in front of the disk and which, besides serving to protect the magnet, etc., acts more what as a resonator. The principle of the apparatus has been already explained, in more detail, but it may be summarized here as follows: The influence of the magnet induces an electric current in the coil, and the iron diaphragm, E, is attracted towards the pole. Any variation in the normal condition of the diaphragm, produces an alteration in the magnetic field, by strengthening or weakening it, and any such alteration of the magnetic field causes the induction of a current of electricity in the coil, B. The strength of this induced current is dependent upon the amplitude and rate of vibration of the disk, and these depend in turn upon the air disturbance made by the voice in speaking, or by any other similar source. Therefore, first, at every of all times the diaphragm sets into vibration, second, each movement produces a change in the magnetic field, and third, an induced

(Continued on page 212.)

rádiótechnika, mellyel együtt a legújabb időben már lehetővé vált, hogy a világ bármely telefonelőfizetője egy tetszésszerűt másikkal rövid idő alatt és minőségileg is kitűnő távbeszélőkapcsolatba juthasson.

A racionális fejlődés lehetővé tette, hogy mind nagyobb és nagyobb tömegek kapcsolódhassanak be a

távbeszélőelőfizetők közé, kihasználva ezzel azt az előnyt, melyet a modern technikának ez az ága nemzetgazdasági, kényelmi, stb. szempontból nyújt az emberiségnek. 1937-ben a világon összesen több mint 37 millió telefonkészülék volt használatban.

Magyar szempontból nézve említésre méltó, hogy *Puskás Tivadar*, Edison munkatársa volt az első telefonközpont tervezője. A budapesti első központot is az ő vezetésével állították fel 1881-ben.

A magyarországi távbeszélő-rendszer fejlődése lépést tartott a többi európai országéval. Budapesten már az első világháború előtt több nagy manuális telefonközpont volt üzemben. 1928-tól kezdve pedig fokozatosan áttértek a korszerű automatákra. Ezt követte a vidéki központok és az interurbánszolgálat egy részének folyamatos gépesítése.

A második világháború alatt a központok és a hálózat országos viszonylatban igen súlyos sérülést szenvedtek. A károk egy részét már helyreállították és a Magyar Posta 3 éves *műszaki fejlesztési tervének* megvalósítása országunkat a távbeszélő-technika szempontjából a korszerű fejlettség igen magas tórára fogja emelni.

A posta 3 éves műszaki fejlesztési terve

KOVÁTS ANDOR

Két évvel ezelőtt, amikor a tönkrement magyar hírközlési hálózat kárait felmérni elsősorban megkíséreltük, valamennyien reménytelenül nagyra láttuk az újjáépítés feladatait. Akkor kevesen reméltük, hogy a súlyos katasztrófa nyomait ilyen gyors ütemben tüntethetjük el és hogy aránylag rövid idő után már 3 éves terv megvalósítása előtt állhatunk, amely a békéníy elérését tűzi ki célul.

Szerény ismertetésem címéül azonban szándékosan nem «3 éves újjáépítési», hanem «fejlesztési terv» elnevezést használtam, mert igen helytelen volna a távközlési tudományág rohamos haladása idején 3 éves tervet egyszerűen újjáépítési céllal elkészíteni. Nem mindegy, hogy 3 év elkövetkezendő hatalmas erőfeszítéseit milyen irányban végezzük. A magyar hálózat további fejlődésének iránya, üteme, nemzetközi helyzete és sok minden más a 3 éves terv megfelelő kidolgozásától függ. Ezért a tervet igen gondos mérlegeléssel és több alapvető szempont állandó szem előtt tartásával kellett elkészíteni.

A terv elkészítésénél figyelembe kellett venni a belföldi és nemzetközi igényeket, a gazdaságos, korszerű megoldásokat, a várható jövő fejlődésirányát,

az üzem gazdaságossági követelményeit és végül, de nem utolsó sorban a rendelkezésre álló pénzügyi és egyéb erőforrásokat.

Sajnálatosképpen már az első tervezések alkalmával fel kellett ismernünk azt a körülményt, hogy a feltétlenül megvalósítandó terv végrehajtásához a belföldi pénzügyi erőforrások nem elégségesek. A terv központi kérdése: távkábelhálózat megteremtése olyan formában és mértékben, amint azt nemzetközi kötelezettségeink szükségessé teszik. Ez a feladat pedig egyedül is jórészt felemésztene a 3 éves terv keretében a távközlés újjáépítésére biztosított 58 millió békepengőt. Erre való tekintettel jelentette ki a Közlekedésügyi Miniszter Úr 1946 december 20-án: «...számításba fogjuk venni azokat a komolyabb erőforrásokat is, amelyek külföldről való tőkebehozáttal esetén esetleg lehetővé teszik, hogy messzemenő célokat tűzzünk magunk elé és gyorsabban haladjunk előre a felemelkedés útján».

A 3 éves tervet több változatban készítettük el. Állásban röviden azt a változatot ismertetem, amelynek megvalósítása e pillanatban legvalószínűbbnek látszik s amely a fentebb említett 58 millió béke-

pengős belföldi s ezenkívül bizonyos külföldi kölcsönből eredő tőkére támaszkodik.

A terv szerves része annak a 10 éves tervnek, amelynek határozott körvonalai már hónapokkal ezelőtt kibontakoztak. Így tehát a 3 éves terv előrelátóan és átfogóan kidolgozott fejlődési irányvonalat követ és annak első lépését jelenti. Ezáltal kívánjuk biztosítani, hogy a fokozatos kiépítés homogén, korszerű távközlési rendszert eredményezzen és hogy a beruházások egyike se váljék a későbbi idők folvamáns szükségleténné.

Térjünk tehát vissza magára a tervre, amelynek — mint már fentebb említettem — megfelelő távkábelhálózat megteremtése a központi kérdése. Két okból is ez a legsürgetőbb cél: egyrészt a nemzetközi feladatokra, másrészt a kizárólag belföldi célú ú. n. országos hálózat igényeire való tekintettel.

Annak az igen előnyös távközlés-földrajzi helyzetnek, amely Magyarországot a délkelet-európai tranzitforgalom természetes gyűjtőpontjává avatja, az elmúlt évben tartott sorozatos CCIF-konferenciákon elméletileg sikerült érvényt szerezni. Azért csak elméletileg, mert a gyakorlati, kézzelfogható eredményeket és előnyöket csakis a vállalt kötelezettségek határidőre történő teljesítésével biztosíthatjuk.

Feladatunk 1949. év végéig korszerű, nagy terjedési-sebességű kábelekkel átmenő utakat teremteni, amelyek révén Délkelet-Európa, valamint Nyugat és Észak felé kellő mennyiségű és minőségű összeköttetés biztosítható. A konferenciák az összeköttetések minősége és mennyisége tekintetében nem hagytak nyitott kérdést, sőt a kívánatos útvonalakat is tisztázták. Nyugat felé Budapest—Magyaróvár—Bratislava, észak felé Budapest—Kosice, dél felé Budapest—Szeged—Beograd, délkelet felé pedig Budapest—Békéscsaba—Bucuresti útvonalon fog a nemzetközi forgalom lebonyolódni.

Jelenleg azonban csupán a kosicei irányban áll rendelkezésünkre nagy terjedési-sebességű távkábel éspedig Miskolcig, ahonnan a határig meg kell hosszabbítanunk (csehszlovák oldalról Kosiceig a csatlakozással már el is készültek). A fentebb felsorolt többi kábeleket tehát teljesen újonnan kell megépítenünk. Az összeköttetések mennyiségére és a várható fejlődésre való tekintettel a nyugati, magyaróvári irányt teljes hosszában koaxiális kábelként terveztük meg, míg a többiek a meglévő miskolci távkábelhez hasonló terheletlen, ú. n. U-kábelek lesznek.

A vázolt nemzetközi távkábel-rendszerrel Budapest nemzetközi tranzit központi jellege még inkább kihangsúlyozódik és kiaknázzhatjuk azokat a rendkívül jövedelmező lehetőségeket, amelyeket a nemzetközi tranzitforgalom ideterelése számunkra nyújt. Természetesen ez a távkábelhálózat távbeszélő és táviró célokát egyaránt szolgál, sőt a nemzetközi rádióműsor-kicszerelő programba való bekapcsolódást is lehetővé teszi.

A vázolt terv táviró szempontból is igen fontos, mert a rövidesen létrejövő nemzetközi automatikus távgépíró hálózatba való bekapcsolódásunkat az eddigi tárgyalásokon biztosított mértékben teszi lehetővé. Budapest így a négy európai automatikus távgépíró központ egyike lehet, tehát e téren is átveheti nemzetközi tranzitközponti szerepét.

A 3 éves terv keretében kiépülő nemzetközi távkábelhálózatot az 1. sz. ábra szemlélteti. A budapesti helyközi központ ennek a hálózatnak éppen olyan fontos és szerves része, mint a távkábelek erősítő állomásai és vívóáramú végberendezései. Az új budapesti helyközi központot ezért olyan kivitelben kell

L'auteur rapporte sur les travaux de développement projetés par la Poste Hongroise pour les trois années prochaines, qui forment une partie du projet total de la reconstruction du pays. Dans cet espace de temps les équipements de télégraphie, de téléphonie et de radiodiffusion, détroits à mesure d'à peu près de 80%, doivent être renouvelés, même sous certains points de vue leur niveau d'avant-guerre doit être surpassé. Pour la reconstruction pendant les trois années prochaines on tiendra compte des derniers progrès de la technique et cette reconstruction sera le premier pas d'un projet de développement de dix ans. Le point essentiel du projet est l'établissement d'un réseau de câbles interurbains de haute qualité et à grande vitesse de propagation correspondant à la situation de la Hongrie comme pays de transit. Un autre but est la reconstruction et l'extension du réseau intérieur de câbles pour la téléphonie à grande distance et l'établissement de circuits aériens complémentaires à courants porteurs. Des 31 centres de transit du pays, divisés en zones interurbaines, 16 centres seront automatisés et la sélection automatique interurbaine sera établie comme premier pas vers le réseau automatique international. A la fin de la troisième année presque 60% des postes téléphoniques seront munis de sélection automatique non seulement pour le trafic local mais aussi pour le service interurbain. En trois ans la capacité des bureaux centraux automatiques de Budapest et des autres villes sera augmentée de 60.000 postes à peu près. Le développement de la télégraphie aura aussi la tendance vers la mécanisation: son but principal sera la création d'un service avec des appareils arithmétiques automatiques et le raccordement au réseau européen pour la télégraphie au moyen d'appareils arithmétiques automatiques. La reconstruction du service télégraphique comprendra aussi l'installation de presque 90 voies à courants porteurs pour la télégraphie harmonique. Pour le développement de la radiocommunication le projet prévoit l'établissement de 2 stations de radiodiffusion à 135 kW à ondes moyennes, 2 stations à 50 kW à ondes courtes, plusieurs stations de relais à 6 kW et enfin pour la radiotélégraphie 4 stations émettrices à 15 kW et une station réceptrice. Le projet prend en considération l'instruction progressive du personnel technique et l'équipement du service avec des véhicules mécanisés. La réalisation du projet commencera le premier août de cette année.

megépíteni, hogy a nemzetközi távbeszélő szolgálatban bevezetni tervezett gyorsforgalom lebonyolítására is alkalmas legyen és a korszerű áviteltechnikai felteteleknek is teljes mértékben megfeleljen. A budapesti helyközi központban előreláthatólag 2—300 elsőrendű nemzetközi távbeszélő áramkör fog végződni.

Az új nemzetközi távkábelek megépítése azonban a belföldi, országos hálózat szempontjából is döntően fontos. Az országos hálózat újjáépítésénél ugyanis már a legkorszerűbb áviteli-, kapcsolás- és forgalomtechnikai elveket kívánjuk következetesen keresztülvinni. Ezért a tervezésnél olyan gócpontositott országos táviró és távbeszélő hálózat kialakítását tartottuk szem előtt, amely a természetes forgalmi követelményekhez legjobban simul, áviteltechnikai szempontból homogén egységet képez, végül gyorsforgalom bevezetésére is alkalmas.

Az országos hálózatban két előfizető közti távolsági összeköttetés tervezett áviteli viszonyait a 3. ábra tünteti fel. A nemzetközi rész, valamint a nemzetközi tranzitközpont-gyűjtőközpontok közti szaka-

hetségessé a hálózat valamennyi központjának 7A2 rendszerűre való kicserélése. A budapesti hálózat befogadóképessége 46400 állomással növekszik meg, tehát a 3 éves terv végére a korábbi nívót elérjük.

A központi és átviteltechnikai berendezések tervezett fejlesztése a távkábel hálózaton és az automatikus helyi központokon kívül természetesen kiterjed a légvezetékes távolsági hálózatra, a helyi kábelhálózatokra és a kézi kezelésű rendszerben megmaradó központokra is.

A gépesítés kifogástalan, üzembiztos helyi hálózatot kíván, s ezért az időjárásnak és egyéb külső behatásoknak erősen kitett légvezetékes helyi hálózatokat gépesítés esetén célszerű kábelhálózatokká átépíteni. A 3 éves terv keretében a helyi hálózatok gépesítése kapcsán 14.000 km kábelpár megépítésére fog sor kerülni.

A légvezetékes távolsági hálózat fejlesztését vívóáramú berendezések kiterjedt alkalmazásával célszerű megoldani. A vívóáramú összeköttetések jóminőségű, állékony építésű alapáramkörökön a távkábel áramkörökkel úgyszólván egyenlő minőségű összeköttetéseket jelentenek és így ezek segítségével a távkábel hálózatot főként a mellékirányokban jól ki lehet egészíteni. Kereken 50 vívóáramú csatorna létesítésére és ezek céljaira 400 km hosszú elsőrendű légvonal megépítésére kerül a 3 éves terv keretében sor.

Az egyelőre kézikapcsolású rendszerben megmaradó központok befogadóképességét az előfizetői szám várható gyarapodására való tekintettel 6.300-al tervezzük a 3 éves terv keretében emelni. Ezekben a hálózatokban apróbb bővítésekre, előfizetői leágazások építésére a kellő mértékben kell számítanunk.

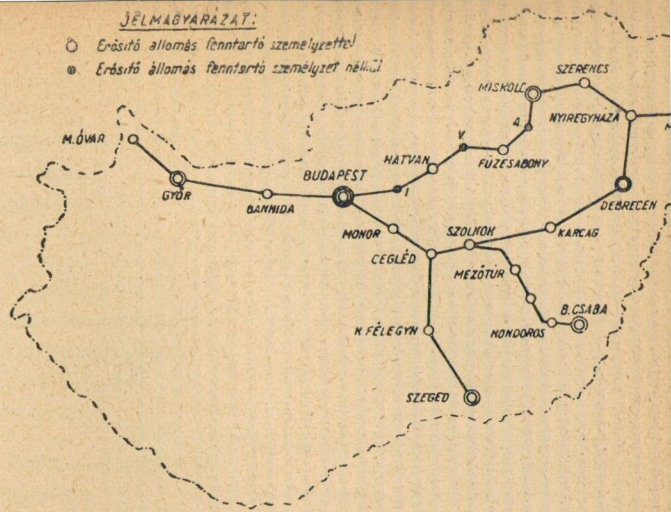
Feltétlenül el kell végezni ezenkívül a gyors munkával már helyreállított de átviteli szempontból nem kielégítő állapotban lévő légvezetékes hálózat felújítását is, különben az egész átviteli rendszer minőségét lerontaná.

A táviró szolgálat fejlesztésének főcélja az automatikus távgépíróhálózat megteremtése és bekapcsolódás az európai távgépíró hálózathoz. Ezt a célt szolgálja a 3 éves terv keretében felszerelésre kerülő budapesti gépkapcsolású táviró központ, valamint a vidéki mellékközpontok. Ezenfelül a táviró hálózat újjáépítése érdekében 90 hangfrekvenciás távirócsatorna felszerelésére, valamint a hivatalok egy jó részének korszerű kapcsolókkal és távirógépekkel való ellátására fog sor kerülni. Mindenesetre a Hughes-rendszer kiszorítása és a Morse-gépek használatának a kevésbé forgalmas viszonylatokra való korlátozása is irányadó szempont.

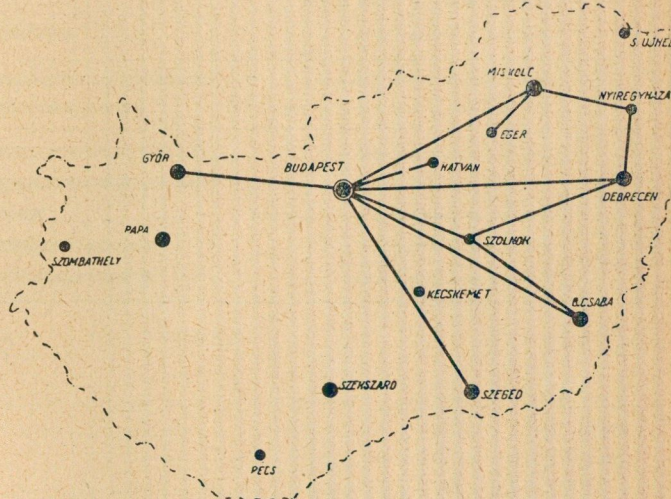
A táviró- és távbeszélő hálózat korszerűsítése és minőségi feljavítása egyoldalú, kétes eredményű törekvés lenne a fenntartási szolgálat színvonalának hasonló mértékű emelése nélkül. Ezért a 3 éves terv kidolgozásánál a fenntartási szolgálat minőségi feljavítását a műszaki személyzet erőteljes továbbképzésével és a szolgálat jelentős mértékű gépesítésével vettük tekintetbe.

A rádió-szolgálat újjáépítése, illetőleg fejlesztése a 3 éves tervnek jelentős munkaterületét képezi. Két új 135 kW-os középhullámú és az érdekelt minisztériumok hozzájárulásával két 50 kW-os rövidhullámú műsorszóró, valamint több 6 kW-os reléadó építése tekintélyes feladatot jelent.

A rádió-táviró szolgálat, amely a békebelinél már ma is sokkal jelentősebb forgalmat bonyolít le, jelenleg szükségberendezésekkel dolgozik. Ezért Székes-



4. ábra



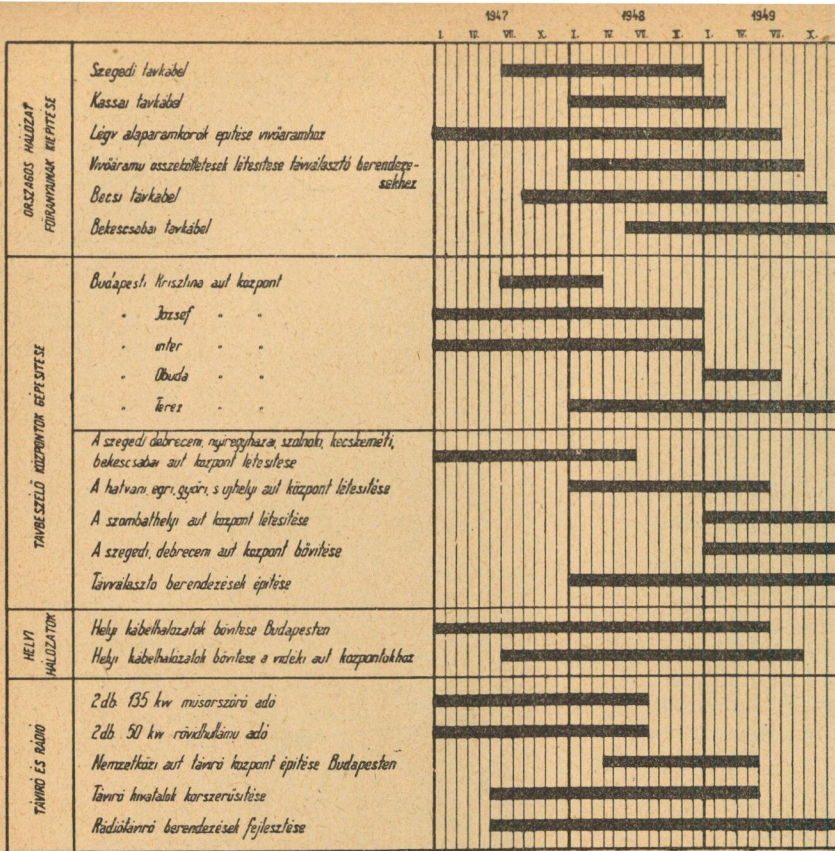
5. ábra

fehervárt négy 15 kW-os rádiótáviró adó felszerelése szükséges. Hasonló mértékű fejlesztésre szorulnak a rádiótáviró vevőállomások is. Előreláthatólag sor kerül a tárnoki vevőállomáson kívül egy új, valószínűleg a Duna-Tisza közén felállítandó vevőállomás megépítésére is. A rádiótáviró szolgálat ilyen mértékű fejlesztésére rádiótáviró összeköttetések megtartása és a megkívánt nemzetközi színvonal biztosítása érdekében feltétlenül szükség van.

Végül szerves részét képezi a rádiószolgálat fejlesztésének a stúdió, a zavarvizsgáló állomás és a laboratóriumi felszerelések megfelelő kibővítése és kor-

Anyag	Egys.	1947	1948	1949	Össz.
Réz	t.	335	505	439	1.279
Ólom	t.	646	1.007	544	2.197
Vas	t.	835	1.129	928	2.892
Cement	t.	1.240	780	785	2.805
Tégla	1000 db	2.304	1.384	1.402	5.090
Épület	m ²	1240	780	785	2.805
Faoszlop	t.	27	32	33	92
Üveg	m ²	2.397	1.476	1.515	5.360
Porcellán	t.	117	146	171	434

1. sz. táblázat



6. ábra

szerűsítése is. Az egész terv végrehajtása számos műszaki célú épület emelésével és általában jelentős magasépítési munkával jár.

A fentiekben röviden vázolt 3 éves munkaprogram időtervének kidolgozása különös gondosságot igényelt. Fontos, hogy a szerves egészet képező távközlési rendszer fokozatos fejlesztése úgy történjék, hogy az egyes részletmunkák egymáshoz időbelileg okszerűen és műszaki szempontból is a legelőnyösebben kapcsolódjanak. A leegyszerűsített időtervet a 6. ábra szemlélteti. Az időterv az egyes munkafázisokat befejezésük időpontja alapján csoportosítva tünteti fel.

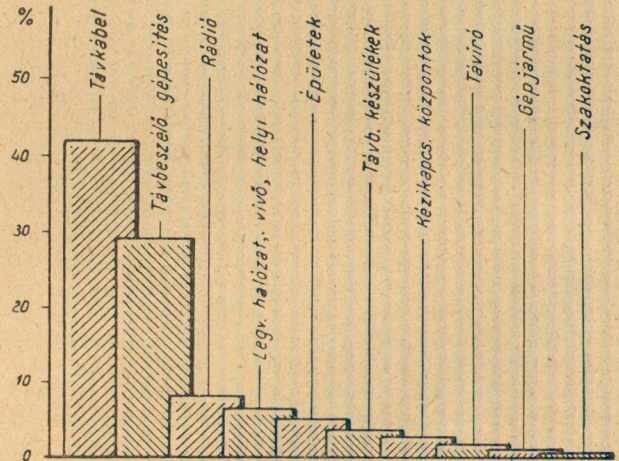
A terv költségeinek megoszlását az egész költség százalékában kifejezve a 7. ábra szemlélteti. Láthatjuk, hogy az előrelátható költségek túlnyomó része, mintegy 72%-a a távkábelek létesítése és a távközlő hálózat gépesítése kapcsán merül fel, s ez egyúttal arra is jellemző, hogy a magyar távközlési rendszer melyik szektorában van a legtöbb pótolni, illetőleg javítani való.

A 3 éves terv megvalósítása tekintélyes anyagfelhasználással is jár, mint azt az 1. sz. táblázat mutatja.

A munka teljes végrehajtása hozzávetőleges számítások szerint 15,5 millió munkaórát igényel. Érdekes megemlíteni, hogy egyedül a távközlő hálózat tervezet gépesítése és ezzel kapcsolatban felmerülő valamennyi munkafajta beleértve 9,4 millió munkaórát emészt fel. A nagyságrendben soron következő munkaóraszükséglet — mintegy 3,7 millió munkaóra — a távkábelterv megvalósítása kapcsán merül fel.

A közölt néhány adatból is látható, hogy a terv végrehajtása az egész magyar iparra komoly feladatot ró. De méreteitől eltekintve is igen komoly ez a feladat, mert a magyar hálózat további fejlődése és nemzetközi távközlési helyzete ettől az elkövetkezendő 3 évtől függ. Különösen fontos, hogy főleg a nemzetközi forgalomban résztvevő berendezések létesítésénél késedelmek ne álljanak elő.

Remélhető, hogy az átfogóan megtervezett 3 éves fejlesztési terv végrehajtása a további fejlődésnek tárt kaput nyit és serkentőleg fog hatni a forgalom



7. ábra

megnövekedésére is, ami viszont a hálózat további bővítését és fejlesztését fogja siettetni. Ez a természetes, gyors fejlődési folyamat teszi majd lehetővé, hogy a magyar távközlés valóban a legszeleesebb néprétegek igazi közkincsévé váljék.

Antennacsatolás

Transzformátoros antennacsatolású rádiókészülékek bemenőkörének méretezése maximális antennatranszformációra.

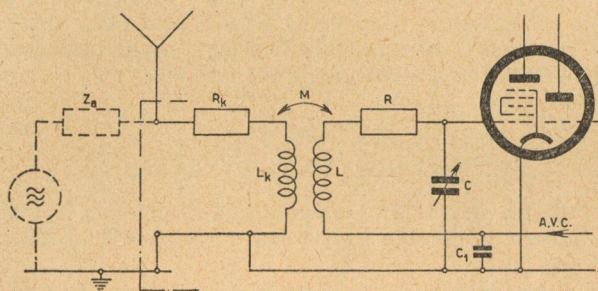
BÁLINT JÁNOS

—1—

I. ÖSSZEFOGLALÓ ÁTTEKINTÉS

1. Transzformátoros bemenet leírása:

Az 1. ábra szerint a transzformátoros csatolású rádiókészülékek bemenete az antenna csatolótekerescsből, a rezgőköri tekerescsből, a rezgőköri kapacitásból és az egyes körök veszteségeit jellemző ellenállásokból áll. A csatolótekerecs útján táplálja az antenna a vevőkészüléket, mint feszültségforrás a maga belső impedanciáján keresztül.

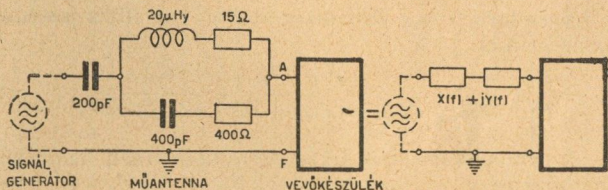


1. ábra

Za antenna belső impedanciája
Lk csatolótekerecs önindukciója
M kölcsönös önindukciótényező
L rezgőköri tekerecs önindukciója
K rezgőköri veszteségi ellenállás
Rk csatolási veszteségi ellenállás
C hangolókapacitás
C1 A. V. C. szűrőkondenzátor

2. Az antenna belső impedanciája:

Az antennára vonatkozó mérések szerint az antenna impedanciája minden frekvencián kapacitív jellegű és ohmos ellenállással sorbakötött kapacitással helyettesíthető egy adott frekvencián. Ezért a készülék érzékenysége adatait igen kis belső ellenállású (10 Ohm) hiteles feszültségforrásról, műantenna közbeiktatásával állapítjuk meg. (2. és 3. ábra)



2. ábra

Vizsgálatainkat erre a műantennára vonatkoztatjuk, de ezen túl figyelembe kell vennünk, hogy a gyakorlatban alkalmazott antennák mennyiben befolyásolják eredményeinket.

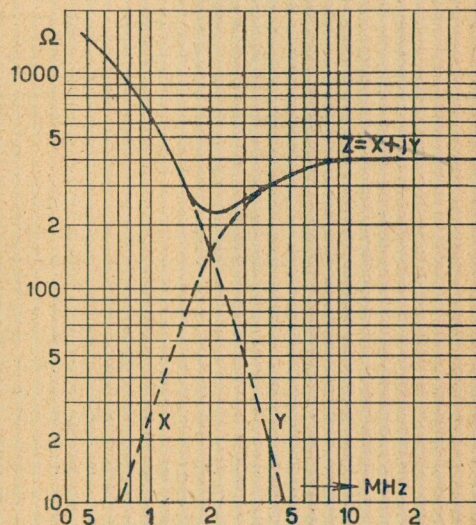
3. Méretezési alapelvek.

A bemenőkör méretezésénél különböző feltételekből indulhatunk ki: Közép-, és hosszuhullámon döntő szempont a megfelelő tükrorselektivitás elérése.

AERIAL COUPLING

Some mathematical and physical methods are given for obtaining maximum aerial coupling effect in the case of a transformer coupled aerial. The problem of the transformer coupled input circuits may be reduced to the problem of loaded T networks. The voltage gain ratio of these is a complex quantity, and the absolute value has a maximum at a given frequency depending upon the aerial coil inductivity and the coupling factor. The aerial transformation is a function of the aerial capacity and the frequency, and may be described by a circular-diagram. (Fig. 8.)

Igen nagy erősítésű készülékekben viszont a bemenőkör elemeit úgy kell méreteznünk, hogy a jel-zaj viszony a legkedvezőbbben alakuljon.



3. ábra

Végül rövidhullámon a készüléktől általában a lehető legnagyobb érzékenységet kívánjuk meg, azaz a bemenőkör segítségével az antenna elektromotoros erejét a lehető legjobban ki akarjuk használni, maximális antennatranszformációt akarunk beállítani. A továbbiakban ezzel a méretezési feltétellel dolgozunk.

4. A bemenőkör egyes elemeinek értékei maximális antennatranszformáció esetében:

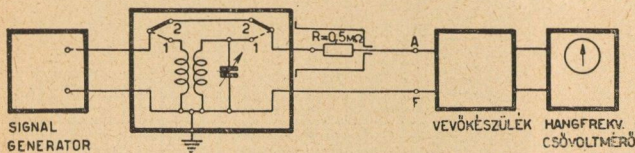
Az antennatranszformáció a részletes számítások szerint frekvenciafüggő. Így a maximális antennatranszformációt csak egy frekvenciára lehet beállítani. Tekintettel arra, hogy a készülék aperiódikus érzékenysége (az első cső rácsáról) növekvő frekvenciák felé növekszik, célszerűnek látszik a rövidhullámú sáv kisebb frekvenciájú hangolási pontján az antennatranszformációt maximumra beállítani.

A számítások szerint célunk elérésére két mennyiség felett rendelkezünk szabadon: a csatolótekerecs önindukcióját és a csatolótekerecs és rezgőköri tekerecs közti kölcsönösindukciót kell úgy meghatározni, hogy az alsó hangolási ponton maximális antennatranszformációt kapjunk. Ez akkor következik be, ha egyrészt az antenna impedanciájából álló soros

rezgőkörnek rezonanciafrekvenciája az alsó hangolási ponthoz tartozó frekvencia, másrésztől, ha a csatolás a rezgőkör- és csatolótekeres között kritikus. Meg kell jegyeznünk, hogy ezen méretezési feltételek közelítők, de a készülékekben szokásos jóságú körök esetében az elkövetett hiba kisebb, mint 10–15 %. Fenti méretezési feltételek jelentősége azért nagy, mert segítségükkel a csatolótekeres önindukciója és a csatoló- és rezgőköri tekeres közötti csatolási tényező kísérletileg könnyen megállapítható, míg a pontos méretezés hosszadalmas számításokat és speciális méréseket igényel, úgy, hogy a kísérleti közelítő módszer gyorsabban és kevesebb munkával vezet gyakorlatilag kielégítő eredményre.

5. Az antennatranszformáció mérése és kísérleti beállítása:

A mérés áramkörét a 4. ábra mutatja.



4. ábra

A vizsgálandó bemenőkört árnyékolt házban helyezzük el, szignálgenerátorról tápláljuk modulált jellel; a rezgőkör meleg pontjáról kapacitásszegényen árnyékolt nagy ellenálláson át (kb. 0.5 MOhm) táplálunk egy vevőkészüléket. A nagy ellenállásra azért van szükség, hogy a készülék bemenőköre ne hasson vissza a vizsgálandó körre, (laza csatolás); a vevőkészülék kimenőfeszültségét hangfrekvenciás csővoltmérővel mérjük, miután a kérdéses frekvenciára mind a vizsgálandó bemenőkört, mind a készüléket ráhangoltuk (kapcsolók 1. állásban). A szignálgenerátorból akkora jellel tápláljuk a vizsgálandó bemenőkörön keresztül a készüléket, hogy a csővoltmérő körülbelül 50 mW-nak megfelelő feszültséget mutasson. Ez azért ajánlatos, hogy a készülék fading-automatája még ne lépjen működésbe és ne rontsa le a mérés érzékenységét, hiszen a fading-automata hatására aránylag nagy bemenőjel-növekedésnek, aránylag kis kimenőfeszültség-növekedés felel meg. Ezekután a kapcsolókat 2. állásba váltjuk és a szignálgenerátorról most a vizsgálandó bemenőkör kihagyásával az említett nagy ellenálláson át közvetlenül tápláljuk a készüléket akkora jellel, hogy a kimenőfeszültség ugyanannyi legyen, mint a mérés első lépésében. Ha elsőnek u_1 μ V-t, másodikként u_2 — μ V-t szolgáltatott a szignálgenerátor, az antennatranszformáció

$$\acute{a} = \frac{u_1}{u_2}$$

Az antennatranszformáció maximumának beállítását két lépésben végezhetjük el. Először a szokásos kísérleti eljárások valamelyikével a csatolótekeresből és a műantenna impedanciájából álló rezgőkört — az antennacsatolótekeres önindukciójának megfelelő beállításával — a kérdéses frekvenciára rezonanciába hozzuk, majd a fent vázolt eljárás segítségével a csatolótekeres és rezgőköri tekeres közötti távolságot úgy határozzuk meg, hogy maximális antennatranszformációt kapjunk, vagyis kritikus csatolásra állunk be.

Az ismertetett mérési eljárással az antennatranszformáció frekvenciafüggőségét is megvizsgálhatjuk.

Az Orion-laboratóriumban lefolytatott méréseink számításainkat minőségileg és a szokásos hibahatárok között mennyiségileg is igazolták.

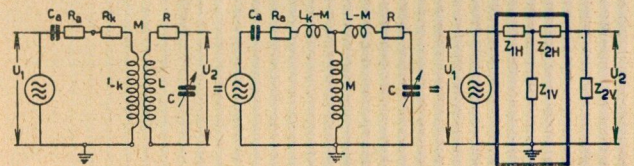
6. Elhangolási feltétel és maximális antennatranszformáció.

Mint a második pontban jeleztük, figyelembe kell vennünk, hogy különböző antennákkal táplálva a készüléket, ne lépjenek fel olyan jelenségek, amelyek a készülék egyéb tulajdonságait lerontják. Az egyes antennák belső impedanciái gyakorlatilag csak reaktanciájukban különböznek egymástól, míg az ohmos (vesztésre jellemző) komponens állandónak tekinthető. A reaktanciáknak megfelelő kapacitásértékek a gyakorlatban 50 és 450 pF között váltakoznak, a hangoláshoz használt műantenna 133—145 pF-jához képest. Ez annyit jelent, hogy különböző antennakapacitások különböző mértékben hangolják el a rezgőkört. Gyakorlatilag olyan csatolást követelünk meg a bemenőkörben, hogy a rezgőkör elhangolódása ne legyen több a sávzélesség felénél a szokásos antennakapacitás határok között. Ebben az esetben ugyanis a tükröselektivitás-csökkenés nem számottevő. Ki fogjuk mutatni, hogy ez az ú. n. elhangolási feltétel a maximális antennatranszformáció beállítására szolgáló kritikus csatolásnál biztosítva van.

II. MATEMATIKAI TÁRGYALÁS.

Mindenekelőtt az antennatranszformációt, illetőleg számítástechnikai okokból ennek reciprokát kívánjuk meghatározni.

A bemenőkör az 5. ábra szerint terhelt T taggal helyettesíthető.



5. ábra

A továbbiakban az antenna veszteségi ellenállását összefogjuk a csatolótekeres veszteségi ellenállásával és ezt nevezzük — ha nem is következetesen — R_a -nak.

A terhelt T-tag feszültség-átitétele az ábra szerinti jelölésekkel:

$$\acute{a} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_{1V} \cdot Z_{2V}}{Z_{1V} \cdot Z_{1H} + (Z_{1H} + Z_{1V}) \cdot (Z_{2H} + Z_{2V})} \quad (1)$$

A bemenőkörben a T-tag egyes elemeinek az alábbi mennyiségek felelnek meg:

$$Z_{1H} = \frac{1}{j\omega Ca} + Ra + j\omega(Lk - M) \quad Z_{1V} = j\omega M$$

$$Z_{2H} = j\omega(L - M) + R \quad Z_{2V} = \frac{1}{j\omega c}$$

Ezeket az értékeket az 1) egyenletbe helyettesítve nyerjük a bemenőkör feszültség-átitételét, azaz az antennatranszformációt. Az így kapott eredmény azonban további taglalásra nem alkalmas és ezért a nagyfrekvenciástechnikában szokásos derivált mennyiségeket vezetjük be:

Az antennakör jósági tényezője	$Q_a = \frac{\omega L_K}{R_a}$
A rezgőkör jósági tényezője	$Q = \frac{\omega L}{R}$
A bemenőkörben szereplő önindukciók viszonya	$\beta^2 = \frac{L_K}{L}$
A bemenőkörben szereplő kapacitások viszonya	$\gamma^2 = \frac{C}{C_a}$
A csatolási tényező	$k = \frac{M}{\sqrt{L \cdot L_K}}$
A kritikus csatolási tényező	$k_o = \frac{1}{\sqrt{Q \cdot Q_a}}$
Az alkalmazott csatolási tényező és a kritikus csatolási tényező viszonyaránya	$\alpha = \frac{k}{k_o}$

Ezekkel az antennatranszformáció reciproka

$$\frac{1}{\bar{a}} = \frac{\beta}{\sqrt{Q}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{Q_a}} \left(\alpha + \frac{1}{\alpha} \right) + j \frac{\sqrt{Q_a}}{\alpha} \left[1 - \left(\frac{\gamma}{\beta} \right)^2 \right] \right\} \quad (2)$$

A 2) egyenleiből leolvashatjuk a 4. pontban közölt közelítő méretezési feltételeket:

A reciprok antennatranszformációinak minimuma van közelítőleg, ha képzetes részét nullává tesszük, és valós részét minimumra hozzuk:

Azaz

$$\frac{\gamma^2}{\beta^2} = 1, \quad \frac{C}{C_a} \frac{L}{L_K} = 1 \text{ de } \omega^2 LC = 1$$

$$\gamma = \beta \quad \text{illetőleg} \quad \frac{1}{C_a L_K} = \omega^2 \quad (3)$$

Tehát, mint állítottuk, a csatolótekeresből és antennakapacitásból álló rezgőkörnek a kívánt frekvenciára rezonanciában kell lennie.

Másrésről a valós rész akkor minimum, ha

$$\alpha = 1 \quad k = k_o = \frac{1}{\sqrt{Q \cdot Q_a}} \quad (4)$$

azaz a csatoló- és rezgőköri tekeres között kritikus csatolásnak kell fennállnia.

A 3) és 4) feltételek sem L-t, sem C-t nem tartalmazzák, tehát mint állítottuk, csak a csatolótekeres önindukciójával és a csatoló és rezgőköri tekeres közti csatolási tényezővel tudjuk az antennatranszformációt befolyásolni.

Amennyiben csak a valós részt tesszük minimummá, az antennatranszformáció reciproka:

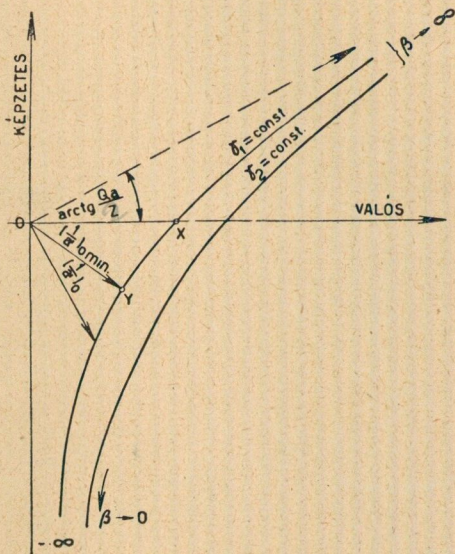
$$\frac{1}{\bar{a}} = \sqrt{\frac{Q_a}{Q}} \cdot \left[\frac{2\beta}{Q_a} + j \left(\beta - \frac{\gamma^2}{\beta} \right) \right] \quad (5)$$

Vezessük be a specifikus antennatranszformációt:

$$\left(\frac{1}{\bar{a}} \right)_0 = \frac{1}{\bar{a}} \cdot \sqrt{\frac{Q}{Q_a}}$$

$$\left(\frac{1}{\bar{a}} \right)_0 = \frac{2\beta}{Q_a} + j \left(\beta - \frac{\gamma^2}{\beta} \right) \quad (6)$$

A γ tényező állandó, hiszen egy antennánál és egy frekvenciánál a hangolókapacitás és az antennakapacitás állandó értékek. Konstans érték esetén a specifikus antennatranszformáció reciproka a komplex számsíkon a 6) ábrának megfelelően alakul.



6. ábra

Az ábrából világosan leolvasható, hogy nem $\beta = \gamma$ feltételnek megfelelő X pontban, hanem az Y. pontban van az antennatranszformáció maximuma, hiszen $OX > OY$.

Rövid számítással ki lehet mutatni, hogy az Y pontnak megfelelő beállítás feltétele:

$$\beta = \frac{\gamma}{\sqrt{1 + \left(\frac{2}{Q_a} \right)^2}} \quad (7)$$

Ez a feltétel lép a 3)-as helyébe, de mint az általános ismertetésben jeleztük, a szokásos jósági-tényezők mellett a 3) és 7) feltétel között nincs több eltérés, mint 15% és még kisebb az eltérés magában az antennatranszformáció értékében.

Vizsgálat tárgyává akarjuk tenni az antennatranszformáció frekvenciafüggőségét és egyben a különböző antennakapacitások hatását.

A 6) egyenlet szerint

$$\left(\frac{1}{\bar{a}} \right)_0 = \frac{2\beta}{Q_a} + j \left(\beta - \frac{\gamma^2}{\beta} \right)$$

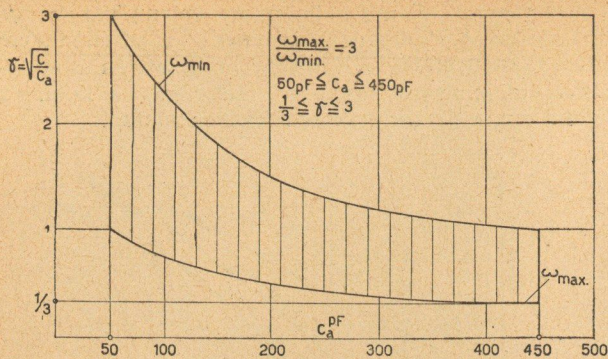
A β értékét $\left(\sqrt{\frac{L_K}{L}} \right)$ akár a 3), akár a 7)

feltételből határoztuk meg, jelenlegi vizsgálatunknál állandóként szerepel. Így a specifikus antennatranszformáció reciproka csak a kapacitások viszo-

nyától függ $\left(\gamma = \frac{C}{C_a} \right)$, amely viszont mind a frek-

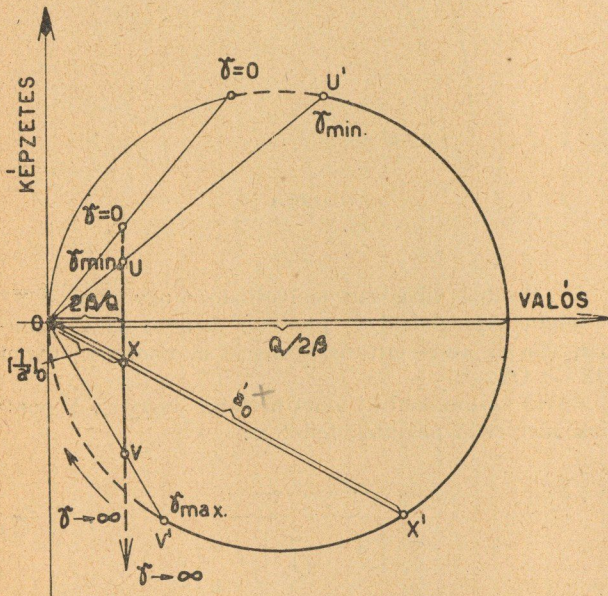
vinciát, mind az antennakapacitást tartalmazza. Ezért kezelhető együtt a két probléma.

A γ tényező változását a 7. ábra mutatja a szokásos antennakapacitás határok között (50—450 pF) 1:3 sávátfogás esetére. A γ tényező 1/3 és 3 között változik.



7. ábra

Ha a 6) egyenletet a komplex számsíkon ábrázoljuk, a képzetes tengellyel párhuzamos egyenest kapunk, melynek távolsága a kezdőponttól $X_0 = \frac{2\beta}{Q_a}$



8. ábra

(Az ábrában Q helyett, Q_a olvasandó)

Ezen az egyenesen a γ min. illetve γ max.-nak megfelelő pontot (U, V) kijelölve nyerjük a specifikus antenna-transzformáció reciprokának változását a frekvencia, illetve az antennakapacitás függvényében.

A specifikus antennatranszformációt inverzióval kapjuk. Az UV egyenes inverze az O ponton átmenő és a valós tengelyre szimmetrikus helyzetű kör, melynek átmérője $\frac{Q_a}{2\beta}$. Így pl. a γ -hoz tartozó X

a kezdőpontból a körre vetítve megkapjuk X' -t, és OX' a specifikus antennatranszformáció, ez, $\sqrt{\frac{Q}{Q_a}}$ -val szorozva adja magát az antennatranszformációt.

Ennél a vizsgálatnál nem vettük figyelembe a jóság-tényezők frekvenciafüggőségét, ez azonban egy sávon belül nem szokott $\pm 10\%$ -nál nagyobb ingadozást mutatni helyes méretezés esetén.

Még egy megjegyzés a rezgőkör jóság-tényezőjének hatásáról. Tudjuk, hogy

$$\dot{a} = \sqrt{\frac{Q}{Q_a}} \cdot \dot{a}_0$$

azaz az antennatranszformáció a rezgőkör jóság-tényezőjének négyzetgyökével arányos. Ez pl. annyit jelent, hogy kétszeres antennatranszformáció növekedést négyszeres jóság-tényező növelésével lehet elérni. Így a tekercs jóság-tényezőjét nem érdemes túlzottan növelni, mert a költségtöbblet nem áll arányban az eredménnyel. Fenti méretezési eljárás a többi szabadon választható tényezőre kíván útmutatástul szolgálni.

Vizsgáljuk meg most az elhangolási feltételt.

A bemenőkör egyes elemei a rezgőkör kapacitáshoz parallel kapcsolt impedanciával helyettesíthetők.

Vezessük be a csatoló körből és antennaimpedanciából álló eredő soros rezgőkör rezonanciafrekvenciáját

$$\omega_K^2 L_K C_a = 1 \quad (8)$$

A számításokat elvégezve a parallel impedancia:

$$Z_p = R + \frac{\omega^2 M^2 R_a}{R_a^2 + \omega^2 L_K^2 \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)^2} + j\omega L \left(1 - \frac{\omega^2 M^2 \frac{L_K}{L} \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)}{R_a^2 + \omega^2 L_K^2 \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)^2}\right) \quad (9)$$

A csillapítás-növekedéstől el lehet tekinteni; az effektív önindukció:

$$L' = L \left(1 - \frac{k^2 \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)}{\frac{1}{Q_a^2} + \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)^2}\right) \quad (10)$$

Az önindukció-változás abszolút értéke

$$\left|\frac{\Delta L}{L}\right| = \frac{k^2 \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right]}{\frac{1}{Q_a^2} + \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right]^2} \quad (11)$$

Az önindukció-változásnak megfelelő frekvencia-változás

$$\left|\frac{\Delta \omega}{\omega}\right| = \left|\frac{\Delta L}{L}\right| \cdot \frac{1}{2} \quad (12)$$

A bevezetésben közölt elhangolási feltétel

$$\Delta \omega \leq \frac{2\pi B}{2} \quad (13)$$

A sávzélesség

$$B = \frac{\omega}{2\pi Q} \quad (14)$$

A maximális antennatranszformáció által kívánt kritikus csatolás esetére a megengedhető relatív önindukció-változás

$$\left| \frac{\Delta L}{L} \right| = \frac{k^2 \cdot \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]}{\frac{1}{Q_a^2} + \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]^2} \leq \frac{1}{Q} \quad (15)$$

illetőleg kritikus csatolásnál

$$\frac{Q_a \cdot \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]}{1 + Q_a^2 \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]^2} \leq 1 \quad (16)$$

Vezessünk be új változót:

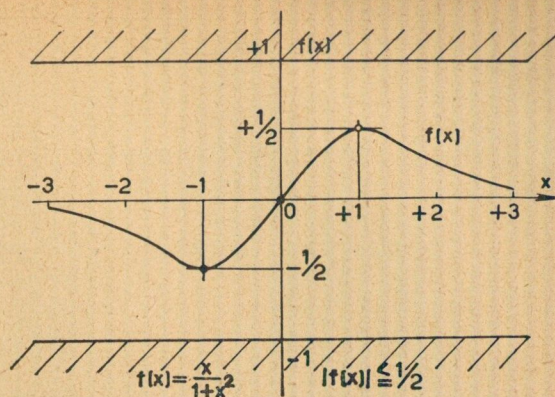
$$x = Q_a \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right] \quad (17)$$

így

$$f(x) \equiv \frac{x}{1+x^2} \leq 1 \quad (18)$$

feltételnek kell teljesülnie akkor, ha azt kívánjuk, hogy az elhangolódás a sávszélesség felénél kisebb legyen. Ez azonban mindig teljesül a 9. ábra szerint, sőt ha a csatolás a kritikusnak $\sqrt{2}$ -szerese, még akkor sem több az elhangolódás az előírtnál.

A kritikusnál 40%-kal szorosabb csatolást a jóság-tényező frekvenciafüggősége általában nem okoz. Ha



9. ábra

ez mégis bekövetkezne, akkor a hangolási ponton a kritikus csatolásnál annyival lazább csatolást kell beállítani, hogy sehoh a sávon belül ne álljon elő a kritikusnál 40%-kal szorosabb csatolás. Ez annyit jelent, hogy ilyen esetben nem lehet az elméletileg lehetséges maximális antennatranszformációt elérni.

Az irodalomban ezzel a témával sokan foglalkoztak, de az alkalmazott tárgyalásmód nem teljes, amennyiben az antennatranszformációnak vagy csak a valós, vagy csak a képzetes részét vették figyelembe és így nem juthattak megfelelő eredményre, nem tudtak az antennatranszformációban maximumot kimutatni.

Irodalom:

M. J. O. Strutt: Verstärker und Empfänger. S 274—280.

Philips Monatsheft No. 45. S. 13. 1937 február.

TERMAN: Radio Engineering 1937. P. 78 — P. 85.

Kábelkorróziós tapasztalatok

BÁRTFAI FERENC

A hazai és kontinentális távkábelhálózatunk kiépítésével néhány éven belül óriási mennyiségű és nagy értéket képviselő ólomkábel fogunk lefektetni. Ez indított bennünket arra, hogy röviden összefoglaljuk az ólom korróziójára vonatkozó hazai és külföldi tapasztalatokat.

Hogy mi a korrózió jelentősége, azt minden felhasználó a saját kárán tapasztalja. Erről egyes államokban elég pontos becslések is készültek. Pl. az Egyesült Államokban a 30-as évek közepén az évi korróziós kár a közadósságok kamataival volt azonos nagyságrendű. Valószínű, hogy éppen a korrózió tanította meg az emberiséget bizonyos fémek többrebecsülésére és alkalmazására, figyelembevéve természetesen azok mechanikai tulajdonságait is. A C. C. I. a következőképpen határozza meg a korróziót: Egy fém korrodálódáskor felületén maródik és utána bevonódik, egy nem tapadó réteggel. Ezt eltávolítva, a fémén súlycsökkenés állapítható meg.

A jelenség elméletileg könnyen magyarázható. A nemesfémektől eltekintve, a fémeket vegyületeikből energiabefektetéssel állítjuk elő: redukáljuk. Ilyenkor (termodinamikai kifejezéssel élve) a rendszer szabad energiája nem csökken, hanem növekszik. Így valamennyi fém tulajdonképpen metastabil állapotban van. Kézenfekvő az a gondolat, hogy ha ismét vegyületté átalakulhat, olyan formában fog ez történni, amelyek kémiai reakciójánál a szabad energia csökkenése a maximális.

Ez csakugyan így is van. Az ólom korróziós termékei között megtaláljuk az ólomkarbonátot, ólomszulfátot, e fém ipari érceinek kémiai formáit. Sajnos az említett termodinamikai elv semmit sem mond a korrózió mechanizmusáról és mértékéről. Egyazon fém kb. ugyanolyan, esetleg periódikusan is ismétlődő kémiai behatásra egészen másként viselkedik, mintha pl. mechanikai hatásokkal is kell számolnunk. De a marószer is fontos, például ez a három fém: magnézium, horgany és vas (ugyanazon hőfokon) konyhasó-oldatban a fenti sorrendben maródik, de erős lúgban a sorrend: horgany, vas, magnézium. Mint minden kémiai folyamatnál, úgy itt is fontos tényező a hőmérséklet. A korróziójánál az atmoszferilia, vagy a talaj hatásának kitett fém tisztasága, fizikai állapota, megmunkálásából származható esetleges feszültségei, felülete, kémiai reakcióképessége, mind olyan tényezők, melyek egymáshoz viszonyított nagysága esetenként változhat.

Láthatjuk, hogy a korrózió sokváltozós függvény, melynek megragadása éppen ezért igen nehéz.

Az ólomkábel a levegőn ólomoxiddal vonódik be, amely tömör, kompakt filmet ad, mely a további kémiai behatástól megóv.

Ha a levegő szándioxidot, vagy kéndioxidot tartalmaz (nagyobb tüzelőberendezések környezetében hazánkban), az ólom felületén képződő ólomkarbonát és ólomszulfát szintén jó védőréteget ad.

Jóllehet, a talajba közvetlenül ólomköpenyt helyezni nem szoktak, mégis megvan a talajjal való közvetlen érintkezés veszedelem. A tapasztalatok alapján kezdték el a Bureau of Standards és a Bell Telephone Lab. világhírű kísérleteiket a talaj hatásának kivizsgálására. Az USA 48-féle talajának mindegyikében egy négyzetméteres nagyságú letisztított fémlapot helyeztek el félméter mélységben. Különböző időkben a lemezek súlycsökkenését megmérték. Az eredmények statisztikus feldolgozása után kiderült, sok más mellett, hogy az (ón- és antimon-ötvtözőfémmel) ötvözött lapok súlycsökkenése nagyobb volt, mint a tiszta ólomlapoké.

Vizsgáljuk tehát a talajjal kapcsolatban felmerülő eshetőségeket. Mint említettük a talaj azon összetevői, melyeknek az ólommal való reakciós termékei oldhatatlan, vagy nehezen oldódóak, korróziós szempontból nem veszélyesek. Érdekes tapasztalat, hogy a talaj kollóidális iszapja (ez általában pozitív töltésű) az ólomra rakódik és a korróziótól megóvja. A mésztartalmú cementek károsak. A kábelcsatornákat tehát oly betonból kell készíteni, melyhez használt cement kis (CaO, kalciumoxid) mésztartalmú. Általában a lúgos anyagokat, távol kell tartani az ólomköpenytől lehetőség szerint. (Mészhabarcs, mésztégla.) Ennek az a magyarázata, hogy alkálikus közegben az ólom felületén vörös, néha sárga, vagy zöldes ólommonoxid, lithargit képződik, amely a lúgos oldatból kiválva, az ólomfelületet tovább már nem védi. Ez komoly veszélyt jelent, de szerencsére egyszerű vizleomosással védekezhetünk ellene. Különös jelentősége van ennek a szikes talajoknál. Ezért a C. C. I. az alumíniumdús cementtel való építkezést ajánlja. A hazai bauxit-cement ilyen szempontból megfelel.

Külön figyelmet kell szentelnünk a talaj organikus eredetű szennyeződéseinek, illetve az otlevő organikus savaknak. Különösen veszélyes, ha a kábelbefektetés tölgyerdő, vagy szemétdomb mellett történik. Ilyen helyeket a lehetőségig el kell kerülnünk. Ecetsav hatására bázikus ólomacetát képződik, mely a levegőben lévő szén-sav hatására ólomkarbonáttá alakul, ez mint említettük jó filmet ad. Megfigyelték, hogy szénkátránnyal itatott fák, a kátrányból származóan, kreozót tartalmaznak. Ilyen kreozótos telítésű fa csak akkor szabadít fel ecetsavat (a kátrányból ered), amely korróziót okozhat, ha egész különleges körülményekkel kell számolnunk. USA-megfigyelések ilyen esetre: vasúti sín feletti hídon a mozdonyok gőze szabadított fel ecetsavat a kábelt tartalmazó fadóbozából. Egy másik megfigyelésnél a kábel-tokot a központi fűtés csöve melegítette fel. Phenol hatását dr. Barna János vizsgálta. (3)

A talajok hatása természetesen a talaj nedvességén, és pedig főként azok talajvizeinek milyenségén fordul meg. Így természetesen a víz egyes alkotászei külön-külön is figyelmet érdemelnek. Általában a lágyvizek kedvezőtlenebbek. A sok kalcium- és magnéziumtartalmú «kemény»-vizek hatása kedvezőbb. A szikes talajok menti talajvizek igen károsak. Van azonban a lágyvizeknél egy jó segítség. Nagyon kevés vízáterve Na₂SiO₃ már 1:100.000 arányban igen jó védőhatást ad. (4) A vizek kloridtartalma nem nagyon veszélyes még oly gazdag kloridtartalom esetén sem, mint a tengervíz. A nitrátionok károsan hatnak, a keményvizek hatását már 5:100.000 arányban észrevehetően kezdik lerontani. (5) Ez a töménység egyébként

húszszoros hatású, ha a lágyvizekével összehasonlítjuk. Más vizsgálatok megmutatták, hogy a vizek szulfationtöménységével egyenes arányban növekedett azok védőhatása. (6) 250:100.000 arányban 50%-kal kisebb a korrózió, mint desztillált vízben. A vizek foszfátion PO_4 -tartalma hasonlóan kedvező. (7) A legkedvezőbb hatást, mint említettük, vízüveg-adagolással érhetjük el. Érdekes, hogy a vízüveg-adagolás akkor volt a leghathatósabb, ha a víz pH-ja 9–11 közé esett. Természetes, hogy az előbbieket ki kell még egészítenünk mocsárvizek, lápok, kanálisok, trágyadombokból származó szerves anyagok káros hatásának megemlítésével.

Sorompóknál, az igavonó állatok híg ürülékének hatásaként tapasztaltak korróziót. Sok korrózió van a lágymányosi keserűvizek közelében. (Marschalkó Béla megfigyelése.) Veszélyes terület az újpesti bórgyárak környéke a bórgyári szennyvizek miatt. (Frimel Kálmán megfigyelése.) Általában, ha módunkban volna ilyen helyeken a kábelek közvetlen közelében a levegő széndioxid-tartalmának növelése, ez volna a legjobb védekezés. Így elősegítenénk a karbonátos védőréteg kialakulását.

A korróziós jelenségek egy másik csoportját elektrokémiai folyamatokkal magyarázhatjuk. Ismeretes, hogy ha rézlemez merül rézsóoldatba, horganylemez horgany-só-oldatba és a két fémelektrodát összekötjük műszeren át, akkor a műszer áramot jelez. A rézlemez súlyza nő, a horganylemezé csökken. Ugyanez a helyzet, ha a két fém pl. egy kábel köpenye és egy vasúti sín a talajvízzel alkot galvánelemet. (A talajvíz mindig oldatként fogható fel.) Példa a kábelköpenyek forrasztási helyei. A forrasztóon nálunk 35% ónt tartalmaz. Így a forrasztási helyek óntartalomra nézve feldúsulnak. A Bell Laboratories mérései szerint a forrasztási hely 10^4 -mólos szódá és ecetsavoldatban anód a kábel többi részéhez képest. Ha két különböző pórustérfogatú talajrészlet veszünk, ezek oxigéntartalma a levegőátjárhatóság különbözősége miatt eltérő. Előttünk van egy oxigénkoncentrációs elem. Egy ezzel kapcsolatos kísérlet úgy folyt le, hogy híg konyhasó-oldatba ólomlapot helyeztek és erre üvegolyókat tettek. Hosszabb idő múltán a golyók érintkezési helye körül vörös ólomdioxid-gyűrű képződött: ez volt az anód. (Philadelphia Electric Co.)

Talán a talaj geológiai szerkezetének hirtelen változásához, amely erős korróziót okozott a berlin-kölni távkábelben, a talajok oxigéntartalmának különbözősége is hozzájárult. (2) Vizsgáljuk meg ezeket közelebbről elméletileg. Hiszen ha a környezeti viszonyok mások is, kvalitatíve helyes útbaigazításokat kaphatunk. Egy fém, amely talajba van elhelyezve, ahhoz képest egy potenciált mutat. Ha két fémet helyezünk el, előttünk áll egy galvánelem. Amennyiben áramra nem vesszük igénybe, az egyes fémpotenciálok, valamint az elem feszültsége logaritmikusan változik az oldatban lévő fémió nok mennyiségével.

Mi lesz, ha az elemet áramra is igénybe vesszük. A fellépő polarizáció az elem feszültségét oly kicsire csökkentheti, amilyen kicsi érték csak fenn tud tartani áramot. Az elektrokémiából ismeretes, hogy az áramsűrűség és az elektropotenciál között az összefüggés négyféle lehet. Nem szándékozunk ennek részleteibe bocsátkozni, csak megemlítjük a következőt. Amennyiben nagyobbodó áramsűrűségnél az elektropotenciál gyorsan leesnek, a korrózióelleni védekezés szempontjából ez az eset a legkedvezőbb. Még megjegyezzük, hogy a fenti tárgyalás szigorúbb tudományos szempontból bírálható.

Az elektródon a polarizáció úgy is létrejöhet — és ez a mi szempontunkból a lényeges —, hogy az

elektrokémiai folyamat eredményeként egy többé-kevésbé tapadó réteg képződik, melynek eltávolításáról ha nem gondoskodunk, akkor e réteg úgahogy megvédi a fémet a további behatástól (v. ö. a C. C. I. meghatározását a korrózióról). Természetesen fontos a talaj savassága, pH-ja. Gyakorlatban fontos a képződött filmek porozitása, ennek elbírálására laboratóriumi eljárásaink vannak.

A leggyakoribb és legismertebb esete a korrózióknak a kóboráramok okozta kár. Mint ismeretes a vilamosvasúti sínekből a többé-kevésbé vezető talajba kilépő áram, amennyiben útjában egy kábelburkolatot talál (vagy gázcsövet, vízcsövet), részben ezen is átfolyik. Egy másik helyen aztán ismét kilép a talajba. Ezek a helyek elsősorban a talaj ellenállásától függenek. A talaj ellenállására Háber és társainak néhány adatát közöljük. Egy köbméter agyagos talaj ellenállása 50–100 ohm, homokos talajé 200–1000 ohm 5 fokon mérve.

Amennyiben a talaj és a fémrész kontaktusa jó, úgy elsősorban a köpeny maradását észleljük, ellenkező esetben a köpenyen foltokat találunk. 2 voltnál nagyobb feszültségű esetén az ólomköpeny anódikus részein ólomdioxid képződik. Ez egy sötétbarna porózus anyag, amely a köpenyen kedvező feltételek mellett azonnal felismerhető. Egy amperes áram egy év alatt 100%-os áramkihasználást feltételezve kb. 35 kg ólomvesztést jelent.

Amerikában sok módszert dolgoztak ki ennek csökkentésére. Így vörösréz-huzalokat helyeztek a sínek mellé, vagy szigetelték a síneket. Mindkettő drága és így nem vált be. Mac Collum (8) szerint az áram ötpercenkénti irányváltogatása már kis értékre csökkenti a korróziót. Ugyanazon szerző naponkénti, sőt heti frekvenciát is hatékonyan talált. Az ilyen típusú korrózió felismerése azonban nem mindig olyan egyszerű, mivel a vegyület könnyen elbomlik és így kimutatni nem tudjuk. A C. C. I. a vegyület kimutatására a következő eljárást ajánlja. 5%-os tetramethyldiamino diphenilmethán 50%-os ecetsavban való oldattal ráöntjük egy porcellán tálon a lekapart korróziós termékekre. Kék színeződést kapunk. (Michler keton.) Ha kevés volt az ólomdioxidunk, úgy 20 percig is kell várunk. A viszonyok sajnos nem ilyen egyszerűek. Két voltnál kisebb feszültségű esetén ólomdioxid nem is képződik. A talaj organikus összetevői is könnyen elbontják. Az irodalom ezt nem nagyon részletezi, egy saját elgondolást legyen szabad itt ismertetnünk. E sorok írója évekkal ezelőtt az orosz Savrinnal kb. egyidőben, de tőle függetlenül, laboratóriumi kísérletekkel kimutatta, hogy a nasescent nitrogén-oxidok az ólomdioxidot redukálják. A talajbaktériumok között vannak olyanok, melyek a természet nitrogén-körforgalmában képződött nitrátokat elbontják. (Egy másik bakériumfajta, amely pl. a lucernával élő symbiosisban viszont nitrátot termel.) Ilyen baktériumkultúrák akcidentális felhalmozódását feltéve a kábelek közelében, természetes, hogy a képződött ólomdioxidot nem találjuk meg.

A kóboráramra következtetni lehet még a talaj chloridion-tartalmának feldúsulásából is a kábel környezetében. Ilyen analitikai vizsgálatokat főként a németek végeztek.

Az elektromos korrózióra felemlítünk még egy-két érdekesebb megfigyelést. Szemétdomb és használaton kívüli (árammentes) sín között fekvő kábelben, korróziós termékét találtak. Itt a szemétdomb, mely egy szénelektrodának tekinthető és vas-galvánelemről volt szó.

Az ólom katódikus korrózióját a lúgos hatásoknál említettük. Kiegészítjük egy nagyvárosi megfigyeléssel. (New York City.) Egy felborult fagyaltos kocs

hűtőkeveréke, amely konyhasó- és kalciumklorid-tartalmú volt, beszivárgott a talajba. A kábel irányába tartó kóboráram szabályos klór-alkáli-elektrolízist végzett. Itt a mézskőképződés lehetősége esetén a veszély nem nagy. Hasonló esetekre számíthatunk, ha majd télvíz idején sót szornak ki az utcákon.

Végezetül szeretnénk röviden ismertetni azokat a kábelsérüléseket, melyeket mechanikai és thermikus okokra vezethetünk vissza.

Lássunk néhány példát ezekre. A néhai déli összekötő vasúti hídon, az áthaladó vasútszerelvények keltette rezgések hatására a hídon lévő kábelek egyes részei átkristályosodtak. Néha majdnem borsónagyságú kristályokat lehetett kiszedni a köpenyből. (Marschalkó Béla megfigyelése.) Telefonkábelben, mely fűtőtést egyoldalú hatásának van kitéve, a hő hatására az ólom átkristályosodik és törékennyé válik. Ha hozzávesszük a felületi ólomoxid repesztő hatását (ennek fajsúlya kisebb, tehát fajlagos térfogata nagyobb az óloménál, úgy több változó egyidejű hatását figyelhetjük meg.

Ilyenkor jó segítség (zárt helyen) a kábel hajlított részeinek zsírral való bekenése. Itt az oxidréteg kevésbé fejlődhet ki, valamint a megmunkálásból származható esetleges feszültségei könnyebben kiegyen-

lítődhetnek. Rezgések ellen az ötvözés segít. Hazai előírásaink 2% ónt, illetve 1% antimónt követelnek. Singleton (1) szerint 1% tellur háromszor oly ellenálló rezgések ellen, mint az előbbi két ötvöztettség.

IRODALOM

A korróziót tárgyaló legismertebb könyv: U. R. Evans: *Metallic Corrosion, Passivity and Protection*. 1946. Német kiadása: E. Pietsch-től 1939. Springer. A szövegben gyakran említett C. C. I. kiadvány teljes címe: XI-éme Assemblée Pleniére, Köbenhavn. 1936. Tome II bis Protection, Paris.

1. Singleton: *Jour. Soc. Ind.* 53. 49 T 1934.

2. Hoehnel: *Ztf. f. Fernmeldetechnische Werke und Geräte.* 4. 1923.

3. Dr. Barna János cikke a Magyar Posta 1942-es évfolyamában.

4. Thresh: *Analyst* 47.500, 1922.

5. Höll: *Gesundheits Ing.* 58. 323, 1935.

6. Friend & Tidmus: *Jour. Inst; Metals.* 3-. 177, 1924.

7. Britton & Evans: *Jour. Chem. Soc. (London)* 1773,, 1930.

8. *Cac Collum & G. H. Ahlborn*: Bureau of Stan-

9. A. M. Sarvin: *Chem. Ztb.* 1941—181—3118,

10. Burns: *Bell Journal* 1936. XV. 4. 619.

HELYREIGAZÍTÁS

Elektromos egységek és az MKS mértékrendszer

Lapunk 3. számának „Folyóiratszemle“ című rovatában közölt két táblázatba néhány értelemzavaró hiba csúszott bele, és pedig az I. táblázat 3. oszlopának címe helyesen: „*Dimenziós egyenértéke*“, az I. táblázat 21. sorában, valamint a II. táblázat 12. sorában „*Mágneses feszültség*“ helyett „*Mágneses térerősség*“ irandó.

Szerkesztők

Érnelküli kábelek

SIMONYI KÁROLY

A fémcsőben terjedő elektromágneses hullámokra vonatkozó elméleti vizsgálatokat lord Raileigh kezdte meg a múlt század végén. A kérdés sokáig nem volt időszerű és így csak évtizedes lépésekben fejlődött mindaddig, míg a 30-as évek második felében a mikrohullámok gerjesztése terén elért eredmények ismét érdekessé nem tették őket. A második világháború elejéig elméletileg igen sok kérdést tisztáztak és nagy jelentőségű kísérleteket is végeztek, mindazonáltal komoly gyakorlati alkalmazásra nem került sor. A háború alatt, mint azt a most hozzánk érkező folyóiratokból látjuk, a különböző mikrohullámú berendezésekben, elsősorban RADAR-készülékekben, kiterjedten alkalmazták nagy frekvenciájú elektromágneses energia továbbítására üres fémcsöveket: érnelküli kábeleket. Ezek fontossága és elterjedése a mikrohullámú rezgőkeltő berendezések elterjedésével fut párhuzamosan.

Az alábbiakban röviden összefoglalva a végtelen hosszú csőben haladó hullámok sajátosságait, kissé részletesebben fogjuk tárgyalni a gyakorlat felvetette kérdéseket: mik azok a szempontok, amelyek segítségével dönthetünk afelett, hogy milyen csőalakot és milyen hullámformát célszerű választani egy adott esetben; hogy kell az elkerülhetetlen inhomogenitásokat — mint hajlítás, csavarás, összekötés — méreteznünk, hogy lehetővé kicsiny visszaverődést kapjunk; milyen impedanciákkal tudjuk az elkerülhetetlen inhomogenitások okozta reflexiót kompenzálni: más szóval, hogyan tudunk illeszteni. Ezzel kapcsos-

latban megemlítjük az adó- és vevőberendezéseknek a kábelbe való csatolását, végül a gyártásnál fellépő nehézségeket is. Hogy a csőhullámok természetét megismerjük, induljunk ki a koncentrikus kábel jól ismert erővonal ábrájából (1. ábra). A feszültség, az áram, a mágneses térerősség szinuszosan és azonos fázisban változik egy adott időpillanatban a cső hossz tengelye mentén. (1. b. ábra). Ez a pillanatnyi kép, ha a kábel dielektrikumába levegő, fénysebességgel halad tovább. Ha nem akarunk viszonyulni a kábel differenciálegyenletéből kiadódó összefüggésre, amely a feszültség és az áram, vagy ezeken keresztül az elektromos és mágneses térerősség között főnmáll, akkor írjuk fel a két alapegyenletet: a mágneses és az indukció törvénnyel az 1. c) ill. 1. d) ábrán külön kirajzolt áramkörökre és ezekből közvetlenül megkaphatjuk a keresett összefüggéseket. Az indukció törvénnyel minden további nélkül tudjuk alkalmazni, csak azt kell figyelembe venni, hogy a fluxus változásnak nem ugyanazon a helyen van egy adott pillanatban maximuma, mint ahol a fluxusnak. Az 1. d) ábra szerint a «menet» feszültség

$2V = 2E_K (r_K - r_b)$, ahol E_K a közepes térerősség, r_K r_b pedig a külső, ill. belső henger sugara. V a feszültség a két vezeték között. A $d\psi/dt$ fluxus változást a $\lambda/2 (r_K - r_b)$ felület és a $H_K \omega$ közepes fluxus változás szorzata adja. Az indukció egyenletünk tehát:

$$2V = H_K \cdot \omega \lambda/2 (r_K - r_b)$$

A mágneses törvény alkalmazásánál csak akkor kapunk zárt mágnesező ampéremenetet, ha az eltolási (mező) áramot is figyelembe vesszük. Ennek nagysága

$$1/4 \pi \delta E/\delta t = 1/4 \pi E \cdot \omega,$$

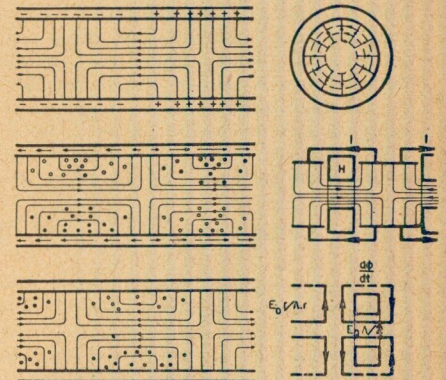
vagyis a térerősség időbeli változásával arányos és a mágneses tér létrehozása szempontjából teljesen azonos a rendes vezetési árammal. Ez a dolc sarokpontja: ez teszi lehetővé a csőhullámok létrejöttét, ez teszi lehetővé a sugárzási jelenségeket is, vagyis azt, hogy vezetőktől távol létezhesek önállóan egymásra utalva elektromos és mágneses térerősség. Az indukciótörvény értelmében ugyanis a mágneses tér változása létrehozza az elektromos teret, ennek változása viszont a mágneses teret és így egymást építve haladnak. Az 1. c. ábrán lát-

hatjuk a mezőáram segítségével zárt áramkört és a $4\pi \cdot 10T = 2\pi r_b H_b$ összefüggés is leolvasható. Ha a H_K közepes mágneses térerősséget kifejezzük a H_b belső vezető mentén vett térerősséggel, a két egyenlet a

$$V/I = 60 \ln \frac{r_u}{r_b} = Z$$

összefüggést adja. A továbbiak számára lényeges, hogy a végeredményben a frekvencia nem szerepel, ami abból adódik, hogy $\omega \cdot \lambda = 2\pi c$ konstans, függetlenül a frekvenciától. Eszerint tehát bármilyen frekvenciánál lehetséges az energiaátvitel.

Nózzuk meg most kísérletképpen, mit kapunk akkor, ha a középső vezetékben folyó vezetésiáramot mezőárammal helyettesítjük. Az 1/b ábra helyett a 2/b ábrát kapjuk. Eleve éreztük, hogy ez csak igen nagy frekvencia esetén fog sikerülni: a jó vezetőfémekben igen könnyen tudunk



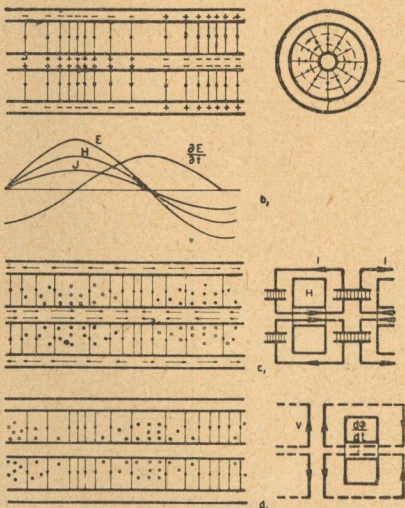
2. ábra

létrehozni aránylag nagy áramokat, még ha az E_0 voltokban, ω sec⁻¹-ben van adva, $10^{-13} E_0 \omega$ ad amp/cm² nagyságrendű mezőáramsűrűséget. Itt eleve nem tetelezhetjük föl, hogy minden frekvencia ugyanakkora sebességgel halad át a csőben, vagy ami más szóval ugyanazt jelenti, nem fogjuk a csőben mért hullámhosszot (Δ) azonosnak venni a szabad térben mért hullámhosszal, λ -vel. A mágneses törvény

$$4\pi/10 I \text{ mező} = 4\pi/10 i \text{ mező} \times \text{felület} = \frac{4\pi}{10} E_0 \omega^2 \pi \cdot 10^{-13} \frac{1}{4} M$$

ahol E_0 illetve H_0 a maximális térerősség érték. (A $1/4$ faktor a középérték kiszámításához kell.)

Az indukció-törvény felírásánál a menetfeszültség kiszámítása kíván némi megfontolást: $\Delta/2$ úthosszon a térerősség E_0 , ill. ennek középértéke



1. ábra

veendő. Az r úthosszon a radiális térerősség erővonalai r/Δ arányban sűrűsödnek, ill. ritkulnak, aszerint, amint $r \gg \Delta$, másrészt divergálnak is sugárirányban, amint egy $1/2$ faktoriall veszünk figyelembe. Így az indukciótörvény

$$E_0 \Delta/2 + 2 E_0 \frac{r}{\Delta} r = H_0 \omega \Delta/2 r \times 10^{-8} \times 2/\pi$$

Az M indukció és az I mágnesezési törvény összevetéséből

$$r/\Delta \sim \sqrt{0.3 \omega^2 r^2 \times 10^{-22} - 0.5} \sim \sqrt{(r/\lambda)^2 - 0.5}$$

ahol λ a szabad terjedésnél mért hullámhossz. Ezt a következő alakban is lehet írni:

$$\lambda = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - 0.5 \left(\frac{\lambda}{r}\right)^2}}$$

A pontos számolás a

$$\lambda = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.385 \lambda}{r}\right)^2}}$$

összefüggést adja.

Ebből tehát azt olvashatjuk ki, hogy minden frekvenciához egy más csőhullámhossz tartozik és ez csak akkor egyezik meg a szabad terjedésnél mért λ hullámhosszal, ha ez nagyon kicsiny a cső méreteihez képest. Ilyenkor érthetően kicsi a cső befolyása. Leolvasható továbbá az is, hogy ab-

ban az esetben, ha $1 - \left(\frac{0.385 \lambda}{r}\right)^2 = 0$

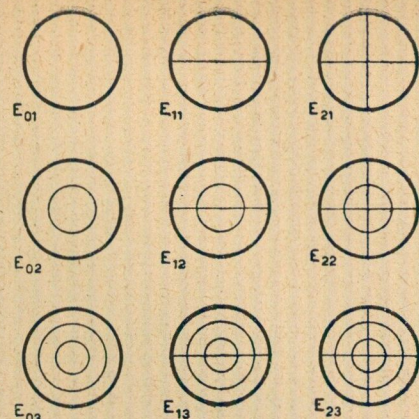
vagyis $\lambda = 2.6 r$, a csőben mért hullámhossz végtelen nagy lesz; ennél nagyobb hullámhosszot választva Δ imaginárius lesz, ami azt jelenti, hogy nincsen olyan hullámhossz, amely mellett a két alapegyenletet ki tudnánk elégíteni. Ezen ú. n. határhullámhossznál hosszabb hullámon energia a csővön nem vihető keresztül. Az ehhez tartozó frekvenciát határfrekvenciának hívjuk. Mászóval: adott csőméret mellett létezik olyan határfrekvencia, amelynél kisebb frekvenciával a csővön nem tudunk energiát keresztülvinni.

A vezetéssel áram útját a vezető meghatározza; a mezőáram és így az egész erővonal-eloszlás sokkal kötetlenebb, mert a vezető jelenléte csak azt írja elő, hogy az elektromos erővonalak merőlegesek legyenek a fém felületére. A csőben ilyen módon létrejövő hullámformák sokféleségének elrendezésében az egész kérdéskör más nézőpontja segít.

Az érnélküli kábelek kérdéséhez ugyanis más oldalról is közeledhetünk: a 2. ábrán látható erővonalaképet úgy képzelhetjük, hogy akként jött létre, hogy a henger tengelyébe egy sugárzó antennát helyeztünk és annak sugárzása a henger falain visszaverő-

dött. Ez a nézőpont az elméleti tárgyalást is leegyszerűsíti, egyszerűsít a való helyzetnek is ez felel meg, mert ennek a hullámformának ez a legtermészetesebb rezgéskeltési módja. Ilyen módon sok jelenség, legalább is kvalitatíve magyarázható. Az oda- és visszaverődő hullámok interferenciájából adódó hullámhossz Δ más lesz, mint a rezgés szabad terjedésnél mért hullámhossza. Másrészt a cső tengelyéből kiinduló, a cső falán 180° fázisugrást szenvedő hullámok a középpontban kioltanak egymást, ha a hullámhossz nagyon nagy volna a cső méreteihez képest. Ezzel a határhullámhossz is szemléletesebbé válik. Már most az összes létrejöhethető hullámformákat két nagy csoportra osztjuk, aszerint, hogy elektromos vagy mágneses dipolus segítségével keltjük-e őket. (Az elektromos dipolust egy λ_2 antenna, a mágneses dipolust egy áramhurok valósítja meg.) Az előbbieket az E hullámok, az utóbbiakat az H hullámok. Az E hullámoknál csak az elektromos térerősségnek van tengelyirányú komponense, míg a H hullámoknál csak a mágneses térerősségnek. Ebből persze az is következik, hogy az E hullámoknál a mágneses térerősségnek csak transzverzális komponensei, a H hullámoknál az elektromos térerősségnek vannak, ezért az előbbieket főleg Amerikában TM, az utóbbiakat TE (transverse magnetic resp. electric) hullámoknak is nevezik. Mindjárt megállapíthatjuk, hogy a koncentrikus kábel 1. ábrán látható (de korántsem egyedül lehetséges) erővonal elrendezése egészen különleges jellegű hullám (transv. el. and magn.). Ilyen hullámfajták léte a belső vezetéknek létrehozásához.

Bármely keresztmetszetű csőben létrejövő akár TM(E), akár TE(H) hullámforma két index-vel jellemezhető. Körkeresztmetszetű csövek esetén az első index egy (belső) kör mentén vett periodicitást jellemez. Ha ez 0, akkor az erővonal elrendezés körszimmetrikus, ha 1, akkor már van egy csomó átmérősként stb. A második index a csomóhengerek számát jellemzi. A 3. ábrán az E hullámoknál az elektromos térerősség hosszirányú



3. ábra

komponensének csomó felületeit és a megfelelő elnevezést tüntettük fel.

A 2., 4., 5. ábrán a legfontosabb hullámformákat rajzoltuk föl kör és négyzetkeresztmetszetű csövek esetén. Ugyanaz a hullámforma igen csekély különbséggel létezik kör- és négyzetkeresztmetszetű csőben is, de más lesz az elnevezése. Így pl.: a TM_{01} körkeresztmetszetű csőben létrejövő hullámformának a TM_{11} felel meg négyzetkeresztmetszetű csőben. A TE_{11} -nek a TE_{10} . Nincs azonban a TE_{01} -nek megfelelő erővonal elrendezés négyzetkeresztmetszetű cső esetén.

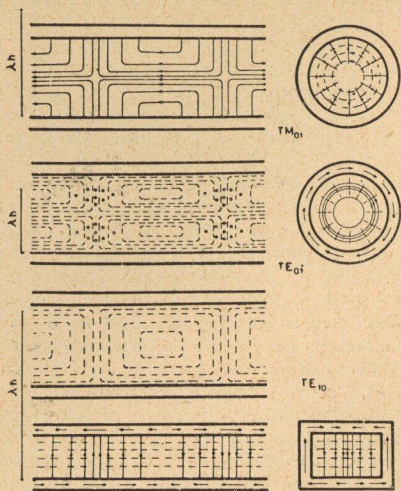
Az I. és II. táblázatban látható összeállítva az egyes hullámformák határfrekvenciája mind négyzet, mind körkeresztmetszet esetére. Alá vannak húzva azok a hullámformák, amelyek valamely oknál fogva külön figyelmet érdemelnek. Ezek erővonalai láthatók az egyes ábrákon. A TM_{01} (2. ábra) körszimmetrikus, könnyen előállítható, egyik legalacsonyabb határfrekvenciával bíró hullámforma. A TE_{01} (4. ábra) szintén körszimmetrikus, igen mehezen állítható elő; érdekessége, hogy csillapítása növekvő frekvenciával csökken. A TE_{11} és a négyzetkeresztmetszetűnek megfelelő TE_{10} (4. ábra) a legalacsonyabb határfrekvenciájú az összes lehetséges hullámformák közül, könnyen

Elnevezés		λ_h
Európa	USA	
E00	TM01	1.30 d
E10	TM11	0.82 d
Ec1	TM02	0.56 d
H00	TE01	0.82 d
H10	TE11	1.70 d
H01	TE02	0.45 d

Elnevezés		λ_h
Európa	USA	
E11	TM11	$2\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}$
E12	TM12	$2\sqrt{\frac{1}{a^2} + \left(\frac{2}{b}\right)^2}$
E21	TM21	$2\sqrt{\left(\frac{2}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{b}\right)^2}$
H10	TE10	2 a
H01	TE01	2 b
H02	TE02	b

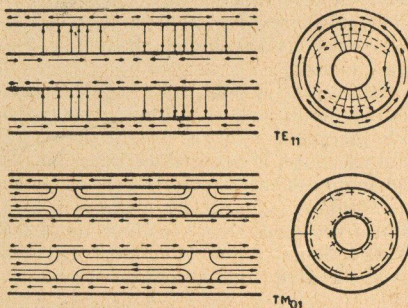
nyen előállítható, a gyakorlatban legfőképpen ezt alkalmazzák.

Koncentrikus kábelnél a legalacso-



4. ábra

nyabb határfrekvenciájú ún. n. domináns forma természetesen a TEM (1. ábra), mert ilyen módon még nulla



5. ábra

frekvencián (egyenárammal) is sikerül energiát átvinnünk. Ha azonban a hullámhosszat annyira csökkentjük,

hogy az a kábel külső kerületénél is kisebb lesz — feltéve, ha a külső vezeték és a belső vezeték átmérője nem nagyon különbözik — újabb hullámforma lehetséges (TE₁₁ 5. ábra).

Ha egy másik szélső esetet veszünk, amikor a belső átmérő kicsi a külsőhöz képest, akkor a $\lambda = 2.61r_k$ határnál kisebb hullámhosszok esetén újabb hullámforma, a TM₀₁ (5. ábra) is felléphet.

Az eddigiek alapján megrajzolhatjuk kör-, négyszögkeresztmetszetű és koncentrikus kábelek „átlátszósi” spektrumát. Így pl. (6. ábra a.) a körkeresztmetszetű cső 0-tól $1.76 \times 10^{10}/d$ frekvenciáig teljesen sötét, nem átlátszó. Ennél magasabb frekvencián elektromos energia már a TE₁₁ hullámformán áramolhat a csövön keresztül. Egyre magasabb frekvenciák felé haladva csövünk mind több és több hullámforma számára lesz átlátszó. 6. b. ábrán négyszögkeresztmetszetű csövekre látjuk ugyanezt. Igen fontos jelenség, hogy a TE₀₁, TE₀₂ hullámformák határfrekvenciája csak egyik mérettől függ, míg a többi hullámforma határfrekvenciáját a másik méret változtatásával tág határok között változtathatjuk, mindenesetre annak csökkentésével a határfrekvencia tetszőszerinti mértékben növelhető.

Koncentrikus csövek bármilyen frekvenciájú TEM hullámformán haladó rezgésre átlátszók. A külső és belső átmérő optimális viszonyára látjuk az újabb rezgési formák fellépésének frekvenciatartományát és szaggatott vonallal berajzoljuk a szélső helyzeteket is.

Ezeknek a spektrumoknak igen nagy jelentőségük van az egyes kábel-fajták használhatóságának megítélésénél. Egy-egy adott méretű hullámcső jó hatásfokú kihasználása érdekében azt kívánjuk, hogy csak egy

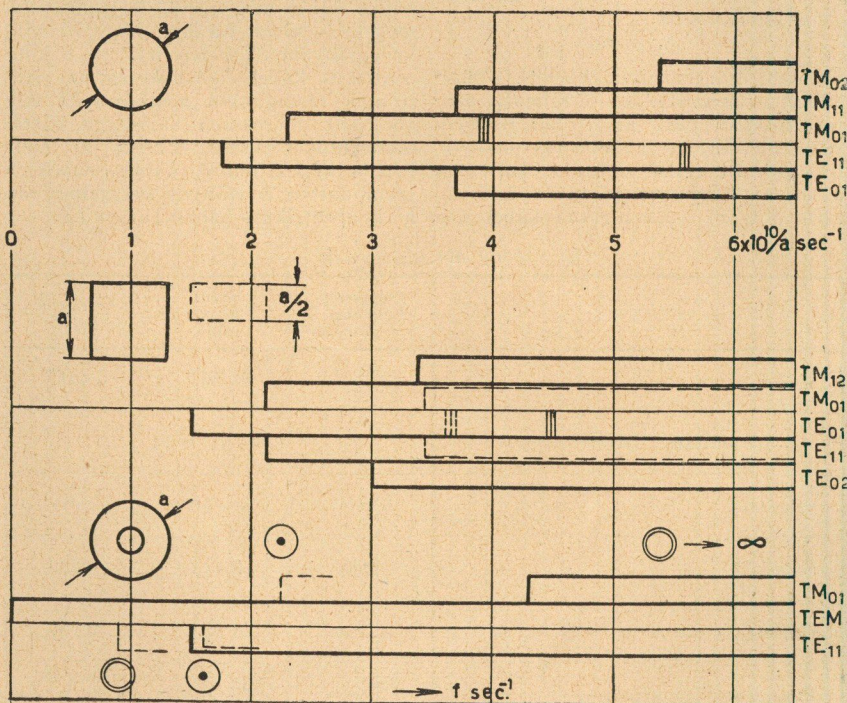
hullámforma jöhessen létre benne. Egy a nem kívánt hullámformák közül csak fölösleges veszteséget, a cső fölösleges igénybevételét vonja maga után. Minthogy a leggyakrabban az adott hullámformára szabott rezgőkeltő berendezés is a felharmonikusok egész sorát kelti, ezek kiszűréséről mindjárt a cső méretezésével gondoskodunk. A kábel sokszoros kihasználása különböző hullámformákon elvileg lehetséges, gyakorlatilag azonban már az is komoly akadály, hogy a különböző idomdarabok, könyök, csatlakozó, adott frekvenciasávra és hullámformára méretezendő. Hogy a veszteséget okozó más hullámformát eleve kikapcsoljuk, egy kábel üzemi frekvenciáját a domináns hullámforma határfrekvenciája és a közvetlen következő határfrekvencia közé eső sávban választjuk.

A 6. ábrára ránézve a koaxiális kábelek előnye itt szembeötlő. Nullától a TE₁₁ határfrekvenciáig terjed a felhasználható hullámsáv. Négyszögkeresztmetszetű csőben a két oldal viszonyának megválasztásával el lehet érni, hogy a domináns TE₀₁ hullámforma határfrekvenciája után a TE₀₂ határfrekvenciája következék elsőnek; a: b = 1:2 arány esetén, mint az ábra is mutatja, ez már bekövetkezik. Ebben az esetben a cső $1.5 \times 10^{10}/a$ ciklustól $3 \times 10^{10}/a$ ciklusig terjedő sávban használható anélkül, hogy valamilyen más hullámforma is fellépne. A sávzsélesség itt 2:1, míg a körkeresztmetszetű csőnél csak 1.3:1-hez. Ez a tény, másrészt az, hogy a körkeresztmetszetű kábel domináns hullámformája, a TE₁₀ nagyon érzékeny a keresztmetszet deformációja iránt, amennyiben az a mező polarizáció irányát változtatja meg és így a véteínel nehézséget okoz — a négyszögkeresztmetszetű csöveket helyezi előtérbe a körkeresztmetszetűvel szemben. Mindazonáltal néha feltétlenül szimmetrikus erővonalrendezésre van szükség (pl.: RADAR-készülékekénél gyakran fellépő forgóátvezetők esetén). Ilyenkor a TM₀₁ hullámformát alkalmazzuk.

Már említettük a TE₀₁ hullámformát; ennek csökken a csillapítása növekvő frekvenciával. Előállítására nagyon körülményes, három másik hullámforma is létrejöhet és létre is jön ugyanakkor, amellettszőkanyar is újabb hullámformákat hoz létre, amelyek együttesen megakadályozzák, hogy az említett kiváló tulajdonságát gyakorlatilag kihasználhassuk.

Az egyes hullámformák alkalmazásának célszerű voltára derít további fényt a csillapítási viszonyok vizsgálata. Tökéletes dielektrikumot (rendszerint levegő) tétélevez ugyanis fel csak a cső falában folyó áramok okoznak veszteséget, emiatt a térerőségek a cső tengelye mentén csökkennek. A vezeték falában folyó áramok vizsgálatát már ez egymagában is indokoltá teszi, fonos azonban a cső falában vágott lukak, rések befolyásának megítélésében is.

A TM₀₁-nél (2. ábra) csak axiális áram van, maximális értéke egybeesik a feszültség, helyesebben térerős-



6. ábra

ség maximális értékével. TE_{01} (4. ábra) esetében csak transzverzális áram van. Az áram közvetlenül a rá merőleges mágneses térrel van összefüggésben, maximuma ott van, ahol a mágneses tér axiális komponensének maximuma van, tehát a maximális térerősség síkjától $\sqrt{4}$ távolságra. Töltések sehol sincsenek a henger falán.

A TE_{10} hullámformának kör vagy a TE_{11} hullámformának négyzetkeresztmetszetű csőben teljesen hasonló az áram e.oszlása. Ebben az esetben van axiális és transzverzális áram is. Az előbbi a fedő- és alaplapon mozgó töltésekből adódik, maximális értéke tehát egybeesik a térerősség maximális értékével. Az utóbbi a mágneses tér axiális komponensével függ össze, maximuma tehát $\sqrt{4}$ -re el van tólva a térerő maximumától.

A csillapítás menete annyiban mindegyik hullámformánál megegyezik, hogy a határfrekvenciánál és az alatti a csillapítás végtelen nagy, ami érthető, mert hiszen addig, még ideális vezetők esetén sem hadhat semmi energia. A csillapítás rohamosan csökken ezután a frekvencia növelésével, majd egy minimum elérése után — a körkeresztmetszetű csőben fellépő TE_{01} kivételével — a csillapítás ismét nő.

A körkeresztmetszetű csőben létrejövő TM_{01} (2. ábra) hullámforma esetén, ha a frekvencia nő, úgy, hogy az átáramló teljesítmény konstans, ami abban az esetben, ha már nagyon messze vagyunk a határfrekvenciától, azt jelenti, hogy a H mágneses tér konstans, akkor természetesen az ezzel összefüggő axiális köpenyáram is konstans lesz. A frekvencia növelésével a szkin mélység \sqrt{f} arányban csökken, az ellenállás ennek megfelelően megnő, végülis a r_c^2 veszteség \sqrt{f} arányban nő.

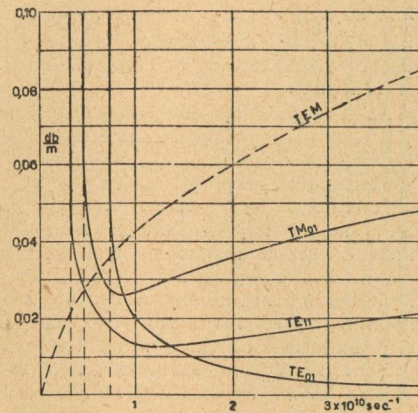
Merőben másként viselkedik jóval a határfrekvencia fölött tartományban a TE_{01} hullámforma (szintén körkeresztmetszetű csőben). Konstans átáramló energia mellett a mágneses tér közepes értéke konstans, de a λ/r viszony csökkenése miatt az axiális térerősség egyre csökken, márpedig ez hozza létre a transzverzális köpenyáramokat, tehát a köpenyáram annyira csökken, hogy az ellenállás-növekedés ellenére is a veszteségek csökkennek.

A TE_{11} veszteség szempontjából átmeneti alak az előző kettő között. A transzverzális áram csökken, az axiális konstanshoz tart. Elég nagy frekvenciák esetén a veszteség ugyanúgy fog nőni, mint TM_{01} esetében, de a határhullámhossz környezetében erősebben csökken. A csillapítás görbéje az előző kettő között megy.

Számszerű viszonyok a 7. és 8. ábrán láthatók. Említettük, hogy négyzetkeresztmetszetű csövek esetén a TE_{10} hullámforma határhullámhossza nem függ a b mérettől (vagyis az erővonalakkal párhuzamos oldal mérettől). A csillapítás azonban már függ, mint azt a 8. ábra is mutatja. Berajzoltuk azt a sávot ameddig a

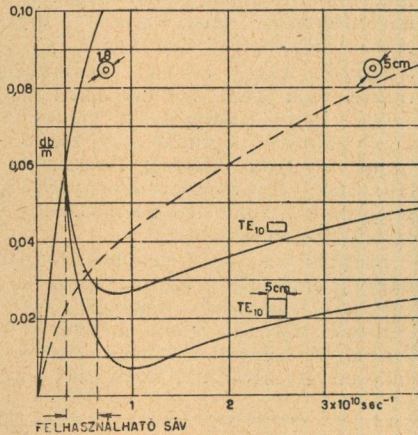
csövet a fentiek értelmében célszerű használni. Látjuk, hogy a cső minimális csillapítása nem esik bele ebbe a frekvenciatartományba.

Összehasonlítva a hullámcsövek csillapítását az elméleti, minden dielektrikumtól mentes, merev kon-



7. ábra

centrikus kábelek csillapításával, azt találjuk, hogy az előbbieké jobb, még akkor is, ha azonos külső-átmérőt veszünk. Összehasonlításként itt szokás még azonos területű és azonos



8. ábra

kerületű koncentrikus kábelt és üres kábelt összehasonlítani. Komoly adatot azonban csak az azonos frekvenciasávon dolgozó kábelfajták összevetése ad. Itt emlékeztetnünk kell arra a tényre, hogy egy bizonyos frekvencián dolgozó koncentrikus kábel mé-

retének felső határa van: ha ugyanis a kábel külső kerülete a hullámhossz értékéhez közeledek (aurlól), vagyis nagyobbítva a kábelt), újabb hullámforma lép föl. A 6. ábrából leolvashatjuk, hogyha azt akarjuk, hogy a koncentrikus kábel ugyanolyan magas frekvenciákig használható legyen, mint a négyzetkeresztmetszetű dielektromos kábel, a koncentrikus kábelben fellépő TE_{11} határfrekvenciáját fel kell tolnunk a négyzetkeresztmetszetű csőben fellépő TE_{02} határfrekvenciáig, ami csak úgy lehetséges, hogy a koncentrikus kábel külső átmérőjét 1:3 — 1:2 arányban csökkentjük a dielektromos kábel nagyobb méretéhez képest. Ekkor a csillapítás végképpen a dielektromoskábel javára dönt.

Az a tény, hogy a dielektromoskábel minimális mérete, a koncentrikus kábel maximális mérete van meghatározva, 10 cm (3000 Mc) hullámhosszig feltétlen előnyt ad a koncentrikus kábeleknél. 10 cm hullámhossz alatt egészen pár cm-ig, az elérendő célnak megfelelően bármelyiket használhatjuk.

A III. táblázatban látható egy 5000 MC (6 cm) frekvenciájú energiát vivő négyzetkeresztmetszetű, merev és hajlékony koaxiális kábel adatainak összehasonlítása.

Ebből azt is láthatjuk, hogy a maximális szállítható energia is nagyobb, kb. négyszer akkora dielektromos kábelnél, mint koncentrikus kábelnél. Az átvihető energiamennyiséget a levegő elektromos szilárdsága szabja meg. Ezt ilyen nagy frekvenciánál is 30.000 Voltra lehet venni és ebben az esetben az átvitt teljesítmény

$$P_W = 3.85 (a \cdot b) \frac{\lambda}{\lambda_g} 10^6 \text{ watt}$$

A koncentrikus kábel egyetlen előnye a kisebb mérete és alig $1/3$ a súlya. Ez az előny 1—2 cm-es hullámnál hátrányára válik: a koncentrikus kábel megengedhető legnagyobb mérete is olyan kicsiny, hogy — mint az egyik amerikai lap írja — a koncentrikus kábel elkészítésnek az elektromos szempontok megkövetelte mechanikai pontossága valóságga ékszerésztechnikát kíván. Ebben az esetben a dielektromos kábel ebből a szempontból is előnyös helyzetben van a koncentrikus kábellel szemben.

5000 Mc tápvezeték

	Négyzetkeresztm. v. hullámcső	Merev koax kábel	Flexibilis kábel
Külső méret	2"×1"	0.25"	0.420"
Vezető felület	e z ü s t		
Szigetelő	levegő	levegő	polyethylen
Súly $\frac{kg}{m}$	2.08	0.435	0.223
Csillapítás db/m	0.036	0.115	0.755
Fnergiaszállító képesség	1.2 Mw	0.3 Mw	Csúcs kb. 0.3 Mw 66 watt folyt.

Alkalmazott Elektronika

(Applied Electronics, J. Wiley & Sons, Inc. New York 1943, hetedik lenyomat 1945)

Bevezetés az elektrotechnikába, az elektroncsövek és ezekkel kapcsolatos áramkörök technikájába.

A Massachusetts Institute of Technology elektronmérnöki szakosztályának tanári kara néhány év óta dolgozik egy tankönyv-sorozaton, melyhez a fenti címen megjelent könyv is tartozik és amelynek eddig a következő kötetei jelentek meg:

Elektromos Áramkörök (bevezetés az áramkörök analizésébe elektromérnök-hallgatók számára.)

Mágneskörök és Transzformátorok (bevezető erősáramú és híradástechnikai mérnök-hallgatók számára.)

Előkészületben van több kötet haladottabbak számára is:

Az Áramkör-Analízis Matematikája.

Quasistationer Áramkörök Elméletének Alkalmazásai (Applications of Lumped-Circuit Theory).

Átviteli vezetékek, Hullámvezetékek és Antennák Elmélete.

Mindezek a tankönyvek a tanári kar kollektív munkájának eredményei, az egyes könyveken, az egyes fejezeteken az egyéni szerzők neve fel sincs tüntetve. Ennek az újszerű munkamódszernek, a jól koordinált kollektív munkának, igen nagyok az előnyei: ismétléseket mellőz, jól egybehangolja a különböző tárgyakat, tágitja a látókört nemcsak a tankönyvek használóinak, hanem azok íróinak is.

A tankönyvsorozat az átlagdiák számára érthető tárgyalásmódot használ és rendszeres képzettség elnyerésére ad lehetőséget, de emellett mélyebb és exaktabb ismereteket is közvetít a kiváló diáknak és képzett mérnöknek. Közös alapot kíván adni az elektrotechnika különböző ágaiban dolgozni szándékozók számára, függetlenül attól, hogyan specializálják későbbi tanulmányaikat.

Az „Alkalmazott Elektronika” tankönyve is a fenti általános elvek sze-

rint készült. A könyv 12 fejezetre beosztott három főrészből áll. Az első rész a elektronikai berendezések működésének fizikai alapjait ismerteti. A második rész azt taglalja, hogyan adódnak az első részben tárgyalt jelenségekből a különböző elektronikai eszközök jellemző tulajdonságai. A harmadik rész az alkalmazásokat foglalja magában.

A könyv anyagáról kimerítő képet adnak a fejezetek címei:

I. Elektron-ballisztika.

II. Fémek elektron-emissziója.

III. Elektromos vezetés vákuumban, gázokban és gőzökben.

IV. Vákuumcsövek.

V. Gáztöltésű csövek.

V. K. ZWORYKIN és G. A. MORTON:

Television The Electronics Of Image Transmission

Kiadó: John Wiley and Sons, Inc. New York. Chapman and Hall Limited London. Első kiadás 1940. Harmadik lenyomat. 1945. 646 o.

A könyv társszerzője Zworykin, aki a távolbalátó-készülékek kifejlesztése terén maga is komoly érdemeket szerzett, jelenleg pedig az R. C. A. (Radio Corporation of America) kutató-laboratóriumainak társigazgatója, Morton pedig az R. C. A. elektrontechnikai kutató-laboratóriumának tagja.

A könyv célja, hogy általános áttekintést nyújtson a rohamosan fejlődő távolbalátó-technika mai állásáról. Kiválóan alkalmas tankönyv céljára, de a gyakorlati távolbalátó-technikusok is haszonnal forgathatják. A készülék tervezéséhez szükséges számítások elvi alapjait közli, de lehetőség szerint a gyakorlati megoldásokhoz szükséges adatokat is szolgáltatja. Különös értéke a könyvnek, hogy minden fejezet végén a rá vonatkozó irodalom gazdag jegyzékét találhatjuk.

A mű négy főrésze tagozódik. Az

VI. Egyfázisú egyenirányító áramkörök.

VII. Többfázisú egyenirányítók.

VIII. Vákuumcsövek mint lineáris áramköri elemek. A-osztályú egyfokozatú erősítők.

IX. Többfokozatú A-osztályú erősítők. Negatív visszacsatolás.

X. Erősítők, melyeknek működése a csőkarakterisztikák nem lineáris tartományába is kiterjed. AB-, B- és C-osztályú erősítők.

XI. Vákuumcsöves oscillátorok.

XII. Moduláció és demoduláció.

Függelékek.

Gyakorlófeladatok az egyes fejezetekhez.

A könyv természetszerűleg nem merítheti ki a tárgy minden részletét és erre nem is törekszik. Ezzel szemben a gondolat és az elemzés szigorúságára igen nagy súlyt helyez. Mindenütt a gondolatlánc teljességére törekszik, hogy elkerülje azokat a hézagokat, melyeken a tapasztalt mérnök ugyan átsiklik, de amelyek a gondos diáknak nehézséget okoznak.

Kornfeld Albert

első rész az alapvető fizikai fogalmakat tárgyalja. Az elektronemisszió és a fluorescens-anyagok ismertetése után az elektronoptika matematikai alapjait foglalja össze, majd bevezetést nyújt a vákuumtechnikába.

A második részben a távolbalátó-készülékek elvi alapjaival és az idők folyamán felmerült különböző gyakorlati megoldásokkal ismerkedhetünk meg. A harmadik rész a ma forgalomban levő készülékek főrészeivel foglalkozik. Részletesen bemutatja az ikonoszkópot, kineszkópot, az elektronágyút, szélessávú erősítőt, időeltérítő berendezést, a televíziós adó- és vevőberendezések felépítését. A negyedik részben az R. C. A.—N. B. C. távolbalátó-rendszert ismerteti, röviden bepillantást enged a stúdiók munkájába és körvonalazza a távolbalátás mai problémáit.

A. Gy.

Késleltetett jelfogók

(*Electrical Engineering*, 1946 dec.)

Az A.I.E.E. (*American Institute of Electrical Engineers*) távközlési bizottsága, a gyors és lassú működésű jelfogók albizottságának ösztönzésére 1946. évben a késleltetett jelfogókról értekezletet tartott, melyen tárgyalta anyagról és az eddigi kutatásokról számol be a cikk keretében három szerző.

A cikk 1. részében *Arthur Bessey Smith* (Aut. El. Laboratories Inc. Chicago, alelnöke) a késleltetett jelfogók történetét ismerteti. Foglalkozik a késleltetés fogalmával, amely szerinte nem meghatározott idő, hanem a késleltetést bizonyos feltételek mellett működő jelfogók átlagos sebességéhez kell viszonyítani. Késleltetett jelfogókat ma már sok területen alkalmaznak, úgy mint: erősáramú berendezéseknél, távírónál és távbeszélőnél. A távbeszélő az a terület, ahol ezek a jelfogók igazán érvényesülnek. A kézikészítésű központokban késleltetett jelfogókra általában nincs szükség. 1904. évben alkalmazta először az *Automatic Electric Co.* a gyors és a lassú jelfogókat a számjegyek szétválasztásánál, utóbbiak lassítására rézhüvelyt használva fel. Más eszközök, mint pl. óramű levegőszabályozással is szerepeltek a régebbi megoldások között, de úgy látszik a távbeszélőüzemben a rézgyűrű és rézhüvely a legjobban bevált eszközök a késleltetésre.

A cikk 2. részében *H. N. Wagar* (a newyorki Bell Telephon Lab. műsza-

ki törzsének a tagja) a késleltetett jelfogóknak a távbeszélő kapcsolástechnikában való alkalmazását ismerteti. Bemutatja a távbeszélő központokban milliószámba alkalmazott «U» típusú jelfogót megjegyezve, hogy működési ideje 1/20 mp. alatt van és elengedése 50—500 ezredmásodpercig késleltethető megfelelő pontossággal az érintkező rúgók számának feloldozása nélkül. Ismerteti a késleltetett működés elvét késleltető gyűrű, vagy rövidzáras menetek esetén. Kifejezi az elengedési idő egyetlenét és kifejti az

egyenletben szereplő «*conductiv*» és „*induktív*» tényezők befolyását az elengedési időre. Végül összegezi a lassú elengedést elősegítő tényezőket. Bemutatja az «*Y*» típusú jelfogót, mely a lassú elengedés követelményeinek szem előtt tartásával készült.

A cikk 3. részében *Andrew W. Stromberg-Carlton Comp.* Rochester N.J. tagja) behatóan tárgyalja a jelfogó meghúzásakor és elengedésekor lejátszódó mechanikai és mágneses erőviszonyokat. Bemutatja az ütközőpecek-nélküli lassú elengedésű jelfogó túlgerjesztésének hatását az elengedési ampermenetszámra, tehát az elengedési időre is. Vizsgálja a rövidzáras menetek (gyűrű) és a meghúzott maglégrés, az ütközőpecek magasság és más tényezők befolyását az elengedési idejére.

Salló

Thermistorok, hőérzékeny ellenállások sajátságai és alkalmazásai

J. A. BECKER, C. B. GREEN, G. L. PEARSON, Bell Telephone mérnökeinek cikke az Electrical Engineering 1946. novemberi számából.

A thermistor vagy hőmérséklet változására érzékeny ellenállás szilárd félvezetőkből készül és ellenállása a hőmérsékletének változására nagymértékben változik. A thermistor meglepő alkalmazási lehetőségeket ad a tervező mérnököknek a műszaki alkalmazások számos területén, hogy feladatait egyszerűbben, gazdaságosabban és jobban hajthassa végre, mint az eddigi rendelkezésre álló eszközökkel.

Az első rész a félvezetők szerkezeti elrendezését és annak feltételeit tárgyalja, hogy miképpen lehet azokat

áramköri elemekként kihasználni.

A második része a thermistorok alkalmazását tárgyalja. Ilyen alkalmazási területek: érzékeny hőmérők, hőellenőrző-elemek, egyszerű hőkompenzátorok, nagyfrekvenciájú teljesítmény-mérők, átviteli rendszerek erősítői, ellenőrzői, feszültségszabályozók, beszédvolumen-korlátozók. Azt, hogy a thermistoroknak időkonstansa igen csekély, bolométereknél és hangfrekvenciás oszcillátoroknál, modulátoroknál és erősítőknél használhatjuk ki előnyösen.

s. P. V.

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

a Magyar Technika állandó melléklete

Szerkesztők: Gerő István, Salló Ferenc, Valkó Iván Péter — Szerkesztőség: Budapest, V., Szalay-utca 4

Szerkesztőségi óra: szombaton 12—2-ig — Felelős szerkesztő és kiadó: Zentai Béla — 509.47. Hungária Hírlapnyomda Rt Budapest, V, Bajcsy-Zsilinszky-út 34. Felelős: dr Bródy László