

E 870

2/4

Magyar HIRADÁSTECHNIKA

ELLENŐRÖZVE
1952

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

5-6

Felelős szerkesztő:

Lévai Pál

Szerkesztőbizottság:

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

Szerkesztőségi titkár:

Szokol Hubert

Megjelenik kéthavonta

Előfizetési ár egy évre 30.—,
 példányonként 6.50

Egyesületünk őszi munkaterve	65
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége III. közgyűlé- sének határozataiból	66
Heckenast Gábor: A mágneses hangrögzítés elmélete	67
Dr. Radványi László: Takarékoskodjunk a dielektrikum-anyagokkal	77
Újrendszerű vonalesillapításmérő. Hozzászólás dr. Magyar Endre cikkéhez	78
Adamis Béla: Nagystabilitású oszcillátorok és ezek alkalmazása a közös hullámú adók vezérlésénél	80
Varga Géza: Nagyfeszültségű áramfejlesztők különös tekintettel a transz- formátorokra és azok méretezésére	85
Dr. Bardócz Árpád és Kemény Ádám: Elektronikus időjelgenerátor szikra- jelzéssel	95
A Mérnöki Továbbképző Intézet 1952—53. évi h ir ad á s t e c h n i k a i előadásai	96
Программа работ Общества на осень	65
Из решений III. сессии Союза Обществ Технических и Естественных Наук	66
Гекенаст Габор: Теория записи звуков магнитофоном	67
Радваньи Ласло: Как экономить диэлектрические материалы	77
Новейшее устройство для измерения затухания линии. Заметка к статье Андрея Мадяри	78
Адамиш Бела: Осцилляторы большой устойчивости и их применение для управления радиостанциями общей длины волн	80
Варга Геза: Генераторы высокого напряжения с особым вниманием на трансформаторы и их конструирование	85
Бардоц Арпад и Кемень Адам: Электронный времясигнальный гене- ратор с искровым сигналом	95
Лекции Института Усовершенствования Инженеров на темы связи в 1952/3 у. г.	96
G. Heckenast: Theorie der magnetischen Schallaufzeichnung	67
L. Radványi: Einsparen an dielektrischem Material bei elektrischen Sieb- ketten	77
B. Adamis: Hochstabile Oszillatoren und ihre Anwendung zur Steuerung von Gleichwellensendern	80
G. Varga: Elektrische Höchstspannungsanlagen mit Rücksicht auf die Transformatoren und deren Dimensionierung	85
A. Bardócz und A. Kemény: Elektronischer Zeitsignalgeber mit Funken- zeichen	95
G. Heckenast: Théorie de l'enregistrement sonore magnétique	67
L. Radványi: Économisez des matériaux diélectriques	77
B. Adamis: Oscillateurs de haute stabilité et leur application pour la commande des émetteurs à ondes communes	80
G. Varga: Générateurs haute tension, concernant plus spécialement les transformateurs et leurs dimensions	85
A. Bardócz & A. Kemény: Générateur de signal de temps électronique à l'étincelle	95
G. Heckenast: Theory of magnetic sound recording	67
L. Radványi: Saving dielectrics in filter networks	77
B. Adamis: High stability oscillators and their application to shared wave broadcasting systems	80
G. Varga: High voltage generators with a view to the transformers and their design	85
A. Bardócz and A. Kemény: An electronic spark time marker	95

Egyesületünk őszi munkaterve

»Hazánkban a felszabadulás után soha nem ismert mértékben indult meg az alkotó munka. Dolgozó népünk Pártunk vezetésével gyors léptekkel halad előre a szocializmus építése útján, élvezve a nagy Szovjetunió sokoldalú baráti segítségét és a népi demokráciákkal való együttműködés eredményeit.

Ötéves tervünk nagyszerű célkitűzései mögött egyemberként sorakozik fel dolgozó népünk. Mérnökeink, technikusaink, kutatóink felismerték a szakmai fejlődésnek, az alkotó munkának azokat a hatalmas lehetőségeit, amelyeket népi demokráciánk nyújt számukra. Pártunk, munkásosztályunk és egész dolgozó népünk bizalma, megbecsülése és állandó támogatása megsokszorozta alkotó kedvüket. Műszaki dolgozóink, tudományos szakembereink egyre nagyobb eredményeket érnek el a termelésben, a kutató munkában, egyre jobban magukévá teszik, alkalmazzák a világ leghaladóbb tudományának, a szovjet tudományának eredményeit.

Műszaki és tudományos dolgozóink hazájukhoz való hűségét, dolgozó népünk iránti szeretetét tükrözi egyesületeink fejlődése, amelyekben sokezeren végeznek társadalmi munkát, ezzel is hozzájárulva népgazdaságunk fejlesztéséhez, műszaki és tudományos színvonalunk emeléséhez. A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségébe tömörült 25 tudományos egyesület munkáját ötéves népgazdasági tervünk célkitűzéseinek szolgálatába állítja.

Egyesületeink eddig is eredményesen vettek részt ötéves tervünk számos műszaki, mezőgazdasági és természettudományi problémájának megoldásában. Ennek a munkának azonban a jövőben még tervszerűbben kell igazodnia ötéves tervünk főfeladataihoz«.

*

Az M. T. E. Sz. III. közgyűlésén hozott határozat e kezdő szavai nagy vonalakban már megmutatják az irányt, melyen a műszaki egyesületeknek haladniuk kell. A közgyűlés megvitatta az egyesületek kétesztendei munkáját és részletesen kitűzte azokat a feladatokat, amelyek a legközelebbi időkben az egyesületekre, valamint a műszaki értelmiségre várnak.

Alapanyagbázisunk kiszélesítése, a minőség fokozása és mérése, az önköltség csökkentése, új gyártási eljárások bevezetése, a szovjet tudomány és eredmények felhasználása és elterjesztése, ütemes termelés, Sztahanov- és munkaverseny-mozgalom, műszaki káderképzés, ezek a legfontosabb területek, melyeken a közgyűlés határozata súlyponti feladatainkat megjelöli.

Egyesületünk őszi munkatervének elkészítésénél a fentiekben vázolt szempontok irányadóknak tekintendők. Iparágunk legfontosabb feladatait megbeszéltük a Postaügyi Minisztérium, a Kohó és Gépipari Minisztérium, Országos Terhrhivatal és a Magyar Tudományos Akadémia illetékes szerveivel. A szakosztályok e meg-

beszélések tekintetbevételével készítették el tematikájukat, majd részletes munkatervüket.

Nagy feladatok várnak már a most következő őszi évadban is Gyártástechnológia és Konstruktív szakosztályunkra. A híradástechnikai alapanyagok és alkatrészek hazai gyártása, az importanyagok csökkentése új technika és technológiai eljárások bevezetésével, a minőség javítása, az önköltség csökkentése, szerkesztő kádereink műszaki színvonalának emelése és új szerkesztők kiképzése, mind olyan kérdések, melyek megoldásában e szakosztályunk igen tevékeny részt fog venni.

Távbeszélő szakosztályunk főleg a távbeszélő főközpontok, alközpontok és készülékek korszerűsítésének a kérdéseivel, a felhasznált importanyagok csökkentésével és a fejlesztés feladataival fog foglalkozni.

Átviteltechnikai szakosztályunk mérés-technikai kérdésekkel, a hazai gyártásba bevezetendő új vívófrekvenciás távbeszélő és táviró berendezésekkel, a vezetékes rádió és a miniatürizálás kérdéseivel fog előadásokban, munkabizottságokban foglalkozni.

A Rádió-szakosztály fő témái a műsorszóró adó- és vevőberendezések korszerűsítése, mezőgazdasági diszpécser-szolgálat és a távolbalítás kérdései.

Az Elektroakusztikai szakosztály főleg a stúdiókkal kapcsolatos elektroakusztikai kérdésekkel fog foglalkozni, beleértve a televíziós stúdiókat is.

Vacuumtechnikai szakosztályunk az adó-, vevő- és egyenirányító csövek, a fényforrások és fotocellák fejlesztésének és gyártásának a kérdéseivel fog súlyponti kérdésként foglalkozni, különös tekintettel az importanyagok csökkentésére és a hazai anyagok alkalmazására.

Röntgen-szakosztályunk folytatni fogja nagysikerű tanfolyamát és a hazai röntgengyártás és fejlesztés kérdéseit fogja központi előadásokban és munkabizottságokban tárgyalni.

Megindult vidéki fejlődésünk is, debreceni csoportunk május óta klubesteken és előadásokon tárgyalja az aktuális híradástechnikai kérdéseket. Rövidesen megalakítjuk miskolci és győri csoportjainkat is.

Az őszi kezdetén megalakítjuk üzemszervezési szakosztályunkat, mely elsősorban az ütemes gyártás kérdéseivel és a híradástechnikai vállalatok tervezésének kérdéseivel fog foglalkozni.

Fokozott feladatok várnak felsőoktatási és középfokú oktatási bizottságainkra műszaki káderképzésünk fejlesztésében. Híradástechnikai felső és középfokú oktatásunk csak néhányszáz fős multira tekinthet vissza, levelezőoktatásunk csupán egy esztendeje kezdte meg működését és a Mérnöki Továbbképző Intézet is csak most lépett rá arra az útra, melyet a szocializmust építő államban a mérnöktovábbképzésnek követnie kell. Felsőoktatási és középfokú oktatási bizottságainknak mindezekkel kapcsolatban még megoldásra váró kérdésekkel kell foglalkozniuk.

Nagy feladatok előtt áll Szovjet dokumentációs bizottságunk annak a célnak elérése érdekében, hogy a híradástechnikai műszaki értelmiség is megismerje a szovjet technika eredményeit és a tapasztalatok elterjesztésében járuljon hozzá műszaki színvonalunk emeléséhez és iparunk fejlesztéséhez.

Könyvbizottságunk elsősorban az 1953-ban kiadásra kerülő eredeti munkákra és fordításokra vonatkozó avaslataival fog hozzájárulni a magyar híradástechnikai könyvtár fejlesztéséhez.

Komoly hiányossága egyesületünknek, hogy az

üzemekben még alig fejtünk ki működést és komoly eredményekről még egyáltalán nem számolhatunk be. Üzemi munkánkat meg fogjuk javítani és az üzemi csoportok megszervezésére az első lépéseket már megtettük. Ebben a munkánkban nemcsak valamennyi tagunknak, hanem a vállalatok és intézmények vezetőségének is hathatós támogatására számítunk.

Egyesületünk részletes őszi munkatervét minden tagunknak el fogjuk küldeni és biztosan számítunk annak megvalósításában minden tagunk közreműködésére.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége III. közgyűlésének határozataiból

A szovjet tudomány és technika.

Ötéves tervünk megvalósításának egyik főszöke, munkásosztályunk és értelmiségünk jó munkája mellett, a Szovjetunió tudományos technikai segítsége. Műszaki értelmiségünk mind jobban ismeri a Szovjetunió tudományos és technikai eredményeit, mindinkább megérti, hogy eredményes munkájához nem nélkülözheti a szovjet tapasztalatok ismeretét. Egyesületeink eddig is jelentős munkát végeztek a szovjet eredmények ismertetésében folyóirataikban és előadásaikban és számos munkabizottság eredményeinek alapját a szovjet szakirodalom képezte. Az ebben a munkákban nyújtott nagy segítségért és önzetlen közreműködésükért külön is köszönettel tartozunk a nálunk járt szovjet szakembereknek.

Egyesületi munkánknak azonban általában hiányossága, hogy a szovjet tapasztalatokat elsősorban csupán ismertettük, de nem foglalkoztunk elég következetesen azok alkalmazásával.

Feladatunk, hogy az eddigi központi előadásokon és a szokásos szűkkörű egyesületi klubesteken túlmenően, üzemi és vidéki előadásokon is rendszeresen ismertessük meg a műszaki és tudományos dolgozók legszélesebb rétegeivel a szovjet tudomány eredményeit. Szóltassuk meg a szovjet tapasztalatokkal közvetlenül rendelkező szakértőket mind az egyesületekben, mind az üzemekben és tekintsük feladatunknak az üzemekben már alkalmazott szovjet tapasztalatok minél szélesebb körben való elterjesztését. Egyesületeink legyenek az élen-

járó technika terjesztésének harcosai, a szovjet műszaki és tudományos irodalom állandó tanulmányozása váljék mérnökeink, technikusaink munkájának elválaszthatatlan részévé.

A szovjet műszaki és tudományos eredmények ismertetésén túlmenően harcoljunk azok gyakorlati alkalmazásáért.

Munkabizottságaink foglalkozzanak rendszeresen a szovjet eredmények hazai alkalmazása lehetőségének és módjainak felkutatásával, az ezek bevezetését gátló körülmények feltárásával és kiküszöbölésével. Szaklapjaink a szovjet cikkek fordításán, vagy a szovjet munkák referálásán túl mutassanak rá a hazai felhasználás lehetőségeire és módjára. Közzöljenek összefoglaló cikkeket a szovjet szaksajtó és szakirodalom közleményei alapján. A műszaki és tudományos szakemberek tekintsék feladatuknak technikai, kulturális színvonaluk emelése céljából az orosz nyelv elsajátítását.

Sokkal többet kell foglalkozniok egyesületeinknek a népi demokratikus országok technikai és tudományos eredményeinek ismertetésével és nálunk való meghonosításával is.

*

A MTESz III. közgyűlése által kitűzött feladatok végrehajtása minden magyar mérnök, technikus és tudományos dolgozó becsületbeli ügye, mert ezzel a szocializmus építésének gyorsítását, hazánk erejének növelését, a Szovjetunió-vezette békétábor erősítését segítjük elő.

A mágneses hangrögzítés elmélete

HECKENAST GÁBOR

A hangrögzítés technikájában az elmúlt évtized alatt szinte forradalmi fejlődés ment végbe a mágneses hangrögzítés újabb módszereinek kidolgozása következtében. Poulsennek a századforduló idején szabadalmazott eljárása közel negyven éven át csak diktafon berendezéseknél nyert alkalmazást. A nagyfrekvenciás törlés és előmágnesezés, valamint a vágható és ragasztható mágnesezhető szalagok gyártásának kidolgozása azonban a mágneses hangrögzítés kiváló minőségét, olcsóságát és kényelmes, könnyű kezelhetőségét valamennyi más hangfelvételi eljárással szemben biztosította.

Az alábbiakban ennek a rögzítési módszernek elméleti alapjait, és a gyakorlati alkalmazásnál szerzett elméleti vonatkozású eredményeket fogjuk áttekinteni. Mielőtt azonban a részletek tárgyalásába kezdenénk, ismerkedjünk meg a mágneses hangfelvételi eljárás fázisaival és alkotó elemeivel.

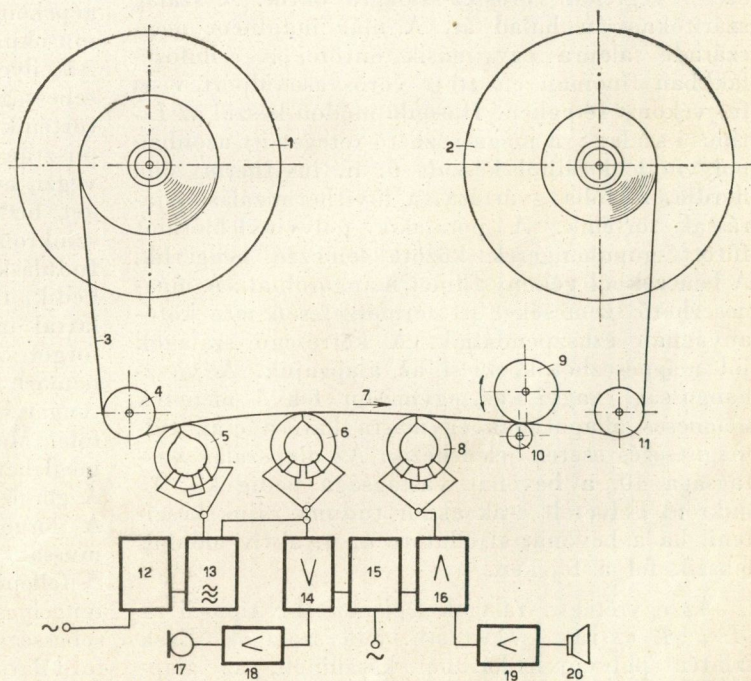
Mint minden hangrögzítő berendezésnél, itt is szükség van hanghordozó közegre. Ez a hanghordozó közeg nagy remanenciájú és koercitív erejű, tehát »kemény« mágneses anyagból készül. Az idő függvényében jelentkező hangfrekvenciás változásokat az út függvényeként kívánjuk rögzíteni, ezért a hanghordozó közeget mozgattunk kell. Természetesen a hű visszaadás érdekében a felvétel és a lejátszás alatti mozgásnak azonosnak kell lennie. Az ú. n. felvevő erősítő bemenetére adott hangfrekvenciás feszültség ingadozásokat az erősítő utolsó fokozata áramingadozásokká alakítja át. Ezt a hangfrekvenciás váltóáramot tekercsbe vezetjük, amelynek egy vagy két légréssel bíró permalloy magja van. Ez az ú. n. felvevőfej. A fej magjában hangfrekvenciásan ingadozó mágneses tér létesül. (A hanghordozó közeg szűz mágnesezési görbéjének nullpont környéki görbületségéből eredő torzítások elkerülése végett a fej tekercsbe nem csupán a hangfrekvenciás áramot vezetjük, hanem nagyfrekvenciás előmágnesező áramot is. Ennek segítségével a mágnesezési görbe egyenes szakaszait használjuk fel.) A fej légrése körül az erővonalak kilépnek a magból. A kilépő erővonalak a hanghordozó közegen át záródnak, s annak egy-egy elhaladó elemi hosszúságú darabjában a hangfrekvenciás áram, illetve erőter pillanatnyi értékével arányos remanens indukciót hoznak létre.

A lejátszás folyamán a mágnesezett hanghordozó közegből kilépő erővonalak a felvevőfejhez hasonló kitérzésű lejátszófej magján át záródnak. A lejátszófejen áthaladó erővonalak

száma hangfrekvenciás ütemben változik, s így a fej tekercsében hangfrekvenciás váltófeszültség indukálódik. Ez a váltófeszültség, megfelelő erősítés és korrekció alkalmazása után, a berendezés minőségétől függően több kevesebb hűséggel minden jellemzőjében megfelel a felvevő erősítő bemenetére adott feszültségnek. A lejátszás a felvétel után azonnal is történhet, így a felvétel könnyen ellenőrizhető. A lejátszások a hordozó közeg mágneses állapotát nem befolyásolják. A felvett jelek, miután már nincs rájuk szükség, a telítésig mágnesező és utána folyamatosan csökkenő erősségű váltakozó mágneses mezővel letörölhetők. A törölő mezőt általában a törölőfej állítja elő, amelyet a hanghordozó útjában rendszerint a felvevő fej előtt helyeznek el. Az egész folyamat elvi sémáját az 1. ábra tünteti fel.

A hanghordozó közeg, a fejek és a hanghordozó közeget mozgató mechanizmus igen változatos kiviteli formákat kaphat. E szerint beszélhetünk drótos, szalagos, lemezes rögzítőkről, hosszúsági, keresztirányú és merőleges felvételről, illetve kis és nagy sebességű, egy vagy többmotoros berendezésekről.

Az alábbiakban minden esetben a leginkább elterjedt s a legjobb minőségű felvétel készítésére alkalmas típusra vonatkozó adatokat és megoldási módokat közlünk. (Az elméleti alapok nagy általánosságban minden rendszer számára azonosak.)



1. ábra. A mágneses hangrögzítő berendezés elvi felépítése

1 baloldali tekercselőmotor a tányérra helyezett tekercsel, 2 jobboldali tekercselőmotor a felvett szalaggal, 3 szalag, 4 szalagterelő görög, 5 törölőfej, 6 felvevőfej, 7 mozgási irány, 8 lejátszófej, 9 mozgatható gumigörgő, 10 főmotor tengelycsomója, 11 szalagterelő görög, 12 oszcillátor tápegység, 13 nagyfrekvenciás oszcillátor, 14 felvevő erősítő, 15 felvevő és lejátszó erősítők tápegysége, 16 lejátszó erősítő, 17 mikrofon, 18 előerősítő, 19 teljesítmény erősítő, 20 hangszóró.

Ennél a típusnál szalagra készül ú. n. hosszúsági felvétel, s a szalagot rendszerint három motor mozgatja.

A szalag

A magnetofon-felvételekhez használt szalagnak több típusát fejlesztették ki. Két főcsoportot különböztethetünk meg: kétrétegű és egyrétegű szalagokat. Az előbbieknél a mágnesezhető anyag a szalag egyik oldalán vékony rétegben helyezkedik el, még az utóbbinál magába a szalag alapanyagába vannak elegyítve, mintegy beágyazva, a mágnesezhető részecskék. A két szalagtípus meg egyezik azonban abban, hogy mágnesezhető anyagként mindkettőnél igen finomra őrölt, kb. 1 mikron átmérőjű vörösvasoxid ($\gamma \text{Fe}_2\text{O}_3$), ritkábban feketevasoxid (Fe_3O_4) port alkalmaznak. A vasoxid előállítására vasszulfát, ammoniák és káliumnitrát keverékből való kicsapással történik. A kicsapódott feketevasoxid szemcséket oxidálva nyerik a vörösvasoxid port, amelyet még megőrzőnek és szítálnak. Az egész gyártási folyamat alatt gondosan kell ügyelni az előírt hőmérsékleti értékek betartására, mert az anyag kedvező mágneses tulajdonságai elsősorban ettől függenek. A jelenleg használatos szalagok remanenciája 300—700 gauss, koercitív erejük pedig 100—300 oersted között változik. A magasabb koercitivitású anyagok alkalmazása, a minőség változása nélkül, a szalagsebesség csökkentését teszi lehetővé. Ennek indoklására az alábbiakban visszatérünk.

A kétrétegű szalagok legelterjedtebb típusa a »C« szalag. Alapanyaga acetonnal oldott cellulózeacetát. Gyártása filmöntő gépen történik. Az oldatot öntőfej segítségével kb. 20 m hosszú és 0,5 m széles végtelen vörösréz-szalagra öntik. A szalag szárítókamrán halad át. A már majdnem megszáradt alapra egy másik öntőfej a cellulózelakkban finoman elosztott vörösvasoxidport vízi fel vékony rétegben. Hasonló módon készül az LG típusú szalag; a mágnesezhető réteget itt azonban polyvinylchloridból készült ú. n. luvitherm fólia hordja. A fólia gyártása a luvithermizálási eljárással történik. A poralakú polyvinylchloridot fűtött gumihengerek között lemezzé hengerlik. A lemezekből vékony filmet mángorolnak. A mágnesezhető szemcséket itt természetesen más kötőanyagban szuszpendálják. A kétrétegű szalagok jól mágnesezhetőek, kicsi az alapjuk. A visszhangosság, vagyis az egymáson fekvő menetek mágneses állapotának egymásra hatása csak túl-mágnesezés esetén jelentkezik. Az alapszalag vastagsága 40, a bevonat vastagsága pedig kb. 15 mikron. Felvételt csak akkor tudunk rájuk készíteni, ha a bevonattal ellátott ú. n. aktív oldaluk fekszik fel a fejeken.

Az egyrétegű szalagok legismertebb típusai az »L«, »L extra«, »EN« stb. jelű szalagok. Ezek szintén polyvinylchloridból készülnek, az alapanyagokhoz azonban kb. 1:1 arányban vasoxidport kevernek. Ebből a keverékből hengerlik ki a szalagokat. Az egyrétegű szalagok régebbi változatai a mágnesezhető szemcsék mélyebb beágyazottsága miatt nagyobb hangfrekvenciás és elő-

mágnesező áramot kívánnak. Ezeknél azonban a felvétel céljára a szalag bármelyik oldala felhasználható. Az újabb típusoknál különleges centrifugálási eljárással a vasoxid részecskéket a szalag egyik oldalán tömörítik. Ezáltal a nagyobb mágnesező áram szükségtelenné lesz, viszont a szalag kétoldalas jellege elvész.

Mechanikai szempontból a polyvinylchlorid alapanyagú szalagok előnyösebbek a cellulóze szalagoknál. Nagyobb a szakítási szilárdságuk, kisebb a maradó alakváltozásuk. Felületük simábbra készíthető. Hőmérsékleti behatásokra, a levegő páratartalmára kevésbé érzékenyek.

A szalagok szélessége rendszerint a szabványos 6,5—6 35 mm, de készül pl. 35 mm széles perforált szalag is a filmfelvételekhez. 1000 m-es tekerésben, szabványos méretű fémmagra csévélve hozzák forgalomba.

Az említett típusokon kívül természetesen vannak még más gyártmányok is. Ezek vagy a fentiekhez hasonló kivitelűek, vagy pedig gyengébb minőségű felvevő berendezésekhez használatosak. Ilyenek pl. a papíralapanyagú, fekete vasoxidporral bevont szalagok.

Mechanizmus

A jó hangfelvétel készítésének egyik legkényesebb feltétele a hanghordozó közeg, esetünkben a szalag egyenletes, ingadozásmentes, állandó sebességgel történő mozgatása. A magnetofonok szalagsebessége szabványosítva van. A 76,2 cm/mp (30"/sec) és a 38,1 cm/mp (15"/sec) sebességet a kiváló minőségű berendezéseken, míg a kisebb 19,05 és 9,52 cm/mp (7½"/ill. 3¾"/sec) sebességeket diktafonokon és amatőr célokat szolgáló gépeken használják. A jó minőségű mechanizmusoknál a sebességingadozás kisebb 0,1%-nál. Az ilyen magnetofonokon a szalag egyenletes sebességgel való továbbítása általában 3 motorral történik. (Lásd az 1. ábrát.) Ezek közül két motor pusztán a szalag felcsévélését, illetve megfeszítését végzi, míg a harmadik az egyenletes szalagsebességet biztosítja. Ez az ú. n. főmotor rendszerint szinkronizált aszinkron típusú reluktancia motor. Induláskor aszinkron indukciós motorként viselkedik, felgyorsulása után viszont szinkron fordulattal jár. A szinkron fordulatszámot a kalickás forgórész palástjába pólusosztásnyi távolságban bemart hornyok biztosítják. Ennek a motornak a tengelyvége kinyúlik a mechanizmus szerelőlapja fölé. Mellette mozgathatóan van elhelyezve egy meglehetősen kemény gumipalásttal ellátott görgő. A görgő és a tengelyvég közé helyezik a szalagot. A görgőt elektromágnessel, vagy más mechanizmussal mozgatva, a tengelycsonkhoz szorítják. A fellépő súrlódásból eredő erőhatás a szalagot a tengelycsonk kerületi sebességének megfelelő állandó sebességgel továbbítja. Így pl. 1500/perc motorfordulatszám és 0,98 cm tengelycsonkátmérő éppen a szabványos 76,2 cm/mp szalagsebességet biztosítja. Egyes berendezések többfajta szalagsebesség használatát teszik lehetővé. Ilyen esetekben a szalagsebesség változtatása a főmotor pólusszámának megváltoztatásával történik.

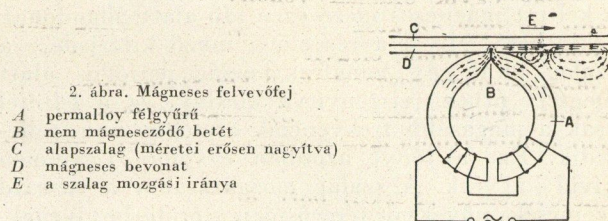
A főmotor által továbbított szalag felcsévéelését a jobboldali tekercselőmotor végzi. A másik tekercselőmotor ugyanakkor csökkentett feszültséget kap. Ez a motor a szalag letekeredésével ellenkező irányban igyekszik elfordulni, viszont a szalag húzása ebben akadályozza és a letekeredés irányában forgatja. Az így eredményeződő fékezés következtében a szalag állandóan feszített állapotban van, s nem képződnek hurkok, melyek a szalag elszakadását, vagy összezsavarodását okozhatják. A felvétel befejezték a szalagot vissza kell csévélni a baloldali orsóra. A jobb és baloldali tekercselőmotor ilyenkor szerepet cserél, tehát a baloldali tekercselő fel a szalagot, miközben a jobboldali fékez. Visszatekereslőskor természetesen a főmotor nem működik. A gumigörgő nincs a tengelycsomkhoz szorítva, tehát a görgő és a tengelycsomk között a szalag szabadon haladhat visszafelé. Az egyenletes sebesség és a szalag kedvező mechanikai igénybevétele miatt előnyös, ha a szalagfeszítő erő állandó marad. Ez a követelmény olyan tekercselőmotorokkal biztosítható, amelyeknek a nyomatéka a fordulatszámukkal fordítva arányos. Ugyanis az állandó sebességű szalag felcsévéelése a tekercs átmérőjétől független, állandó kerületi sebesség biztosítását teszi szükségessé. Ezért a tekercs átmérőjének növekedésekor a motor fordulatszámának csökkennie kell. Ugyanakkor azonban a szalagfeszítő erő állandóvá tétele a tekercsátmérővel arányosan növekvő nyomatékot igényel. Nyomaték és fordulatszám tehát fordítottan aránylanak egymáshoz. Ilyen tulajdonságokkal a főáramkörű motorok rendelkeznek. Éppen ezért kezdetben váltóáramú főáramkörű motorokat alkalmaztak tekercselőmotoroként. Később azonban a kommutátor karbantartásának és a kefésszikrázásból eredő zavaroknak teljes kiküszöbölése végett speciális aszinkron indukciós motorokat fejlesztettek ki, amelyeknek hasonló, eső jelleggörbéjük van. A rövidrezárt forgórész ellenállásának a megnövelése — például ólomkalicka alkalmazásával — egyik bevált módja ennek a megoldásnak. A főmotorral együtt ezek a motorok is egyfázisú hálózatról táplálhatók, s a forgó mágnesmezőt kondenzátorral ellőállított segédfázis létesíti.

A motorok kikapcsolásakor a szalag feszítése megszűnik. A lendület következtében továbbfutó szalag ilyenkor könnyen képez hurkokat, ami a fentebb említett okokból feltétlenül elkerülendő. Különösen fennáll ez a veszély a nagy sebességgel történő tekercselés közbeni megálláskor. Ezért gondoskodni kell a mechanizmus lefékezéséről. A szalag meglazulásmentes megállását akkor lehet biztosítani, ha az alkalmazott fékberendezés azt a motort fékezi erősebben, amelynek orsójáról a szalag letekeredik. Tekintettel arra, hogy a motorok felváltva hol felcsévélik a szalagot, hol a rájuk helyezett tekercsről csévélődik át a másik orsóra, erre a célra elsősorban a két forgásirányban különböző fékhatást biztosító szalagfékek, vagy az újabban több helyen alkalmazott szellemes elektromos fékezési módszerek felelnek meg. A fékek működtetése elektromágnessel, vagy más mechanikus berendezéssel történik.

Ezekén kívül természetesen még sok apróbb alaktrész egészíti ki és teszi kényelmes kezeléssé, megbízható berendezéssé a mechanizmust. Ezek tárgyalása azonban meghaladná a cikk kereteit.

Törlés, előmágnesezés, felvétel.

Mint már a bevezetésben említettük, a felvétel a felvevőfej segítségével történik. A felvevőfej magja két lemezelte félgyűrűből áll. (Lásd a 2. ábrát.) A lemezek 0,2 mm vastagok, egymástól

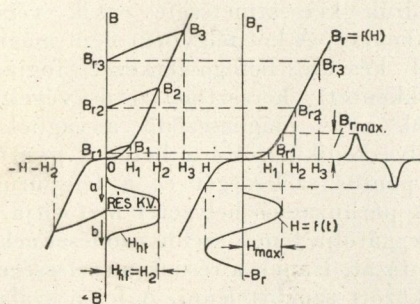


lakkréteggel vannak szigetelve. Anyaguk permalloy C, vagy MU-metall. A lemezelés az örvényáram veszteség csökkentését szolgálja, a speciális anyag alkalmazása pedig nagy permeabilitást, kis koercitív erőt és kis hiszterézisvesztiséget eredményez. A félgyűrűk keresztmetszete egyik végükön le van csökkentve. A két félgyűrűt nem mágneseződő anyagból készült befogószerkezet fogja össze. A lecsökkentett keresztmetszetű végek között ugyancsak nem mágneseződő anyagból készült betét helyezkedik el. Ez a betét a gyűrűfej első részének pontos szélességét és a félgyűrűk oldallapjainak párhuzamos helyzetét biztosítja. Ugyanakkor meggátolja fémes szennyeződéseknek a résbe való bejutását. Ennek a résnek a szélessége 20—50 mikron között szokott lenni. A fej a szalag súrlódása folytán állandó kopásnak van kitéve. Ennek csökkentése végett a betét nagykeménységű beryllium-rézről, újabban achát lemezből készül. Olcsóbb berendezéseknél azonban használatos alumínium-, sőt papírbetét is. A hátsó rés, amely valóban légrés, az elsőnél jóval nagyobb. Ennek szerepéről az alábbiakban lesz szó. A két félgyűrűn egy-egy tekercs van elhelyezve. A tekercsek úgy vannak sorba kapcsolva, hogy az általuk létrehozott mágneses fluxus összegeződjön, ugyanakkor azonban külső homogén zavaró terek által a két féltekercsben indukált feszültségek egymást kompenzálják. A felvevőfejek ohmos ellenállása átlagosan 2 ohm, önindukciós tényezőjük 7 mH. Külső zavaró terek ellen, valamint az egymással együtt lévő fejek egymásra szórásának megakadályozása végett permalloy bűrával árnyékolják, amely csak a szalag felé nyitott.

A fej tekercsére hangfrekvenciás áramot vezetve a gyűrűben hangfrekvenciás mágneses erőtér alakul ki. Az erővonalak az első résnél lévő lecsökkentett keresztmetszetben összesűrűsödnek. A résnél a permalloy gyűrűből kilépnek és szórt mágneses mezőt létesítve, a levegőn át záródnak. A rés előtt keletkezett erőtér erővonalasűrűsége a rés közep-vonalában a maximális, s a réstől való távolodáskor csökken. Ha szalagot helyezünk a fej elé, az erővonalak többsége a levegőnél kisebb ellenállást

jelentő szalagon át záródik. A szalagon áthaladó erővonalak a szalagon lévő mágnesezhető szemcséket a szalag felszínével párhuzamos irányban mágnesezik. Az ilyen mágnesezést »hosszúsági« felvételnek nevezik, habár az erőternek a szalagra merőleges komponense is van. Ez a komponens azonban lényegesen kisebb a párhuzamos összetevőnél.

Tételezzük fel, hogy egy elemi mágnesezhető szemcsének a rés előtti elhaladása alatt a hangfrekvenciás áram nem változik lényegesen, tehát a keltett mágneses mező ezen idő alatt állandónak tekinthető. Mivel a rés előtti mező kiterjedése a szalag által egy hangfrekvenciás periódus alatt megtett úthoz viszonyítva kicsiny, ez a feltétel csak a magasabb frekvenciák esetében nem teljesedik. Ezt a tényt azonban egyelőre figyelmen kívül hagyjuk. A szalag mozgatásakor a vasoxid szemcsék növekvő télerősségű erőterbe jutnak. A maximális mágnesezés a rés előtt történik. A réstől való távolodáskor a télerősség csökken, s a vasoxid részecske a mágnesező mező maximális értékével többé-kevésbé arányos remanenciával hagyja el a fejet. A 3. ábra baloldali mágnesezési görbéjén tehát az $O-B_2-B_{r2}$ utat kell követnünk.



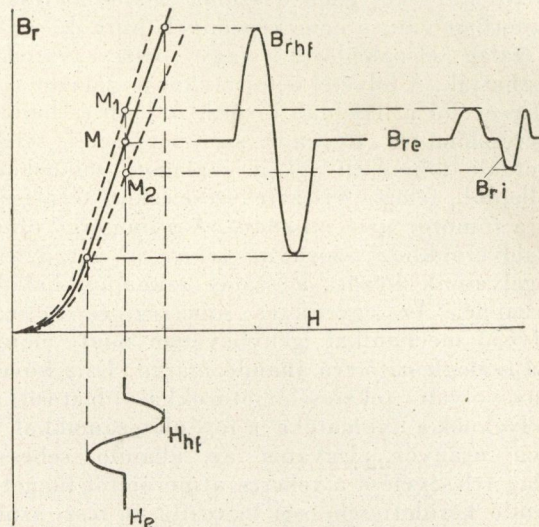
3. ábra.

A meleg mágnesesződésnek követése a mágnesezési görbén, a $B_r = f(H)$ görbe megszerkesztése és a torzítások keletkezése
 H_{hf} a hangfrekvenciás mágnesező tér pillanatnyi értéke a rés előtti út függvényében
 a a réshez közeledve
 b a réstől távolodva
 $H = f(t)$ a hangfrekvenciás mágnesező tér értéke az idő függvényében.

Valamely hangfelvevő berendezés átvitelének minőségéről az eredeti és a felvett jel közötti összefüggést ábrázoló függvénygörbe tájékoztat. Esetünkben ez a görbe a mágneses térerő és a remanens indukció közötti összefüggést adja. Ha feltételezzük, hogy a szalag teljesen semleges mágneses állapotban kerül a felvevő fej elé, a $B_r = f(H)$ görbét a szalag szűz mágnesezési görbéjéből szerkeszthetjük meg, amint a 3. ábra is mutatja. Az így kapott görbéről azonnal láthatjuk, hogy semmiesetre sem biztosít lineáris összefüggést a két mennyiség között, mert hiszen a nullpont környékén erős görbülete van. Ez a görbület egy felvett szinuszos jelnek főképpen a páratlan felharmonikusok által okozott jelentős eltorzulását eredményezi. Emellett a jelleggörbének kevésbé meredek részén dolgozunk, tehát az adott H értékváltozáshoz nem kapjuk a maximális B változást. (Lásd a 3. ábrát.) Gyakorlatban is használható mágneses felvételt így nem készíthetünk, s ezért olyan megoldáshoz kell folyamodnunk, amely a

mágnesezési görbe egyenes, meredek szakaszait kihasználja l i.

A megoldási módok közül a legegyszerűbb és a legrégebb az egyenáramú előmágnesezés alkalmazása. Ez az eljárás megfelel az elektroncsövek munkapontjának rácselőfeszültséggel történő beállításának. Amint az elektroncsöveknél a konstans

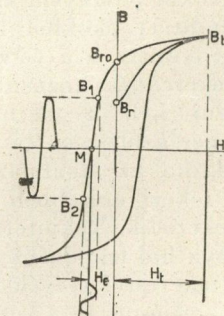


4. ábra.

Az egyenáramú előmágnesezés hatása és a nagy alapzaj keletkezése

H_e előmágnesező tér
 H_{hf} hangfrekvenciás tér az idő függvényében
 M a karakterisztika egyenes szakaszára tölt munkapont
 M_1, M_2 a szalag inhomogenitása következtében változó munkapontok
 B_{ri} a szalag inhomogenitása következtében előálló remanenciaingadozás (erősen túlozva)

rácselőfeszültséghez adódik hozzá a hangfrekvenciás váltófeszültség, s így tulajdonképpen lüktető egyenfeszültséggel vezérlünk, ugyanúgy itt a konstans előmágnesező áramra helyezzük rá a hangfrekvenciás váltóáramot, s lüktető egyenárammal mágnesezünk. Ezzel a módszerrel az M munkapontot (4. ábra) a mágnesezési görbe egyenes és meredek szakaszára tudjuk tölteni. Ez a nemlineáris torzítások minimumra szorítását jelenti. Ugyanezen rendszernek másik formája az előző felvétel egyúttal törlésével van összekötve. Itt a szalagot a törlőfej egyenárammal a telítésig mágnesezi. Ezzel a szalagon lévő remanens indukció értékeit egy nívóra hozza, s a szalag az elérhető maximális remanenciával hagyja el a törlőfejet. (5. ábra

5. ábra.
Egyenáramú törlés és előmágnesezés

H_t törlő tér
 H_e előmágnesező tér

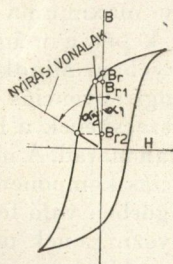
$B_r-B_t-B_{r0}$ vonal.) Erre a szalagra hat a felvevőfej mágneses tere, amely a törlő mezővel ellenkező irányú állandó előmágnesező (H_e) és a hang-

frekvenciás komponensből áll. Az előmágnesező komponens a munkapontot a burkoló hiszterézis-görbe egyenes szakaszára, nulla remanencia értékhez tolja el ($B_r M$ vonal). A hangfrekvenciás komponens hatására szimmetrikus, torzítatlan remanenciaváltozásokat kapunk.

Az egyenáramú előmágnesezést használó rendszerek igen nagy hátránya, hogy az elérhető jel/zaj viszony mindössze -35 dB, ami alatta van a jó lemez- és filmfelvételnél elérhető értékeknek. Ennek oka abban rejlik, hogy a szalag anyagában nem homogén, vastagsága nem állandó s a fejen való felfekvése is állandóan változik. Mindezek a mágnesezési görbe meredekségének a változását, s ezáltal a munkapontnak föl és le csúszkálását okozzák. (Lásd a 4. ábra két szaggatott vonalát s az M_1 , M_2 munkapontot.) Tehát a szalagon lévő remanencia a mágnesező áram értékének megváltozása nélkül is pontról pontra változik. Így lejátszáskor nagymértékű sustorgás, vagy dübörgés jellegű alapzaj keletkezik, amelynek nagysága elsősorban az előmágnesező áramtól függ, vagyis a jelek közötti szünetperiodusokban is jelentkezik. Ez az alapzaj ugyanezen okokból természetesen az egyenáramú törlés és az 5. ábrán bemutatott megoldás esetében is előáll. Az ilyen módon keletkezett nagy alapzaj a magnetofon széleskörű elterjedését hosszú időn át meg is akadályozta.

Itt kell megjegyeznünk, hogy a fejeknek, a szalaggal érintkező vezető és továbbító elemeknek bármilyen állandó mágnesezettsége ugyanolyan jellegű alapzajt okoz, mint az egyenáramú előmágnesezés. Éppen ezért a szalaggal érintkező alkatrészeket nem készítik ferromágneses anyagból, a fejeket pedig, amennyiben mágnesesek lettek, demagnetizálni kell. Ez vagy a fej tekercsén átfolyó, telítésig mágnesező s azután lassan csökkenő váltóárammal, vagy ugyanilyen külső mágneses mezővel történik.

A felvevőfej az átfolyó áram esetleges egyenáramú komponensétől kismértékű remanens mágnességet kaphat. Ennek csökkentésére szolgál a hátsó légrés. Ugyanis egy zárt mágneses kör megszakításakor demagnetizáló erő lép fel, melynek nagysága a beiktatott légréstől és a zárt gyűrűben lévő remanens indukció értékétől függ. A demagnetizációs hatás a mágnesezési görbén az ú. n. nyírási vonallal ábrázolható. (Lásd a 6. ábrát.) A nyírási



6. ábra.

A remanencia csökkenése a zárt mágneses tér nyitásaánál

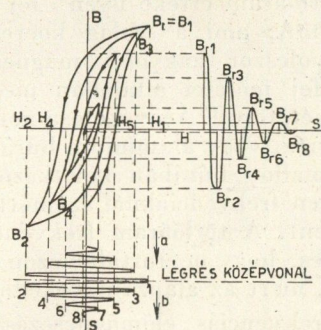
a_1 , B_{r1} kis légrés esetén
 a_2 , B_{r2} nagy légrés esetén

vonalak a 0 ponton haladnak keresztül s a B tengellyel bezárt α szög annál nagyobb, minél nagyobb a beiktatott légrés. A zárt mágneses kör megszakítása utáni remanencia értékét a hiszterézis görbe és nyírási vonal metszéspontjának a B ten-

gelyen lévő merőleges vetülete adja meg. Az első rész igen keskeny, így nincs számottevő hatása, a hátsó rész ezzel szemben $0,5-1$ mm szélességével már jelentősen csökkenti az esetleg keletkező remanenciát. Természetesen a hátsó légréssel ellátott fej ugyanolyan mértékű átmágnesezéséhez nagyobb mágnesező áram szükséges, mint zárt gyűrű esetében. Ezt a nagyobb áramot a felvevő erősítő megfelelő méretezése biztosíthatja.

A fentiekben említett hátrányokat küszöböli ki a nagyfrekvenciás, vagy ultrasonikus előmágnesezés és törlés alkalmazása, amellyel az alapzaj -50 , -60 dB-re leszorítható. Mielőtt a nagyfrekvenciás előmágnesezés hatását vizsgálnánk, tekintsük át a nagyfrekvenciás törlés folyamatát.

Ismeretes, hogy valamely mágneses remanenciával bíró ferromágneses anyag telítésig mágnesező, majd csökkenő térerősségű váltakozó mágneses erőterben demagnetizálódik, ha a térerősség csökkenése elég lassú a váltakozó tér frekvenciájához viszonyítva. Ez történik esetünkben is. Ha a fejbe nagyfrekvenciás váltóáramot vezetünk, a felvevőfejhez hasonló kiképzésű törlőfej légrése körül nagyfrekvenciás mágneses tér keletkezik. Ezt az áramot oly nagyra választjuk, hogy a tér a szalagot telítésig mágnesezze. A fej légrése itt olyan szélesre van kialakítva, hogy a váltakozó mező több teljes periódusa játszódik le az alatt az idő alatt, amíg a szalag egy elemi mágnesezhető részecskéje a rés előtt elhalad. A széles légrés



7. ábra. A nagyfrekvenciás törlés folyamata

a a légréshez közeledve

b a légréstől távolodva

B_{r1} , B_{r2} a szalag egy pontjának remanenciája az út függvényében

következtében a tér erőssége a réstől való távolodáskor lassan csökken.

A szalag mágnesezhető részecskéje a fejhez való közeledéskor egyre növekvő erőterbe kerül. Ennek megfelelően, a szalagon lévő remanens indukcióból kiindulva, a mágnesezhető szemcse váltakozó irányban, egyre növekvő mértékben átmágneseződik. A légrés előtt elérjük a telítési határt, vagyis a szalag előző mágneses állapotától független indukcióértéket. Ezután a réstől való távolodáskor a csökkenő térerő egymásra következő félperiodusai megszüntetik az előző félperiodus által létrehozott remanenciát, s ellenkező irányban, de kisebb mértékben újra átmágnesezik a szalagot. Így a szalagon lévő remanencia váltokozva, fokozatosan csökken, s aszimptotikusan a nullaponthoz közeledik. Tehát a törlőfejet el-

hagyó szalag, függetlenül az előző felvételtől, semleges mágneses állapotba kerül.

A szalag inhomogenitása itt semmiféle szerepet nem játszik, mert a mágnesezés mindkét irányban történik, s a csillapodó remanenciaértékek a szalag minőségétől függetlenül a zérushoz konvergálnak. Itt tehát tulajdonképpen lecsengési folyamattal állunk szemben.

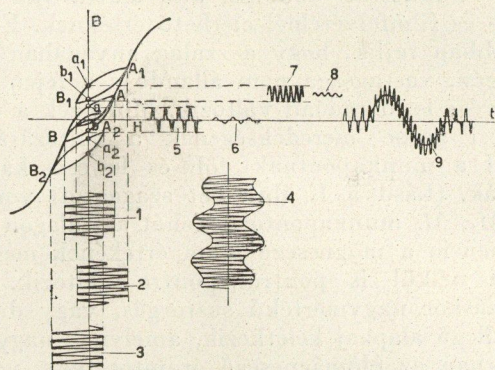
A mágnesezés lefolyása a mágnesezési görbék felhasználásával könnyen követhető. (Lásd a 7. ábrát). Az ordináta mentén az út függvényében felrajzoltuk a nagyfrekvenciás térerő képét. A tér amplitúdója a légrésnél a maximális, előtte és utána csökken. A mágnesező térerősségnek megfelelő mágnesezési görbéket megrajzolva nyomon követhetjük a szalag egy elemi részecskéjének mágneses állapotváltozásait az elhaladás alatt. A vízszintes tengely mentén feltüntettük a remanencia értékeit az út függvényében. (A jobb áttekinthetőség kedvéért csak a lemágneseződési folyamatot ábrázoltuk.)

A törlőfej magját rendszerint szilíciumvasból készítik, mert ennek telítési határa kb. 20 000 gaussnál van, szemben a permalloy 8500 gaussos telítésével. A szalag telítési határa pedig ez utóbbinál magasabb értéknél van. A rés szélessége 0,5—1,0 mm. Hátsó rés nincs. A résben, a felvevő fejhez hasonlóan, nem mágnesezhető anyagból készült közdarab van elhelyezve. A fej ohmikus ellenállása kb. 0,8 ohm, önindukciós tényezője 2 mH. A törlőáram értéke ilyen fej alkalmazása esetén 150 mA, ami a szalag koercitív erejénél kb. hat—nyolcszor nagyobb mágnesező térerőt biztosít. A fej méretei általában megegyeznek a felvevőfej méreteivel. Árnyékolása nem permalloy, hanem vörösréz, vagy alumínium búrával történik, mert a permalloy búrában keletkező hiszterézisvesztés ilyen frekvenciáknál számottevő energiaelvonást jelent. A törlőáram frekvenciája 55—80 KC. Lényeges, hogy ne tartalmazzon egyenáramú komponens, mert az alapzajnövekedést okoz.

A nagyfrekvenciás előmágnesezés esetében a felvevőfejen nagyfrekvenciás és hangfrekvenciás áram összege ill. különbsége folyik. Tehát a két áram szuperpozíciójáról, nem pedig a nagyfrekvencia modulálásáról van szó. A nagyfrekvenciás komponens amplitúdója rendszerint a többszöröse a hangfrekvenciás áram amplitúdójának, szélső esetben azonos nagyságú. Az előmágnesező áram frekvenciája mindig túl van a hallhatóság határán. Értékét általában úgy választják meg, hogy a legmagasabb felvett frekvencia első felharmónikusa és az előmágnesező frekvencia különbségi frekvenciája is túl legyen a hallhatóság határán. A felvevőfej légrése körüli mezőt tételezzük fel igen élesen határoltnak, amint a 8. ábra is mutatja.

Abban az esetben, ha a fejen át csak előmágnesező áram folyik, vagyis a jelek közötti szünetperiódusokban, a 8. ábrán vázolt mágneseződés játszódik le. A szalag elemi mágnesezhető részecskéje az erőterbe kerülve a szűz görbe szerint mágneseződik az előmágnesező áram csúcsértékének megfelelő mértékben. Elérve az A pontot, az A , a , B , b , A hiszterézis hurok szerint mágnes-

ződik át annyiszor, ahány periódusa az előmágnesező áramnak lejátszódik a rés előtti tartózkodása alatt. A réstől való távolodás után a szalagon maradó remanencia értéke, attól függően, hogy a mágnesező áram milyen fázisban volt az erőterből való kilépés pillanatában, az a — b pontok között lesz. Egy következő mágnesezhető szemcse kilépésekor az áram fázisa, s ennek megfelelően ezen



8. ábra. Nagyfrekvenciás előmágnesezés

- 1 előmágnesező áram
- 2 előmágnesező áram + pozitív félperiódusú hangfrekvencia
- 3 előmágnesező áram + negatív félperiódusú hangfrekvencia
- 4 előmágnesező áram + hangfrekvencia az idő függvényében
- 5 remanencia a szalagon demagnetizálódás előtt
- 6 remanencia a szalagon demagnetizálódás után
- 7 remanencia a pozitív félperióduson
- 8 ugyanaz demagnetizálódás után
- 9 remanencia az idő függvényében

pont remanenciája is más lesz már. Ezek szerint a remanencia pontról pontra változni fog az előmágnesező áram változásai szerint, vagyis a nagyfrekvenciát felvettük a szalagra. Az alábbiakban részletesen ismertetett demagnetizálódási folyamat miatt a szalagnak a felvevőfejtől való eltávolodása után azonban ez a remanens mágnesség igen nagy mértékben lecsökken. Emellett a lejátszáskor jelentkező ú. n. réshatás, melynek tárgyalására még szintén visszatérünk, ugyancsak a magas frekvenciák esetét eredményezi. Gyakorlatilag tehát úgy tekinthetjük, hogy a szalagon lévő igen kis amplitúdójú nagyfrekvenciásan változó remanencia a lejátszáskor a zajnívónál is kisebb feszültséget indukál a lejátszófej tekercsében.

A hangfrekvenciás komponens a szimmetrikus mágnesező mezőt pozitív, vagy negatív irányban eltolja a hangfrekvenciás komponens pillanatnyi értékének megfelelően. A 8. ábra a hangfrekvencia pozitív ill. negatív maximuma esetében mutatja a fej előtti erőter képét a mágnesezhető szemcse útjának a függvényében. Mindkét esetben feltételezzük, hogy a hangfrekvenciás komponens értéke a mágnesezhető részecskének a légrés előtti elhaladása alatt változatlan marad. A mágnesezési görbékben a hangfrekvenciás komponens a kis hiszterézishurok a szűz görbén való feljebb, vagy lejjebb tolódását eredményezi. Ennek megfelelően a remanencia értéke az előmágnesező áram fázisától függően az a_1 — b_1 ill. a_2 — b_2 pontok között lesz. Ha tehát a hangfrekvencia időben szinuszos lefolyású, akkor a szalagon lévő remanens indukció a 8. ábrán bemutatott nagyfrekvenciás csipkészettséggel bíró, hangfrekvenciás szinuszvonal szerint fog változni. A fellépő demagnetizáció a csip-

kézettséget elenyészővé csökkenti, s a réshatást is figyelembe véve, úgy tekinthetjük, hogy a lejátszó fejben csak a nagyfrekvenciás ingadozás közép-vonala által meghatározott hangfrekvenciás remanenciaváltozás fog feszültséget indukálni.

A hangfrekvenciás komponens felvételéhez ebben az esetben a szűz mágnesezési görbének csupán $A_1 - A$ ill. $B - B_2$ egyenes, meredek szakaszait használtuk fel. A nullpont-környéki görbület csak az előmágnesezés torzulását okozza, ez azonban a demagnetizálódás és réshatás következtében semmiféle befolyással nem bír a hangfrekvenciára. A felvételi jelleggörbe megszerkeszthető, ha a hangfrekvenciás komponens függvényében felrajzoljuk a megfelelő kis hiszterézishurkok által kimetszett remanenciaközépvértékeket. A jelleggörbe a nullponton halad át és gyakorlatilag mindaddig lineáris, amíg az előmágnesező áram oly értékű, hogy a kis hiszterézishurkok csúcsa zérus hangfrekvenciás komponens esetében is a szűz görbe egyenes szakaszára esik, illetve a legnagyobb hangfrekvenciás komponens esetében sem éri el a telítési görbületet.

Az előzőekben feltételeztük, hogy a hangfrekvenciás áram gyakorlatilag állandó marad egy mágnesezhető részecske elhaladása alatt. Ha ez nem teljesedik, hanem a hangfrekvenciának pl. szélső esetben több teljes periódusa játszódik le, akkor a hangfrekvenciás H komponensnek megfelelő nagyobb hiszterézishurkot az előmágnesezés által létrehozott nagyfrekvenciás lefolyású kisebb hurkok többször végigfutja.

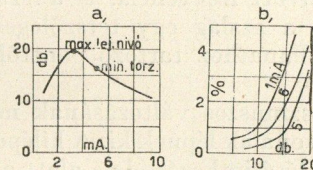
A rés előtti tér szögletes eloszlása esetén a remanencia értéke az erőterből való kilépés pillanatában lévő áramértékkel lesz arányos. Így az előző állapothoz képest a torzítások megnövekednek ugyan, de csökken a szalag remanenciája.

Ha azonban a tér eloszlása folyamatosan csökkenő, akkor mind a nagyfrekvencia, mind a

megközelíti a 8. ábra $a_1 - b_1$, ill. $a_2 - b_2$ távolságainak felezőpontját. A mező laposabb eloszlása mellett a lecsengés már a magasabb hangfrekvenciáknál is jelentkezik s így a szalag remanenciája ezekenél a frekvenciáknál kevesebb lesz a mély frekvenciákhoz viszonyítva. A 9. ábra a mágnesező-désnek azt az esetét mutatja be, amikor a mágnesező mező nem élesen határolt s a hangfrekvenciás komponens értéke megváltozik a szemcse rés előtti elhaladása alatt.

A lineáris frekvenciaátvitel érdekében fontos tehát a fej olyan kialakítása, amely a mező élesen határoltságát biztosítja. Nyilvánvaló, hogy keskeny légrés esetében könnyebb ennek a követelménynek a megvalósítása, mint széles résnél. Emellett, minél keskenyebb a rés, annál kevésbé következik be a hangfrekvencia értékének megváltozása a rés előtti tartózkodás alatt. Sokban függ a mező eloszlása a szalag és a fej anyagától. Nagy permeabilitású szalagok esetén a mező sokkal laposabb lesz, mint a kisebb permeabilitású szalagok alkalmazásánál. Éppen ezért a nagy érzékenységű szalagok sokszor erős nívócsökkenést okoznak a magasabb frekvenciáknál.

A mágnesező mezőnek azt a hosszát, amely mentén annak térerőssége egy tizedére esik, le-

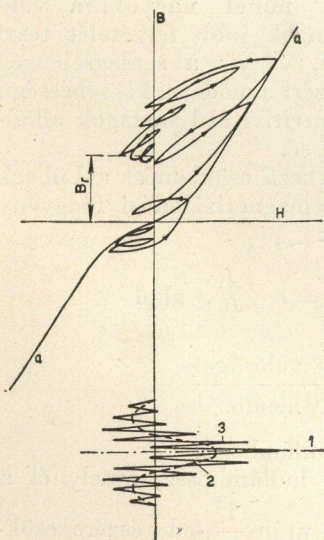


10. ábra.

- a) lejátszási nívó (a dB_r/dH értékek, ill. a lejátszófejen kapott feszültségek viszonya dB-hoz) az előmágnesező áram függvényében
b) A harmadik harmonikus tartalom %-ban, különböző előmágnesező áramnál, a lejátszási nívó függvényében

csengési hosszak nevezzük. Azoknál a frekvenciáknál, amelyeknél ez a lecsengési hossz $\Delta s \leq \lambda/4$ (ahol λ a szalagon levő hullámhossz), a lecsengés nem okoz 1 dB-nél nagyobb remanenciacsökkenést. A ma használatos 15—25 mikron résszélességű fejeknél s a szabványos 76,2 cm/mp és 38,1 cm/mp szalagsebességeknél ez kb. 10—15 KC-ig teljesíthető. A gyakorlati számításokhoz mindig az ú. n. effektív résszélességet, vagyis a mágnesező mező szélességét kell figyelembe venni, amely a frekvenciától függően 10—100%-kal lehet nagyobb a fizikai résnél.

Az előmágnesező áram nagysága nem közömbös. Jó beállításával a mágnesezési görbe legmeredekebb és leegyenesebb részét használhatjuk fel. A lejátszásnál maximálisan elérhető jelszinthez tartozó előmágnesező áram az ú. n. differenciálgörbéből olvasható le (10/a ábra). A függőleges tengelyen a dB_r , vagyis a felvételi jelleggörbe meredeksége dH van feltüntetve az előmágnesező áram függvényében. A nemlineáris torzítás százalékos értékét különböző előmágnesező áramok esetében a 10/b ábra tünteti fel. A maximális lejátszási szint és a minimális torzítás nem ugyanazon nagyságú előmágnesező áramnál jelentkezik. Ezért az előmagne-



9. ábra.

A mágnesezés lefolyása, ha a mágneses tér nem élesen határolt és a hangfrekvenciás összetevő értéke a szalag elemi darabjának a rés előtti elhaladása alatt megváltozik.

- 1 a légrés középvonala
2 a hangfrekvenciás összetevő mágneses mezeje
3 hangfrekvenciás + nagyfrekvenciás eredő mágneses mező a rés előtt
a — a szűz mágnesezési görbe

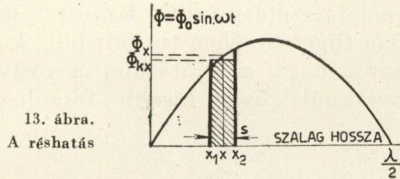
hangfrekvencia számára a törléshez hasonló lecsengési jelenség következik be. Ha a tér határoló görbéje elég meredek, a lecsengés csak a nagyfrekvenciánál jelentkezik. Ilyenkor a remanencia értéke már a demagnetizálódás előtt sokkal inkább

A demagnetizálódás után maradó fluxus tehát

$$\Phi_v = \Phi_0 \cdot e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}} \cdot \sin \omega \frac{x}{v}$$

Lejátszás, réshatás

Elméletileg ez a Φ_v a fluxus halad át lejátszás-kor a felvevő fejhez hasonló kiképzésű lejátszó fej vasmagján. Mivel a szalag mozog, a Φ_v értéke is



pillanatról pillanatra a felvett hangfrekvenciának megfelelően változik s a lejátszófej w menetszámú tekercsében $E = -\frac{d\Phi}{dt} w 10^{-8}$ V elektromotoros

erő indukálódik. A valóságban azonban a lejátszófej rése mindig véges szélességű. Ezért az indukált feszültség számításánál nem a szalag egy adott pontjában levő fluxust kell figyelembe vennünk hanem a rés véges szélessége előtt levő szalag fluxus középértékét (13. ábra).

Tehát nem számolhatunk az x helyhez tartozó Φ_x értékkel, hanem az s légrésszélesség által a szinuszos fluxuseloszlásból kimetszett terület átlagmagasságával:

$$\Phi \text{ közepes} = \frac{1}{s} \int_{x_1}^{x_2} \Phi_0 \sin \frac{\omega x}{v} dx =$$

$$= -\Phi_0 \frac{v}{\omega s} \left(\cos \frac{\omega x_2}{v} - \cos \frac{\omega x_1}{v} \right)$$

$$\text{Ha } x_1 = x - \frac{s}{2}, \quad x_2 = x + \frac{s}{2}$$

$$\text{és } \frac{\pi s f}{v} = \frac{\pi s}{\lambda} = \alpha, \text{ akkor az ismert}$$

$$\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta) = 2 \sin \alpha \sin \beta$$

összefüggés felhasználásával kimutatható, hogy véges résszélesség mellett a demagnetizálódás utáni fluxus középértéke

$$\Phi_{vk} = \Phi_0 e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}} \frac{\sin \alpha}{\alpha} \sin \omega t$$

ahol

$$\frac{\sin \alpha}{\alpha} = \frac{\sin \frac{\pi s}{\lambda}}{\frac{\pi s}{\lambda}}$$

a hangosfilmtechnikából ismert résfüggvény.

A gyakorlatban nem számolhatunk a Φ_0 fluxussal sem, mert a fej geometriai kialakításától függően annak csak egy Ψ része haladna át a lejátszófejen még akkor is, ha az említett két hatás

nem létezne. Éppen ezért képletünkbe a továbbiakban ezt az értéket helyettesítjük be, s Φ_{vk} helyett is Ψ_{vk} jelölést használunk.

A w menetű lejátszófejen indukált feszültség pillanatnyi értéke

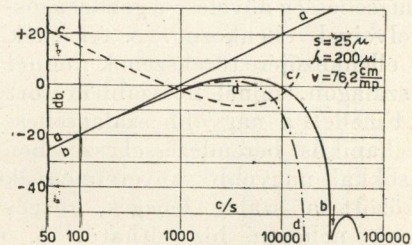
$$(E) = \frac{d\Psi_{vk}}{dt} w 10^{-8} \text{ V} =$$

$$= 2\pi f w \Psi e^{-\frac{\lambda_1}{\lambda}} \frac{\sin \alpha}{\alpha} \cos \omega t 10^{-8} \text{ volt}$$

effektív értéke pedig

$$E = 4,44 f w \Psi e^{-\frac{f}{f_1} \frac{\sin \alpha}{\alpha}} 10^{-8} \text{ volt}$$

Az összefüggés világosan mutatja a lejátszófej sarkain kapott feszültséget a frekvencia, illetve függetlenül a szalagsebességtől, a szalagon mért hullámhossz függvényében. Ideális esetben a demagnetizálódás és réshatás figyelembevétele nélkül oktávonként 6 dB-el emelkedő feszültség-nívót kapnánk (14. ábra a vonala). A valóságos



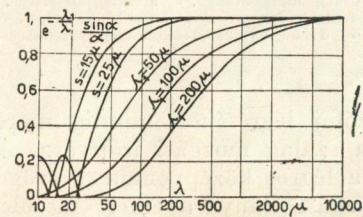
14. ábra.

A lejátszófej sarkain kapott feszültségviszony a frekvencia függvényében
a — a feszültségviszony a réshatás és demagnetizálódás nélkül
b — b a valóságos feszültségviszonyok
c — c a lejátszó erősítő karakterisztikája
d — d a kapott fej feszültségsdiagramja.

viszonyokat vizsgálva, λ csökkenésével ill. f növekedésével a demagnetizálódás és réshatás a nível kezdetben lassú, majd rohamos csökkenését eredményezi. A

$$\frac{\sin \alpha}{\alpha} = \frac{\sin \frac{\pi s}{\lambda}}{\frac{\pi s}{\lambda}}$$

tényező mindazon λ értékeknél, ahol az $s = n \lambda$ összefüggés fennáll (n = pozitív egész szám), zérus értéket ad. Ezek a helyeken tehát E is zérus (14. ábra b görbe). Ezek a réshatás következtében jelentkező kioltási pontok a gyakorlatban rendszerint nem mutathatók ki élesen, mert a demagnetizálódás eredményeként ilyen magas frek-



15. ábra.

A demagnetizációs- és a réstényező a hullámhossz függvényében

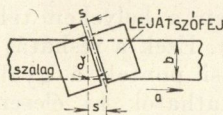
venciáknál a hasznos jel nívója már azonos nagyságrendű az alappzajjal. A demagnetizálódás és a réshatás frekvencia-, ill. hullámhosszfüggőségét a 15. ábra mutatja.

Adott szalagsebesség, résszélesség és szalaganyag esetében tehát a magas frekvencia rögzíthetősége ill. lejátszhatósága felfelé két okból is korlátozva van. Elméletileg a szalagsebesség és a szalag koercitív erejének növelésével, valamint a légrés csökkentésével a demagnetizációt illetve réshatást le lehet csökkenteni.

A légrés csökkentésének technológiai és mágneses szempontból is akadálya van. Ma sorozatgyártásnál a 15 μ -os rés biztosítása és beállítása nagyobb akadályok nélkül lehetséges. Ennél kisebb légrést előállítani nem is lenne érdemes, mert egyrészt a két félgűrű résmentes összeillesztésekor is több μ -nyi hatásos légrés jelentkezik, másrészt a demagnetizáció már olyan frekvenciáknál is számottevő, ahol réshatás még nem jelentkezik (15. ábra).

A szalagsebesség növelése a gazdaságosság irányelveivel ellenkezik. A tervezők éppen az ellenkezőjére törekszenek: minél rövidebb szalagon, minél hosszabb műsort rögzíteni. Emellett a nagyobb szalagsebesség a mechanikus berendezéssel szemben támaszt sokkal nagyobb követelményeket. Így többek között a szalag lebegés, rezgés nélküli futása csak nehezen biztosítható. A rövidebb hullámhosszaknál a szalagból kilépő erővonalak közvetlenül a szalag mellett haladva záródnak, míg a hosszabb hullámoknál távolabb is eljutnak (11. ábra). A szalag lebegése, a fejtől való időközönkénti eltávolodása tehát elsősorban éppen azoknak a magas hangoknak a lemaradását eredményezné, amelyeknek az érdekében történt a sebesség megemelése. Így a normális használatban 77 cm/mp-nél nagyobb sebességet nem használnak s a jelenlegi irányzat a szalagsebesség 38 cm/mp-re csökkentését célozza.

Igen hatásosnak mutatkozott ezzel szemben a szalag koercitivitásának a megnövelése. A tapasztalat azt bizonyítja, hogy a légrés csökkentése is akkor jár számottevő eredménnyel, ha nagyobb koercitív erejű szalagot használunk.



16. ábra. A rézférdesség hatása

a a szalag mozgásiránya, b a szalag szélessége, δ a rézférdesség szöge, S a valóságos légrés szélessége, $S' = b \cdot \tan \delta$ a megnövekedett hatásos légrés szélessége,

A lejátszófej légrésének mindig merőlegesnek kell lennie a szalag mozgási irányára. Abban az esetben, ha a légrés középvonala δ szöget zár be a szalag mozgási irányára emelt merőlegessel, a 16. ábrán ábrázolt módon a légrésszélesség tulajdonképpen megnövekszik. Ilyenkor a

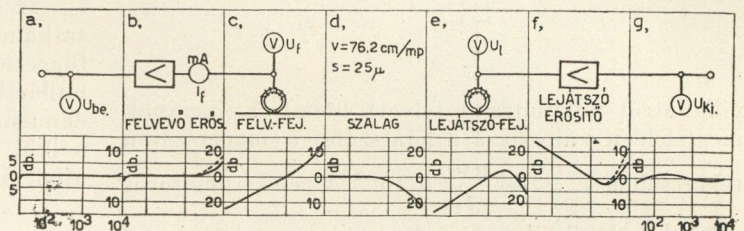
$$\frac{\sin \alpha}{\alpha} \text{ résfüggvényben } s' = b \tan \delta \text{ szerepel, tehát}$$

$$\alpha = \frac{\pi b \tan \delta}{\lambda}$$

és így $\tan \delta$ növekedése a magas frekvenciák nívójának csökkenését, s esetleg teljes kioltásukat eredményezheti.

Erősítők

A 14. ábra a lejátszófej sarkain kapott feszültséget a frekvencia függvényében tünteti fel. A diagramból látható, hogy a lejátszófej a mély és magas frekvenciáknál jóval kisebb feszültséget



17. ábra Teljes magnetofon-berendezés frekvencia-karakterisztikái

a Beadott hangfrekvenciás feszültség e Feszültség a lejátszófejen
b A felvétel fejelelő áram f A lejátszó erősítő frekvenciamenete
c Feszültség a felvétel fejen g Kimenő hangfrekvenciás feszültség
d Remanencia a szalagon

szolgált, mint az 1000—3000 Hz-es sávban. 76,2 cm/mp szalagsebesség és 25 μ résszélesség mellett ez az esés az 1000 Hz-nél kapott nívóhoz viszonyítva 50 Hz-nél kb. 26 dB, 10 000 Hz-nél a szalag minőségétől és a fej kopottságától függően 10—25 dB. A lejátszó erősítő feladata, hogy kimenetén minden frekvenciánál ugyanakkora feszültséget szolgáltatson. Ennek érdekében a lejátszóerősítőben olyan korrekciót alkalmaznak, amely a lejátszófej frekvenciadiagramjának a maximális, 1000—2000 Hz-hez tartozó szintre vonatkozó tükörképét adja.

A lejátszófejnek a 14. ábrában feltüntetett frekvenciagörbéje arra az esetre vonatkozik, amikor a felvétel frekvenciától független állandó árammal történt. A felvétel erősítő feladata, hogy a bemerítés adott hangfrekvenciás váltófeszültségnek megfelelő, frekvenciától független állandó amplitudójú hangfrekvenciás áramot biztosítson a felvétel fej számára. Az áram átlagértéke cca 5 mA. Nyilvánvalóan felmerül a kérdés, hogy miért nem alkalmaznak előzetes korrekciót már a felvétel erősítőben. Az állandó árammal történő mágnesezést indokoltá teszi az alábbi két megfontolás. A mágnesező áram egy maximális értéket nem léphet túl, mert a fej, vagy a szalag telítődését okozná, s így torzítások keletkeznének. A közepes frekvenciák szintjének lejjebb szorítása viszont azt jelentené, hogy a szalag rendelkezésre álló dinamikáját nem használjuk ki kellőképpen s ezáltal a jel/zaj viszonyt rontjuk. A magas frekvenciáknál ennek ellenére kb. 10—12 dB-es emelést szoktak megvalósítani, mert a beszéd és zene spektrumában a magas hangok úgyis mindig kisebb intenzitással jelentkeznek.

A felvétel fej ohmikus ellenállása igen kicsiny, ezért induktív terhelést jelent az erősítő számára,

vagyis impedanciája a frekvenciával arányosan nő. A frekvenciától független állandó áram biztosítása többféle módon történhet. Ha a végeső nagy belső ellenállású pentóda, akkor a fej ellenállásának változása elhanyagolható mértékben változtatja meg a körben folyó áramerősséget. Ha pentóda helyett triódát alkalmaznak, akkor a fejjel nagy ohmikus ellenállást kapcsolnak sorba, s így ez szabja meg a fejen átfolyó áramot.

A korrekciós tagokat célszerűen változtatható kivitelben szokták elkészíteni, hogy különböző szalagoknál, illetve a fejek cseréjénél az új felteleknek megfelelő beállítást el lehessen végezni.

A magnetofon alkotóelemeinek frekvencia-karakterisztikáit a folyamatok sorrendjében igen szemléletesen tünteti fel a Radio c. szovjet folyóiratban V. Braginszkij-től megjelent tanulmány egyik ábrája. Ennek alapján a 17. ábra egy 76,2 cm/mp szalagesebességű és 25 μ légrésű magnetofon frekvenciadiagrammait mutatja be.

A fentiekben ismertetett elméleti megfontolások alapján készült magnetofonokkal a gyakorlatban 30—12 000 Hz között az 1000 Hz-nél kapott szinthez viszonyítva ± 2 dB eltéréssel egyenes frekvenciamenet, 55—60 dB-es dinamika és 2%-nál kisebb torzítási tényező valósítható meg.

Felhasznált szakirodalom:

V. Braginszkij: Csasztotnije iszkazseniya pri magnitnoj zapirzi. Radio. 1951. X.

V. Braginszkij: Generatori dlja magnitofonov. Radio. 1951. I—II.

N. A. Bajkuzov: Magnitofon sztaacionarnij ljubityelszkij Radio. 1951. V. XII.

Dr. Walter Guckenburg: Die Wechselbeziehungen zwischen Magnettonband und Ringkopf bei der Wiedergabe. Funk und Ton. 1950. I.

Dipl. Ing. Rudolf Oerding: Der Aufzeichnungsvorgang beim Magnetton - Verfahren. Funk und Ton. 1951. V—VI.

Dipl. Ing. Alfred Schütz: Das Magnettonverfahren. Radiotechnik. 1947. 2/3.

Dr. Rudolf Robl: Die Entwicklung des Magnetophonbandes in Deutschland. Radiotechnik. 1950. 8.

S. J. Begun: Magnetic Recording. Murray Hill Books Inc. New-York.

M. Rettinger: Recording in Motion Pictures. Audio Engineering. 1950. III—IV.

H. G. M. Spratt: Magnetic Recording Tape. Wireless World. 1951. III—IV.

FIAT Final Report No. 923.

Kellermayer György: Felvételi és leadási technikában alkalmazható szinkronmotorok. Rádió és filmtechnika 1950. XII.

Istvánffy Edvin: Mágneses anyagok és alkalmazásuk. Nehézipari könyvkiadó, 1950.

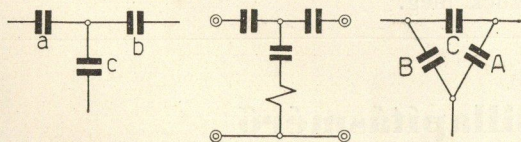
Kádár Miklós: Hangrögzítés. Állami Műszaki Főiskola jegyzete. 1951.

Takarékoskodjunk a dielektrikum-anyagokkal!

Dr. RADVÁNYI LÁSZLÓ

A híradástechnika minőségi dielektrikum-anyagaival, különösen a csillámlemezrel és a stiroflexszel való takarékoskodás érdekében az alábbiakban egy — egyébként ismeretes — kapcsolási ekvivalenciára hívjuk fel a figyelmet és ki fogjuk mutatni, hogy alkalmazásával a megfelelő helyeken a dielektrikumnak legalább a kétharmadrészét megtakaríthatjuk.

Alkalmazzuk ugyanis három »csillag«-ba kapcsolt kondenzátorra (1. ábra) — ilyen kondenzátor-csoportot gyakran találunk pl. derivált felüláteresztő szűrőtagokban (2. ábra) — a »csillag-delta«-transzformációt. Ekkor a 3. ábrán feltüntetett



1. ábra

2. ábra

3. ábra

kapcsoláshoz jutunk. Legyen most már a három csillagba kapcsolt kondenzátor értéke a , b és c , a három deltába kapcsolt kondenzátor értéke pedig A , B és C . Legyen végül

$$a + b + c = s,$$

$$A + B + C = S$$

Bizonyítani kívánjuk, hogy

$$S \leq \frac{s}{3}$$

azaz, hogy a csillag-kapcsolásnak deltakapcsolással való helyettesítése következtében a kapcsolásban szereplő összkapacitás és így a dielektrikum-szükséglet is a csillagkapcsolás anyagigényéhez képest legalább az egyharmadrészre csökken. A csillag-delta-ekvivalencia feltételei szerint ugyanis

$$A = \frac{bc}{a + b + c} = \frac{bc}{s}$$

$$B = \frac{ca}{a + b + c} = \frac{ca}{s}$$

$$C = \frac{ab}{a + b + c} = \frac{ab}{s}$$

és ebből

$$s - 3S = s - 3 \frac{ab + bc + ca}{s} =$$

$$= \frac{s^2 - 3ab - 3bc - 3ca}{s} =$$

$$= \frac{a^2 + b^2 + c^2 - ab - bc - ca}{s} =$$

$$= \frac{1}{2s} [(a - b)^2 + (b - c)^2 + (c - a)^2]$$

Ez utóbbi kifejezés szögletes zárójelben levő tényezője azonban négyzetek összege lévén, minden esetre pozitív, kivéve, ha

$$a = b = c = \frac{s}{3},$$

amikor 0.

Tehát

$$s - 3S \equiv 0,$$

azaz valóban

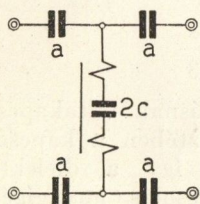
$$S \equiv \frac{s}{3},$$

amit éppen bizonyítani kívántunk.

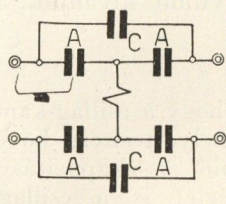
Nézzünk néhány szélsőséges esetet. Tételezzük fel, hogy a három kondenzátor közül kettő, a és b , egymással közelítőleg egyenlő. A harmadik, c , legyen egyik esetben a másik két kondenzátorhoz képest igen kicsiny, a másik esetben pedig igen nagy.

Könnyen belátható, hogy igen kicsiny c kondenzátor esetén a deltakapcsolás kapacitásigénye egy negyede a csillagkapcsolásénak, igen nagy c kondenzátor esetén pedig a megtakarítás megközelítőleg éppen ezt az önmagában kiugró értéket teszi ki.

Szimmetrikus »H« kapcsolásból, ha a haránt-ág olyan elemet is tartalmaz, melyet a transzformációba nem kívánatos bevonni, például tekercset (4. ábra), az átalakítással két deltakapcsolást kell kialakítanunk (5. ábra). Ezesetben, ha — mint a 4. ábrában — a harántkondenzátor elhelyezése központos, a deltakapcsolásra való áttérés előnyei kisebbek, de még mindig jelentékenyek.



4. ábra



5. ábra

Igaz ugyan, hogy a használandó kondenzátorok számban eggyel megnövekednek a harántkondenzátor kettéválása folytán és hogy a transzformációban a harántkondenzátort négyszeres értékkel kell

számításba venni, a dielektrikum megtakarítás azonban még így sem csökkenhet lényegesen az 50 % alá.

E kérdés vizsgálatához, minthogy a legkisebb megtakarítás, mint láttuk, egyenlő kondenzátorok esetén adódik, tételezzük fel, hogy a hosszanti ágban a kondenzátorok értéke mindkét oldalon a , a harántágban a kondenzátor értékét viszont vegyük $2c$ -nek, figyelembe véve, hogy a megtakarítás számításakor ezt az értéket két deltakapcsolás között kell megosztanunk. E jelölésekkel a szimmetrikus »H« kapcsolás kapacitásigénye erenként $2a + c$.

A két deltakapcsolás kialakításához a $2c$ értékű harántkondenzátort két egymással sorba-kapcsolt, egyenként $4c$ értékű kondenzátorral kell helyettesítenünk.

Eddigi eredményeinket felhasználva egy-egy deltakapcsolás kapacitásigénye:

$$S = \frac{a^2 + 8ac}{2a + 4c}$$

A megtakarítás:

$$\begin{aligned} s - S &= 2a + c - \frac{a^2 + 8ac}{2a + 4c} = \\ &= (2a + c) \left[1 - \frac{a^2 + 8ac}{4a^2 + 10ac + 4c^2} \right] = \\ &= (2a + c) \left[\frac{3a^2 + 2ac + 4c^2}{4a^2 + 10ac + 4c^2} \right] \end{aligned}$$

A százalékos megtakarítást a fenti kifejezés második tényezője adja. Közvetlenül belátható, hogy igen kicsiny és igen nagy c értékek esetén a megtakarítás, ugyanúgy, mint az aszimmetrikus kapcsolásban, a 75, illetve a 100%-ot közelíti meg. Ha $a = c$, vagy ha $a = 2c$, a megtakarítás éppen 50%. A $c : a$ viszony e két értéke között a megtakarítás a $c : a$ viszony függvényében alig változik. Differenciálással meggyőződhetünk róla, hogy a megtakarítás $c : a = 0,7135$ érték esetén a legkisebb, de ekkor is 49,07%.

Ha a harántág a $2c$ kondenzátoron kívül más elemet nem tartalmaz, természetesen szimmetrikus II-kapcsolást alkalmazunk, melynek megtakarítási viszonyai az aszimmetrikus kapcsolásával egyeznek meg.

Újrendszerű vonalesillapításmérő

Hozzászólás dr. Magyar Endre cikkéhez (3—4. sz., 48. old.)

A cikkben ismertetett elgondolás levezetésében a szerző azt az elhanyagolást teszi, hogy a másodlagos áramkör jellemzők frekvenciafüggőségét figyelmen kívül hagyja, illetve ezek közül csupán a szögtenyező változására reflektál. Ebből az alábbiak szerint a módszer alkalmazhatóságának korlátozottságára kell következtetnünk.

A mérés alapjául szolgáló összefüggés levezetésénél a bemenő áramokra a cikk az I , I_1 , I_a , $I_{\max}$ jelöléseket használja, nem mindig definiáltan.

A következőkben I_a a bemenő áramot, I_1 a hullámáramot jelenti. A negyed- és félhullámos táplálásra a $\lambda/4$ és $\lambda/2$ indexeket alkalmazzuk, a szögértékekre megtartjuk a β és α , a csillapításokra az a és α jelöléseket.

Negyedhullámú táplálásnál az üresjárási impedancia minimális és a bemenő áram:

$$I_{a\lambda} = I_{1\lambda} (1 - e^{-2a\lambda/4})$$

Félhullámos táplálásnál impedancia-maximum mellett:

$$I_{a\lambda/2} = I_{1\lambda/2} (1 + e^{-2a\lambda/2})$$

A bemenőáramok viszonya tehát:

$$\frac{I_{a\lambda/2}}{I_{a\lambda/4}} = \frac{I_{1\lambda/2} (1 - e^{-2a\lambda/2})}{I_{1\lambda/4} (1 + e^{-2a\lambda/4})}$$

Állandó táplálófeszültség mellett a különböző frekvenciáknál fellépő hullámáramok az illető frekvenciákhoz tartozó karakterisztikus impedanciákkal fordítva arányosak és így

$$\frac{I_{a\lambda/2}}{I_{a\lambda/4}} = \frac{Z_{\lambda/4} (1 - e^{-2a\lambda/2})}{Z_{\lambda/2} (1 + e^{-2a\lambda/4})} = \frac{Z_{\lambda/4}}{Z_{\lambda/2}} \frac{\sinh a_{\lambda/2}}{\cosh a_{\lambda/4}} e^{a_{\lambda/4} - a_{\lambda/2}}$$

Nyilvánvaló, hogy ez a kifejezés csak akkor egyszerűsíthető a

$$\frac{I_{a\lambda/2}}{I_{a\lambda/4}} = \tanh a \quad \text{alakba, ha } Z_{\lambda/4} = Z_{\lambda/2} \text{ és } a_{\lambda/4} = a_{\lambda/2}$$

amikor is az első és harmadik tag az egységgel egyenlő, a két hiperbolicus függvény argumentuma pedig azonos lévén, hányadosuk $\tanh a$ alakban írható fel.

A pontos megoldásban szereplő impedancia-tagok nem illesztési kérdésekből erednek. Fellépésük azt a fizikai tényt fejezi ki, hogy a vezeték hullámáram felvétele adott generátor-nál a karakterisztikus impedanciától függ. Ha a frekvencia változásával a karakterisztikus impedancia pl. csökken, a hullámáramfelvétel növekedni fog.

Az a közelítés tehát, hogy a hullámáram a mérésben szereplő minden, vagy legalább is mindkét frekvenciára azonos, egyáltalán nem engedhető meg további vizsgálat nélkül.

Az eltérés számszerű vizsgálatára egy 240 km-es 3 mm-es bronz áramkört veszünk. 200 Hz-nél a szögtenyező $\beta = 0,65 \cdot 10^{-2}$ km, tehát a vezeték 200 Hz-nél negyedhullámos, 400 Hz-nél pedig — a szögtenyezőnek itt még kismértékű torzulásától eltekintve — félhullámos táplálást kap.

A vezetékadatok a következők:

f Hz	200	400
α mN/km	3,2	3,8
a N	0,765	0,910
$ Z \Omega$	885	719

Ezzel a mérés alapjául szolgáló műszerkitérési viszony

$$\varepsilon = \frac{I_{a\lambda/2}}{I_{a\lambda/4}} = \frac{Z_{200}}{Z_{400}} \frac{1 - e^{-2a_{400}}}{1 + e^{-2a_{200}}} = 0,95$$

A csillapítás ebből $a = \operatorname{arth} \varepsilon = 1,26$ N volna, ami mindkét értéktől jelentősen eltér.

Látjuk tehát, hogy ez a mérési mód a pontosság igényével nem léphet fel olyan frekvenciatartományban, ahol a csillapítás- és az impedancia görbe változik, így tehát léges áramköröknél, a mély pupináramköröknél pedig a mély és magas frekvenciatartományban.

Itt nem térünk ki részletesen arra, hogy e mérési módszer frekvenciáit a vezeték diktálja, míg a távbeszélő áramköröknél a feladat fordított: *kötött* frekvenciáknál kell a csillapítást meghatározni. A mérési eredmény maga a hullámcillapítást közelíti meg. Áramkörünk azonban — szinte kivétel nélkül — összetett, inhomogén áramkörök (légvezeték bevezető kábellel stb.), amikor nemcsak mérni nem tudunk, hanem a hullámcillapítás maga is elveszti fizikai értelmét. Ép ezért volt kénytelen a szolgálat az üzemi csillapítás mérésére áttérni.

A módszer mindezekén kívül nem alkalmazható semmiféle olyan áramkörön sem, melynél a visszaút le van zárva (erősített és vivőfrekvenciás áramkörök). A fentiek ellenére igen jól használhatónak látjuk azonban olyan áramköröknél, melyeken csak a számolást helyettesítő orientációs mérésre van szükség (pl. tábori vezetékek).

Megemlítjük végül, hogy a cikkben több ízben előfordul az az utalás, hogy a sajátfrekvenciáknál a vezeték üresjárásai és rövidzárási impedanciái tiszta ohmos jellegűek lesznek. Ez nem áll fenn.

Ha a szögérték $b = n \frac{\pi}{2}$ akkor

$$\tanh g = \tanh(a + jb) = \frac{\tanh a + j \tanh n \frac{\pi}{2}}{1 + j \tanh n \frac{\pi}{2} \tanh a}$$

mely
$$\left. \begin{aligned} n = 1, 3, 5 \dots \text{ értékeinél} &= \operatorname{ctgh} a \\ n = 2, 4, 6 \dots \text{ értékeinél} &= \tanh a \end{aligned} \right\}$$

valóban reális szám lesz. Abból azonban, hogy $\sqrt{\frac{Z_r}{Z_{\bar{u}}}} \tanh a$

reális számot ad, nem szabad azt a következtetést levonnunk, hogy Z_r és $Z_{\bar{u}}$ reálisak.

$$Z_r = |Z_r| e^{j\varphi_r} = Z \operatorname{ctgh} a = |Z| e^{j\varphi} \operatorname{ctgh} a$$

$$Z_{\bar{u}} = |Z_{\bar{u}}| e^{j\varphi_{\bar{u}}} = Z \tanh a = |Z| e^{j\varphi} \tanh a$$

hányadosa az esetben is reális, ha

$$\left. \begin{aligned} e^{j\varphi_r} &= e^{j\varphi} \\ e^{j\varphi_{\bar{u}}} &= e^{j\varphi} \end{aligned} \right\} \quad \varphi_r = \varphi_{\bar{u}} = \varphi$$

és amint látható, ekkor a vezeték mind üresjárásban, mind pedig rövidzárlatban a *karakterisztikus impedancia* fázisszögét mutatja.

Novák István

A hozzászólás teljes általánosságban boncolja a mérési módszert. A cikk azokra az esetekre korlátozta, mikor Z_0 már állandónak vehető fel (I. bekezdés) és a lényegesen nem változik (IV. utolsó két bekezdés). Ezekre az esetekre maga a hozzászóló is bebizonyítja, hogy a mérési módszer jó (első levezetés).

A hozzászólás a számpéldát a beszédsáv alsó végéről veszi, holott a beszéd frekvenciasáv súlypontja 1000 c/s körül van, ahol a mérés éppen az 5 mN/km pontos értékét adja, azaz tájékoztató, gyors méréstől szinte nem is várható pontosságot ad.

Magam is elismertem, hogy nagy fázisszögű hullámenállás és terjedési állandó esetén (tömör papírkábel) a módszer csödvőt mond (VI. fejt.).

A hozzászólás 2. levezetése természetesen helytálló, de épp a tárgyalt gyakorlati esetekben a $Z_{\bar{u}}$ és Z_r értékek nem azért reálisak, mert a hányadosuk az, — ezt nem is állítottam, — hanem nagyfrekvenciáknál a $Z_{\bar{u}}$ és Z_r önmagukban is ohmikusak (reflexiók elipszis v. spirál diagramm).

Inhomogén vonalakra a módszer természetéből folyik, hogy nem használható. Ezzel szemben homogén légvezeték-nél és pupinkábeleknél a kiindulási feltételeket kielégítő frekvenciasávban — ha a vonalhossz is megengedi — a mérési módszer jó és különös előnye, hogy egyetlen, gyakorlatilag érzékeny, nem is pontos váltakozó áramú műszerrel elvégezhető, tehát a legrövidebb mérési adottságok mellett is megüti az eredmény a jó tájékoztatás mértékét.

A módszer főleg ott használható, ahol drágább felszerelés nélkül sok vonal központos, napi üzemi állapot ellenőrzéséről van szó. Nagyobb igénnyel a cikk nem is lépett fel.

Dr. Magyari Endre

Nagystabilitású oszcillátorok és ezek alkalmazása a közös hullámú adók vezérlésénél

ADAMIS BÉLA

A közös hullámon működő és azonos műsort sugárzó adóknál rendkívül fontos követelmény, hogy üzemi frekvenciájuk pontosan egyezzen. A megengedett legnagyobb frekvenciaeltérés 0,1 Hz. A frekvenciatartás mértékének megállapításánál figyelembe lett véve az a körülmény, hogy teljesen azonos üzemi frekvenciák mellett is, a fading következtében 0,1 Hz. alapfrekvenciájú lebegések előállhatnak a közösen besugárzott területen.

Az együttfutás biztosítására legegyszerűbbnek látszik egy olyan megoldás, amelynél egy központi táplált elosztóhálózat azonos alapfrekvenciát közöl az alállomásokkal, amelyek ebből sokszorozással, vagy osztással állítják elő az üzemi frekvenciát. A gyakorlatban azonban a központi elosztóhálózat nem nyújt teljesen zavarmentes és üzembiztos összeköttetést. Rádió útján maga az üzemi frekvencia nem közölhető, mert ezt az alállomás sugárzása elnyomná, egy harmonikus, vagy szubharmonikus viszont nehezen biztosítható a hullámkörzet zsúfoltsága miatt. A légköri zavarok ezt az összeköttetést is bizonytalanná tehetik, a fading következtében pedig a betáplált feszültség fázisában állhatnak elő gyors változások, amelyek a közösen beszórt területeken lebegéseket okoznak. A kábelben keresztül történő frekvenciaelosztásnál a zajok, az áthallás és különböző üzembiztos tehetik bizonytalanná az összeköttetést, az erősítőben és a vonal mentén fellépő gyors fázisváltozások következtében pedig az adók pontos frekvenciatartása sem biztosítható, pl. ha 1,2 MC üzemi frekvencia részére kábelben keresztül 1000 Hz. frekvencianormát közlünk és ennek fázisszöge 1°/perc változást szenved, ez a közös hullámú üzemből 18 mp-ként egy lebegést eredményez, ami $4,7 \cdot 10^{-8}$ relatív frekvenciaváltozásnak felel meg.

A frekvencia közlésénél mutatkozó nehézségek miatt újabban a közös hullámú adókat olyan helyi oszcillátorokkal vezérlik, amelyek az előírt frekvenciapontosságot huzamosabb időn keresztül képesek tartani. A frekvencianormát adásszűnethen közli a vezérállomás az összes alállomásokkal, amelyek frekvenciájukat egyidejűleg ehhez hitelesítik.

A közös hullámon dolgozó adók általában a középhullámú sáv rövidebb tartományában dolgoznak 1—1,5 MC-n. Ebben a frekvenciasávban a 0,1 Hz-n belüli frekvenciaegyezés $\pm 3, \pm 5 \cdot 10^{-8}$ -as frekvenciaállandósággal rendelkező oszcillátorral biztosítható ($\delta = \Delta f/f_0$), ez a stabilitáskövetelmény két nagyságrenddel haladja meg a hírszóró adóknál előírt értéket. Ilyen különlegesen nagystabilitású oszcillátorok tervezésénél és megépítésénél fel kell használni mindazokat a lehetőségeket, amelyekkel a rezgéskeltők stabilitása fokozható.

Tárgyalásunk folyamán az oszcillátorok stabilitásának feltételeit fogjuk vizsgálni — amely egyébként is a rezgéskeltők leglényegesebb tulajdonsága. Inkább az általános irányelveket kívánjuk kidomborítani, mintsem az áramkörök aprólékos tárgyalásával a részletkérdésekben elmerülni.

Az oszcillátorkapcsolások mindegyike két négy-pólus hurokszerű kapcsolásként fogható fel (1. ábra). Az "A az erősítő, a "B a visszacsatoló egység, amelyek A ill. B erősítési tényezővel rendelkeznek, D a teljes hurok erősítési tényezője. Mindhárom vektorális mennyiség.

$$\begin{aligned} A &= a e^{-j\alpha} \\ B &= b e^{-j\beta} \\ D &= A \cdot B = a b e^{-j(\alpha+\beta)} = d e^{-j\delta} \end{aligned} \quad 1$$

Stabil rezgés akkor keletkezik, ha az alábbi feltétel érvényesül:

$$D = d e^{-j\delta} = 1 \quad 2$$

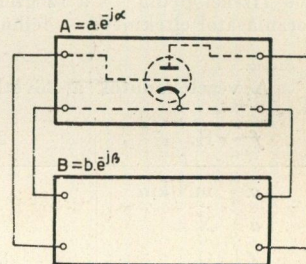
vagyis, ha

$$d = ab = 1 \quad 2/a$$

$$\delta = \alpha + \beta = 0. \quad 2/b$$

A stabil rezgés keletkezésének tehát két feltétele van: a 2/a, amely az amplitudó viszonyokat, és a 2/b amely a fázis-, ill. a frekvencia-viszonyokat határozza meg. A két feltétellel a feladat túlhatározott, ennek következtében stabil rezgési állapot csak olyan áramkörben tartható fenn, amely amplitudófüggő nemlineáris tagot tartalmaz és amely túlcsatolt állapotban van, vagyis kis amplitudóknál $d = ab > 1$. A rezgés amplitudója addig nő, míg az amplitudófüggő erősítési tényező csökkenésével az egyensúlyi helyzet be nem áll és az áramkör üzembizonyai ki nem elégítik a 2/a feltételt.

A szokásos oszcillátorkapcsolásoknál az amplitudókorlátozás azért jön létre, hogy a rezgés amplitudójának növekedésével az oszcillátorcső előfeszültsége megnő és a cső effektív merevedése csökken. A dinamikus előfeszültség változásával a cső fő paraméterei is (C_a , C_r , S , R_b) megváltoznak, ami által az oszcillátor frekvenciája is bizonyos mértékig elhangolódik. Az elhangolódás annál nagyobb, minél szorosabb visszacsatolást alkalmazunk. Az üzembiztos rezgési állapot fenntartásának és a frekvenciaállandóság biztosításának követelményei tehát egymással ellentétesek. Két-háromszoros túlcsatolás alkalmazásával mindkét szempontból kielégítő működés biztosítható.



1. ábra

Hatásos amplitudókorlátozás érhető el a híd-kapcsolású oszcillátorokkal, amelyeknél a híd ágaiba kapcsolt hőérzékeny elemek biztosítják a visszacsatolás amplitudó-függőségét, anélkül, hogy az amplitudókorlátozás következtében elhangolás jönne létre.

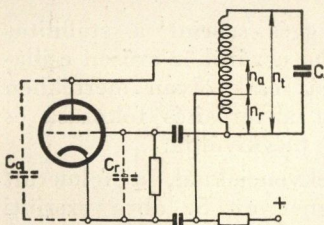
Az oszcillátorkapcsolásoknál szelektív köröket alkalmazunk, miáltal az amplitudó és fázisviszonyok frekvenciafüggőek és a rezgésszámuk jól definiált. A berendezés azon a frekvencián gerjed be, amelyen a fázisviszonyok alakulása a 2/b feltételt kielégíti. Mivel az áramkör egyéb elemeinél fázistiszta átvitelre törekszünk, a berendezés önrezgése csak kismértékben tér el a hangolt kör rezonáns frekvenciájától.

A rezgéseltők frekvenciatartása annál biztosabb, minél állandóbbak az áramkör fázisviszonyai és ezek stabilitásának a biztosítása a legfontosabb feladat. A fázisviszonyok kialakítása szempontjából az áramkör elemei nem egyenértékűek és az alábbi három osztályba sorolhatók:

1. a rezgőkör aktív elemei;
2. a rezgőkörrel párhuzamosan kapcsolt járulékos elemek;
3. az áramkör fázisviszonyait meghatározó egyéb elemek.

Az áramkör elemeinek változását az alábbi okok idézik elő:

1. az áramkör elemeinek öregedése, a cső paramétereinek a változása, csőcsere;
2. a környezeti hőmérséklet változása;
3. a tápfeszültség változása;
4. mechanikai szilárdság hiánya.



2. ábra

Vizsgáljuk meg a 2. ábra áramkörén a csőkapacitás változása (ΔC_{cs}) által előidézett elhangolás mértékét. Az L hangolótékercs teljes menetszáma n_t , az anód és a rácscsatolómeneteinek száma n_a és n_r , az áttételi viszonyokat az alábbiak szerint választjuk:

$$\frac{n_t}{n_a} = \frac{n_t}{n_r} = a \quad n_t \gg n_a = n_r \quad (3)$$

A hangolt kör rezonáns ellenállása: $R_r = \frac{Q}{\omega C}$.

Az anód terhelő impedanciája: $R_a = \frac{R_r}{a^2}$.

Az oszcillátor túlesatolási tényezője (g):

$$g = \frac{SQ}{\omega \cdot C a^2} \quad (4)$$

ahol S az oszcillátorcső meredeksége, Q a hangolt kör jósági tényezője.

A 4. egyenletből az előírt működési viszonyokat biztosító impedanciaáttétel (a^2) kifejezhető:

$$a^2 = \frac{SQ}{\omega \cdot C \cdot g} \quad (5)$$

A cső kapacitásváltozása az impedancia feltranszformálás következtében $\Delta C_{cs}/a^2$ értékben adódik a rezgőkör hangoló kapacitásához. Az ezáltal előidézett elhangolás értéke (δ):

$$\delta = \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Delta C_{cs}}{2C \cdot a^2} = \omega \Delta C_{cs} \cdot \frac{g}{2SQ} \quad (6)$$

Az elhangolás mértékét, amelyet az oszcillátor áramkörében fellépő fázisszögváltozás ($\Delta \varphi_a$) okoz, a 2/b összefüggés alapján számíthatjuk:

$$\Delta \varphi_a = -\Delta \varphi_0.$$

A hangoló kör rezonanciájának közelében:

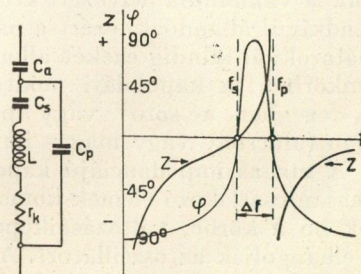
$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \Delta \varphi_0 &= \Delta \varphi_0 = -2Q\delta \\ \frac{\delta}{\Delta \varphi_{\text{rad}}} &= -\frac{1}{2Q} \quad \frac{\delta}{\Delta \varphi^0} = \frac{\pi}{360Q} \end{aligned} \quad (7)$$

A 6. és 7. kifejezés az oszcillátorok stabilitására vonatkozólag fontos adatokat nyújt, amelyeket ezek tervezésénél figyelembe kell venni. Elsősorban kitűnik, hogy a stabilitás a rezgőkör jósági tényezőjével arányosan növekszik. A kapcsolásban használandó csövek tulajdonságaira vonatkozólag kitűnik, hogy olyan nagymeredekségű és stabil felépítésű csövek használata ajánlatos, amelyek kis elektróda-közi kapacitással rendelkeznek. Az oszcillátor-fokozatban működő csövek lehetőleg igen kis teljesítménnyel legyenek igénybevéve. Végül az is kitűnik, hogy alacsony üzemi frekvencián előnyösebb működési viszonyok biztosíthatók.

A 6. és 7. egyenletekből egy konkrét esetre kiszámítjuk az elhangolás értékét:

$$\begin{aligned} f_0 &= 10^6 \text{ Hz} \\ S &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ A/V.} \\ Q &= 100 \\ \Delta C_{cs} &= 1 \cdot 10^{-12} \text{ F} \quad \delta/1 \text{ pF} = \Delta f/f_0 = 3,14 \cdot 10^{-5} \\ \Delta \varphi &= 1^0 \quad \delta/1^0 = 8,7 \cdot 10^{-5} \end{aligned} \quad (8)$$

A két ok által kiváltott elhangolás összege $1,84 \cdot 10^{-4}$, tehát három nagyságrenddel meghaladja az elérendő stabilitás értékét. Kielégítő frekvencia-állandóság csak 10^5 -nél nagyobb jósági tényezővel rendelkező körrel biztosítható. A megfelelő minőségű kvarckristály, mint elektro-mechanikai rezgőrendszer rendelkezik ilyen kiválóan magas jósági tényezővel, ezért a stabil oszcillátorok mind kristály-vezérlésűek.



3. ábra

Köztudomású, hogy a kristállyesztet elektromos körbe helyezve önrezgésének közelében úgy viselkedik, mint egy elektromos áramkör, melynek kapcsolását a 3. ábra adja. A helyettesítő kapcsolás

elektromos adatai a metszet méreteiből, a kimetszés módjából és a kristály anyagának mechanikai állandóiból számíthatók ki. A helyettesítő áramkörben a C_p magába foglalja a kristályt befogó fémfegyverzetek kapacitását is, a C_a -t pedig a fegyverzetek és a kristályfelületek kapacitása alkotja. Az áramkör soros és párhuzamos rezonanciával rendelkezik. A két rezonáns frekvencia a magas C_p/C_s viszony következtében egészen közel esik egymáshoz:

$$\frac{\Delta f}{f_p} = \frac{f_s - f_p}{f_p} = \frac{C_s}{2 C_p} = 2,5 - 5 \cdot 10^{-3} \quad 9$$

A T_1 táblázat az X -metszetű kristály elektromos állandóit tartalmazza. A h , s , v a kristály hosszúsági, szélességi és vastagsági méretét jelenti cm-ben mérve. A táblázatból kitűnik, hogy az alacsony frekvenciák felé a Q értéke nő.

T₁ táblázat

	Hosszúsági rezgés	Vastagsági rezgés
$r(\text{ohm}) \dots$	$325 \cdot v/h \cdot s$	$325 \cdot v/h \cdot s$
$L(\text{Hy}) \dots$	$131 \cdot h \cdot s/s$	$131 \cdot d^3/s \cdot h$
$C_s(\text{F}) \dots$	$2,405 \cdot 10^{-15} \cdot s \cdot h/d$	$2,405 \cdot 10^{-15} \cdot s \cdot h/d$
$C_p(\text{F}) \dots$	$4,02 \cdot 10^{-13} \cdot s \cdot h/d$	$4,02 \cdot 10^{-13} \cdot s \cdot h/d$
$f_0(\text{Hz}) \dots$	$2,835 \cdot 10^5/h$	$2,835 \cdot 10^5/v$
$Q \dots$	$2,03 \cdot 10^{11}/f_0$	$2,03 \cdot 10^{11}/f_0$

A táblázatban megadott Q érték a gyakorlatban nem érhető el, a kristály anyagában levő minden egyenlőtlenység és tisztátalanság ezt az értéket erősen lerontja.

A rezgő kristályok veszteségét a belső surlódáson kívül külső okok is nagymértékben növelik, fgy például a külső felületi surlódás és a kristály felületére tapadó tisztátalanság erősen lerontja a kristály rezgőképeségét. A kristály befogásának módja nagy befolyással van a rezgőrendszerre. A levegő ellenállása szintén erős csillapítóhatást fejt ki, különösen ha a légrésben állóhullámok keletkeznek.

A jobb minőségű kristályok felületét nemes fémréteggel vonják be, amely védi azt a szennyeződéstől. Az elektródákat csak a rezgési csomópontokban szabad beforrasztani. A sugárzási veszteségek elkerülése végett a rezgőkristályt vákuumba szokták helyezni. A vákuumba helyezett kristály tulajdonságai rendkívül állandóak, ezért a nagy stabilitású oszcillátoroknál mindig ezeket alkalmazzák.

Az áramkörben, a kapcsolási módtól függően a kristály rezeghet a soros vagy párhuzamos rezonanciáján (alacsony vagy magas impedanciájú üzemmód). A magas impedanciájú kapcsolásoknál a párhuzamosan csatlakozó elemek komoly csillapítást visznek be a körbe, változásaik pedig nagymértékben elhangolják az oszcillátort. Az alacsony impedanciájú kapcsolásban a kristályok a soros rezonáns frekvenciájukon rezegnek és ezek előnyös tulajdonságai teljes mértékben érvényesülnek, ezért a nagystabilitású oszcillátoroknál az utóbbi kapcsolási mód használatos.

Kiváló stabilitás érhető el a 4. ábra szerinti kapcsolású áramkörrel, amely lényegében Heegner-

kapcsolású oszcillátor. Az ábra szerint a kristály a visszacsatolási láncban van és a soros rezonáns frekvenciáján rezeg. Az R_a és R_r ellenállások értékét a kristály r_k értékével összhangban kell megválasztani. Elméletileg az áramkör méretezése akkor helyes, ha $R_a = R_r = r_k/2$. Ebben az esetben, egyenlő meredekségű csöveket tételezve fel, a begerjedés feltétele:

$$S^2 \cong \frac{8}{r_k R_1} \quad 10$$

Magasabb frekvenciáknál az elsőrangú kristályok soros rezonáns ellenállása 10 Ohm alatti érték is lehet, ebben az esetben a begerjedés csak úgy biztosítható, ha a visszacsatolási kör ellenállásait megnöveljük, ezáltal sajnos a kristály jósági tényezője leromlik.

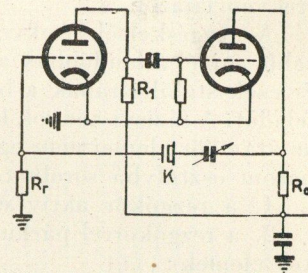
200 KC feletti frekvenciáknál ellenállás-erősítés helyett hangoztató zárókört alkalmazása előnyösebb működési viszonyokat biztosít. A zárókör elhangolódása azonban érezhetően elhangolja az oszcillátort, ennek nagysága a 7. egyenletből adódik:

$$\delta_0 : \delta_a = Q_a : Q_0 \quad 11$$

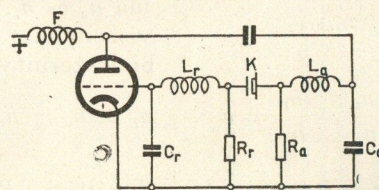
δ_0 és δ_a az oszcillátor és a zárókör elhangolása, Q_0 és Q_a az oszcillátor és a zárókör jósági tényezője.

A levezetett összefüggés szerint a stabilitás szempontjából előnyös, ha a zárókör erősen csillapítva van és a kör Q -ját csak olyan mértékben növeljük, amennyire azt az erősítés fokozása és a begerjedés biztosítása megkívánja.

Magasabb üzemi frekvenciáknál, a felmerült nehézségek miatt Heegner az 5. ábra szerinti



4. ábra



5. ábra

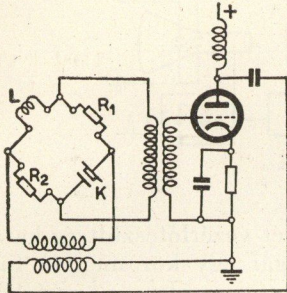
módosított kapcsolást ajánlja. A módosított kapcsolásra nézve a begerjedés feltétele:

$$S = \frac{r_k}{X_1 X_2} \quad X_1 = \frac{1}{\omega C_a} \quad X_2 = \frac{1}{\omega C_r} \quad 12$$

A hídkapcsolású oszcillátorokkal érhető el a legnagyobb frekvenciaállandóság, a híd kiegyenlítése azonban nem a legegyszerűbb művelet, ezért ezt a kapcsolást csak olyan esetben alkalmazzák, midőn a legszigorúbb követelményt kell kielégíteni. A Meecham-féle oszcillátor a hídkapcsolások klasszikus típusa (6. ábra), de kevésbé hatásos formában

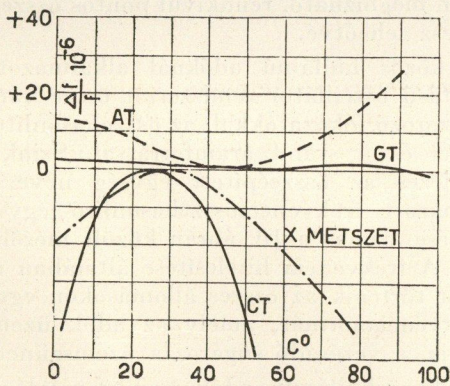
más oszcillátorkapcsolásnál is alkalmazható hasonló amplitúdókorlátozás.

Az áramkörben a változásokat elsősorban a tápfeszültségek ingadozása váltja ki. Helyesen méretezett kapcsolásoknál $\pm 40\%$ anódfeszültség és $\pm 10\%$ fűtőfeszültség legfeljebb $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ frekvenciaváltozást okozhat. Ez az érték a kapcsolás minőségére vonatkozólag a legjellemzőbb adat. Természetesen a legkiválóbb stabilitás értékek



6. ábra

A legfontosabb tényező, amely az oszcillátorok frekvenciáját megváltoztatja, a környezeti hőmérséklet változása, mert ez közvetlenül hat a kristályokra. Ennek következtében a kristály elektromos paraméterei módosulnak. A kristályok elhangolásának mértékét a hőfokállandójuk fejezi ki. A hőfokállandó a hőmérséklet értékétől függő mennyiség, melynek alakulását a 7. ábra mutatja a külön-



7. ábra

böző metszetű kristályoknál. A görbe a legtöbb metszetenél parabolához hasonló. A parabola csúcsa a kimetszés síkjának forgatásával eltolható, ezáltal megvan a lehetősége annak, hogy a hőfokállandó az üzemi hőmérséklet környékén a legalacsonyabb értékű legyen. A középminőségű kristályok hőfokállandója $1 \cdot 10^{-6}/1^\circ\text{C}$. A hőállandóság szempontjából az AT és a GT metszetű kristályok rendelkeznek legkiválóbb tulajdonságokkal, különösen az utóbbi, melynek hőfokállandója széles hőmérsékletsávban $1 \cdot 10^{-7}/1^\circ\text{C}$ értékű. A fenti adatokból kitűnik, hogy még a legkiválóbb tulajdonságú GT metszetű kristályok használata mellett is, csak abban az esetben biztosíthatjuk az oszcillátorok 10^{-8} nagyságrendű stabilitását, ha a környezeti hőmérséklet $1/10^\circ\text{C}$ -on belül állandó. Az állandó hőmérséklet

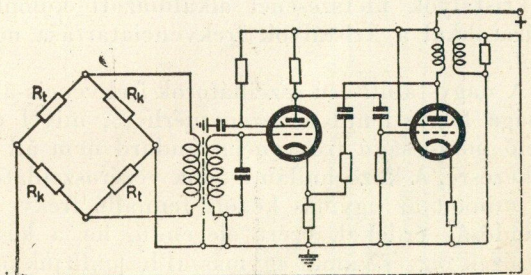
biztosítására a kristályokat termosztátba helyezik. A kristálykályha belső terét árammal fűtjük. A belső térben vastagfalú fémhengerbe zárva helyezük el az üzemi kristályt. A fűtőtest közelében van elhelyezve a kontakthőmérő, amely a fűtést megszakítja, midőn a belső tér hőmérséklete eléri az üzemi állapotot. A fűtőtelsítményt általában thyatronok szolgáltatják, amelyek teljesítmény nélkül vezérelhetők. A legérzékenyebb kontakthőmérőknél a ki- és bekapcsolás hőfokának különbsége $0,1^\circ\text{C}$ -on belül van. Az érzékeny kályhánál a fűtési és hűtési periódusok időtartama 3—4 perc és mivel a kályhák állandó üzemben vannak, a kontakthőmérő évente 100.000 kapcsolást is végez. Bimetal-kapcsolóval különösen, ha vákuumban van helyezve, már nagyobb áramot is lehet kapcsolni; áramkörébe jelfogó köthető, amely közvetlenül indítja a fűtőtest áramát.

A kristálykályha tervezésénél két feltételt kell biztosítani: éspedig azt, hogy a belső térben a hőmérséklet ingadozások a legkisebbek legyenek, és hogy ezek a legerősebben csillapítva jussanak el a kristály közvetlen környezetéhez.

Az első feltétel teljesítése az alábbi irányelvek betartásával biztosítható: a kályha stabilizált hőmérséklete ne legyen sokkal magasabb a környezeti hőfoknál, a kályha külső szigetelése tökéletes legyen, a fűtőtest aránylag nagy, a kontakthőmérő érzékeny és a fűtőtest közelében legyen elhelyezve.

A második feltétel biztosítható, ha a kristályt tartalmazó fémhenger hőkapacitása nagy a vezetőképeségéhez mérten és ha a hőmérő kapcsolási ciklusa rövid, ez utóbbi a kályha jó hőszigetelésével érhető el. Hőszigetelő és jó vezető rétegek váltakozásával a kapcsolási periódus alatt keletkező Δt hőmérsékletingadozás csökkenthető. Ezek a különböző hőtulajdonsággal rendelkező rétegek hasonló szűrőhatást fejtenek ki, mint a hálózati egyenirányító L , C szűrője a váltóáramú komponensre nézve.

Az egész kályhát még egy külső termosztátba kell helyezni, amely a környezeti hőmérsékleti viszonyoktól teljesen függetlenül a kályha belső terének a hőfokát. Egy helyesen méretezett kristálykályhában a kristály $0,03^\circ\text{C}$ -on belül állandó hőfokon tartható. Jó minőségű GT metszetű kristályoknál ilyen változás cca $3 \cdot 10^{-9}$ -es frekvencia-



8. ábra

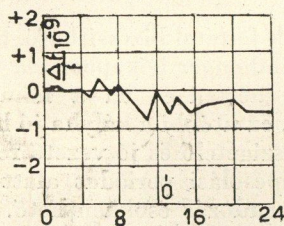
elhangelést okoz. A kályha kifűtési ideje 4—5 óra, de a belső tér a teljesen egyenletes hőfokát csak cca 36 óra után éri el.

Hőérzékeny tagokat tartalmazó hídkapcsolással is jó hőállandóságot lehet elérni. A 8. ábra olyan kapcsolást mutat, amelynél a fűtőtest maga a híd hőérzékeny tagja. A híd egy hangfrekvenciás oszcillátor visszacsatolását képezi, amely szolgáltatja a fűtőtéljesítményt, a hőérzékeny híd ezt önműködően szabályozza és a fűtőtest hőfokát állandó értéken tartja.

Az elmondottakat összegezve az alábbiakban foglaljuk össze azokat az irányelveket, amelyekkel az oszcillátorok stabilitása fokozható és amelyek a nagy stabilitású oszcillátorok tervezésénél betartandók:

1. az oszcillátor kapcsolása és az áramkör méretezése kielégítő legyen. Az oszcillátor alacsony üzemi frekvencián dolgozzék.
2. az áramköri elemek kiváló minőségűek legyenek és elsőrangú elektromos és mechanikai tulajdonságokkal rendelkezzenek.
3. a tápfeszültségek stabilizálандók;
4. a környezeti hőmérséklet stabilizálандó.

A frekvenciaállandóság felső határa a technika fejlődésével állandóan nő. Manapság már a kristályvezérlésű oszcillátorok szolgáltatják a legpontosabb frekvencianormákat. Használatuk a csillagászati időmérésnél is mindinkább elterjed. Igen nagy előnyük, hogy terjedelmük nem túlságosan nagy és így könnyen szállíthatók. A 9. ábra nagy stabili-



9. ábra

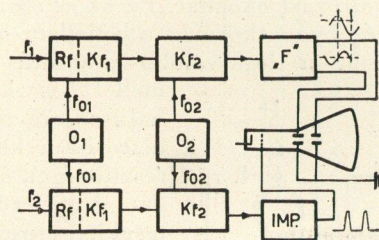
tású oszcillátoron végzett mérések eredményét adja. A mérés időtartama 24 óra volt.

A vezérlőkristályok az öregedés következtében idővel lassan változtatják frekvenciájukat; ez a változás a kimetszést követő hónapban számottevő, később háromhónaponként kb. $1 \cdot 10^{-8}$ értéket tesz ki, emiatt az oszcillátorok frekvenciáját időnként ellenőrizni és utánaállítani kell. A változást a kristály felületén keletkező porladás okozza. A kristályok metszésénél alkalmazott különböző eljárásokkal a kristályok frekvenciatartása növelhető.

A nagystabilitású oszcillátorok frekvencia-állandósága közvetlenül nehezen mérhető, mivel megfelelő pontosságú frekvenciastandard nem áll rendelkezésre. A közöshullámú adók vezérosozcillátorainál minket az egymás között fennálló frekvencia-állandóság érdekel, ezért elegendő, ha a készülő egységek rezgésszámát egymással hasonlítjuk össze, ilyen relatív mérés aránylag egyszerű berendezéssel nagy pontossággal végezhető el.

Egy összehasonlító berendezés elvi vázlatát a 10. ábra mutatja. A berendezés lényegében egy kétszatsornás vevőkészülék, amely a két stabil

oszcillátor jelét külön-külön veszi. Az erősítők a rádiófrekvenciás jeleket kétszeres transzponálás-sal a hangfrekvenciás tartományba teszik át. Az első csatorna jelét az »F« fázisfordító egységbe vezetjük, amely az oszcillográfcső két eltérítő lemezpárja részére két 90°-os komponenszt állít elő.



10. ábra

Az »F« egységből nyert két vezérlőfeszültség hatására a cső ernyőjén a sugár egy kör mentén fut. A második csatorna feszültsége az »Imp.« egységben impulzusokat hoz létre, amelyek a cső fényintenzitásának vezérlésére szolgálnak. A katódsugárcső fényereje teljesen le van szabályozva, úgyhogy a kör kerületének csak egyik pontja villan fel, az impulzus beütésének időpontjában. Amíg a két csatorna frekvenciája egyezik, a pont az ernyőn egyhelyben marad. Frekvenciakülönbség esetén a pont a kör kerületén mozog. Az elmozdulás szögsebességéből a két frekvencia különbsége kiszámítható. Annak következtében, hogy a két csatornát közös helyi oszcillátor táplálja, a berendezés teljesen megbízható, rendkívül pontos összehasonlítást tesz lehetővé.

A közös hullámú adóknál alkalmazott nagy stabilitású oszcillátor rendszerint össze van építve a sokszorozó fokozatokkal, az összehasonlító berendezéssel és a stabil áramforrással. Szinkronizáló berendezés az összeépített egység neve. Az itt alkalmazott frekvenciaösszehasonlító egység elvi felépítése azonos a 10. ábrán közölt mérőberendezéssel. A frekvencia hitelesítése általában naponta egyszer történik az összes állomásokon egyidőben. A frekvencianormát, amely az adók üzemi frekvenciája, a vezéradó sugározza üzemszünetben.

A közöshullámú adók szinkronizálásának a jelen cikkben ismertetett módja a gyakorlatban általában bevált és mind gyakrabban nyer alkalmazást.

IRODALOM

- F. Vilbig: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik.
 Istvánffy E.: A rezgőkvarc.
 B. A. Szmirnyin: Szprávochnyik po Rádiótechnikje.
 E. K. Sandeman: Radio Engineering.
 K. Heegner: Gekoppelte selbsterregte el. Kreise und Kr. oszcillatoren. E. N. T. 1938. dec.
 J. Vackař: L. C. oscillators and their fr. Stability. Tesla Techn. Reports. 1949. dec.
 T. F. Booth: Applications des cristaux de quartz aux télécom. Journal des Télécom. 1951. máj.
 Kodolányi Gy.: A hullámterjedés jelentősége a rádiótechnikában. Magy. Híradástechnika.
 W. Herzog: Über Oszcillatoren. Archiv der elektr. Übertragung 1951. ápr.
 C. F. Booth: The evolution of frequency control. The Proceedings of The Inst. of Elektr. Engineers. 1951. jan.

Nagyfeszültségű áramfejlesztők különös tekintettel a transzformátorokra és azok méretezésére*

VARGA GÉZA

A nagyfeszültségű transzformátorok legjelentékenyebb használati területe az erőátvitel. Nem kis jelentőségűek azonban a különféle technikai eljárások, vizsgálatok és tudományos kutatások céljaira épült egyéb nagyfeszültségű berendezések sem.

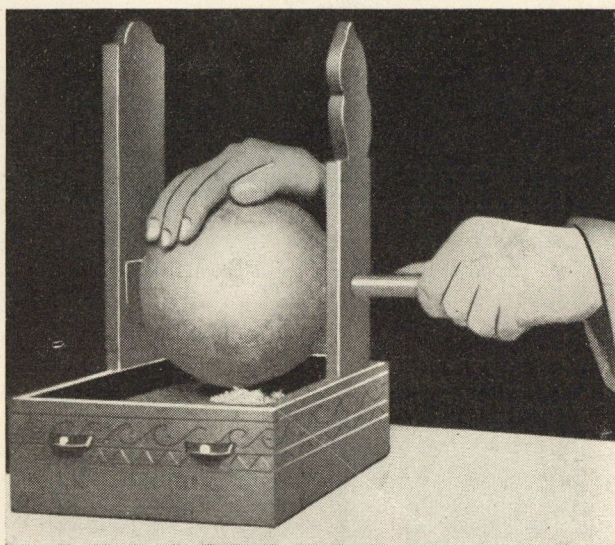
A nagyfeszültség előállítására két rendszert ismerünk: az elektrosztatikus generátorokat és az elektromágneses indukció elvén működő transzformátorokat.

I. Az elektrosztatikus generátorok különböző dielektromos állandójú anyagoknak egymáson való elmozgatása és elektromos töltésnek mechanikai

E csoportba tartoznak a rotorgenerátorok is, melyek feltöltött kondenzátorok mechanikai úton történő kapacitáscsökkentése által létesítenek lényeges feszültségemelést. E téren különösen Josse és Hochberg orosz tudósok értek el figyelemreméltó eredményeket.

II. Elektromágneses indukción alapuló nagyfeszültségű transzformátorokkal gyakorlatilag korlátlan teljesítmény termelhető a legkülönbözőbb alkalmazási területeken, melyek jelentősebbjei a következők:

1. *Próbatranszformátorok* szigetelési vizsgálatokra és kutatási célokra, néhány kV-tól 1000 kV-on túlmenő feszültségekre és általában 0,1—500 kVA teljesítményekre. Terhelésüket az egyszerre vizsgált próbadarabok összkapacitása határozza meg, mely 90°-kal fázisban előresiető terhelő áramot jelent. Az előresiető áram a nagyfeszültségű próbatranszformátorok aránylag nagyobb induktanciája folytán lényeges feszültségemelkedést okozhat. Ennek korlátozására és megfelelő átütési teljesítmény elérésére a rövidzárási áram a terhelési áramnak 500

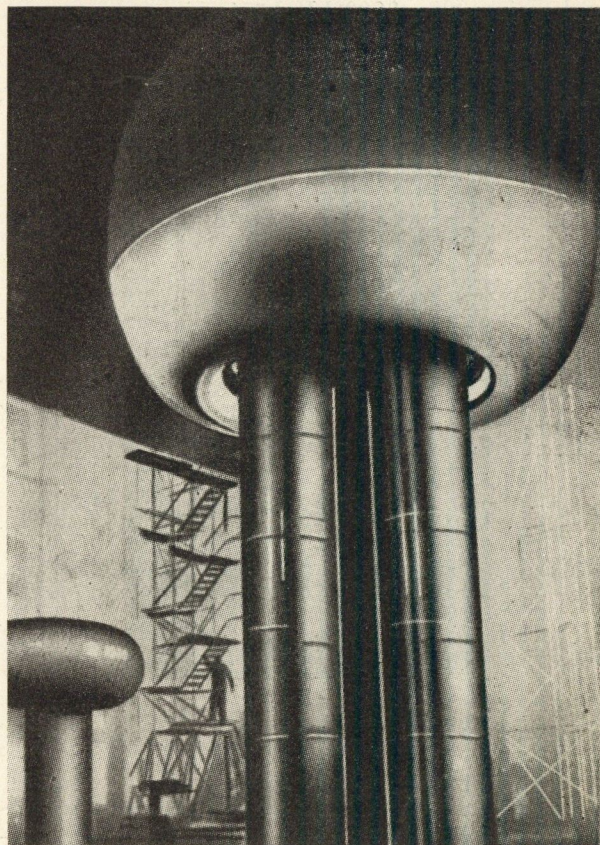


1. ábra
Guericke-féle gerjesztő 1663-ból

munkával kondenzátorokba való szállítása által létesítenek nagy potenciálkülönbséget.

Ide tartoznak a fizikából ismert influenz készülékek, továbbá az ön- és külsőgerjesztésű szalaggenerátorok, mint pl. a Van de Graaf sztatikus generátor. Az 1. ábra a legrégebbi, 1663-ban készült Guericke-féle elektrosztatikus gerjesztő képe. A 2. ábra a legkorszerűbb, a Szovjet-Ukrán Fizikai Intézet kharkovi laboratóriumában épült 20 m magas 4000 kV 20 mA teljesítményű szalaggenerátort ábrázolja.

Az elektrosztatikus generátorok legnagyobb hátránya a kis térfogatteljesítmény, ami aránylag kis terhelési áram és mérsékelt üzembiztonság mellett többemeletes épület nagyságú kivitelben jut kifejezésre.



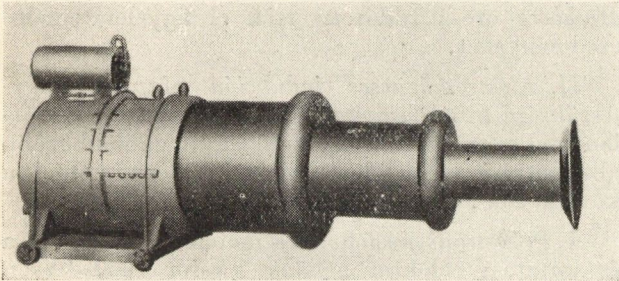
2. ábra
4000 kV-os szalaggenerátor a Szovjet-Ukrán Fizikai Intézetben

* A Híradástechnikai Tudományos Egyesület röntgenszakosztályának 1952. március 12.-i ülésén tartott előadás.

kV alatt legalább háromszorosa, 1000 kV-nál pedig legalább egyszerese legyen.

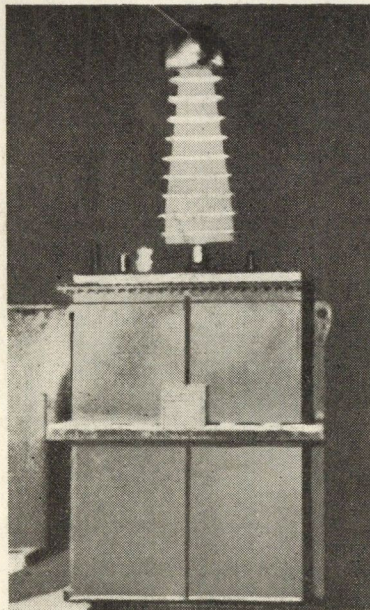
A gyakorlatban bevált teljesítmények: 100 kV-nál 20 kVA, 400 kV-nál 150 kVA, 1000 kV-nál 500 kVA. A próbatranszformátorok önköltségi árának a szigetelésre eső része aránylag igen magas. Ez ösztönzi a tervezőt a szigetelés legkedvezőbb kiképzésére az erőtér kialakítása, a szigetelőrétegek kiképzése és aláosztása által. Ezekre még bővebben visszatérünk.

Kivitelezett próbatranszformátorokat mutatnak a 3., 4., 5. és 5/a ábrák.



3. ábra
1000 kV-os AEG próbatranszformátor

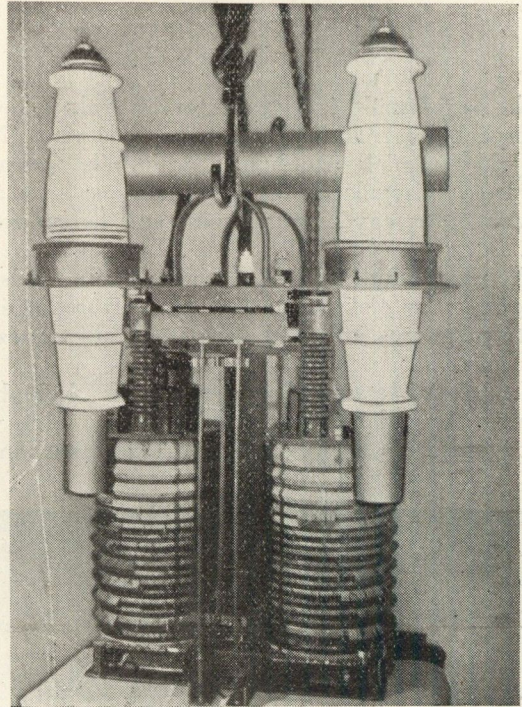
2. Feszültséglökés- és áramlökésgenerátorok meredek lefolyású feszültség- és áramlökések gerjesztésére, szigetelésvizsgálatra és villámcsapás által indukált jelenségek tanulmányozására. A gerjesztett feszültséglökések nagyfeszültségre párhuzamosan feltöltött kondenzátorok soros kapcsolású kisütése által létesülnek. A feszültségük nagysága rendszerint 300—3000 kV közé esik.



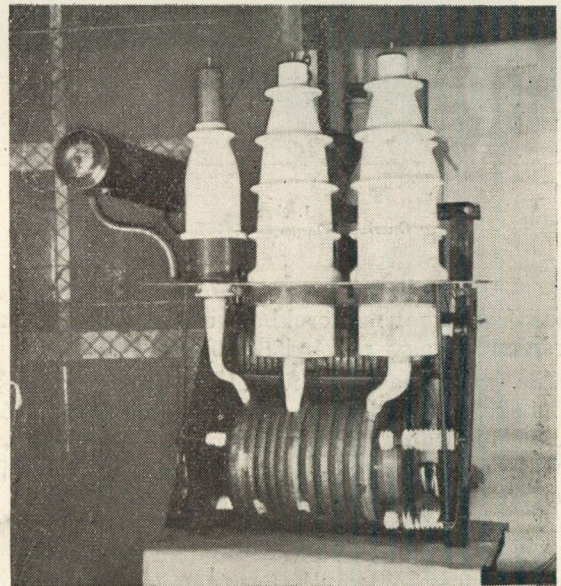
4. ábra
250 kV-os Ganz próbatranszformátor

Az áramlökésgenerátorok áramlökéseinek legnagyobb pillanatnyi értéke általában 50 000—350 000 A, túlhaladva a legintenzívebb villámcsapás áramintenzitását is. A lökésgerjesztők

tápláló transzformátorainak feszültségei általában 50—200 kV közé esnek, 3—20 kVA teljesítmény mellett. A 6. ábra Häfely gyártmányú feszültség-lökés-generátort ábrázol.

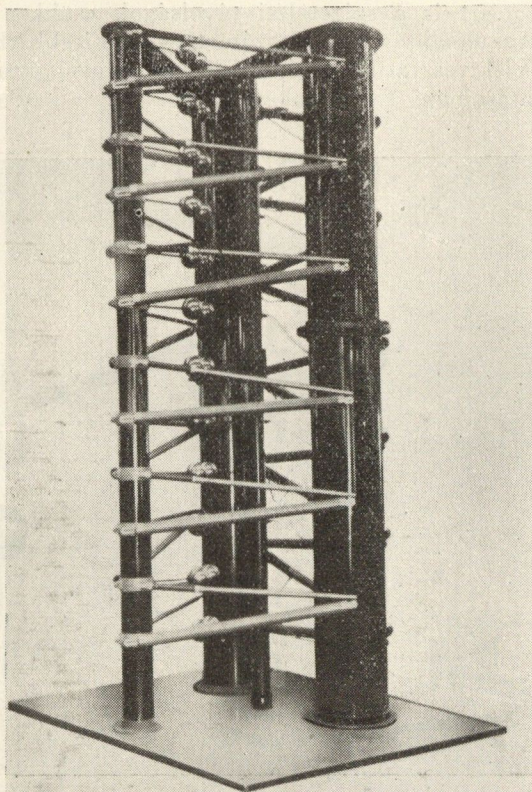


5. ábra
200 kV-os transzformátor. (Szerzőkonstrukciója)



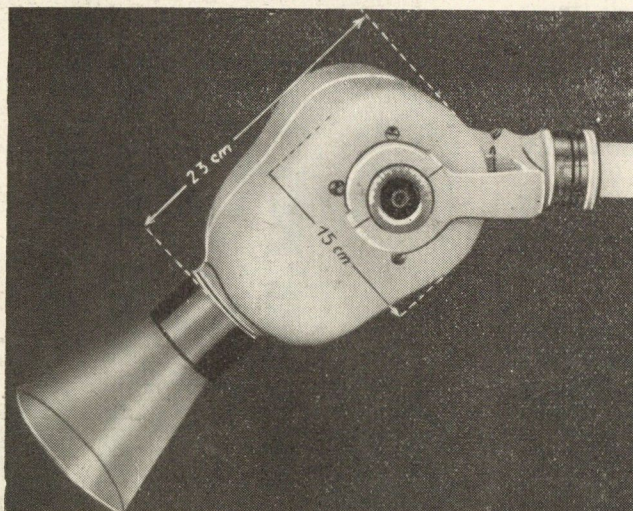
5/a ábra
100 kV-os többkivezetéses transzformátor. A Transzformátor és Mérőműszer Szövetkezet gyártmánya

3. A nagyfeszültségű transzformátorok jelentős alkalmazási területét képezik a híradástechnika körébe vágó adóberendezések, melyek áramát 50 kV alatti feszültségű transzformátorok szolgáltatják.



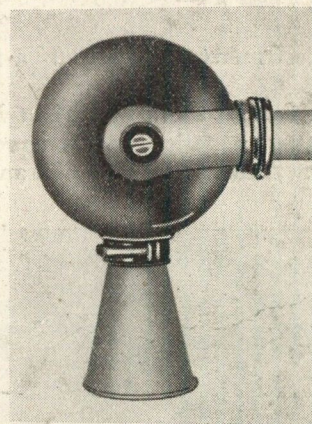
6. ábra
1500 kV-os lökésgeneresztő. Häfeld-gyártmány

Ide sorozhatók a technikai vizsgálatokra és gyógyászat céljaira épült röntgenkészülékek is, melyek csöveiben végbemenő elektrongyorsítást az adócsövekéhez hasonlóan nagyfeszültségű transzfor-



7. ábra

30—35 kV-os röntgentranszformátorok beépített röntgenesővel



7/a ábra

mátorok végzik. E transzformátorok feszültsége általában 30—300 kV, de esetenként 1000 kV-t is meghalad. A használatos teljesítmények 0,1 kVA-tól 100 kVA-ig terjednek.

35 kV feszültségű röntgentranszformátorokat a röntgenesővel közös búrában a 7. és 7/a ábrák

mutatnak. Huzamos terhelhetőségű, 100 kV feszültségű transzformátort mutat nagyfeszültségű kábelekkel a 8. ábra. A 9. ábra 115 kV csúcsfeszültségű transzformátort szemléltet négy ráépített szelepcsővel Grätz-kapcsolásban. Pillanatnyi terhelhetősége 30% feszültségesés mellett 500 mA.

4. Külön fejezetet képeznek a *fizikai és atomfizikai* célokra használt nagy- és legnagyobb feszültségű *gyorsítóberendezések*, melyek olajtranszformátor, szelepcsővek és kondenzátorok segítségével feszültségsokszorozó kapcsolásban 300 kV-tól több 1000 kV-ig terjedő feszültségre épülnek. Tápláló transzformátoraik feszültsége általában 100—200 kV max., teljesítményük 1—50 kVA.

A 10. és 10/a ábrák az első magyar gyártmányú Varga-rendszerű 1000 kV feszültségű egyenáramú generátort mutatják be. Terhelhetősége $\pm 1\%$ hullámosságú kapocsfeszültség mellett 4 mA. Transzformátora, mely 100 kV max feszültségű, az első 200 kV-os lépcsőt szolgáltatja Villard-féle duplázó kapcsolásban. A berendezés áramforrása 500 periódusú 10 kVA teljesítményű generátor.*

5. *Nagyfeszültségű villamos szűrőkészülékek* poralakú szilárd részecskéknél és lecsapódó folyadékpáráknál a levegőből ill. füstgázokból való leválasztására szolgálnak. A szűrőszerveket negatív potenciálú vékony vezetőkből és földelt pozitív felületekből áll. A vékony kisugárzó vezetőkről negatív potenciálra feltöltött lebegő szilárd vagy folyadék-részecskék az erőtér hatása alatt a földelt felületekre ütköznek (11. ábra), melyeken tömegbe összetapadva rázás segítségével leesnek, vagy folyadék esetében lefolynak.

A tápláló áramforrások 30—90 kVmax feszültségű transzformátorokból és egyenirányítókba állanak, teljesítményük 1—30 kVA. Európában a

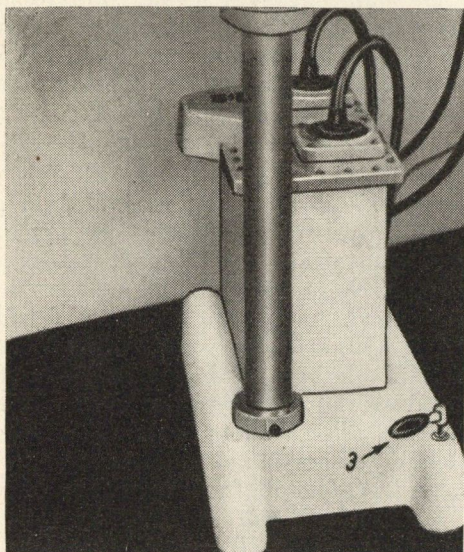
mechanikai egyenirányítás a legelterjedtebb, mint azt a 11/a ábra mutatja.

Az 50 kV alatti nagyfeszültségű berendezések közül felemlítendő:

*Varga Géza: Nagy- és legnagyobb feszültségű egyenáramú áramfejlesztők. Elektrotechnika 1947. 4—5. sz.

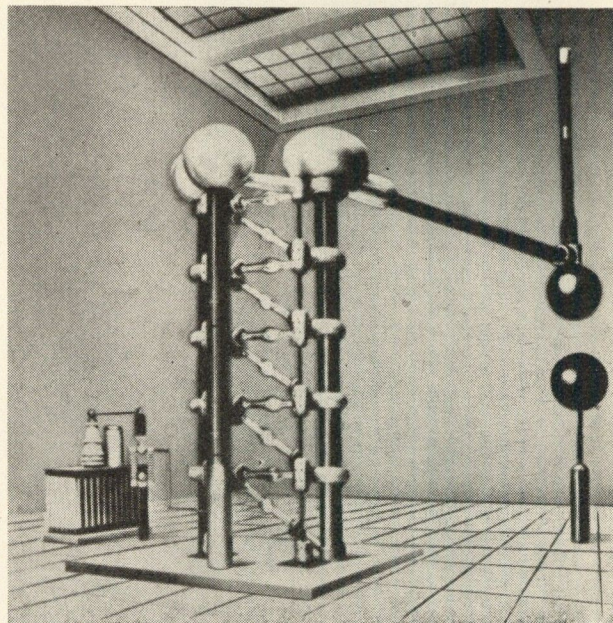
6. *Spektrálanalitikai* célokra szolgáló szikragérsztők 10—30 kV feszültségű 1—3 kVA teljesítményű transzformátorokkal.

7. Nagy- és ultranagyfrekvenciás generátorok ipari és gyógyászati célokra 2—20 kV feszültségű transzformátorokkal.



8. ábra
100 kV csúsfeszültségű, 100 mA pillanatnyi terhelhetőségű röntgentranszformátor

nál, miért is a szigetelési távolságok csökkentése által az előállítási költség számottevően kisebb íthető. Az elektrosztatikai számítások az utolsó évtized kutatásainak figyelembevételével igen kedvező,



10. ábra
1000 kV-os egyenáramú kaskádgenerátor előlnézeti en (Szerző konstrukciója)

8. *Ózonfejlesztő* berendezések kb. 10 kV feszültségű tápláló transzformátorral az ózonképzést létrehozó mező létesítésére.

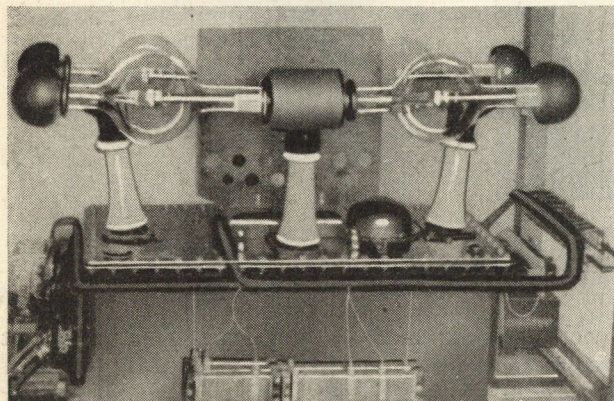
Mindezen célokra épült transzformátorokat a feszültségükhöz képest aránylag kis teljesítményük jellemzi és különbözteti meg az erőátviteli transzformátoroktól. A jellegzetes viszonyszám:

$$\frac{P}{V} < 0,5$$

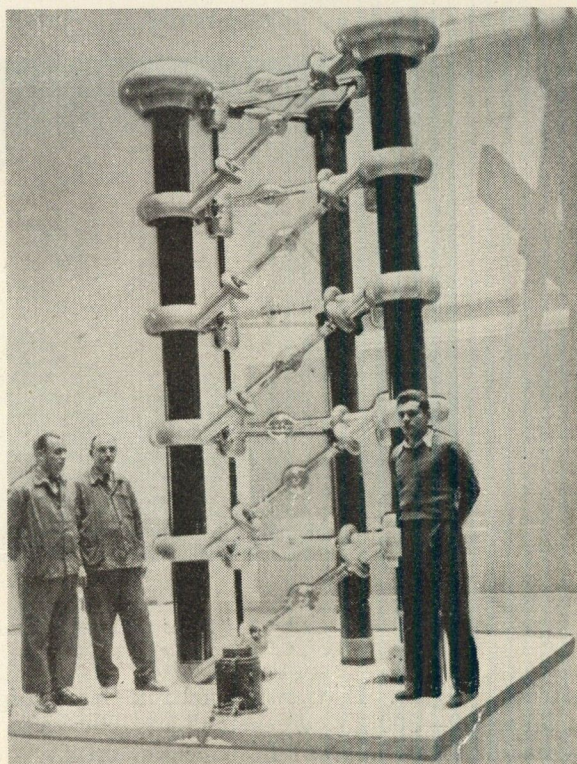
ahol P a teljesítmény kVA-ban, V a feszültség kV-ban.

E transzformátorknál a szigetelésre eső előállítási költség a teljes önköltségnek lényegesen nagyobb része, mint az erőátviteli transzformátorok-

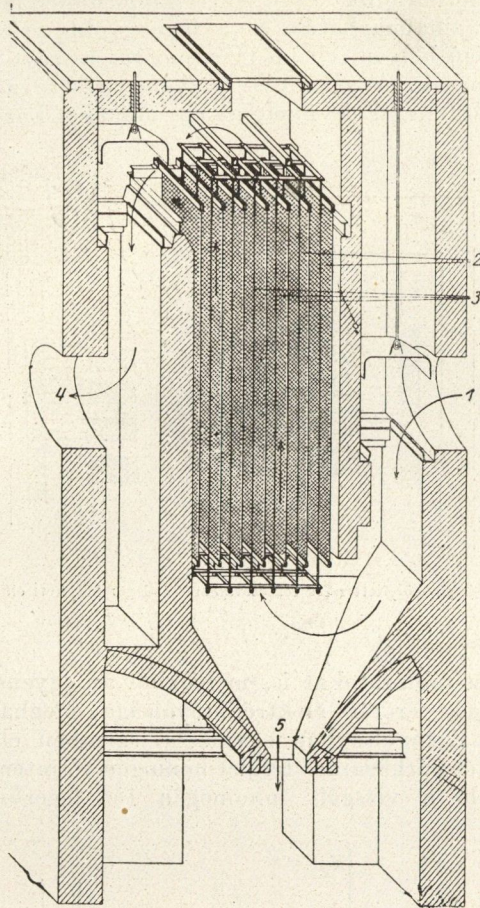
a gyakorlatban kipróbált eredményekre vezettek, melyeket a következőkben röviden ismertetünk.



9. ábra
115 kV-os röntgentranszformátor ráépített négy szelepesövel Grütz-kapcsolásban 500 mA pillanatnyi terhelésre



10/a ábra
1000 kV-os egyenáramú kaskádgenerátor



11. ábra
Villamos szűrőszűrő elv

A vasmag méretezése

A transzformátor teljesítményét a vasmag keresztmetszetnek és a vasmag ablakkeresztmetszetének szorzata határozza meg. (Ablaknak nevezzük az oszlopok és jármok által körülhatárolt, a tekercselésre használt szabad teret.) Ez könnyen belátható, mert a vasmag keresztmetszete adott mágneses indukció és periódusszám mellett meghatározza a menetfeszültséget, az ablakkeresztmetszet pedig a rajta átmenő vezetők keresztmetszet és menetszám szorzatát. A három érték szorzata pedig adott áramsűrűséget feltételezve a transzformátor teljesítményét szolgáltatja.

Erőátviteli transzformátoroknál a gazdaságos vaskeresztmetszet a következő képlettel számítható:¹

$$F = k \sqrt{\frac{P_0}{\nu}}$$

ahol F az oszlopkeresztmetszet cm^2 -ben,

P_0 az egy oszlopra eső teljesítmény kVA-ben,

ν a periódusszám,

k pedig egy gyakorlati tényező, mely erőátviteli transzformátoroknál általában 140–180 közé esik és a teljesítmény-feszültség viszonyszám csökkenésével emelkedik.

E képlet megfelelő k tényezővel a nem erőátviteli nagyfeszültségű kisteljesítményű transzformátorokra is érvényes. Ezeknél $k=220\text{--}400$.

A tekercselés

A tekercselés menetszámát a feszültség és a menetfeszültség viszonyszáma adja meg, mely a szekunder oldalon a terhelés folytán előálló feszültesésnek megfelelően megnövelendő. A menetfeszültség szinuszalakú feszültséggörbénél:

$$e/m = 4,44 \nu \cdot F \cdot B \cdot 10^{-8} \text{ volt}$$

ahol ν a periódusszám, F a vasmag keresztmetszete cm^2 -ben, B a mágneses indukció amplitúdója gaussban, mely általában 10 000–14 000 közé esik.

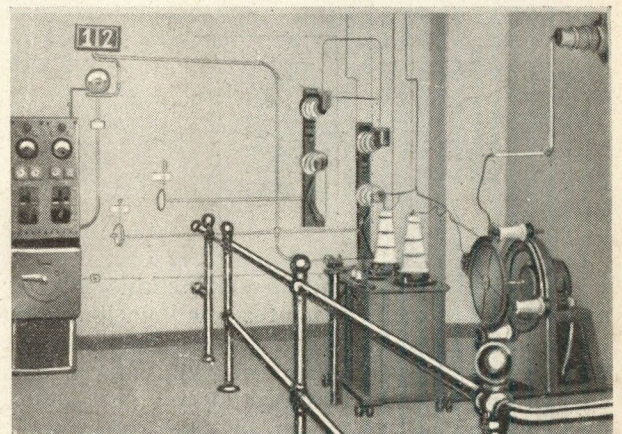
A vezeték keresztmetszetre nézve: $q = I/s$ ahol I az áramerősség effektív értéke amperben, s az áramsűrűség A/mm^2 -ben, melynek nagysága léghűtéses transzformátoroknál 1,5–2,2, olajtranszformátoroknál 1,8–6 közé esik a tekercshőleadási viszonyainak és a megengedhető ohmikus feszültesésnek megfelelően.

A nagyfeszültségű transzformátorok primer és szekunder tekercsei rendszerint centrikus elrendezésűek, mint az a 13. és 16. ábrán látható, a primer és szekunder tekercsek között elhelyezett szigetelő csövekkel. Esetenként a szórás feszültesés csökkentésére a primer tekercselést két részre osztjuk, melyek között a nagyfeszültségű tekercselés helyezkedik el, miáltal a szórás kb. felére csökkenthető.

A nagyfeszültségű tekercsek egymástól és a vasmagtól ill. a földpotenciálú részekről való szigetelési távolságának meghatározása a nagyfeszültségű transzformátorok szerkesztésének egyik főproblémája.

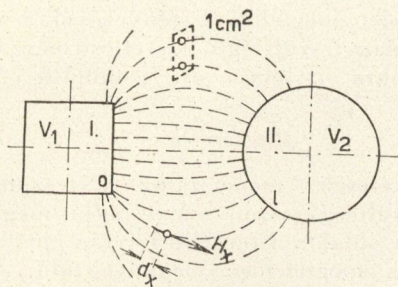
A szigetelés méretezése.

Ha V_1 és V_2 feszültség alatt álló két felület áll egymással szemben, a közöttük létesülő erőteret a 12. ábrán feltüntetett erővonalakkal ábrázolhatjuk, melyek az erőter hatására a térbe bevitt pozitív töltések útjait jelzik. Az erővonalak érintői az erőhatás irányát, azok sűrűsége pedig az egységnyi



11/a ábra
Villamos szűrő táplálására épült forgó egyenirányító: a áramforrás

¹ Dr. Liska: Villamosgépek I. kötet, 169. oldal.



12. ábra
Erőtér egyenlőtlen erővonalasűrűséggel

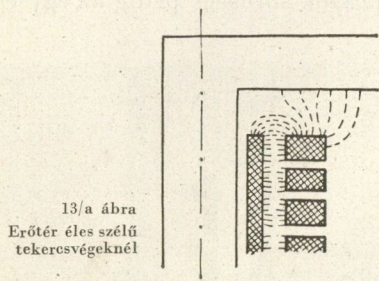
töltésre ható erő, azaz a térintenzitás nagyságát mutatják a vizsgált pontban. Az erővonalak sűrűsége egyenlő az erővonalra merőleges 1 cm^2 felületen átmenő erővonalak számával.

A szigetelőanyag igénybevételét annak 1 cm hosszára eső potenciálkülönbség jellemzi. Ha az erővonal érintőjének irányában dx távolságra eső potenciálkülönbséget dV -vel jelöljük, a szigetelőanyag x pontjának igénybevétele ezek szerint dV/dx , melyről tudjuk, hogy a térintenzitással egyenlő:

$dV/dx = Hx$ vagyis a szigetelés igénybevételének elosztása az erővonalasűrűséggel ábrázolható, és az erőterbe helyezett szigetelő anyag az igénybevételt tartósan bírja, ha a térintenzitás egyetlen pontban sem lépi túl a megengedett határt.

A térintenzitás eloszlása az elektromos gépekben egyenlőtlen, a vezetők felületén a legnagyobb, a közbeeső terekben kisebb, amint ez a 12. ábrán is látható, ahol a V_1 felület élein az erővonalasűrűség és ennek folytán a szigetelőanyag igénybevétele a legnagyobb. A szigetelőanyag gazdaságosabb kihasználása érdekében a térintenzitást egyenletesebbé kell tennünk, és bár a gyakorlatban homogén tér nem érhető el, kedvező konstrukciók nagy anyag- és méretmegtakarításokra vezetnek.

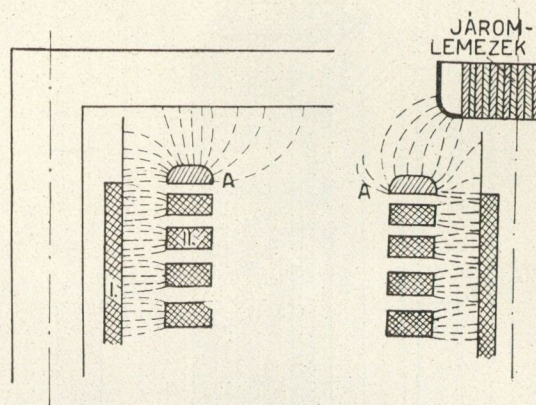
Az erőter egyenlőtlenségének csökkentésére a feszültségkülönbség alatt álló felületeken minél nagyobb görbületi sugarú legömbölyítéseket képezzünk ki, mint azt a 13/b ábra mutatja, a 13/a ábrán látható kedvezőtlen felületek kiküszöbölése végett.



13/a ábra
Erőtér éles szélű tekercsvégeknél

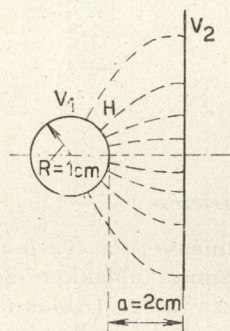
A legömbölyítések útján előálló különféle téralakzatok erőtereinek pontos matematikai megoldása azok komplikáltsága miatt gyakran lehetetlen, gyakorlati pontosságú megoldásaik azonban egyszerűbb geometriai alakzatokra való redukció útján könnyen és gyorsan keresztülvihetők. A könnyen megoldható alakzatok a gömb-, henger- és síkfelületek különböző kombinációi, melyek a

transzformátorok építésénél előforduló minden esetre alkalmazhatók és a legnagyobb erővonal-sűrűségű helyen fellépő térintenzitás kiszámítására alkalmasak. A számítás megkönnyítésére az idevágó szakmunkák² nemcsak egyenleteket közölnek,

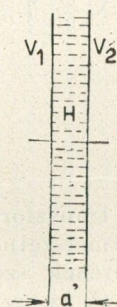


13/b ábra
Erőtér gömbölyített szélű tekercsvégeknél és legömbölyített élű járomnál

hanem táblázatokat is, melyekből az egyenértékű homogén erőter elektródatávolsága meghatározható. E távolságban egymással szemben elhelyezett két párhuzamos felület homogén térintenzitása egyenlő a vizsgált inhomogén tér legerősebben



14/a ábra
Gömb-síkfelület erőtere



14/b ábra
Egyenértékű homogén erőter

igénybevett pontjának térintenzitásával azonos feszültségkülönbség mellett.

Példaképpen a 14/a ábra egy téralakzatot mutat, mely $R = 1 \text{ cm}$ sugarú gömbfelület és tőle $a = 2 \text{ cm}$ távolságban levő síkfelület között $V_1 - V_2$ potenciálkülönbség mellett jön létre. A legerősebb igénybevétel helyén a térintenzitás nagyságát H -val jelöltük.

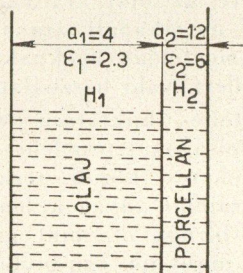
A 14/b ábra homogén teret ábrázol H térintenzitással, két egymástól a távolságban álló síkfelülettel. Az említett táblázatok azt az f tényezőt adják meg a görbületi sugarak és elektródatávolság függvényében, amellyel a vizsgált alakzat elektródatávolságát megszorozva az egyenértékű homogén tér elektródatávolságát nyerjük. A jelen esetben $f = 0,37$ és az egyenértékű elektródatávolság

$$a' = f \cdot a = 0,37 \cdot 2 = 0,74 \text{ cm.}$$

² L. Bouwers: Elektrische Höchstspannungen.

Ebből a vizsgált tér legnagyobb térintenzitása $H = \frac{V_1 - V_2}{0,74}$ kV/cm, ha a potenciálkülönbséget kV-ban és az egyenértékű távolságot cm-ben helyettesítjük be.

Fentiekben a szigetelőközeget minden részében egynemű anyagnak tételeztük fel, ami a gyakorlatban ritkán fordul elő, mert általában 2—3 féle szigetelőanyagot használunk, pl. olajat, bakelit és porcelánt. Sorbakapcsolt szigetelőrétegekben homogen mezőben a térintenzitások a dielektromos tényezőkkel fordítva arányosak. Tehát éppen a nagy átütési szilárdságú anyagok, amelyek dielektromossági tényezője is nagyobb mint az olajé,



15. ábra
Két sorbakapcsolt
különmű szigetelő-
réteg térintenzitása
homogen mezőben

kisebb igénybevétel alá kerülnek, mint a kisebb átütési szilárdságú olajréteg.

A 15. ábra két párhuzamos elektróda közötti erőteret ábrázol olaj és porcelán szigetelő rétegekkel, melyek dielektromos tényezői: $\epsilon_1 = 2,3$ és $\epsilon_2 = 6$. A térintenzitásokra nézve:

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \text{ és}$$

$$H_1 = \frac{V_1 - V_2}{a_1 + a_2 \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}}, \quad H_2 = \frac{V_1 - V_2}{a_2 + a_1 \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$$

Vegyük példaképpen a porcelánréteg vastagságát 1,2 cm-re, az olajréteget 4 cm-re, akkor 5000 V potenciálkülönbség esetén

$$H_1 = 11,2 \text{ kV/cm}$$

$$H_2 = 4,3 \text{ kV/cm},$$

tehát a kb. 250 kV/cm átütési szilárdságú porcelánréteg igénybevétele alig 40% a a kb. egyharmad átütési szilárdságú olajénak.

Ha a porcelánréteget eltávolítva annak helyét is az olaj foglalja el, ennek igénybevétele $H = 5/5,2 = 9,6$ kV/cm-re csökken. A jobbminőségű porcelán alkalmazása tehát növeli az olaj igénybevételeit. Kritikus esetben a nagyobb szilárdságú anyag a kisebb szilárdságú szigetelőanyag pusztulását okozhatja.

A kedvezőtlen igénybevételelosztás észszerű felhasználásnál kedvezővé tehető azáltal, hogy a gyakorlatban általában egyenlőtlen erőter nagy térintenzitású részén, tehát közvetlenül a fémfelületeken helyezünk el a nagyobb dielektromos tényezőjű anyagot. Ezáltal az olaj az erősebb térintenzitású helyekről kiszorulva kisebb igénybe-

vétel alá kerül. Természetesen e kedvezőbb térintenzitáselosztás a különböző anyagokban csakis oly gyártási eljárásnál érvényesülhet, melynél a nagyobb dielektromos tényezőjű szilárd szigetelőanyag a legkisebb rés kizárásával rátapad a fémfelületre, onnan az olajat nyomtalanul kiszorítva. Enélkül a szigetelőréteg alkalmazása emelné a részben az olaj igénybevételét és ezáltal a transzformátor pusztulását okozhatná.

A szigetelési távolság további csökkentési módja a szigetelési köznek kis vastagságú szigetelőfelületekkel való alóosztása több olajrétegre a teljes összefüggő szigetelőközeg helyett. Az olaj ugyanis mindig tartalmaz mechanikai szennyeződést. Ez szálacskákból, nedvességből és egyéb lebegő részecskékből áll, melyek az erőterben fellépő elektrosztatikus erők hatása alatt az erővonalak irányában hidakká rendeződnek az egyik fémfelülettől a másikig. A szennyeződések dielektromos tényezője különbözvén az olajétól, a híd mentén a kúszószikraképződést előidéző — a továbbiakban ismertetett — helyzetet teremti meg és az átütés már az olaj átütési igénybevétele alatti térintenzitásnál bekövetkezik.

A szigetelőközeget alóosztó szilárd szigetelőrétegek (vékony lemezek) a képződő hidakat több részre alóosztják és ezzel az átütést megakadályozzák. Az alóosztó rétegekkel ily módon az átütési szilárdságot 25—70%-al emelhetjük, csúcsok és élek esetén az átütési szilárdság emelkedése 160%-ot is elérhet. Igen hatásos a fémfelületeken elhelyezett vékony szigetelőréteg.³

A kúszószikrautak mentén szükséges szigetelési távolság a legnagyobb és ezért a szigetelés csökkentésének leghatásosabb módja a kúszószikrautak kedvezőbb alakításában kínálkozik. A kúszóút két szigetelőanyag közös határfelületén keletkezik: légtranszformátoroknál bakelit és levegő, továbbá porcelán és levegő közös felületén, olajtrafóknál pedig bakelit és olaj ill. porcelán és olaj határfelületén. A kúszószikraképződés egyik oka a különböző dielektromossági tényezőjű anyagok határfelületén előálló kettős töltésréteg,⁴ mely a határfelület érintősíkjának irányába eső télerősségkomponenssel szemben kis szigetelési szilárdsággal bír. Másik oka pedig a szigetelőanyagban féméleken előálló, a megengedettnél nagyobb igénybevétel,⁵ melyből parázskisüléssel bevezetett szikraképződés indul ki és továbbkúszik a határfelület mentén.

A határfelületek természetesen elkerülhetetlenek. A tekercsvégek tartó szigetelői, melyek a végbetétet alkotják és az elektrodinamikuss lökőerők ellen biztosítják a tekercs helyzetét, és az átvezető szigetelő olajba nyúló felületei a kúszószikrautak elkerülhetetlen hordozói.

A kúszószikraképződést az erővonalak irányára közel merőleges szigetelőfelületekkel akadályozhatjuk meg a leghatásosabban, ahol pedig ez nem vihető keresztül gazdaságosan, a szilárd szigetelőanyagok az erővonalak irányába eső felületébe

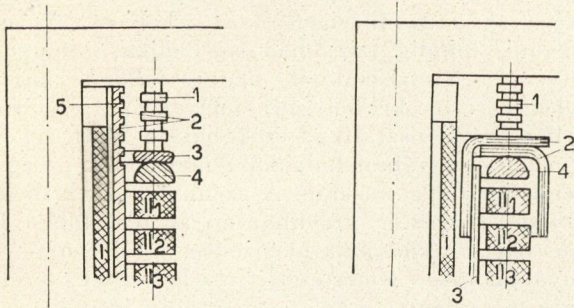
³ L. Roth: Hochspannungstechnik, 138—140. oldalak.

⁴ Neubert: Elektrostatische Generatoren, 34. oldal.

⁵ Verebely: Villamos Erőátvitel I. kötet, 130—133 oldalak.

azokra merőleges irányú hornyokat vágunk (16/a és 16/b ábrák). Az így alkalmazott szigetelőfelületek az erővonalakra merőleges vagy közel merőleges elhelyezésük folytán nem állanak a határfelületek irányába eső télerősség hatása alatt, tehát felületük mentén kúszószikrák nehezebben keletkezhetnek.

A kúszószikraképződést akadályozó szigetelőfelületek egyik legkedvezőbb kivitelét a 16/b ábra mutatja. A tekercsvégre rátolható galléralakú 2 szigetelő közlő a belső a 3 szigetelőcsőhöz átlapolva illeszkedik, miáltal a tekercselést befelé,



16/a ábra

Végbetét bakelitgyűrűből és porcelántámszigetelőkből, hornyolt bakelitcsővel a pr. és szek. tekercsek között
1. támszigetelő; 2. hornyok; 3. bakelitgyűrű; 4. fémgűrű; 5. bakelitcső

16/b ábra

Végbetét szigetelőgallérokra helyezett porcelántámszigetelőkből a kúszószikra képződés leghatályosabb elhárítására
1. támszigetelő; 2. szigetelőgallérok; 3. szigetelőcső; 4. fémgűrű

valamint a járomvas felé elektromosan összefüggő szigetelőréteggel burkolja.

A szigetelőcsőhöz csatlakozó szigetelőgallér a kúszószikrabiztonság emelésén kívül a szigetelő olajréteget is aláosztja és ezáltal az olajban mindig jelenlevő szennyeződésből való hídkepződést az előzők szerint ugyancsak akadályozza.

Összefoglalva, a szigetelési távolságok csökkentésére alkalmas alapelvek:

1. A fémfelületek legömbölyítése,
2. Nagy diektromosságú tényezőjű szigetelőanyagok a legnagyobb télerősség helyén való használata,
3. A szigetelési tér aláosztása az erővonalakra merőleges irányban,
4. A kúszószikrautak kedvező kialakítása az erővonalak irányára merőleges szigetelőrétegek által.

Az előállítási költségeknek ez elvek alkalmazásával elérhető csökkenése 30 kV feszültség felett kezd érezhetővé válni, különösen a jelen közlemény tárgyát képező transzformátoroknál.

A szigetelési távolságokra vonatkozó számszerű adatokat a próbafeszültség függvényében a 17. ábra I—II—III. és IV. görbéi szemléltetik.⁶ Az I. görbe a régi módszer szerint, a szigetelési tér aláosztása és szigetelő gallérok használata nélkül készült végbetétekre vonatkozik. A II görbe a leírt elvek alkalmazásával csökkentett kúszótávolságokat szemlélteti (Kehse szerint). A III görbe a primer és szekunder tekercsek közti szigetelési távolságokat mutatja, a IV görbe pedig az utóbbi távolságokból a szigetelőcsőre eső vastagságot. Az új, korszerű

méretezés előnye a kúszótávolságoknál mutatkozik meg leginkább, melyek méretei 100—150 kV próbafeszültségeknél kb. a felére csökkennek.

70 kV próbafeszültségtől (megfelel kb. 30 kV üzemi feszültségnek) lefelé az új kivitel alkalmazásának már nincsen gyakorlati előnye. A primer és szekunder tekercsek közötti szigetelési távolság az újabb kivitel szerint lényegesen nem változik, mert az itt elhelyezett szigetelőcsöveket már kezdettől fogva használták.

A legújabb fejlődés iránya a két tekercsközt és végbetétközt teljesen kitöltő papír-szigetelőcső és szigetelőgallérok használata a 16/b ábrához hasonlóan, de az olajrétegek teljes kiküszöbölésével e helyeken, mert az olaj aránylag kisebb átütési szilárdságával megakadályozza a nagyobb átütési szilárdságú szigetelőanyagoknak megfelelő térintenzitás mellett való használatát.

Az olaj teljes kiiktatása lényegesen kisebb szigetelési távolságokat tesz lehetővé, mert a nagyfeszültségű tekercs körüli teret kitöltő papír, bakelit v. kerámiai anyagok lényegesen nagyobb térintenzitást bírnak el, mint az olaj. Az utolsó évek kutató munkája ezirányban erős haladást tett és az aránylag komplikált szigetelőalakzatok gyártási technikájának és alkalmazásának tökéletesítése az olajnak a legnagyobb igénybevétel helyeiről való teljes kiszorítása céljából ma is előtérben áll.

Az erőátviteli transzformátorok szabványos próbafeszültségei kV-ban

$$60 \text{ kV feszültségig: } V_{pr} = 1,75 \times V_{üzem} + 15$$

$$60 \text{ kV felett: } V_{pr} = 2 \times V_{üzem}$$

Nem erőátviteli transzformátoroknál a próbafeszültség általában kisebbre vehető, egyrészt a túlfeszültségeknek rendszerint kisebb értékei, másrészt az egy transzformátorra eső kihasználtság fogyasztó miatt.

Szerző a szigetelési távolságokat empirikus egyenletekbe foglalta, melyek jó megközelítéssel az elméletben és gyakorlatban bevált értékek számítására alkalmasak a V_{pr} próbafeszültség függvényében 440 kV_{eff} próbafeszültségig. Ez egyenletek a következők:

A kúszószikratávolság régi kivitelnél 150 kV próbafeszültségig

$$K_i = 1,05 \cdot V_{pr} - 12 \text{ mm}$$

A kúszószikratávolság új kivitelnél 80—440 kV próbafeszültség között

$$K_i = 31,4 + 0,13 \cdot V_{pr} + 0,0014 \cdot V_{pr}^2 \text{ mm}$$

Pr. és szek. tekercsek közti távolság

$$T_i = 0,273 \cdot V_{pr} \text{ mm}$$

A tekercsek közti szigetelőcsövek (bakelitcsövek) összvastagsága

$$B_v = 0,09 \cdot V_{pr} \text{ mm}$$

A szigetelőcsövek 6—10 mm falvastagságú csövekből állítandók össze, egyrészt a szigetelési közeg részekre való aláosztása végett, másrészt a szigetelőcsövekben képződő veszteségeknek kis felmelegedés mellett történő elvezetésére.

⁶ Dr. Liska: Villamos Gépek, I. kötet 114—116. oldalak.

A számítás pontossága a kúszóutaknál kb. 5 %, a tekercstávolságoknál és a szigetelőcsővastagságoknál kb. 10 % toleranciának felel meg.

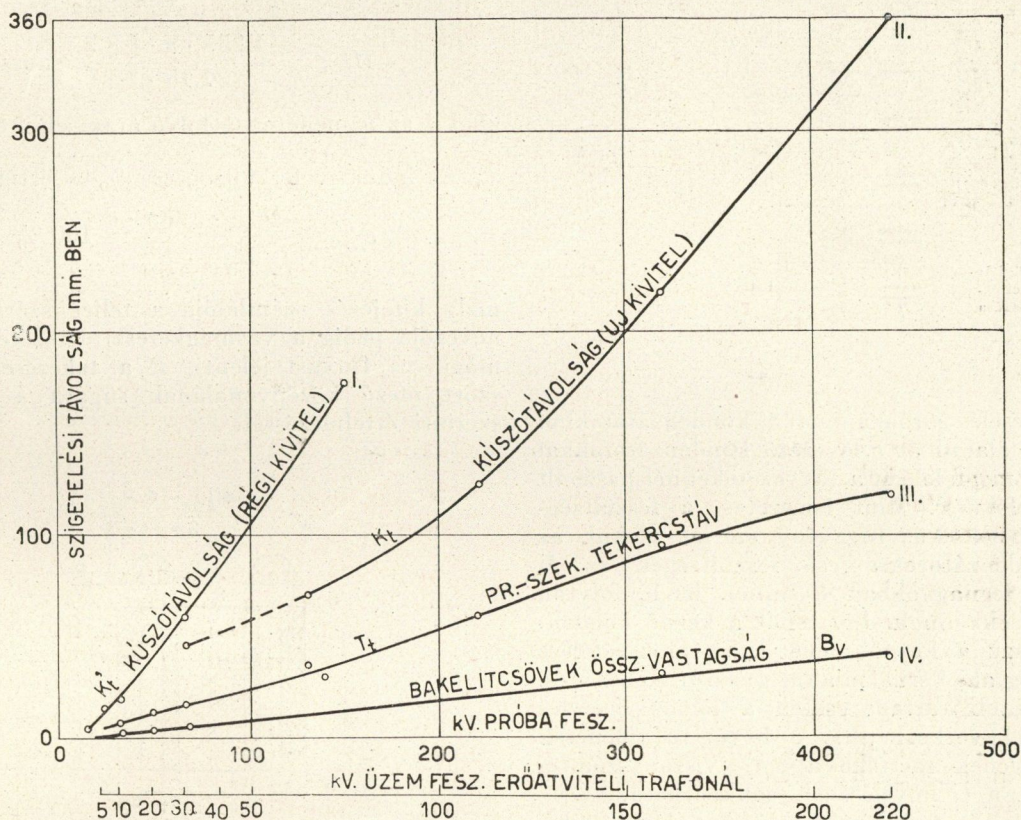
A fenti képletekbe a V_{pr} próbafeszültséget kV-ban helyettesítjük be és a szigetelési távolságot mm-ben nyerjük. Az egyenletek, valamint a görbék a legújabb olajmentes szigetelésre nem vonatkoznak.

Túlfeszültség elleni tekercsvédelem

A szigetelési biztonság nemkevesebbé fontos fejezete a tekercselésen belül fellépő túlfeszültségek elleni védelem is. Léggöri kisülések, kapcsolások, rövidzárlatok és földzárlatok meredek homlokú

rok kapacitív terhelései az átütéskor fellépő szikraív közbeiktatásával számottevő nagyfrekvenciás áramokat létesíthetnek. Feszültség- és áramlökésgenerátorok transzformátorai kondenzátorokat táplálnak, melyek szikraíveken át sülnék ki. Ugyanez vonatkozik a mechanikai egyenirányítású villamos szűrőberendezésekre és spektralanalízis céljait szolgáló szikragenerátorokra is. A két utóbbi esetben a berendezés üzemszerű működése folytán huzamos nagyfrekvenciás igénybevétel alá kerülhet.

Nagyfrekvenciás készülékek tápláló transzformátorainál úgy csöves, mint különösen szikraközös rezgéskeltésnél ugyancsak huzamos időtartamú



17. ábra, Szigetelési távolságok a próbafeszültség függvényében. (Az abszcissa alsó számsora az üzemi feszültséget jelenti az erőátviteli transzformátorokra vonatkozó szabvány szerint.)

vándorhullámokat és nagyfrekvenciás áramokat létesítenek, melyek főleg a bevezető tekercsrészeket veszik túlfeszültségre igénybe, mégpedig nemcsak a földhöz képest, hanem a szomszédos menetek között is. A nem erőátviteli transzformátoroknál a léggöri kisülések okozta vándorhullámok nem szerepelnek, annál inkább azonban esetenként a nagyfrekvenciás jelenségek, melyek különösen akkor veszélyesek a menetszigetelésre, ha a nagyfeszültségű áramkört szikraíven át csatlakozó kapacitív terhelések zárják.

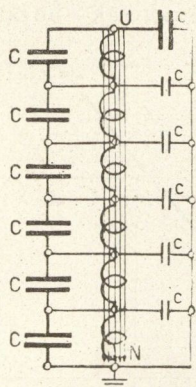
A túlfeszültségek időtartama mikroszekundum nagyságrendű. Ily rövid idő alatt sokszoros túlfeszültségek sem vezetnek a menet- és rétegszigetelések átütésére, mert az ehhez szükséges időtartam hiányzik. Csak akkor válnak veszélyessé, ha sokszor ismétlődnek, vagy huzamos ideig tartanak.

Tekintsük át a felsorolt csoportokat túlfeszültségvédelem szempontjából: a próbatranszformáto-

menettúlfeszültségek állhatnak elő. A legtöbb esetben a terhelő kört aperiódikussá, azaz rezgésmentessé tevő csillapító ellenállások, fojtótekercsek és ezek kombinációi segítségével megakadályozhatjuk, vagy erősen lecsökkenthetjük a túlfeszültséget létesítő okot. Mindamellett — már a védőberendezések meghibásodására való tekintettel is — a transzformátorban magában oly konstrukciós megoldást kell létesítenünk, mely a túlfeszültségeket minimumra csökkenti és a bevezető menetek közötti szigetelési szilárdságot az elérhető maximumra fokozza. E célból tanulmányozzuk a helyzetet a 18. ábra segítségével, mely egy hat menetből álló, egyik végén földelt tekercselésű transzformatort ábrázol.

A menetek körül fogják a vasmag N mágneses fluxusát. Az egyes menetek a szomszédos menetekkel, valamint a földpotenciálú fémrészekkel kondenzátorokat alkotnak, melyek kapacitásait

C-vel illetve c-vel jelöljük. Ha a tekercs felső U pontjára váltóáramú feszültséget kapcsolunk, a tekercsen áthaladó áram a vasmagot felmágnesezi és az egyes menetekben egyenlő elektromotoros erőket indukálva biztosítja a tekercselés egyenletes feszültségeloszlását és ezáltal a menetek közötti szigetelés egyenlő igénybevételét. Ha azonban nagyfrekvenciás (pl. 100 000 Hz) feszültséget kapcsolunk az U pontra, a tekercselésen átfolyó áram a C és c kapacitásokon átfolyó megnövekedett áramokhoz képest elhanyagolható kicsiny lesz és



18. ábra.
Egyik végén földelt
tekercselés kapacitás-
eloszlása

így a tekercselés sorbakapcsolt C kondenzátorokból álló láncá alakul át c levezető kondenzátorokkal a föld felé, megfelelően a távvezetékknél használt lánc-szigetelőknél. Mint ismeretes, a feszültségeloszlás hiperbolikus függvény szerint alakul, az egyes kondenzátorokra eső feszültségek az U pontnál a legnagyobbak és innen lefelé folyton lassulón csökkennek. Így tehát a kezdő kondenzátorok, azaz a kezdő menetek menetszigetelése túlfeszültség alá kerül, miáltal gyakori ismétlődés, vagy hosszabb tartam esetén a menetszigetelés átütése bekövetkezhetik. A bevezető menetek túlfeszültségének mértéke a c/C viszonyozámtól függ, tehát a C növelésével csökkenthető.

Erőátviteli transzformátoroknál a legnagyobb menettúlfeszültségeket a meredekhomlokú vándorhullámok keltik, hasonló megfontolás szerint, mint a nagyfrekvenciás feszültségek, minthogy a meredekhomlokú hullámok nagyfrekvenciás hullámok eredőjének tekinthetők. A túlfeszültségek káros hatását a menetszigetelés emelésével akadályozhatjuk meg. Ugyanakkor azonban emelnünk kell a menetkapacitást is, nehogy a rétegszigetelés erősítése által a c/C viszonyt növeljük és ezzel egyben a rétegszigetelésre eső túlfeszültséget is fokozzuk. Az erőter egyenletesebbé tételét elősegítő fémgyűrűk (13. és 16. ábrák) növelik az első menet földkapacitását és ezzel a töltési időt, mely alatt a túlfeszültséglökés csökkenést szenved. Ezenkívül számos, a c/C -t csökkentő megoldás van használatban a túlfeszültség kisebbítésére.

Feszültségeseések

Az ohmikus feszültségeseések százalékos értéke a primer és szekunder oldali százalékos feszültségeseések összegével egyenlő, vagyis:

$$\Sigma ir \% = \frac{i_1 r_1}{V_1} \cdot 100 + \frac{i_2 r_2}{V_2} \cdot 100$$

Az induktív feszültségeseések megállapítása végett meg kell határoznunk a szórt mező nagyságát a primer és szekunder tekercselés között, melyet koncentrikus tekercselés esetére a 19. ábra szemléltet a tekercs sugarának függvényében.

A térorsség legnagyobb értéke a tekercsközben áll elő. Az ábrán ezt H-val jelöljük, a primer és szekunder áramokat I_1 és I_2 -vel, a menetszámokat n_1 és n_2 -vel, végül a tekercselés tengelyirányú hosszát l-el. A mágneses térorsség maximális értéke gyakorlati pontossággal:

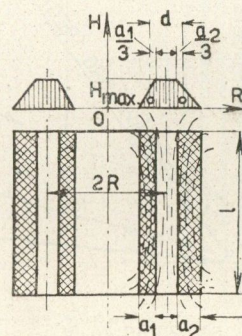
$$H_{\max} = \frac{1,255 \cdot n \cdot I \sqrt{2}}{1,15 \cdot l} \text{ gauss}$$

ahol I az n meneten átfolyó áram effektív értéke.

Az induktív feszültségeseések %-os értéke:

$$\varepsilon \% = \frac{H_{\max} \cdot 2 R \pi \cdot d}{B_{\max} \cdot F_{\text{vas}}} \cdot 100 \%$$

mely kifejezés számlálója a teljes szórt fluxust, nevezője pedig a vasmagkeresztmetszeten átfolyó mágneses fluxust jelenti, R a tekercsek közötti szórt mező középvonalának sugara a 19. ábra szerinti értelmezéssel.



19. ábra
Koncentrikus tekercselésű transzformátor szórt mezeje

Melegedés

A tekercselésben és a vasmagban a réz- és vasvesztesség folytán képződő meleget a cirkuláló olaj a tartányfalhoz szállítja, ahonnan az részben a környező levegőbe való hővezetés, részben a környezetbe való hőkisugárzás útján távozik. A tekercstől ill. vasmagtól a tartányfalig való melegvezetés jól szerkesztett és méretezett transzformátoroknál kb. 30° C hőmérséklet-különbséget kíván meg állandó terhelésnél. A szabványok által megengedett legmagasabb tekercstemperatúráként 105 °C-ot és legmagasabb környezeti levegőtemperatúráként 35 °C-ot véve következik, hogy a tartány falának átlagos hőmérsékletemelkedése a környezethez képest nem lehet magasabb 40 °C-nál. Ezen leegyszerűsített számítás csupán tájékoztató értékű, mert a transzformátorokban lezajló melegvezetési folyamatok rendkívül komplikáltak és az

egyes közegek közötti hőmérsékletkülönbségek csupán típusmérések útján állapíthatók meg a szükséges pontossággal.

A fenti tájékoztató számításnál maradvá feladtunk a tekercselésnek kedvező hőleadás céljából való megfelelő alaosztása, szükség esetén a vasmagnak csatornákkal való ellátása és a tartányfal felületének megfelelő hőleadásra való kiképzése. Tájékoztató adatként megadjuk, hogy sima, feketére festett tartányfal 40° C közepes fal-levegő hőmérsékletkülönbségnél dm²-ként 6,5 W-nak megfelelő meleget ad le mp-ként. Ha a sima fal nem elegendő a fenti hőmérséklet melletti hőleadásra: hullámos falat kell választanunk, mely esetben a kisugárzás útján leadott meleg változatlan marad, ellenben a levegő elvezetése útján távozó melegrészt a felület növekedésével arányosan megnő.

Mindezen megfontolások és számítások állandó üzemi terhelésre vonatkoznak. Rövidebb üzemidőnél a melegedés a melegedési görbéből leolvasható, mely a transzformátor adataiból számítással meghatározható. Egészen rövid idejű terheléseknél a melegedés a képződő meleg és fajmeleg viszonyából határozható meg.

A vasvesztés közelítő pontossággal wattban:

$$W_{\text{vas}} = w \cdot \left(\frac{B_{\text{max}}}{10\,000} \right)^2 G_{\text{kg}} + 20\%$$

ahol w az 1 kg-nyi transzformátorlemez vasvesztése 10 000 gauss indukciónál és 50 periódusnál; G_{kg} a vas súlya, a 20% pedig a járulékos és a vasanyag egyenlőtlenségéből eredő többletvesztés fedezésére szolgál.

A rézvesztés:

$$W_{\text{réz}} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2$$

Az R ellenállások meleg állapotban veendő számításba. Vastag tekercselési anyagnál és többretegű tekercselésnél az örvényáramok okozta többletvesztések is figyelembeveendő.

A fenti veszteségek meghatározzák a transzformátor hatásfokát:

$$\eta = \frac{W_{\text{leadott}}}{W_{\text{leadott}} + W_{\text{vas}} + W_{\text{réz}}}$$

Elektronikus időjelgenerátor szikrajelzéssel

Dr. BARDÓCZ ÁRPÁD és KEMÉNY ÁDÁM

Villamos szikrajelzéseket adó időmérőt különböző mérési célokra korlátozott mértékben már régóta használnak. Régebben a berendezést transzformátor primer áramkörében lévő mechanikus szagatóval működtették. Újabban a mechanikus kapcsolót thyatroncső helyettesíti.

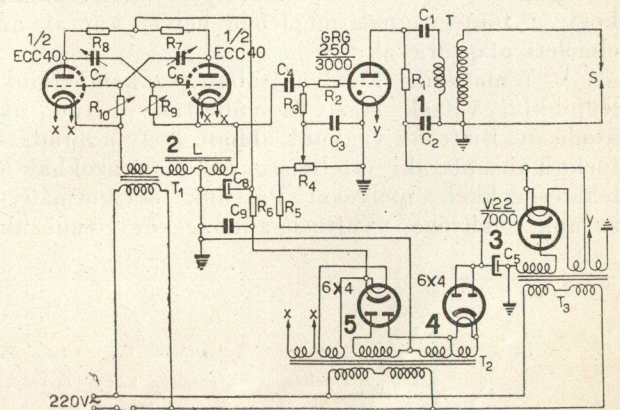
Egy thyatroncsővel működtetett időjelgenerátort Klaiber és Kington (1) írnak le, amely alapjánvéve szokásos rácsvezérlésű egyenirányító, ahol fáziseltolási lehetőségek vannak. A rendszer úgy van beállítva, hogy az anódáram igen rövid ideig tartó áramlökésekből áll, amelyek 60 periódusú váltóáramot feltételezve minden 1/60-ad másodpercen megismétlődnek. Ha a thyatroncső anódáramkörébe megfelelő transzformátor (szikratokercs) primer tekercsét helyezzük, szekunder tekercsének sarkaira kapcsolt szikraközben a hálózati periódus ütemében egyenlő időközökben megismétlődő szikrakisülések fognak előállni.

Robson (2) leírja, miként lehet a szikrajelzésű időjelgenerátort időjelek rögzítésére oszcillográfokban felhasználni. Az oszcillográfba beépített szikraköz segítségével az oszcillogramm filmjét vagy papírját a keltett szikrával az 50 periódusú hálózat ütemében átütik, minek következtében a filmen vagy papíron az átütés középpontjából csillag alakú kiágazó nyomok maradnak. Az átütés középpontja mintegy 0,5 mm átmérőjű jól meghatározott pont.

Ezeknek az időjelgenerátoroknak az a közös jellegzetességük, hogy a szikraidőjelek időegységre

eső száma a hálózati feszültség rezgésszámával azonos. A szerzők olyan elektronikus időjelgenerátort építettek, amelynél az időjelek időegységre eső száma a hálózati feszültség rezgésszámával azonos vagy annál kisebb. Utóbbi esetben a hálózat rezgésszámának tetszőleges alharmonikusa.

Az időjelgenerátor működési elve a következő: A szikra keltéséhez szükséges nagyfrekvenciájú és nagyfeszültségű áramokat Tesla-transzformátor szolgáltatja. A Tesla-transzformátor primer tekercsével sorba van kötve egy kondenzátor, mindkettőt thyatroncső hidalja át. A thyatroncső rácsának állandó negatív előfeszültsége miatt ez az áramkör nyitott. Ha a kondenzátort feltöltjük és azt az áram útjának a thyatroncsővön át való



3. ábra

megnyitásával kisütjük, a Tesla-transzformátor nagyfeszültségű szikrát szolgáltat. A thyatroncső rácának vezérlése multivibrátor segítségével történik. A multivibrátor a thyatroncső rácra negatív előfeszültségénél nagyobb pozitív feszültséglökéseket szolgáltat, minek következtében a cső begyúl. A multivibrátor rezgésszáma tág határok között változtatható és az a váltakozóáramú hálózat rezgésszámának valamely alharmonikusával egyenlő. Szikra természetesen csak abban a félperiódusban lesz, amelyben a multivibrátor pozitív feszültséglökést szolgáltat. A berendezés kapcsolási vázlata az ábrán látható.

Az időjelgenerátor három főreszből, mégpedig thyatronos gyújtóáramkörből (1), impulzusgenerátorból (2), és feszültségforrásokból (3, 4, 5) áll. A 3 feszültségforrás a thyatroncső anódkörében lévő C_1 kondenzátort mintegy 2400 V feszültségre tölti fel. A 4 feszültségforrásról R_4 és R_5 ellenállásokon leosztott mintegy kb. — 100 V feszültséggel gondoskodunk a thyatroncső lezárásáról. Ha most a thyatroncső rácra olyan nagy pozitív feszültséglökést kap, hogy a cső begyújt, a thyatron anódkörében lévő kondenzátor a csővön és a T tesla-transzformátor primer tekercsén át kisül. A Tesla-transzformátor primer tekercsén áthaladó áram indukálja a szekunder tekercsben a nagyfeszültségű és nagyfrekvenciájú áramokat, aminek eredményeként az S szikraközben szikra-kisülés lesz.

Az impulzusgenerátor a multivibrátor ismert alapkapsolásától abban tér el, hogy katódkörében az L földszimmetrikus reaktanciát tartalmazza. Erre azért van szükség, mert a szokásos kapcsolású multivibrátort szinkronizálva, annak kimenetén

a negatív feszültséglökések nagy amplitudójúak, míg itt a thyatroncső begyújtásához szükséges pozitív feszültséglökések amplitudója kicsi. Az itt eszközölt változtatással nagy pozitív feszültséglökések érhetők el akkor, ha a kimenet a multivibrátor csővének katódjához csatlakozik. A multivibrátor szinkronizálása az 50 periódusú hálózatról a T_1 transzformátoron át történik, a multivibrátor áramkör baloldali csővének katódkörébe táplált szinkronizáló feszültséggel. A szinkronizálás hatására ez az áramkör csak a hálózati frekvencia valamely egész számú szubharmonikusán adhat feszültséglökéseket. A multivibrátor áramkörben lévő C_6, C_7, R_9 és R_{10} elemek értéke úgy van megválasztva, hogy a multivibrátor a kívánt rezgésszámmal dolgozzon. Érdekessége az elrendezésnek, hogy sikerült vele folyamatosan és megismételhetően olyan alacsony rezgésszámokat is előállítani, amikor az egyes szikrák közötti szünet 25 mp-et tett ki.

A multivibrátor jobboldali csővének katódjához csatlakozik a C_4-R_3 differenciáló négypólus, amely a csőtől kapott feszültséglökést igen meredek pozitív feszültséglökéssé alakítja át. Ez a feszültséglökés, amely a GRG thyatroncső rácára jut, szolgál a thyatroncső vezérlésére. A multivibrátor működtetéséhez szükséges egyenfeszültséget az 5 feszültségforrás adja.

IRODALOM

Klaiber G. S. és Kington L. K.: A simple electronic spark timer. Amer. J. Phys. 18, 1950, 397—98.

Robson R. C.: A simple timing device for use with camera recording of oscilloscope traces. J. Sci. Instruments 28, 1951, 60.

A Méternői Továbbképző Intézet 1952-53. évi híradástechnikai előadásai

Méternői Továbbképző Intézet szeptemberben ismét megkezdte előadásait. Komoly fejlődést jelent, hogy ebben a tanévben az előadások szakosítása az eddigiekénél sokkal nagyobb mértékben történt meg. Így az egyes iparágaknak, köztük a híradástechnikának is az eddiginél több óraszám jutott és a továbbképzés az iparág legtöbb fontos területére kiterjedhetett. Jelentős eredmény a tananyagban, hogy a fontosságnak megfelelő helyet kaptak az elméleti alaptárgyak.

A tematikák kidolgozásában szakembereink legjobbjai vettek részt és vállalták el tudásuk átadását. Biztosak vagyunk abban, hogy a híradástechnikai műszaki értelmiség élni fog azokkal a lehetőségekkel, melyeket Pártunk és kormányzatunk segítségével nyújtott ahhoz, hogy tudásuk

fejlesztésében, munkánkban minél nagyobb eredményeket érhetünk el.

Jelentkezzünk minél többen és szorgalmas alapos tanulással vegyünk részt a Méternői Továbbképző Intézet céljainak valóra váltásában.

Az Intézet kiadta részletes tájékoztatóját, mely az előadások rövid tematikáját is tartalmazza. Érdekes ezt gondosan áttanulmányozni, nemcsak a híradástechnika címszó alatt, hanem az egyéb tárgyak körében is számos bennünket érdeklő előadást fogunk találni, különösen a gyártástechnológiával kapcsolatos kérdésekről.

Érdeklődőknek a Méternői Továbbképző Intézet Titkársága, XI. Budafoki-út 4. távbeszélőn is szívesen ad felvilágosítást (258—688 és 259—760).

MEGJELENT A

GÉPIPARI ENCIKLOPÉDIA

5. kötete

Tartalma :

Az I. fejezet a cserélhetőséggel foglalkozik. Tárgyalja a különböző tűrési és illesztési rendszereket, valamint az illesztések kiválasztásának módszerét. Részletesen taglalja a hengeres, kúpos, csavarmenetes, bordás és hornyos illeszkedéseket, a fogaskerekek, a csavarkerékajtások tűréseit és illesztéseit. Ismerteti a különféle idomszereket, ezek tűréseit, a méretláncok számításának alapjait és a valószínűségszámítás alkalmazását a cserélhetőség körében.

A II. fejezet a gépgyártáshoz használt hossz- és szögmérő eszközöket, a legújabb mérési módszereket, az egyes mérőeszközök kiválasztását és rendeltetését tárgyalja.

A III. fejezetben találkozunk a gépszerelés technológiájával, ez az egyes szerelési eljárásokat, valamint illesztő- és szerelőmunkák gépesítését foglalja magában.

A IV. fejezet felöleli a hegesztést, az egyes hegesztési eljárásokat, a kézi és önműködő villamos- és gázhegesztést, a lángvágást és a fémek forrasztását.

Az V. és VI. fejezet a hegesztett és szegecselt acélszerkezetek,

a VII. fejezet pedig a kazánszerkezetek korszerű gyártástechnológiáját ismerteti.

NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Kapható a Nehézipari Könyvesboltban Budapest, VII., Lenin-körút 7.,
minden állami könyvesboltban és az üzemi könyvpropagandistáknál

AZ OLVASÓHOZ!

Felkérjük, hogy az alábbi kérdéseket megválaszolni és a lapot a túloldali címre beküldeni szíveskedjék.

Észrevételeit, kritikáját, tanácsait és kívánságait munkánk megjavítására és lapunk minőségi színvonalának emelésére fogjuk felhasználni.

NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

1. Folyóiratunk nyújtott-e segítséget Önnek munkájában, s ha igen, miben állt az?
2. Foglalkozik-e a lap üzemi gyakorlatban felmerülő kérdésekkel?
3. Mennyiben igazodik a folyóirat tartalmi összeállítása az ötéves terv időszerű iparági feladataihoz, ill. a tudomány fejlődésének időszerű kérdéseire?
4. Milyen természetű kérdéseknek kell a lapban több helyet biztosítani?
5. Az 1952-ben megjelent cikkek közül melyeket tartott szakmailag jónak és melyeket gyengének?
6. A lap kiállításával meg van-e elégedve?

Négyrétűre összehajtandó.

Budapest 5.
Postafiók 32.

NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

VÁLASZLEVELEZŐLAP

Feladó neve:

Címe:

Munkahelye:

Munkaköre:

Foglalkozása (képzettség):

(alírással)

Itt levágandó!