

~~20835~~

1960

ELEKTROTECHNIKA

A „MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET“

HIVATALOS KÖZLÖNYE

XXIII. ÉVFOLYAM

1930

BUDAPEST, 1930

Elektrotechnika

<p>Előfizetési díj: 24 pengő. Félévre 13 pengő.</p>	<p>A MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET HIVATALOS KÖZLÖNYE.</p>	<p>Tagsági díj: Ugy Budapest-i, mint vidéki tagok részére évi 24 pengő.</p>
<p>Hirdetések egyszeri közlésének díja: Egész oldal 112 pengő. Fél oldal 72 pengő. Negyed oldal 48 pengő. Nyolcad oldal 32 pengő. Állást kereső egyesületi tagok hirdeteit rendkívül mérsékelt áron közöljük.</p>	<p>Szerkesztőség és kiadóhivatal: VII. Erzsébet-körut 49.</p>	<p>A „Magyar Elektrotechnikai Egyesület” tagjai a lapot díjmentesen kapják.</p>
	<p>Főszerkesztő: Wilczek Ernő. Szerkesztők: Gohér Mihály és Lenkei Andor. Belmunkatárs: Polgár Marcel.</p>	<p>Az egyesület címe: VII. Erzsébet-körut 49.</p>

TARTALOMJEGYZÉK: *Verebély László:* Jedlik Ányos két uttörő találmányáról. — *Szili László:* A vasútak villamosítása nemzetgazdasági szempontból. — Egyesületi hírek. — Lapszemle és kisebb közlemények. — Személyi és üzleti hírek.

Jedlik Ányos két uttörő találmányáról.

Irta: **Verebély László** műegyetemi ny. r. tanár,
orsz. középítési tanácsos.¹

Összefoglalás: A tanulmány, amelyet a szerző a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Jedlik-emlékünnepe, 1928 május 3-án adott elő, a bevezetésben röviden vázolja Jedlik Ányos bencés szerzetes és Budapest-i egyetemi tanár életét és működését (1800—1895). Ezután részletesen foglalkozik Jedlik két legjelentősebb találmányával, nevezetesen a villanydelejes forgóval és az egysarkú villanyindítóval, amely utóbbival kapcsolatosan Jedlik legalább hat évvel Siemens és Wheatstone előtt kimondta a dinamóvillamos elvet. A fejlődés ismertetésével pontosan megjelöli a találmányok helyét a villamosítástan történetében, méltatja azok eredetiségét és jelentőségét, bemutatja a reájuk vonatkozó okmányokat és eredeti fölvételek alapján először ad pontos műszaki leírást az érdekes készülékekről.

Résumé: Dans sa conférence présentée le 3 mai 1928, au Jedlik centenaire de la Société Electrotechnique Hongroise, l'auteur traite d'abord brièvement la vie et l'activité du moine bénédictin et professeur à l'université de Budapest Ányos Jedlik (1800—1895); après il nous donne une description détaillée de deux des inventions les plus importantes du savant hongrois: le rotor électromagnétique et l'inducteur unipolaire. En corrélation à cette dernière invention J dlik prononça au moins 6 ans avant Siemens et Wheatstone, le principe dynamoelectrique. Dans les communications traitant le développement l'auteur décerne la place bien méritée de ces inventions dans l'histoire de l'électrotechnique, fait éloge de leur originalité et de leur importance, présente les documents relatifs et nous donne à l'aide des relevés originaux une description technique exacte des appareils intéressants.

Summary: This paper presented by the author at the Jedlik centenary of the Hungarian Electrotechnical Society, the 3rd May 1928, deals in its introduction briefly with the life and the works of the Benedictine friar and professor at the Budapest University Ányos Jedlik (1800—1895). A detailed description of the Hungarian scientist's two most important inventions follows, i. e. of the electromagnetic rotor and the unipolar inductor.

¹ Előadta a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Jedlik-emlékünnepe, 1928 május 3-án.

It was in connection with the latter invention that Jedlik pronounced the dynamoelectric principle at least six years before Siemens and Wheatstone. By giving details of the early development the author assigns to the inventions their due place in the history of electrotechnics, he values their originality and importance, presents the relative documents and finally on the basis of original surveys he gives for the first time an exact technical description of the interesting apparatus.

Riassunto: Lo studio letto dall'autore alla festa commemorata dalla Società Elettrotecnica Ungherese in data 3 maggio 1928 al fu benedettino Ányos Jedlik, professore all'università di Budapest, tratta nell'introduzione brevemente la vita (1800—1895) e l'opera di questo erudito. Si occupa poi delle due invenzioni più importanti del Jedlik, del rotore elettromagnetico cioè e dell'induttore unipolare, rispetto al quale ultimo il Jedlik professò già almeno sei anni prima il Siemens ed il Wheatstone il principio dinamoelétrico. Nel seguire lo sviluppo l'autore fissa esattamente il luogo che tali invenzioni occupano nella storia della scienza elettrotecnica, ne apprezza l'originalità e l'importanza e producendo i documenti e le fotografie ad esse relative, dà per la prima volta la descrizione tecnica esatta degli apparecchi interessanti.

Zusammenfassung: Der Aufsatz, welcher am 3. Mai 1928 gelegentlich der Jedlik-Feier des Ungarischen Elektrotechnischen Vereines vom Verfasser vorgetragen wurde, behandelt zunächst kurz den Lebenslauf und das Wirken des Benediktinermonches und Budapester Universitätsprofessors Ányos Jedlik (1800—1895). Dann beschreibt er ausführlich die zwei bedeutendsten Erfindungen Jedliks, namentlich den elektromagnetischen Rotor und den Unipolarinduktor, wobei der ungarische Gelehrte in Verbindung mit letzterem wenigstens sechs Jahre vor Siemens und Wheatstone das dynamoelektrische Prinzip ausgesprochen hat. Durch Mitteilung der Entwicklung weist der Verfasser den Erfindungen den ihnen gebührenden genauen Platz in der Geschichte der Elektrotechnik zu, würdigt deren Originalität und Bedeutung, legt die bezüglichen Urkunden vor und gibt auf Grund von Originalaufnahmen als Erster eine genaue technische Beschreibung der interessanten Apparate.

Természettudományi ismereteink magasbatörő, folyton alakuló, de soha el nem készülő palotáját neves mesterek és szerény munkások építik föl. Amazoknak rendszerint már a kortársak elismerésétől övezett lángelméje egyszerre egész épületszárnyak tervezést készíti el és biztos öntudattól vezérelt széleslátása évtizedekre, sőt évszázadokra előre megszabja a fejlődés irányát. Emezeknek részletekben elmélyedő, csendes, rendszerint a legszűkebb környezettől is alig ismert, munkája egyenkint hordja össze a köveket, amelyek jelentőségét az épület egyeteme

szempontjából sok esetben alkotóik maguk sem ismerik föl és amelyekről gyakran csak az utókor kegyeletes búvárkodása állapítja meg, hogy szerves alkotó részei egy olyan pillérnek, amelyből az idők folyamán korszakot alkotó hatalmas találmányok sora bontakozott ki.

A tudós búvárkodók ezen utóbbi csoportjába tartozik a XIX. század magyar tudományos életének azon tiszteletreméltó remetéje is, akinek működését ebben a közleményben kívánjuk ismertetni és méltatni, meghajtva előtte a hódolat zászlóját.

Korunk egyik kiváló természettudósa, Ramon Y. Cajal,¹ öt olyan tulajdonságot jelöl meg, amellyel a tudomány művelőinek okvetlenül rendelkezniök kell, hogy munkásságukat siker koronázhassa. Ezek: szellemi önállóság, intellektuális kíváncsiság, kitarítás a munkában, hazaszeretet és dicsőségszomj.

Jedlik Ányos István eredeti egyéniségében mindeme sajátosságokat megtaláljuk, kivéve az utolsót, amelytől távol tartotta őt nemcsak veleszületett szerénysége, hanem szerzetesi mivoltának szelleme is, amely egész lényét betöltötte. „A félénk elzárkózottság — mondja emlékbeszédében báró Eötvös Lóránd — volt az az egy nagy hibája, amely akadályozta, hogy másokkal való érintkezés által tudományos látóköre bővüljön és viszont, hogy ő tudományával másokra éltető hatással legyen...“ „... Jedlik magára hagyatva járt öncsinálta utján és mégis nem egyszer azon nagy fölfedezések nyomán haladt, amelyek a múlt század dicsőségét teszik. Ő sokat keresett és sokat talált, de mert maga nem hirdette, honfitársai nem vették észre, a külföld nem látta az ő találmányait; azért a világ tudományos irodalmában neve alig fordul elő a XIX. század fölfedezőinek sorában.“

E szavaknál álljunk meg egy percre és súlyos mulasztásaink tudatában mondjunk „mea culpa“-t. Báró Eötvös Lóránd emlékbeszéde, amelyben a most élő nemzedék figyelmét fölhívta Jedlik találmányainak korszakot alkotó jelentőségére, hat nap híján 31 esztendővel ezelőtt hangzott el a Magyar Tudományos Akadémia falai között² anélkül, hogy a magyar tudományos körökben kellő benyomást és visszhangot keltett volna. Fizikai és elektrotechnikai szakirodalmunk javarésze egyáltalában nem, vagy csak futólag említi Jedlik nevét és — Heller Ágost kivételével — még azok a szerzők is, akik néhány sort szentelnek munkássága két legnagyobb termékének: a „*villanydelejes forgony*“-nak és az „*egysarku villanyindító*“-nak, nyilvánvalóan csak báró Eötvös Lóránd rövid közlésére támaszkodnak. Azon emberöltőnyi idő alatt, amelyben a villamosság civilizációnk nélkülözhetetlen elemévé és eszközévé lett s amely a nagy műszaki alkotások méltó dicsőítésére Németországban születni látta a Deutsches Museum-ot, nálunk senki sem akadt, aki Jedlik uttörő készülékeit részletesebb ismertetéssel a feledés homályából kiemelte és ország-világ előtt az őket méltán megillető polcra helyezte volna.

Ezt a mulasztást volt hivatva jóvátenni a Magyar Elektrotechnikai Egyesület 1928 május 3-i emlékünnepe, amelyre a Pannonhalma ősi apátságához

tartozó tanárképző főiskola és a Budapest-i Pázmány Péter Tudományegyetem I. sz. fizikai intézete szer-tárának muzeális szekrényeiből előhoztuk Jedlik rég pihenőre tért kis gépeit, hogy kézzelfogható tanúságot tegyenek mesterük alkotó szelleméről és hogy tanui legyenek annak a kegyeletes tiszteletnek, amely-lyel a villamosságtan első magyar uttörője emléké-nek a magyar elektrotechnikai kar hódolni kíván.

Non omnis moriar.

*

Jedlik Ányos (keresztnevén tulajdonképpen István, Ányos a szerzetesi neve) a természettudományok újjászületése nagy századának hajnalán, 1800 január 11-én született Komárom vármegyében, Szémón, mint egyszerű szegény földművevesszülők gyermeke. Közép-iskolai tanulmányait Nagyszombatban kezdte, majd a Pozsony-i gimnáziumban folytatta, amelynek elvég-zése után, 17 esztendő korában, szülői kívánságára és egyéni hajlamainak sugallatára, a bencés rend kötelékébe lépett. Szerzetesi és tudományos fölsőbb kiképeztetését a Pannonhalma-i apátság hírneves szemináriumában nyerte, ahol 1822-ben bölcsészeti tudorrá avatták, majd 1825-ben áldozó pappá szentelték. Közvetlenül ezután megkezdte hosszú tanári pályafutását. Először Pannonhalmán, később Győrött tanítja a fizikát, majd 1830-ban a Pozsony-i akadé-miára kerül. 1840-ben a Pest-i egyetemre nevezik ki, ahol 38 éven keresztül tölti be a fizikai tanszéket, amelyről 1878-ban, életének hetvenkilencedik évében, 53 évi buzgó tanárkodás után, teljes szellemi frisse-ségben vonul vissza a jól megérdemelt nyugalomba.

Munkakedvét és tudományozomját késő aggkoráig megtartotta. Győr-i visszavonultságában is szorgal-masan tovább dolgozott s amidőn öregedő szerve-zetének lassan kialakuló képességei már zavarják búvár-kodásaiban, elkeseredve szokta volt mondani az ujonnan érkezett könyvekre mutatva: „Csak időt is küldenének mindegyikkel“.

Életfölfogását tömören jellemzik azok a keresetlen szavak, amelyeket néhány nappal 1895 december 15-én bekövetkezett halála előtt mondott Acsay Győr-i igazgatónak: „Kedves rendtárs úr, életem hosszú volt, de a munka sohasem fárasztott; hová kellene lennünk, ha az Isten a munkára való képességet meg-vonná tőlünk“.

Jedlik jellegzetesen búvárkodó szellem volt. Szere-tett otthona a csendes laboratórium, legnagyobb öröme a kísérletezés és minden boldogsága a ter-mészet titokzatos erőinek egy-egy magakigondolta kis készülékkel való megszólaltatása s a megnyilvánuló törvényszerűségek kibogozása. Szemében a fizika az életet teljesen kitöltő gyönyörűségek forrása. Ami-dőn egyszer késő öregkorában egyik fiatalabb rend-társa azt kérdezte tőle „miért választotta tanulmánya tárgyául éppen a fizikát s miért nem például a teológiát, amely a legmagasztosabb dolgokkal foglalkozik“, így válaszolt: „Minden tudományágban tanulhattam volna eleget és szépet, de a fizikában tanulok s egyszers-mind mulatok és gyönyörködöm is“. Majd egy más alkalommal: „Kedves öcsém, jobban megismertem Istent a fizikából, mint maga a teológiából“.

Munkássága — Faraday-éhez hasonlóan — inkább gyakorlati jellegű volt, semmint elméleti. Az utóbbi-hoz nélkülözötte a szükséges magasabb matematikai fölkészültséget. E hiányért azonban kárpótolta őt a

¹ S. Ramon Y. Cajal: Tudományos kutatásra vezérlő kalauz. Fordította: dr. Salamon Henrik, Budapest, 1928.

² 1897 május 9-én.

vérbeli természettudós veleszületett kutatóösztöne, amely járatlan utakra is elvezette és lehetővé tette, hogy tudományzakának nem egy területén eredetit, sőt jelentőset alkosson.

Bár legnagyobb munkája, amelyért a Magyar Tudományos Akadémia 1858-ban egyszerre rendes tagjává választotta és nagy díjával tüntette ki „A súlyos testek természettana“ (1850) volt, érdeklődését, az optikán kívül, elsősorban a mult század elején sokatígérő gyermekkorát élő villamosságban kötötte le. Optikai tanulmányai közül „A fénysugarak tünevényeiről és a fénysugarak hajlásáról különösen“ (1845), továbbá „A Fresnel és Pouillet-féle fénytalálkozási készüléknek módosításairól“ (1865) szóló értekezései és a külföldön is ismert igen finom optikai rácsai érdemelnek említést. A villamosságban körébe vágó sokoldalú munkásságára különösen akadémiai székfoglalója: „A villanytelepek egész működésének meghatározása“ (1859), „Leydeni palackok láncolata eredetileg összeállítva“ (1863), „Csöves villámgyújtókról vagy villámszedőkről“ (1867) és „Csöves villámszedők láncolatáról“ (1879) című értekezései vetnek fényt.¹ Ez utóbbi kettő egy külföldön is ismertté vált érdekes készülékére vonatkozott, amelyet az 1873-i Wien-i világkiállítás nemzetközi bíráló bizottsága a haladás érdemével tüntetett ki.

Mindezeknél azonban sokkal jelentősebb és Jedlik kutató lángelméjére sokkal erősebb fényt vető két szerkezet az említett „villanydelejes forgony“ és az „egysarkú villanyindító“, amelyek azonban sajnos ismeretlenek maradtak a kortársak előtt s amelyeknek a természettudomány fejlődése szempontjából való helyes értékelése ezért az utókor történetkutatójának a föladata.²

A villamdelejes forgony.

A diadalmas elektrotechnika korszakában élő nemzedékünknek több mint száz esztendőtt kell visszala-poznia a fizika történetében, hogy elérkezzék a csendes laboratóriumok „tisztá tudomány“-nak szentelt falai között meginduló ama lázas kutatásokhoz, amelyekkel ihletett tudósok buzgólkodtak behatolni az imponderabiliák azon csodás új világába, amelynek kapuit *Galvani* Luigi Bologna-i anatómusnak béka-combokon 1789 augusztus hó 30-án tett véletlen megfigyelései, illetve *Volta* Alessandro Padova-i egyetemi tanár 1799 végén fölfedezett és 1800 június 26-án a London-i Royal Society előtt ismertetett villamos oszlopával tudományos mederbe terelt kísérletek eredményei tárták föl.

Ezek között messze kiemelkedő, sarkalatos fontos-

¹ Az értekezések a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók vándorgyűlésének munkálataiban jelentek meg.

² Jedlik általános életrajzával foglalkozó tanulmányok: báró *Eötvös Lóránd*: Jedlik Ányos emlékezete. Akad. Értesítő 1897, 8. kötet, 173. old.

Heller Ágost: A fizika története a XIX. században. II. kötet, 81—92 old., Budapest, 1902.

dr. Holenda Barnabás: Jedlik Ányos. Pannonhalmi szemle, 1928: 1., 2. szám.

Zelovich Kornél: Jedlik Ányos, az elektrotechnika magyar úttörője. Budapesti Szemle. 1929. januári füzet.

ságu *Oersted* Hans Christian, dán fizikus, Kopenhága-i egyetemi tanár 1820 július 21-ről kelt értekezésében ismertetett fölfedezése, amely a galvánáram mágnes-tűre gyakorolt hatásának kimutatásával, a két titok-zatos távolbaható természeti erő, a villamosság és a mágnesség régóta sejtett kapcsolatára vetett fényt.

Az új tudományág meggyújtott szövétnekét a Collège de France élelészü tanára, *Ampère* André Marie viszi tovább, ki 1820 szeptember 18-án, csupán egy héttel *Oersted* fölfedezésének Arago által Paris-ban történt ismertetése után, újabb nagyjelentőségű fölfedezéssel lép a francia akadémia elé, amennyiben kimutatja a galvánáramoknak egymásra gyakorolt hatását és ezzel lerakja az elektrodinamika alapkövét.

Néhány héttel később, 1820 november 10-én a sokoldalú *Arago* Dominique Francois Jean számol be ama megfigyeléséről, hogy az áramvezetőnek mágneses tulajdonságai vannak, amennyiben a vasreszeléket vonzza és hogy az *Ampère* által solenoid-nak nevezett vezetőtekercs belsejébe helyezett lágyvas, vagy acéltű, az áram hatására ideiglenes, illetve állandó mágnessé válik.

Az alapvető fölfedezők sorát a könyvkötősegedből minden idők egyik legkiválóbb kísérletezőjévé emelkedett *Faraday* Michael zárja be, aki, mint a London-i Royal Institution laboratóriumának felügyelője, 1831 november 24-én tartott előadásában megállapítja, hogy az áram nemcsak mágnes-tűre és egy tőle független másik áramkörre hat, hanem valamely áramkör zárása, vagy nyitása minden közelében lévő, zárt vezetőkörben, tehát saját magában is, villamos áramot indít, amely azonban csak lökésszerű lefolyású. Ez a kölcsönös, illetve az önindukció jelensége, amelyből *Faraday* realitásokhoz vonzódo agyában az elektrotechnika legtermékenyebb munkahipotézisének alap-eleme, az elektromágneses erővonalak képzete sar-jadzott ki.

A fizika e nagy fölfedezésektől hangos és új gondol-latoktól pezsgő korszakában lép pályájára *Jedlik* Ányos, amidőn 1825 őszén, közvetlenül áldozópappá való szentelése után, rendjének Győr-i liceumába kerül, mint — egyebek között — a természettan tanára.

Könnyen érthető, hogy a tárgykörének szeretetétől áthatott és bűvárkodásra hajlamos fiatal szerzetes fogékony elméjének egész érdeklődésével azonnal a varázslatos távlatokat nyújtó új tudományág, a „villanydelejesség“ felé fordul. Miután külföldi folyó-iratokból az alapjelenségeket és az azok bemutatására szolgáló készülékeket megismeri, maga is a kísérletezés terére lép és az áram mágnesre gyakorolt hatásának tanulmányozásánál a *Schweigger*-féle multiplikátorba¹, a hatás fokozása céljából, szerencsés eredeti ötlettel, mágnes-tű helyett erősebb elektromágneset helyez el. Bizonyára az így nyert nagyobb kitérítés keltette föl benne azt a gondolatot, hogy a taszítóerőt foly-tonos egyirányú forgás létesítésére is föl lehetne használni.

¹ *Schweigger* Johann Salamo Christoph, a fizika és kémia tanára az Erlangen-i, majd a Halle-i egyetemen, az áram mágnes-tűre gyakorolt hatásának fokozására, négy-szögletes fakeretre fölcsevált sokmenetű dróttekercset alkalmazott. Ezt a *multiplikátornak* nevezett készüléket röviddel *Oersted* fölfedezése után, 1820 szeptemberben mutatta be a Halle-i természettudományi társu-latban.

A találmány lényegét Jedlik maga, Heller Ágosthoz írt, 1886 február 18-án kelt levelében — amelynek fogalmazványát jelenleg a Pannonhalma-i apátság kézírattára őrzi — következőképpen jellemzi: "... mivel a villamdelej a multiplikátor delejes hatása alatt azon helyzetből, amelyben a hossza a multiplikátor huzalainak irányával egyenközű, ott megint nyugvó állapotba jönne, ahol a delej hossza a multiplikátor huzalainak irányával épszöget képez: tehát avégett, hogy azon helyeken meg ne állhasson, hanem forgó mozgásba jöjjön s azt megszakadás nélkül folytassa, a multiplikátor szerkezete úgy módosítandó, hogy a villamdelejen létező huzaltekercsben a villamfolyam ellenkező irányúvá változzék ott, ahol a villamdelej hossza a multiplikátor huzalainak irányával épszöget képez."

Jedlik elméjének termékenységre vall, hogy ezen elv alapján mindjárt háromféle forgó készüléket gondolt ki (amelyeket említett levelében vonalas ábrákkal vázolván le is ír) és pedig:

az elsőben a multiplikátor tekercs áll és benne forog az elektromágnes;

a másodikban az elektromágnes áll és körülötte forog a multiplikátortekercs; végül

a harmadikban a multiplikátort elektromágnes helyettesíti úgy, hogy egyik elektromágnes forog a másik szilárdan álló elektromágnes fölött.

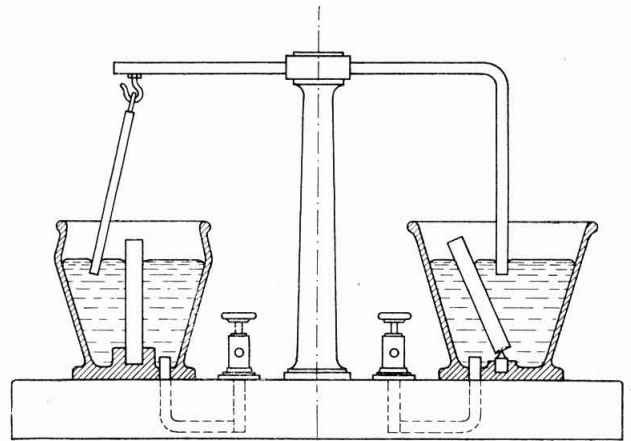
A föltalálás időpontjára és eredeti voltára nézve Jedlik, levelének folytatásában, következően nyilatkozik:

„Midőn az imént tárgyalt villamdelejes forgó mozgásokra való készüléket 1827 és 1828 évek alatt jó eredménnyel létrehoztam, akkor még nem lehetett hasonló szerkezetű villamdelejes készülékeknek, vagy azok segítségével mások által tett kísérleteknek leírását a kezemenél létezett folyóiratokban vagy egyes természettani munkában találni és olvasni. Ezen körülménynél fogva részemről azon véleményben voltam, hogy a leírt villamdelejes készüléknek és használati módjuknak a föltalálója én vagyok, de csak a magam egyéniségére nézve; mert miután mint kezdő természettani tanárnak többször volt alkalmam azt tapasztalni, hogy némely természettani tünemények, melyekre csak saját belátásom és kutatásom útján jöttem, már másoknál jóval előbb ismeretesek s némely természettani könyvben már közzé is voltak téve, de nekem még nem volt időm és alkalmam azokról tudomást szerezni. Ezen vélemény mellett még továbbra is megmaradtam ... Jelenleg már bajos volna a föltalálási prioritásról bárkivel vitatkozni ..."

A magábavonult és csak saját lelki szükségletének kielégítésére dolgozó tudós e csendes megnyugvását nem tehetjük magunkévá s amitől az ő minden hiúságtól ment szerény egyénisége még igazának teljes tudatában is idegenkedett, azt az ő szellemének szóló hódolatunk jeléül és a magyar génusz dicsőségének öregbítésére, végezzük el most mi, kereken 100 esztendővel életének azon, még aggkorában is emlegetett, örömteljes pillanata után, amidőn először látta forgásba jönni kis készülékét a titokzatos, láthatatlan villanydelejes erők hatása alatt.

Az első, akinek sikerült áramvezetőt mágnessark körül állandó forgásba hozni, Faraday volt, aki erről 1821 szeptember 11-én kelt cikkében számolt be. Ettől kezdve Faraday többféle szellemes kis készüléket szerkesztett a kölcsönhatás kimutatására, amelyeknél

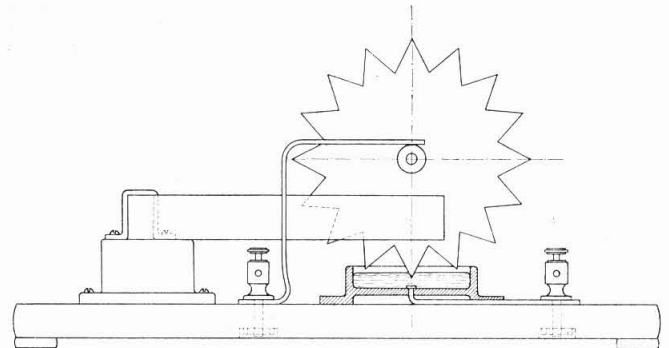
vagy egy megfelelő alakú áramvezető forgott a rud-alakú acélmágnes egyik sarka körül (ld 2. ábra), vagy egy alátámasztott acélmágnesrud egyik vége az áramvezető körül. Ugyanezen alkotó elemek



2. ábra.

Faraday forgókészüléke. 1821.

kölcsönhatásán alapszik Barlow Péter, Woolwich-i katonai akadémiái tanár 1822-ben kigondolt és a fizikai szertárak révén még ma is jól ismert ún „keréke“ is (ld 3. ábra), mely tudvalévően acélmágnespatkó szárai közé helyezett és alsó szélé-



3. ábra.

Barlow keréke. 1822.

vel higanyoscsészébe erő fogazott tárcsából áll, amely forgásba jön, ha tengelye és a higany között sugár-irányban áram folyik rajta keresztül.

A fejlődés láncolatába ezen a ponton kapcsolódnak be Jedlik villanydelejes forgonyai, amelyek két új elemet visznek be a szerkezetbe: az egyik az acélmágnes helyére lépő elektromágnes, a másik a higanyvályus kommutátor. Bár a készülékek kigondolásának pontos évszáma okmányszerűen igazolva nincs, annyi bizonyos, hogy még Jedlik Pozsony-i tanárkodása előtti időre, tehát az 1826 és 1830 közötti évekre esett, amelyek közül ismét — a fenti idézet tanúsága szerint — az 1827 és 1828 éveket jelölte meg, mint szűkebb határokat, a 86 esztendő agg tudós emlékezete.

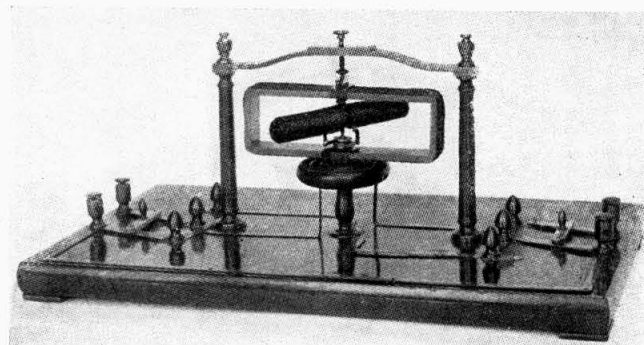
A fizika történetében nem találunk följegyzést arról, hogy az említett két újítást — amelyeket a villamosság tanakori zsenge korszakában számot-



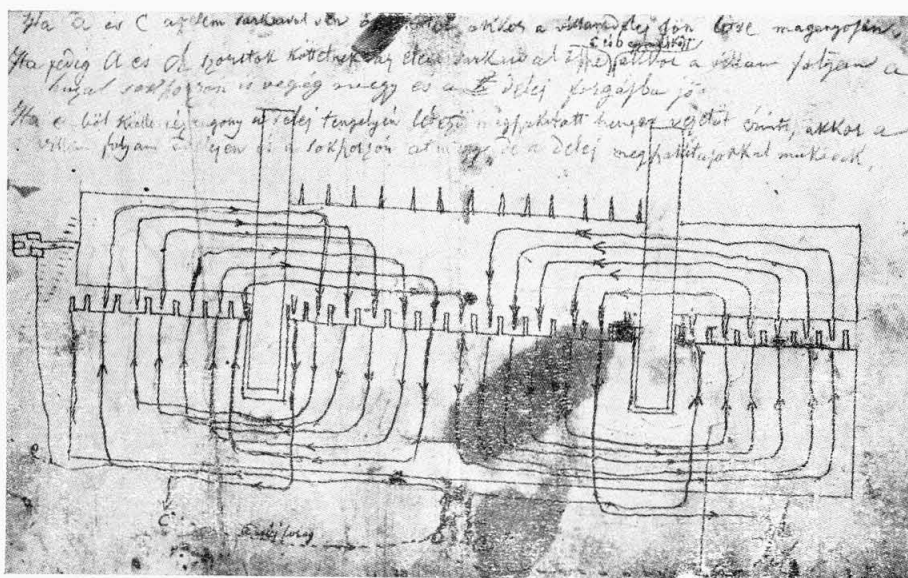
1. ábra.
Jedlik Ányos.



8. ábra.
Villanydelejes forgony képe.
Első megoldás (1828).

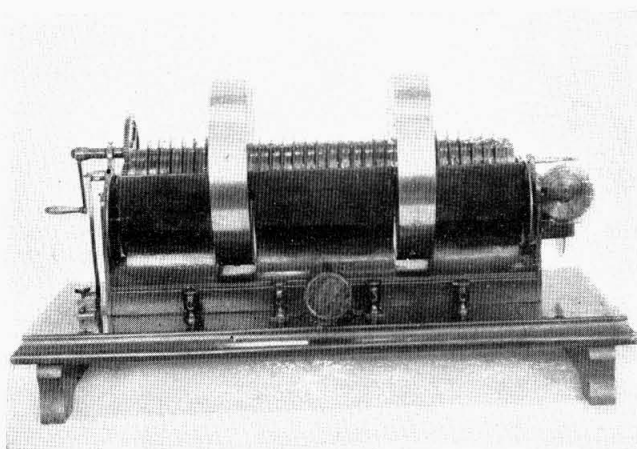


13. ábra.
Nagy villanydelejes forgony. 1859.



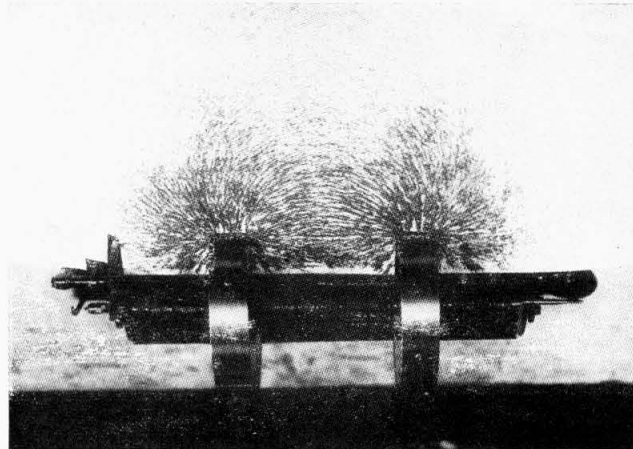
6. és 7. ábra.

Az egyszarki villanyindító használati utasítása.



4. ábra.

Az egyszarki villanyindító képe. 1861.



18. ábra.

Az egyszarki villanyindító mágnesmezeje.

tevőknek kell minősíteniük — Jedlik előtt bárki is alkalmazta volna. Ezért igazoltnak tekinthetjük, hogy az első, tisztán villanydelejes kölcsönhatás alapján működő forgókészülékek alkotója valóban Jedlik Ányos volt, aki e tény, szokásos szerénységével a következő szavakkal állapítja meg: „azokat (ti a villanydelejes forgonyokat) az Oersted, Ampère, Schweigger és mások fölfedezése nyomán saját iparkodásomnak köszönhetem“.

A szakirodalom általában *Dal Negro Salvatore*-t, a Padova-i egyetem fizika és mechanika tanárát szokta az első elektromágneses hajtókészülék föltalálójaként említeni. *Dal Negro* gépe, amelyhez hasonlót csaknem egyidejűen *Henry Joseph* Amerika-i tanár is szerkesztett, 1831-ből való és az ún *himbás motorok* csoportjának első képviselője, amennyiben a hajtóerőt egy elektromágnes két sarka között ideoda lengő acélmágnes szolgáltatta, amely egyszerű kommutátor segítségével az elektromágnes tekercsében folyó áram irányát lengésenként akként változtatta, hogy a sarkok szinkrón fölcserelődése következtében a mágnes állandó lengésben maradt. A lengő mozgást forgattyús szerkezet alakította át egyirányú forgássá.

Bár kétségtelen, hogy e készülék, amely állítólag 1 perc alatt 180 gr-ot emelt 1 m magasra, erő kifejtés szempontjából inkább nevezhető motor-nak, mint Jedliknek legalább 3 évvel fiatalabb „forgonya“, mégis nyilvánvaló, hogy az utóbbi nagyobb haladást jelent, mert a földatott *elvileg* tökéletesebben oldja meg, egyrészt azért, mert nincs acélmágnes, másrészt, mert nem alternáló, hanem közvetlenül forgó mozgást létesít. Ilyen működésű, de még mindig acélmágneses gépet csak 1832 szeptember 3-án mutat be a francia akadémia előtt *Pixii* Hippolyt, amihez azonban hozzá kell tennünk, hogy az kezdetben csak váltakozó áram termelésére volt alkalmas és egyenirányított áramú generátorra, illetve motorra csakis a következő évben lett, amidőn Ampère tanácsára *Clarke*-féle kommutátorral szerelték föl. Lényege: függélyes tengely körül forgatható acélmágnespatkó, amely fölött, sarkaival szemben, két lágyvasmaggal bíró sorbakapcsolt tekercs foglal helyet. Ha a mágnes forgattyúval gyors forgásba hozzuk, az a tekercsekben váltakozó áramot indukál, amelyet a kommutátor egyenirányít. Viszont, ha a tekercsüket külső áramforrásból gerjesztjük, a mágnespatkó forgásba jön, miközben a tekercsek polaritását a tengelyen lévő kommutátor szinkrón változtatja. A skót *Ritchie* William 1833-ban a *Pixii*-féle megoldás elemeit megfordította, amennyiben álló acélmágnes és forgó tekercsüket alkalmazott, amivel a villamos gépek további fejlődésének mesgyéjére lépett.

Jedlik találmányának velejét: a tisztán elektromágneses forgást, csak kb hat esztendővel ő utána, a német származású *Jacobi* Moritz Hermann motoránál látjuk ismét, amelyet 1834-ben mutatott be a Paris-i akadémiának. Ez a gép két párhuzamosan álló deszkacsillagba erősített, sugarasan elhelyezett 12—12 szembenéző elektromágnespatkóból áll, amelyek között — mint forgórész — 6 pár rudalakú elektromágnes tartó, hatkarú facsillag foglal helyet. A tengelyre erősített négytárcsás kommutátor a forgó mágnesek gerjesztőáramának irányát kellő pillanatban akként változtatja, hogy az álló mágnesek von-

zása, illetve taszítása folytán állandó forgás keletkezik. Említésre érdemes, hogy ez, a Jedlik-féle harmadik megoldási mód szerint épült gép volt az első valóságos villamos motor, amely átlépte a fizikai laboratórium falait és mint műszaki alkotás gyakorlati célt is szolgált, amidőn 1838-ban Szentpétervárott a Néván fölfelé egy 12 személyes csónakot hajtott.

E rövid történelmi visszapillantás teljesen tisztázza a „villanydelejes forgonyok“ helyét az elektromágneses forgó készülékek fejlődésének sorrendjében és vitathatatlaná teszi azt, hogy Jedlik e téren több évvel megelőzte kortársait. Ezért, bár találmányának — amelyről írásban egyáltalán nem, élőszóval pedig csak majdnem harminc évvel később, a Német Orvosok és Természetvizsgálók 1856-ban Wien-ben tartott nagygyűlésén emlékezett meg — gyakorlatijelentősége nem volt, megérdemli, hogy neve az elsők között álljon a fizika történetének azon lapján, amelyen a XIX. század hajnalán fölfedezett titokzatos, új természeti erőknek az emberi szellem fölsőbb hatalma szerint való céltudatos irányításáról esik szó.

A dinamó-villamos elv.

Jedlik másik nagy, sőt — bár nem tőle kiindulva — következményeiben korszakalkotó jelentőségű szellemi terméke, az ún *dinamó-villamos elv* fölfedezése, egy rendkívül ügyes, eredeti szerkezetű, unipoláris gép, szerinte „*egysarki villanyindító*“ készítésével kapcsolatosan. (Ld 4. ábra a 6. oldalon.)

Az egyenáramú generátorok fejlődése, amint arra már előbb rámutattam, *Ritchie* gépéből indult ki, aki először alkalmazott álló acélmágnes és annak mezejében forgó tekercsüket. Ez az elrendezés maradt uralkodó *Saxton* (1833), *Clarke* (1834), *Wheatstone* (1841), *Stöhrer* (1844) és mások mágnesvillamos gépeinél is, amelyek egymástól csak az alkotórészek viszonylagos elhelyezésében és utóbb a mágnespatkók számában különböztek.

Az állandó acélmágneseknek erőteljesebb villamos mágnesekkel való helyettesítésének gondolata először 1845-ben jelenik meg, amidőn *Wheatstone* és *Cooke* külső áramforrásból gerjesztett elektromágnesekkel működő gépet szabadalmaztatnak.

A gép saját áramának gerjesztés céljaira való felhasználását először *Brett* Jacob javasolta 1848-ban kelt szabadalmában, amely szerint az állandó acélmágnesek által a forgórészben indukált és egyenirányított áramot az állandó mágnesek száraitra húzott tekercsiken vezetni keresztül, a mágnesek erejének növelésére. Ugyanerre a gondolatra jut, *Brett*-től függetlenül, 1851-ben *Sinsteden* Wilhelm Joseph Berlin-i orvos és fizikus is, aki a gépek egyéb szerkezeti részleteiben is szerencsés újításokat eszközölt.

Ettől kezdve az állandó acélmágneseknek, mint elsődleges gerjesztőknek és a gép saját árama által gerjesztett elektromágneseknek, mint másodlagos vagy erősítő gerjesztőknek különböző változatokban való alkalmazása általánossá lesz.

A dán *Hjorth* Soren 1855-ben olyan gépet szerkeszt, amelyben az acélmágnesek mellett erőteljes villamos mágnesek is vannak; ez utóbbiakat a gép-

nek az acélmágnesek által indukált saját árama gerjeszti.

A Manchester-i *Wilde* 1866 április 13-án a London-i Royal Society előtt olyan kettős gépet mutat be, amelynél az áramszolgáltató gép kizárólagosan villamos mágneseit egy vele összeépített Siemens-féle kettős T induktoros acélmágneses gép árama gerjeszti. *Wilde* ugyanezen elv alapján egy hármass gépet is szerkesztett, vagyis olyant, amelynél az acélmágneses Siemens gép árama a második gép villamos mágneseit, a második gép árama pedig a harmadik gép villamos mágneseit gerjesztette, amelyek ennek következtében már olyan erőteljesek voltak, hogy a gép hajtására 15 lóerős gőzgépre volt szükség.

E különböző megoldásokat már csak az utolsó lépés választotta el az acélmágnesek teljes mellőzésével történő öngerjesztéstől.

Ezt a lépést csaknem egyidejűleg a német *dr Siemens Werner* és az angol *Sir Wheatstone Charles* tették meg.

Siemens 1867 január 17-én ismertette a Berlin-i Tudományos Akadémia előtt az általa „dinamó-villamos“-nak nevezett elvet, amely szerint az egyenáramu generátor kezdő áramát a gép elektromágnesekinek lágy vasmagjában visszamaradó mágnesség indítja meg. Az így kapott gyenge áram azután, a mágnes-tekerceken keresztülvezetve, a térmágnességet erősíti, amely viszont most már erősebb áramot indukál. Ez a hatás halmozódva folytatódik s a mágnes és az áram egymást kölcsönösen erősítik, tisztán mechanikai munka fölhasználásával, anélkül, hogy állandó mágnesekre volna szükség.

Wheatstone, Siemenstől függetlenül, négy héttel később, 1867 február 14-én mondotta ki ugyanezt az elvet a London-i Royal Society előtt tartott előadásában, azzal a gyakorlati különbséggel, hogy míg *Siemens* a mágnes-tekerceket a forgórészsel sorba kötve gondolta, addig *Wheatstone* a párhuzamos kapcsolást javasolta.

Ezek szerint Siemenst a soros-, *Wheatstone*t a söntdinamó egyidejű föltalálójának nevezhetjük.

Az első dinamógépet *Ladd* angol műszerész készítette és mutatta be a nyilvánosság előtt, még a föltalálás évében, vagyis 1867-ben, a Paris-i világiállítás alkalmával.

A dinamó-villamos elv fejlődésének ezen — mondhatnók hivatalos és nemzetközileg elfogadott — történetében, mint látjuk, nem esik szó a mi *Jedlik*ünk-ről, pedig ő már évekkal *Siemens* és *Wheatstone* előtt fölfedezte és egy szellemes kis gépében alkalmazta is azt. Szerencsénkre a gép megvan és a hozzátartozó egyidejű följegyzésekkel együtt megáramadhatatlan okmányyszerűséggel bizonyítja *Jedlik* elsőségét.

Lássuk, mit beszélnek az elfakult sorok.

A Budapest-i Pázmány Péter Tudományegyetem I. sz. fizikai intézetének van egy 1859-ből származó, *Jedlik*, mint az intézet akkori vezetője és tanára által nyitott „*Inventárium*“-a¹, amelynek 127 oldalán:

XVII. Hauptabteilung: Elektrische Instrumente.

E. Unterabteilung: Elektrodynamische Apparate

¹ *Inventarium* des physikalischen Museums der k. k. Pester Universität — zusammengestellt durch *Anian Jedlik* ordentlicher Professor der Physik an derselben Universität — 1859.

Az inventárium nyelve kezdetben német, később magyar.

című fejezetben a 24. tétel alatt, *Jedlik* jellegzetes tiszta kezeirásával a következő bejegyzést találjuk (ld 5. ábra):



5. ábra.
Az inventárium 127. oldala.

„Egysarki villanyindító (Unipolar Inductor), melynek vastag rézhuzalokból készült és csak 12 tekerintésű sokszorozójában megszakadás nélküli villamfolyam indul meg, ha fekkentes helyzetű és ezen alakú hengere, miután egy vagy több Bunsen-féle elem hatása által villanydelejjé változtatott, a hozzá alkalmazott fogaskerék segítségével forgásba hozatik. Ha egy pár vagy több Bunsen-féle elem villamfolyama sokszorozóján is kellően átvezettetik, az említett forgékony henger magától sebes forgásba jön, melynek iránya a készülék alapdeszkáján létező fordító (Commutator) által ellenkezővé változathatik. Célserű használathoz végett az eszköz rövid leírása és kezelési módja az alapdeszka alá csatolt írásban olvasható.“

„Kigondolva lön *Jedlik* Ányos által, elkészítve pedig *Nuss* pesti gépész műhelyében.“

„Beszerzés ideje: 1861.“

„Ára: 114 frt. 94 kr.“

A géphez csatolt ismertetés ugyancsak *Jedlik* saját kezeirása. Az elsárgult lap egyik oldalán (ld 6. ábra a 6. oldalon) a gép kapcsolási vázlata látható, fölötte néhány sor ceruzával írt megjegyzéssel, amely a használati utasítás első odavetett töredéke. A részletes használati utasítás a lap másik oldalán (ld 7. ábra a 6. oldalon) látható, ahol, a túlololdali vázlat betüire való vonatkozással, a következőket olvashatjuk:

„1. Ha *a*-nál a villamfolyam két Bunsen-féle elemből be-, *c*-nél pedig kivezettetik, akkor csak a delej maga ébresztetik föl.

2. Ha *a*-nál a villamfolyam legalább két Bunsen-féle elemből be-, *d*-nél pedig kivezettetik, a *c* és *b* szorítók rézhuzal által egymással összekötve vannak, akkor a villamfolyam, miután a delejt fölébresztette, a két delejsark körül is a 6 és 6 tekerintésből álló sokszorozó huzalt is átfutja és a delejt saját tengelye körül sebes forgásba hozza.

Ugyanezen esetben, ha c szorítóval nem b szorító, hanem...¹

3. Ha a -nál a villamfolyam egy vagy két Bunsen-féle elemből be, c -nél pedig kivezetetik, a sokszorozó huzal b és d szoríttyúja közé egy érintői tájoló v. valamely galvanométer befoglaltatik, akkor a delejnek ellenkező irányban való forgatásával, mint a 2. pont alatt forgott, villamfolyam indítottik meg, mely a delejtűt annál jobban eltéríti, minél sebesebb a forgatás.

4. Ha a és c szorítók egymás között rézhuzallal összeköttenek, b és d szorítók közé pedig Bunsen-féle elemek helyett egy galvanométer v. érintői tájoló foglaltatik², akkor a delej forgatása folytán a sokszorozó huzalban villamfolyam indítottatik, mely a forgatott delej tekercsén átmenvén a delejt erősebbé teszi, az pedig ismét erősebb villamfolyamot indít s. i. t.³

E leírás 2. pontja a gépnek soros mótorként való járatására, 3. pontja pedig külső gerjesztésű generátorként való működtetésére vonatkozik. Végül a 4. pont egészen világosan kifejezi és alkalmazza a „dinamó-villamos elv”-et, amennyiben a külső segítség nélkül, tisztán a visszamaradó mágnesség s az álló és a forgó tekercselés megfelelő kapcsolása folytán önmagát gerjesztő egyenáramu generátor működésének módját tárja elénk.

Ami a föltalálás időpontját illeti, br Eötvös Lóránd és Klupathy Jenő, akiket még a személyes ismeretség szárai fűztek a kiérdemesült agg tudóshoz, följegyezték, hogy Jedlik saját és Nuss mechanikus visszaemlékezései szerint, a gépecske már az ötvenes évek folyamán készült és csak később, miután Jedlik kutató szellemének szomját csillapította és finom optikai rácsainak készítésénél, az osztógép hajtásával, mint mótór hosszabb ideig gyakorlati szolgálatot is teljesített, került bele a leltári tárgyak jegyzékébe.

Ezt a szubjektív színezetű és az évtizedek távlata folytán bizonytalanná vált megállapítást azonban — anélkül, hogy helyességét kétségbe vonnók — az elsőség eldöntésénél nyugodtan mellőzhetjük.

A leltári bejegyzés 1861-es évszáma okmányszerű hitelességgel igazolja, hogy Jedlik a dinamó-villamos elvet Siemens és Wheatstone előtt legalább is 6 esztendővel találta föl, sőt alkalmazta is. És hogy a történelem mégsem az ő nevével hozza kapcsolatba, annak egyszerű magyarázata az, hogy Jedlik, a világiaktól távol álló csendes bűvár, fölfedezésének új korszakot nyitó jelentőségét sajnos úgy látszik nem ismerte föl, róla sehol semmit nyilvánosan nem közölt és így gépecskéjét s az abban testett öltött új gondolatot belepte az ismeretlenség és a feledés porrétege.

Tisztítsuk ezt most le kegyelettel és vizsgáljuk meg közelebbről ezeket, az egyetemes, de különösen

¹ Töredék sor, amelyben Jedlik valószínűen a forgás irányának megfordulására akart rámutatni abban az esetben, ha c -vel nem b -t, hanem d pontot kötjük össze és az áram bevezetése, mint előbb, a -nál, kivezetése azonban d helyett b -nél történik.

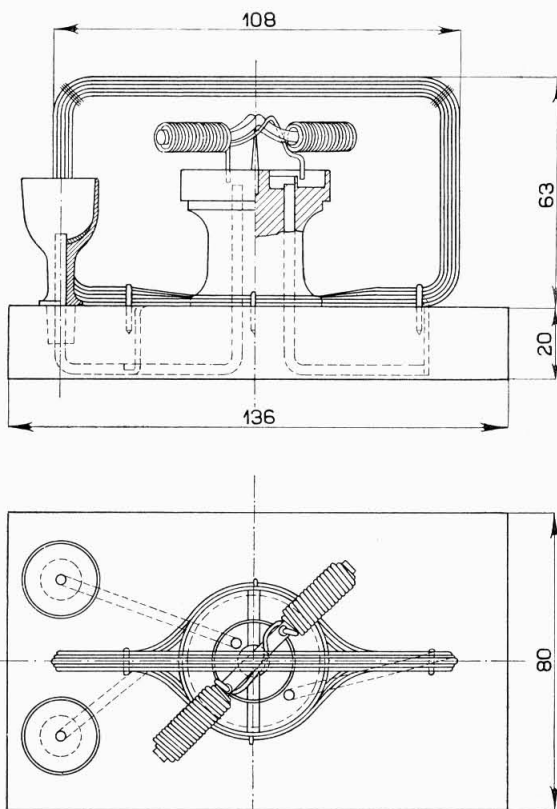
² E pontban Jedlik kéziratába tévedés csúszott be, amennyiben az a és b betűt egymással fölcserélte. Az a és c szorítók összekötése ugyanis a delej tekercselését önmagában rövidre zárna és a sokszorozó huzalban indított áram nem folyhatnék át rajta. Helyesen a szövegnek így kellene kezdődnie: Ha b és c szorítók egymás között rézhuzallal összeköttenek, a és d szorítók közé pedig ... stb.

a magyar kultúra története szempontjából oly érdekes, kis muzeális készülékeket.¹

Szerkezeti ismertetés.

A villanydelejes forgony elvét Jedlik, fönt említett levelének tanúsága szerint, háromféle megoldásban alkalmazta és ilyen készülékeket a Pozsony-i akadémián a 30-as évek alatt (1831—1839) a Budapest-i egyetemen pedig a 40-es évek alatt ismételtelen készített a természettani szertár számára.

A legelső, még 1827 vagy 1828-ban készült forgonyok közül csak egy maradt ránk, az, amelyet jelenleg a Pannonhalma-i tanárképző főiskola fizikai szertára őriz. Képét a 8. ábra (az 5. oldalon), oldalnézetét és alaprajzát pedig a 9. ábra mutatja.



9. ábra.

Villanydelejes forgony oldalnézete és alaprajza.
Első megoldás (1828).

Ez a készülék az első és alapvetőnek nevezhető megoldás szerint való, amennyiben a multiplikátor-tekercs áll és az elektromágnes benne forog. A multiplikátor 13 menetű és függélyes síkban álló négyszögletes keretet alkot, amelynek közepén fából esztergályozott oszlopocska áll. Az ennek tengelyében kiemelkedő tű hegyén forog a lágy vasmaggal bíró elektromágnes, amelynek két szárán összesen 76 menet van. Az áramnak a forgórészbe való beveze-

¹ Tudomásom szerint Jedlik készülékei közül csak az egysarkú villanyindítót mutatták be egyszer és pedig Klupathy Jenő, akkor egyetemi m. tanár, a Magyar Királyi Természettudományi Társulat 1890 október 15-én tartott szakülésén.

tése oly módon történik, hogy a gerjesztőtekercs két csupasz vége az oszlopfejbe esztergályozott két, higanyjal telt, kerek vályucskába nyúlik bele, amelyek közül az egyik a multiplikátortekercs végével, a másik az áramforrás bevezetéséül szolgáló két higanyos kehely egyikével áll összeköttetésben. A másik higanyos kehely a multiplikátortekercs kezdetével van összekapcsolva. A köralakú vályucskákat a multiplikátor síkjára merőleges átmérő irányában alacsony fapecek két-két félre osztják és ezzel egyszersmind a higanygyűrűket két helyen megszakítják. E megszakítás folytán a gyűrűk két fele, amely az előzők szerint az áramforrás két sarkával van összekötve, a forgórészszel szemben kétszelezes kommutátor szerepét játsza és biztosítja, hogy a forgórésznek a multiplikátor síkjára merőleges állásba való érkezésekor a gerjesztőtekercsben az áram iránya, pillanatnyi megszakítás után, a tekercshez viszonyítva ellenkezőre változzék, tehát a forgó mágnes sarkai a semleges vonalon túl fölcserélődjenek, ami az egyirányú forgás létesítésének alapföltétele.¹

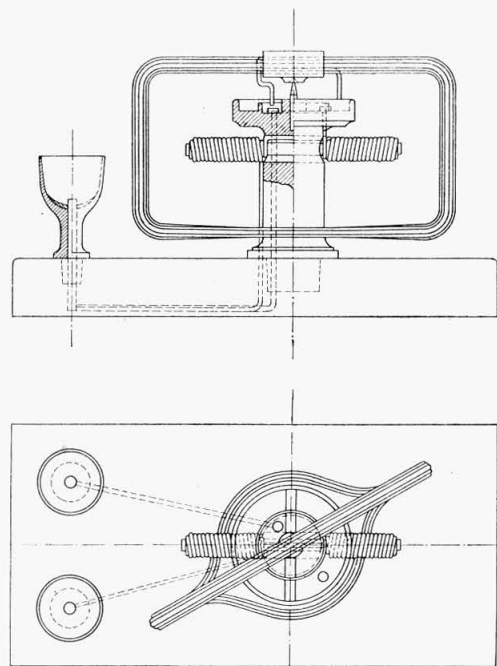
A másik két megoldási mód — vagyis álló elektromágnes körül forgó multiplikátor (ld 10. ábra), illetve álló elektromágnes körül forgó másik elektromágnes (ld 11. ábra) — szerint készült forgonyok első példányai nem maradtak ránk, illetve ezidőszent nem ismeretesek. Hogy azonban Jedlik ismételtén szerkesztett ilyen készülékeket, azt igazolja a fent idézett „Inventarium“, amelynek 126. oldalán a következő bejegyzéseket találjuk (ld. 12. ábra):

18. szám. „Apparat bei welchem während sich ein Elektromagnet um seine eigene Achse dreht, ein Multiplikator um den Elektromagnet in entgegengesetzter Richtung rotiert. (Erdacht von Jedlik.)“

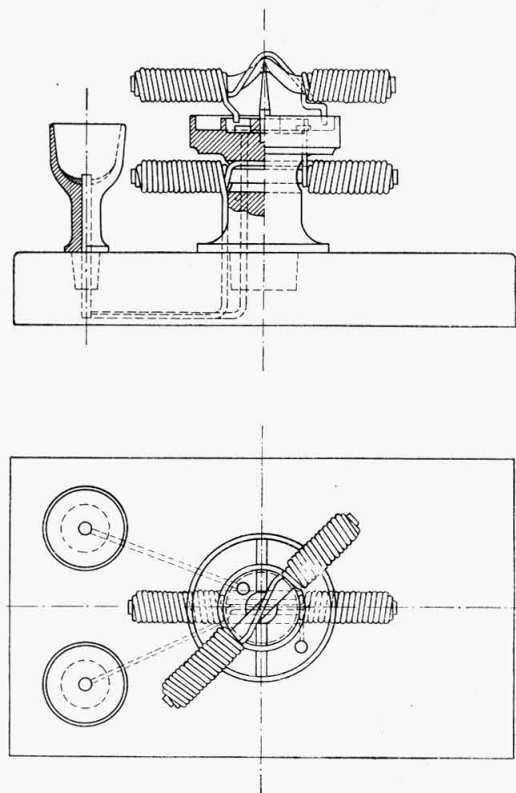
Készítette: Jackwitz. 1857. Ára: 30 frt.

20. szám. „Villanymoztani készülék (elektrodinamischer Apparat), melyen két villanydelej egymás fölött, vagy egy villanydelejes sokszorozó az üregébe helyezett villanydelejjel ellenkező irányú forgásba jő,

¹ A készüléken lévő két koncentrikus vályucskára illetve higanygyűrűre nincs szükség. Teljesen elég volna egy vályu is, a multiplikátor síkjára merőleges átmérő irányában fekvő két peccel két félre osztva. Az adott megoldás mellett — amelynél két egymástól elválasztott és külön-külön két félre osztott vályucska van, amelyek közül mindegyiknek csak egyik feléhez van áramhozzávetés — a forgórészre tulajdonképpen csak félfordulaton át hat forgató erő, mivel a másik félfordulat alatt, amidőn a forgórész tekercsvégei a vályuk azon fele fölött futnak végig, amelynek áramhozzávetése nincs, az egész készülék árammentes. Ez a működést nem zavarja, mert a forgórész lendülete elég nagy arra, hogy a félfordulatot megtegye. A két vályucska jelenléte nyilvánvalóan arra vezethető vissza, hogy Jedlik a készüléket eredetileg csak a mágneses kitérés tanulmányozására tervezte és használta, amihez valóban két köralakú koncentrikus vályura ill higanygyűrűre van szükség, megszakító pecek nélkül. Az állandó forgás létesítésének gondolatára csak később, kísérletei folyamán jött rá, amidőn már a két vályucska megvolt. Ilyen körülmények között természetesen mind a kettőt két félre kellett osztania, dacára annak, hogy ezzel mindkét higanygyűrű egy-egy felét — az áramhozzávetés hiánya folytán — holtá tette. E tökéletlenséget azonban könnyen ki lehet küszöbölni azáltal, hogy az egymás mellett futó két vályufél válaszfalát vezetőleg áthidaljuk, vagyis a holt higany gyűrűfeleket az áramkörbe beiktatjuk.



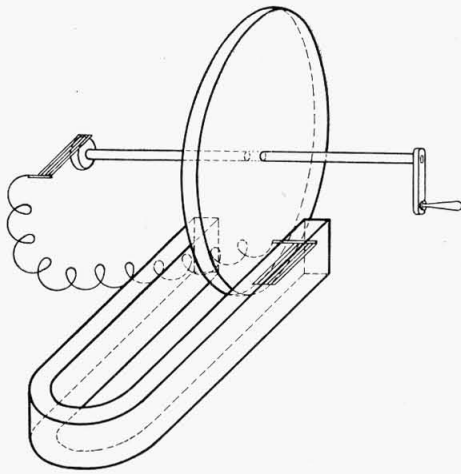
10. ábra.
Villanydelejes forgony oldalnézete és alaprajza.
Második megoldás.



11. ábra.
Villanydelejes forgony oldalnézete és alaprajza,
Harmadik megoldás.

ha a vezető huzalán egy Bunsen-féle elem villanyfolyama vezetettik. Az eszközölt forgás egyik vagy másik folyamfordító segítségével rögtön ellenirányúvá változtatható. (Kigondolva Jedlik által.)“

Készítette: Vágner József. 1859. Ára 30 frt. 40 kr.



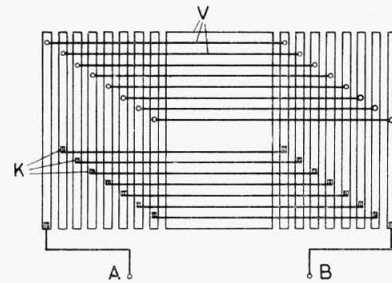
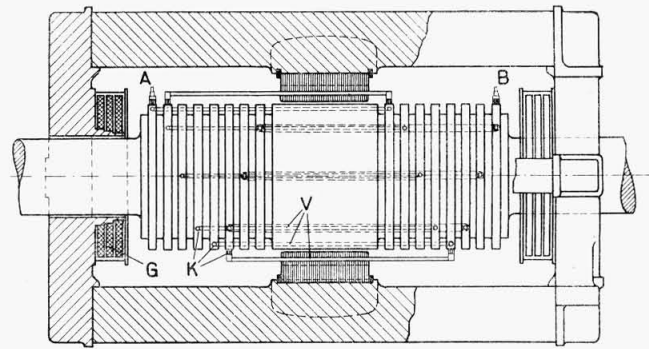
15. ábra.
Faraday-féle korong.

Ezeknél, a most ismertetett és csak laboratóriumi bemutató készülékeknek minősíthető szerkezeteknél sokkal gépiesebb jellegű az *egysarki villanyindító*, amely — mint arra alább még rámutatok — a legkorszerűbb nagy unipoláris generátorok törpe előfutárjának tekinthető.

Az unipoláris, vagy másképen homopoláris gépeknek — amint azt már nevük is mutatja — jellemző sajátysága az, hogy a térmágnesség polaritása állandó, vagyis a vezetőkben az elektromótoros erőt mindig ugyanazon irányú és erősségű mágnesmező indukálja.

Faraday mágnes-villamos forgó készülékei tulajdonképpen mind unipolárisak voltak, minthogy azoknál az áramvezető mindig csak az acélmágnes egyik sarkának mezéjében, illetve egyirányú állandó mezőben forgott. Legjellemzőbb erre a 15. ábrán látható *u n Faraday-féle korong*, amely az unipoláris generátorok legegyszerűbb öse. E készülék acélmágnespatkó szárai között forgó rézkorongból áll, amelyben az egyenirányú mágnesmező sugárirányú elektromótoros erőt indukál. A tárcsa tengelye és karimája között tehát feszültségkülönbség lép föl, amely zárt vezetőkörre kapcsolva, azon állandó irányú áramot hajt keresztül.

Amint azt a történelmi visszpillantásunkban láttuk, az egyenáramú gépeknek a XIX. század 30-as éveiben megindult fejlődése nem az unipoláris megoldás irányában haladt. Az akkori erőteljesebb generátorok tulajdonképpen váltakozó áramúak voltak (pl Nolle és van Malderen gépe, 1849) s amennyiben egyenáramra volt szükség, a föltalálók megelégedtek póluspáronként két szeletből álló kommutátorral, amely a váltakozóáramot erősen lüktető egyenárammá alakította át. Ennek magyarázata az, hogy a gyakorlati cél elsősorban villamos ívfénnyel való világításra alkalmas, aránylag nagy feszültség előállítására volt, amely mellett az áram minősége (egyenletessége) alárendelt szerepet játszott. Ezt a föladatot, váltakozó mágnessarkok között forgó, egyszerűen sorba kapcsolt tekercsekkel könnyen meg lehetett oldani, amivel szemben az unipoláris gépeknél — tekintettel arra, hogy az állandó irányú mágnesmező minden benne mozgó vezetőben egyazon irányú elektromótoros erőt indukál — a vezetők sorba kapcsolása csakis úgy lehetséges, ha az összekötő vezetőt a



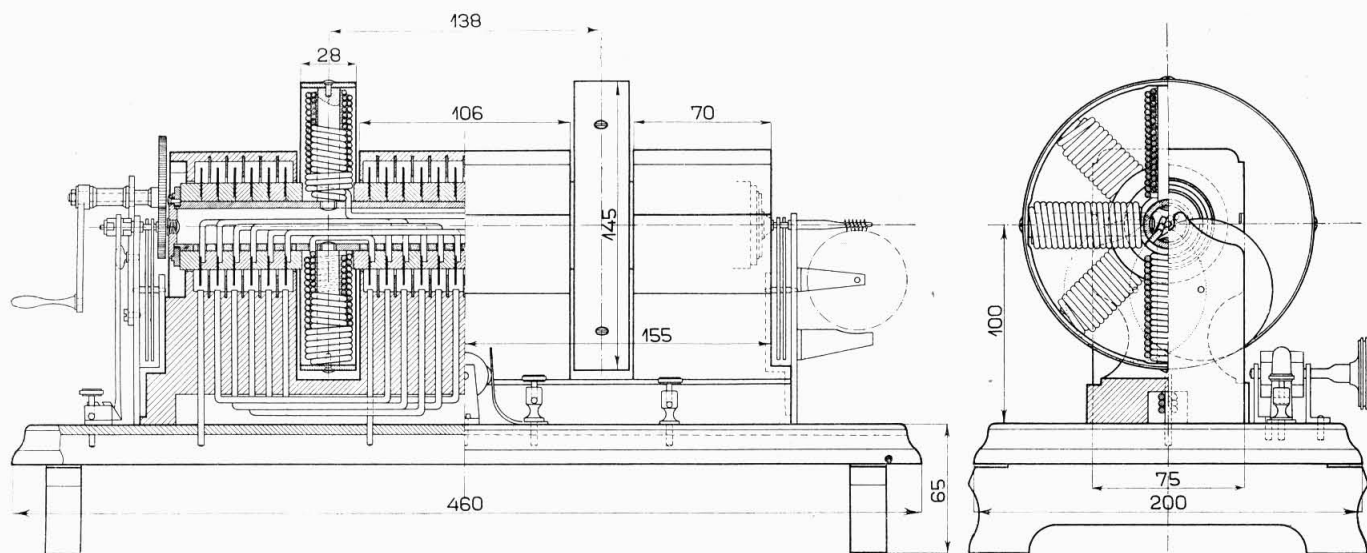
16. ábra.
A Noegerrath-féle unipoláris gép keresztmetszete és kapcsolási vázlatja.

- A, B, kapcsok,
G gerjesztő tekercs,
V vezetők,
K kefék.

mágnesmező hatása alól kivonjuk. Szerkezeti kivétel szempontjából ez nem egyszerű föladat, amit legjobban bizonyít az a tény, hogy erősáramú gépek számára gyakorlatilag kifogástalan módon csak 1905-ben oldotta meg az Amerika-i General Electric Co. mérnöke, *Noegerrath* Jakob. A Noegerrath-féle unipoláris gép keresztmetszetét és kapcsolási vázlatát a 16. ábra mutatja.

Jedliket, úgy látszik, az ötvenes évek tökéletesen egyenáramot szolgáltató, illetve egyenáramú motorként való járatás esetén egyenlőtlenül forgó, gépei nem elégitették ki. A helyett azonban, hogy külföldi kortársainak a Ritchie által megjelölt csapáson folyó munkájához csatlakozott volna — amely tudvalevően csak 1864-ben vezetett *Pacinotti* Antonio, Pisa-i egyetemi tanár, gyűrűs armaturájú és sokszetes kommutátoros, tehát első valóságos egyenáramú gépéhez — önálló utakat kedvelő szellemének sugallatára a kommutátor nélküli, közvetlenül tökéletesen egyenletes egyenáramot szolgáltató unipoláris gép eszméjét ragadja föl és juttatja, ha nem is ipari jelentőségű, de laboratóriumi szempontból igen sikerült megoldáshoz. A Jedlik-féle egysarki villanyindító képét a 4. ábra (a 6. oldalon), oldalnézetét és keresztmetszetét pedig a 17. ábra mutatja.

A Jedlik-féle egysarki villanyindító forgórésze két, henger alakú üreges tengelyre fölcsvart, négy küllőjű mágneskerékből áll. A küllők mindegyikére 2×16 (17) menetű, szigetelt rézhuzalból álló tekercs van fölhúzva és e tekercsek oly módon vannak sorba kapcsolva, hogy gerjesztésük esetén az egyik keréken mind a négy vasküllő külső vége északi mágnességű, a másik keréken viszont déli mágnességű lesz. A kere-



17. ábra.

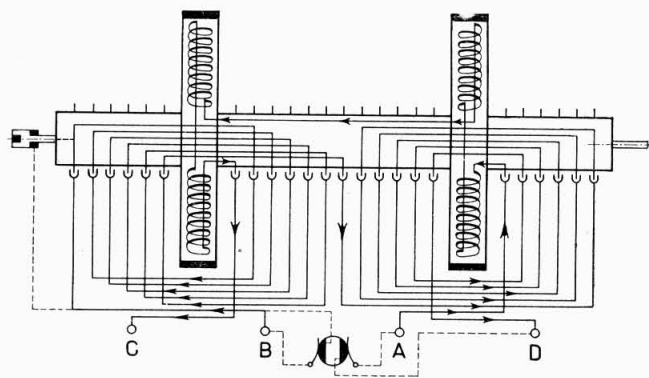
Az egyszarki villanyindító oldalnézete és keresztmetszete. 1861.

kek vaskarimájából tehát sugárirányú mágnesmező lép ki (ld 18. ábra a 6. oldalon), amely a levegőn keresztül egyik keréktől a másikhoz vezet és viszont a küllők belső végeinél az üreges tengely falán keresztül záródik, amelynek a két mágneskerék közé eső középső része, erre való tekintettel, vascsőből készült.

A vezetők, amelyekben a sugárirányú forgó mező elektromótoros erőt indukál, egymás mellett, a gép fából készült törzsének alján végighúzódnó vályuban vannak elhelyezve. Mindegyik mágneskerékhez hat 3 mm átmérőjű, szigetelt rézhuzalból álló vezető tartozik, amelyeknek derékszögben fölhajlított két vége a törzsön keresztül egy-egy higannyal telt vályucskához vezet. E vályucskákat azok a vékony fából készült keresztfalak alkotják, amelyek a törzsnek és a reá illő fődönnek az üreges tengelyt körülvevő hengeres terébe vannak a tengelyre merőlegesen beillesztve. Mindegyik mágneskerék két oldalán 6–6, tehát összesen 24 ilyen köralaku vályu van.

Az unipoláris gépek problémáját, a vezetők sorbakapcsolását, Jedlik igen szellemesen úgy oldja meg, hogy az összekötő vezetőket az üreges tengely belsőjébe, tehát mágnesmezőtől mentes térbe helyezi. A tengely hengeres üregében mindegyik mágneskeréknek megfelelően 6 vezető van, amelyek ugyancsak derékszögben meghajlított két vége egy-egy köralaku réztárcsa belső széléhez van hozzáferrasztva. A réztárcsák fából készült távolságtartó gyűrűkkel váltakozva vannak a tengely csövére ráhúzva úgy, hogy minden egyes tárcsa egy-egy vályu középsőjébe esik és az alsó pereme az illető vályu fenekén lévő higanycseppbe ér. Könnyen belátható, hogy ezen elrendezés mellett a tengely hengeres üregébe helyezett vezetők és az állórész törzsébe ágyazott vezetők között forgás közben is állandó jó összeköttetés áll fenn, amely lehetővé teszi, hogy az állórész bármelyik vezetőjének végét, a tengelyen keresztül, a következő álló vezető kezdetével összekössük, vagyis az illető mágneskerékhez tartozó hat vezetőt sorba kapcsoljuk. Ugyanígy van egymásután kapcsolva a két mágneskerékhez tartozó két 6–6 menetes tekercs is és végül ugyancsak egy-egy higany-

vályu és tárcsa szolgál a nyolc sorbakapcsolt mágneskerék két külső végének a készülék alapzatán elhelyezett *A* és *C* szorítókkal való összeköttetésére, amint az a 19. ábrán látható.



19. ábra.

Az egyszarki villanyindító kapcsolási vázlat.

A, B, C, D, kapcsolók.

A *B* és *D* szorítók az állórész meneteihez, illetve egy Ruhmkorff-féle kommutátorhoz vezetnek, amelyek segítségével az áram iránya az állórész meneteiben megfordítható.

Említésre méltó, hogy a forgórész vékony csapjai mindkét oldalon két-két nagy átmérőjű és egymáshoz képest eltolt tengelyű sárgaréztárcsa pereme által alkotott kis nyeregben forognak, ami a mai görgős csapágyazás ősi alakjának tekinthető és mint ilyen, rendkívül kis csapsurlódással jár.

A forgórész forgatására forgattyú és fogaskerék-áttétel szolgál. A tengely egyik végén kiálló hengeres árammegszakító és a másik végén látható csavarok szerkezet nem tartozik a gép lényegéhez s egyéb kísérleti célokra — az utóbbi valószínűleg az optikai rácsok osztógépének hajtására — szolgálhatott.

Ha a meglévő kapcsolás mellett, amelyet a 19. ábrán a vonalkázott változat jelez, a *B* és *C* szorítók közé 4–6 voltos áramforrást kapcsolunk, a gép

mint unipoláris soros motor forgásba jön, amelynek iránya a kommutátor átváltásával megfordítható.

Ha viszont a *C* és *B* szorítókat egy igen kis belső ellenállású érzékeny árammérővel rövidre zárjuk és a forgórészt a forgattyú segítségével sebes forgásba hozzuk, a mágneskerekek visszamaradó mágnessége a zárt vezetőkörben áramot indít, amely a kommutátor megfelelő állása mellett, a mágneskerekek tekercsein helyes irányban átfolyván, a meglévő mágnességet erősíti, vagyis a gép, mint öngerjesztésű unipoláris soros dinamó működik.

*

A mai elektrotechnika szemszögéből nézve Jedlik gépét, a legnagyobb elismeréssel kell adoznunk találékonyságának, amellyel nemcsak elvileg, hanem szerkezeti megoldás tekintetében is teljesen eredetit és helyeset alkotott.

Az unipoláris generátorok jelenlegi legsikerültebb megoldása a Noegerrath-féle, amelyből Amerikában 2000 kW teljesítőképességű hatalmas egységet is gyártottak, tulajdonképpen azonos elven épül föl, azzal a különbséggel, hogy ami Jedlik gépénél forog, az a Noegerrath-félénél áll és viszont. Noegerrath gépén az aktív vezetők a forgórész vastestébe vannak ágyazva és sorbakapcsolásuk az állórész vastestének hornyaiban, tehát álló mágnesmezőben fekvő inaktív vezetők segítségével történik. Az összeköttetést gyűrűk és áramszedő kefék eszközlik, amelyek Jedlik gépe réztárcsáinak és higanyérintkezőinek felelnek meg.

Jedlik gépének egyetlen tökéletlensége az, hogy a mágneskerekek sugárirányú mágnesmezejét csak a kerület egy pontján hasznosítja, mialatt a mágnesmező túlnyomó része a levegőn keresztül meddően záródik. Ha Jedlik az aktív vezetőket nem a fa állórész egyetlen vályujában, hanem az egész kerületen elosztva helyezi el és a mágnesfolyam külső zárására vastestet alkalmaz, olyan gépet alkotott volna, amely a laboratóriumi készülék jellegén túlmenve, bizonyára ipari jelentőségre is emelkedett volna.

Jedlik azonban tudományzakának magasztos birodalmában áhítatosan kutató tudós volt és nem a gyakorlati értékesítés módjait kereső iparos. Az isteni szikra benne lakozott, föl is villant nem egyszer laboratóriumának csendes falai között, de nem gyújtott fáklyát, amely az emberiség előrehaladásának útját világíthatta volna meg. Ez Pacinotti, Gramme és főleg Siemens érdeme, akik nem állottak az élettől olyan távol, de nem is működtek egy eltiport, szegény kis ország egyetemén, mint ő.

Érdemeik elismerése azonban legkevésbé sem csorbíthatja Jedlik úttörő tevékenységének jelentőségét. Az a sajnálatos körülmény, hogy zárkózottságig menő szerénysége visszariasztotta őt attól, hogy kutatásainak eredményeivel idejében a nyilvánosság porondjára lépjen, ma, amidőn száz esztendő, illetve két emberöltő távlatával tudjuk munkásságát beleilleszteni a tudomány történetének mozaikjába, nem lehet többé akadály annak, hogy a rendelkezésünkre álló megtámadhatatlan bizonyítékok alapján el ne ismerjük Jedliket az első elektromágneses forgó gép és az *u n* dinamó-villamos elv fölfedezőjének.

Sőt ellenkezően! Mai, a főlészines egyéni érvényesülést a komoly, de csendes sikernél gyakran többre

becsülő korunkban, kötelességünk, hogy igazságot szolgáltatassunk a tudomány olyan önzetlen bűvárának is, mint amilyen Jedlik Anyos volt. Mert bizonyos, hogy még a gyakorlati étellel legszorosabban összefüggő műszaki tudományokban is csak akkor remélhető a haladás folytonosságának biztosítása, ha a tisztán utilitarisztikus szempontok győzelme helyett, az olyan csendben elmélyedő munkás előtt is, aki az élet legnagyobb gyönyörűségének a természet önmagáért való kutatását, a fáradságos munka legfőbb jutalmának egy-egy új jelenség földelését tekinti, megnyílnak a Pantheon kapui.

A vasútak villamosítása nemzetgazdasági szempontból.

Railway electrification from national economical standpoint.
Elettrificazione delle ferrovie dal punto di vista dell'economia nazionale.

Elektrisierung der Eisenbahnen vom Standpunkte der Nationalökonomie.

L'électrification des chemins de fer du point de vue de l'économie nationale.

A) Bevezetés.

A lehető legjobb energiagazdálkodás és vele kapcsolatban a villamosítás gondolata, valamint ennek indokai és várható eredményei közismertek. A fővasutnak, mint egyik legnagyobb energiafogyasztónak a gazdálkodása nagyon számottevő. A nagy befektetési tőke miatt nem mindegyik fővonal villamosítása egyformán gazdaságos. Tehát fontos dolog annak a megállapítása, hogy melyik, ill milyen üzemszervezők között dolgozó vonalak villamosítandók először. A sorrend meghatározása végett a következőkben hasonlítsuk össze gőz- és villamos üzem esetén a terep- és üzemszervezőknek a befolyását az üzem gazdaságosságára. Állapítsuk meg, hogy a meglévő gőzüzemnek villamos üzemévé való átalakítása gazdaságos-e, továbbá vizsgáljuk a villamosításnak a forgalom növekedésére gyakorolt hatását, tehát nemzetgazdasági jelentőségét.

B) Alapegyenletek.

Legyen a vizsgálandó vonalszakaszon, melyen vegyes (gyors-, személy- és tehervonati) forgalom bonyolódik le, gőzüzem esetén:

T = az összeforgalom 1 kilométeren, tonna (összes tonnakilométerek száma osztva a km vonalhosszal)

P = a mozdony által vontatott elegysúly, tonna

n = az egyes vonatfajták száma

π = a mozdony szolgálati súlya, tonna

π_a = a mozdony tapadási súlya, tonna és

$$\delta = \frac{\pi_a}{\pi}$$

Villamos üzem esetén pedig jelöljük ugyanezen értékeket 1-es jelzővel.

Gőzüzemnél:

$$T = \sum n \left(P + \frac{\pi_a}{\delta} \right) \dots \dots \dots 1)$$

Villamos üzemnél:

$$T_1 = \sum n_1 \left(P_1 + \frac{\pi_{a1}}{\delta_1} \right) \dots \dots \dots 2)$$

Villamos mozdonyoknál π_{a1} legtöbbször egyenlő π_1 -el, vagyis $\delta_1 = 1$.

A gőzüzemben lévő vonal kilométerenkénti összes szénfogyasztása ismeretes, mely T -vel osztva adja q -t, a tonnák-menkénti szénfogyasztást (kg-ban) és k szénegységár mellett $k \cdot q$ a tüzelőanyagköltséget ugyancsak tonnakilométerenként (a mozdony súlyt is beleszámítva).

Villamos üzem esetén legyen:

$$e_1 \text{ kWh} = \text{a kerékkarimán}$$

$$e \text{ kWh} = \text{az áramszedőn}$$

mért energiaszükséglet tonnakilométerenként (tolatást, ácsorgást, stb is beleszámítva)

$$k_1 = 1 \text{ kWh villamos energia ára (áramszedőn mérve)}$$

$$\eta = \text{a mozdony hatásfoka.}$$

Főnti jelzésekkel a villamos vontatás költsége tonnakilométerenként:

$$k_1 e = k_1 \frac{\sum \frac{1}{\eta} n_1 \left(P_1 + \frac{\pi_{a1}}{\delta_1} \right) e_1}{T_1} \dots \dots 3)$$

Ha C a villamosítás költsége vágánykilométerenként, r a kamatozást, a fönntartási és az újítási költségeket magában foglaló tag

β a villamosítandó vágányhossz százalékos többlete a villamosítandó vonalhosszhoz képest (villamosítandó vágányhossz = $(1 + \beta) \times$ villamosítandó vonalhossz), úgy a villamosítás gazdaságosságának mértéke:

$$\gamma = \frac{k_1 e T_1 + (1 + \beta) r C}{k q T}$$

Vagy megfelelőbb alakban írva:

$$\gamma = \frac{k_1 e T_1}{k q T} + \frac{(1 + \beta) r C}{k q T} \dots \dots 4)$$

(A gazdaságosság ezen meghatározása a villamos üzemre nézve azt a kedvezőtlen fölvételt tartalmazza, hogy a meglévő gőzüzem költségeinél kamatozást már nem vesz tekintetbe.)

Ha $\gamma > 1$, úgy a villamosítás gazdaságos és pedig annál nagyobb mértékben, mennél nagyobb γ ; ha pedig $\gamma < 1$, akkor a villamosítás nem indokolt.

C) A kilométerenkénti összforgalom és a tkm-enkénti energiafogyasztás összehasonlítása.

A tapadási súlyból kifejezett vonóerő (kg) általában = a tapadási súly (kg) és a surlódási tényező szorzata.

1 tonna tapadási súlyra eső vontatott elegység legyen p . Akkor az 1 tonna tapadási súlyra eső összvonsúly (a mozdony önsúlyát is beleszámítva):

$$p + \frac{\pi}{\pi_a} = p + \frac{1}{\delta}$$

Legyen gőzüzem esetén:

i_m a legnagyobb emelkedés, amelyen a vonatnak még indulnia kell,

w a vonallellenállás sík pályán egy bizonyos sebességnél,

f a surlódási tényező.

1 tonna tapadási súlyra vonatkoztatva a következő összefüggés áll fön:

$$\left(p + \frac{1}{\delta} \right) (w + i_m) = 1000 f \dots \dots 5)$$

amiből
$$p = \frac{1000 f - \frac{1}{\delta} (w + i_m)}{w + i_m} \dots \dots 6)$$

Villamos üzem esetén a surlódási tényező általában jobb, mint gőzüzemnél, továbbá a vonallellenállás is változhat a különböző sebesség miatt.

Ezért villamos üzemre:

$$p_1 = \frac{1000 f_1 - \frac{1}{\delta_1} (w_1 + i_m)}{w_1 + i_m} \dots \dots 7)$$

A vizsgált vonalszakaszon továbbítandó elegység (mozdony nélkül) mindkét üzem esetén ugyanaz.

$$\sum n P = \sum n_1 P_1 = Q \dots \dots 8)$$

Tehát a vonatok száma fordítva arányos a vontatott elegysúllyal és így az 1 tonna tapadási súlyra eső vontatott elegysúllyal is.

Vagyis

$$\frac{n_1}{n} = \frac{p}{p_1} = \frac{w_1 + i_m}{w + i_m} \cdot \frac{1000 f - \frac{1}{\delta} (w + i_m)}{1000 f_1 - \frac{1}{\delta_1} (w_1 + i_m)} \dots 9)$$

Ugyanazon továbbítandó elegység mellett a mozdonyok összszúlya azonban változik a két üzemfaj esetén.

Az összes mozdony súly gőzüzem esetén:

$$n \pi = n \frac{\pi_a}{\delta}$$

villamos üzem esetén:

$$n_1 \pi_1 = n_1 \frac{\pi_{a1}}{\delta_1}$$

ha

$$\pi_{a1} = \pi_a$$

akkor

$$n_1 \frac{\pi_{a1}}{\delta_1} = n_1 \frac{\pi_a}{\delta_1}$$

Ezen fölvétel meghatároz mindkét üzemre egy bizonyos vonatszámot és mozdony szolgálati súlyt.

Ha a villamos- és gőzüzemi szolgálati mozdony súlyok viszonyát τ -val jelöljük, úgy az előbbi fölvétel mellett:

$$\tau = \frac{n_1 \pi_1}{n \pi} = \frac{n_1}{n} \cdot \frac{\delta}{\delta_1} = \frac{w_1 + i_m}{w + i_m} \cdot \frac{1000 f \delta - (w + i_m)}{1000 f_1 \delta_1 - (w_1 + i_m)} 10)$$

Mennél kisebb a τ viszonyszám, annál kisebb az ugyanazon elegységnek azonos körülmények közötti továbbítására szükséges villamos mozdony súly a gőzmozdony súlyához képest, tehát annál kedvezőbb a villamos üzem.

A két fajta üzem összforgalmának a viszonyát $\left(\frac{T_1}{T} \right)$ az eddigiek alapján a

$$\frac{T_1}{T} = \frac{\sum n_1 (P_1 + \pi_1)}{\sum n (P + \pi)} = \frac{Q + \sum n_1 \tau \pi}{Q + \sum n \pi} \dots 11)$$

egyenlettel fejezhetjük ki.

A $\pi_{a1} = \pi_a$ fölvételtől eltérő más fölvétel, vagyis a Q szállítandó elegységnek más vonatszámra való elosztása a $\frac{T_1}{T}$ viszonyon nem fog változtatni, mert a változó n és π értékek úgy a számlálóban, mint a nevezőben szerepelnek.

Egyszerűség kedvéért mindkét fajta üzemnél azonos sebességet véve föl, a vonallellenállás ugyanaz lesz

($w = w_1$) és ennek alapján a 10) alatti egyenlet a 12) alatti alakot kapja.

$$\tau = \frac{1000 f \delta - (w + i_m)}{1000 f_1 \delta_1 - (w + i_m)} \dots \dots \dots 12)$$

Ha föltételezzük, hogy

$$f = \frac{1}{7}; f_1 = \frac{1}{5}; w = 5 \text{ és } \delta_1 = 1, \text{ akkor } \tau\text{-ra kü-}$$

lönöző δ és i_m mellett a I táblázatban megadott értékeket kapjuk.

I.

i_m ‰	0	10	20	30	40	50
δ	τ					
1,00	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
0,75	0,52	0,50	0,47	0,44	0,40	—
0,5	0,34	0,31	0,27	0,22	—	—
0,25	0,16	0,12	0,06	—	—	—

A $\frac{T_1}{T}$ viszony τ ismerete alapján a következőképen alakul.

Ha az 5) alatti egyenletet az egész forgalomra vonatkoztatjuk, akkor gőzüzem esetére fönnáll a 13) alatti összefüggés:

$$\Sigma n (P + \pi) (w + i_m) = 1000 \Sigma n f \delta \pi \dots 13)$$

villamos üzemre pedig a 14) alatti:

$$\Sigma n_1 (P_1 + \tau \pi) (w + i_m) = 1000 \Sigma n f_1 \delta_1 \tau \pi \dots 14)$$

Ugyanazon vontatandó elegysúly ($P_1 = P$) és ugyanazon vonatszám ($n_1 = n$) mellett az összforgalom viszonya:

$$\frac{T_1}{T} = \frac{\Sigma n (P + \tau \pi)}{\Sigma n (P + \pi)} = \frac{\Sigma n f_1 \delta_1 \tau \pi}{\Sigma n f \delta \pi} \dots 15)$$

Ha föltételezzük, hogy:

$$f = \frac{1}{7}; f_1 = \frac{1}{5} \text{ és } \delta_1 = 1,$$

akkor

$$\frac{T_1}{T} = \frac{7}{5} \tau$$

és a I táblázat összetartozó τ és δ értékei alapján $\frac{T_1}{T}$ viszonyra a II táblázatban összefoglalt értékek adódnak.

II.

i_m ‰	0	10	20	30	40	50
δ	$\frac{T_1}{T}$					
1,00	0,99	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
0,75	0,97	0,94	0,88	0,83	0,74	—
0,50	0,95	0,87	0,76	0,62	—	—
0,25	0,9	0,67	0,34	—	—	—

Ugyanazon vontatandó elegysúly mellett — a hozzáadódó különböző mozdonsúly miatt — a kilométerenkénti összforgalom annál kisebb, mennél kisebb a $\frac{T_1}{T}$ viszony, vagyis annál előnyösebb a villamos üzem.

Az e/q viszony vizsgálatánál ismerni kell a forgalom lebonyolításához szükséges energiamennyiséget, melyet a menetrend, a vontatási föltételek, a vonal-hosszszelvény és a vonalvezetés alapján lehet megállapítani. Mivel ezek mindkét üzemművelet esetén ugyanazok, az e/q értékének változására csak a sebesség és a vonatösszeállítás fog hatást gyakorolni úgy, hogy ez a viszony közel állandó lesz.

Legyen a vizsgálandó vonalszakaszon l km hosszon átlag i ‰ emelkedés, továbbá l' hosszon kanyarulat és pedig w_c kanyarulati ellenállással. Az ezekből adódó többletellenállás mindkét menetirányra vonatkoztatva tonnánként:

$$\Sigma l i + \Sigma l (-i) + 2 \Sigma l' w_c$$

Ezt az ellenállást, mint az egész L vonalhosszon elosztott egyenletes emelkedést (i') fogva föl:

$$i' = \frac{\Sigma l i + \Sigma l (-i) + 2 \Sigma l' w_c}{L} \dots 16)$$

értéket kapjuk kg-ban, 1 tonna vonatsúlyra vonatkoztatva.

Villamos energiavisszanyerésnél a $\Sigma l i$ és $\Sigma l (-i)$ értékek közül mindazokat a tagokat elhagyhatjuk, amelyek olyan szakaszra vonatkoznak, ahol $i > w$.

Legyen

N a megállóhelyek száma,

v a vonatsebesség km/h,

α egy tényező, mely azonos vontatandó súly mellett a mozdonsúlyok különbözőségét veszi figyelembe gőz és villamos üzem esetén.

Az indításokból adódó tonnánkénti energiaszükséglet mindkét menetirányra vonatkoztatva, ugyancsak az egész vonalhosszra elosztott egyenletes emelkedés alakjában (i'') a 17) alatti egyenlettel fejezhető ki:

$$i'' = \frac{2 N \frac{1}{2} \frac{\alpha}{g} \frac{v^2}{(3,6)^2}}{L} = \frac{N \alpha}{L g} \frac{v^2}{(3,6)^2} \dots 17)$$

A tonnánkénti összellenállás (Z) tehát:

$$Z = w + i' + i'' = w + i_0 \dots \dots 18)$$

Villamos üzemnél v , w és különösen α más értékeket vehet föl, mint gőzüzemnél, tehát az előbbi alapon itt:

$$Z_1 = w_1 + i_{01} \dots \dots 19)$$

Az ellenállás ismerete alapján meghatározható az energiaszükséglet.

Gőzüzemnél a vizsgált szakaszon a tonnakilométerenkénti közepes szén-szükséglet (q) ismeretes, mely fölfogható úgy, hogy:

$$q = \bar{q} (w + i_0) \dots \dots 20)$$

ahol \bar{q} egy ideális síkpályára vonatkozik és értéke körülbelül azonos mozdonyterhelések mellett független w és i_0 változásától. A gőzüzem meglévő forgalma és ismert szénfogyasztása alapján megállapított összefüggésből bármely más tervezett forgalom (pl kisebb súlyú sűrűbben közlekedő vonatok) szénfogyasztása előre meghatározható.

Villamos üzemre a tonnakilométerenkénti kWh szükséglet:

$$e_1 = \frac{0,736}{75} (w_1 + i_{01}) \dots \dots 21)$$

Gőzüzemnél a tonnák-menkénti közepes szén szükséglet értékében bennfoglaltatik minden többletfogyasztás (tolatás, ácsorgás, stb), melyet villamos üzemenél egy ε tényezővel veszünk figyelembe.

Az $\frac{e}{q}$ viszony ezek alapján:

$$\frac{e}{q} = \frac{0,736 \frac{\Sigma}{\eta} \frac{1}{n} (P + \tau \pi) (w_1 + i_{01}) (1 + \varepsilon)}{75 \frac{T_1}{T}}$$

vagy

$$\frac{e}{q} = \frac{0,736 \frac{\Sigma}{\eta} \frac{1}{n} (P + \tau \pi) (w_1 + i_{01}) (1 + \varepsilon)}{75 q T_1} \quad 22)$$

hol e kWh-ban és q kg-ban értendő.

A jelenlegi viszonyok mellett általában $\frac{e}{q} = \frac{1}{2}$

D) A gazdaságosság megállapítása.

A villamosítás gazdaságosságának mértéke γ (ld a 4) alatti egyenletet) az előbbiek ismerete alapján most már meghatározható.

A szénegységár k és a kWh ára k_1 változása mindig egyidejű és azonos értelmű. Ennek következtében viszonyukat fölvehetjük. A k_1/k viszony a villamos energiatermelés jelenlegi körülményei mellett nagytelepek esetén kb $\frac{5}{3}$.

Igy γ egyenletének első tagja:

$$\frac{k_1}{k} \frac{e}{q} \frac{T_1}{T} = \frac{5}{3} \frac{1}{2} \frac{T_1}{T} = \frac{5}{6} \frac{T_1}{T} \quad \dots \quad 23)$$

Ez a tag a II táblázatban összefoglalt T_1/T értékekkel a különböző üzemi viszonyokra meghatározható. Az eredményt a III táblázat tartalmazza.

III.

i_m ‰	0	10	20	30	40	50
δ	$\frac{5}{6} \frac{T_1}{T}$					
1	0,83	0,81	0,78	0,76	0,73	0,71
0,75	0,81	0,78	0,73	0,69	0,61	—
0,5	0,79	0,73	0,63	0,52	—	—
0,25	0,75	0,56	0,28	—	—	—

Minden vasútvonalnál ismeretes a vonal- és vágányhossz viszonya. Átlag a vágányhossz 10—20% a vonalhossznál.

Legyen $(1 + \beta) = 1,2$

r a jelenlegi viszonyok mellett törlesztés nélkül kb. 0,1.

A villamosítás vonalkilóméterenkénti költsége C és a szénegységár k változó értékek, azonban az egyik változását, ha nem is azonnal, de az általános áralakulás következtében rövid idő múlva követi a másik-

nak ugyanolyan értelmű változása, tehát viszonyuk $\left(\frac{C}{k}\right)$ közel állandó és kb 1 000 000-nak vehető föl.

$\left(\frac{C}{k}\right)$ ezen közel állandó értéke fontos, mert enélkül megállapításaink csak egy bizonyos időpontban bírnának érvénnyel. C értéke természetesen függ a vilmosítandó vonal nemétől és a villamosítás rendszerétől, más fővasútra, helyi érdekű vagy városi villamos vasútra.

Ezen fölvevett értékekből γ 4) alatti egyenletének második tagja:

$$\frac{(1 + \beta) \cdot r \cdot C}{k \cdot q \cdot T} = \frac{12\,000}{q T} = \frac{120}{\Omega}$$

amiből T forgalom mellett az évi kilométerenkénti szénfogyasztásra (Ω tonna) a 24) alatti kifejezést kapjuk.

$$\Omega = \frac{q \cdot T}{1\,000} \quad \dots \quad 24)$$

A 23) és 24) alatti eredményeknek a 4) alatti egyenletbe való behelyettesítése γ -ra a 25) alatti kifejezést adja.

$\gamma = 1$ esetén a gőz- és villamos üzem egyformán gazdaságos.

$$\gamma = 1 = \frac{5}{6} \frac{T_1}{T} + \frac{120}{\Omega} \quad \dots \quad 25)$$

A 25) alatti egyenlet alapján Ω értékeit a különböző üzemi viszonyokra a IV táblázat tartalmazza.

IV.

i_m ‰	0	10	20	30	40	50
δ	Ω					
1	705	630	545	500	444	414
0,75	630	545	444	387	308	—
0,5	571	444	325	250	—	—
0,25	480	273	167	—	—	—

Ha Ω értékét az ismert q tonnakilóméterenkénti szénfogyasztással osztjuk, úgy megkapjuk 1 000 tonnában a vasútvonalnak azt a kilométerenkénti évi összeforgalmát, melynél a gőz- és villamos üzem egyformán gazdaságos. Ennél nagyobb forgalom esetén a villamosítás gazdaságos és pedig annál nagyobb mértékben, mennél nagyobb a vonal összeforgalma.

A IV táblázatban Ω -ra közölt értékek természetesen csakis a fönti fölvételek mellett érvényesek. De e fölvételeknek a helyi viszonyokhoz való alkalmazásával Ω -nak valamely vasútvonalra érvényes értéke kiszámítható, vagyis meghatározható, hogy a kérdéses gőzüzemű vasútvonal villamosítása gazdaságos-e, ill milyen nagy forgalom mellett lenne az.

A IV táblázat egy általános képet ad arról, hogy milyen üzemi viszonyok mellett dolgozó vasútvonalak villamosítandók először. A IV táblázat, a I és II táblázat eredményeivel összhangzásban azt mutatja, hogy a villamosítás gazdaságossága nő a pályaemelkedés növekedésével és δ csökkenésével. Fővasútnál általában előforduló viszonyokat véve, sík pályán ($i_m = 1$) és $\delta = 0,75$ mellett $\Omega = 630$, 20 ‰ emelkedésű pályán

és $\delta = 0,5$ mellett $\Omega = 325$, ami azt jelenti, hogy a második esetben már kb fele akkora forgalom esetén gazdaságos a villamosítás. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a villamosítás elsősorban hegyi pályákon, valamint olyan nagyforgalmu fontos vonalakon előnyös, hol a mozdonyoknak nagy sebesség mellett hosszú távolságokat kell befutni, mely követelmény nagy szén-, sőt esetleg nagy vízkészletet igényel s így kis δ értéket ad.

E) A forgalom növekedése.

Az eddigi tárgyalásoknál föltétel volt, hogy gőz- és villamos üzem esetén a szállítandó elegysúly ugyanaz, vagyis, hogy a vasútvonal személy- és teheráru forgalma nem változik. Ezen az alapon a 9) alatti egyenletből villamos üzemben a vonatok száma (Σn_1) a gőzüzemben szükséges vonatok számával (Σn) kifejezve:

$$\Sigma n_1 = \Sigma n \frac{w_1 + i_m}{w + i_m} \frac{1000 f - \frac{1}{\delta} (w + i_m)}{1000 f_1 - \frac{1}{\delta} (w_1 + i_m)} \quad (26)$$

Ha egyszerűség kedvéért $w_1 = w$, úgy

$$\frac{n_1}{n} = \frac{1000 f - \frac{1}{\delta} (w + i_m)}{1000 f_1 - \frac{1}{\delta} (w + i_m)} \quad (27)$$

Legyen $w = 5$; $f = \frac{1}{7}$; $f_1 = \frac{1}{5}$ és $\delta_1 = 1$,

akkor $\frac{n_1}{n}$ -re a V táblázatban felsorolt értékeket kapjuk.

V.

i_m ‰	0	10	20	30	40	50
δ	n_1/n					
1	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
0,75	0,7	0,66	0,63	0,58	0,54	—
0,5	0,68	0,61	0,54	0,44	—	—
0,25	0,63	0,45	0,25	—	—	—

Villamos üzemben tehát ugyanazt a vontatandó elegysúlyt kisebb vonatszámmal továbbíthatjuk, mint gőzüzemben. Ennek okai:

a) a villamos mozdornál a holtteher minimális, sőt nulla is lehet ($\delta_1 = 1$),

b) a villamos üzemben elérhető jobb surlódási tényező, valamint

c) villamos mozdornál a vonóerő állandósága, mely a surlódási tényező jobb kihasználását teszi lehetővé.

A fővasutaknál előforduló viszonyok között a V táblázat szerint $\frac{n_1}{n} \approx \frac{2}{3} \sim \frac{1}{2}$, ami, ha nem is minden körülmények között érvényes értékhatár, de megmutatja a villamosítás jelentőségét. Ugyanis villamos üzemben ugyanazon szállított súly mellett kisebb vonatszám a vonal tehermentesítését jelenti, illetve a régi vonatszám megtartásával a vonal teljesítőképessége emelhető. Ennek különösen azoknál a túlterhelt

vonalaknál van nagy gazdasági jelentősége, hol a teljesítőképesség növelése gőzüzemben csak a Blockrendszer bevezetése, vagy — ha ez már megvan — egy új sín pár lefektetése révén volna lehetséges. Azonban a teljesítőképesség mindkét említett módja tökebefektetést (C_1) igényel. Ha föltesszük, hogy a villamosítás által elérhető forgalomemelés a C_1 tökebefektetés szükségességét m évre kitolja, akkor a megtakarítást a 28) alatti egyenlet adja.

$$S = C_1 \left(1 + \frac{1}{(1+r_1)^m} \right) \quad (28)$$

hol r_1 a kamatozást, fönntartási és újítási költségeket magában foglaló tag.

Ezt a megtakarítást a 4) alatti egyenletben tekintetbe véve a villamosítás gazdaságosságának mértékét a 29) alatti egyenlet adja ($r = r_1$).

$$\gamma = \frac{k_1 e T_1}{k q T} + \frac{(1+\beta) r (C-S)}{k q T} \quad (29)$$

Nem lehetetlen eset az, hogy $S > C$, vagyis, hogy túlterhelt vasútvonalaknál a villamosítás okozta kiadás kisebb, mint bármely más, a teljesítőképesség növelését célzó megoldás befektetési költsége.

Szükségessé válhat valamely vasútvonalon, hogy ugyanazt a személyforgalmat nagyobb számú, könnyebb vonattal bonyolítsuk le. Villamos üzemre való áttérésnél a vonatok száma emelhető. Gőzüzemnél ez csak a még nem teljesen kihasznált vonalaknál lehetséges és a mozdony súlyának a könnyebb vonatsúlyhoz való legpontosabb alkalmazása mellett is a nagyobb sebességű, könnyebb vonatokkal lebonyolított forgalom tonnakilométerenkénti szénfogyasztása (q_2) nagyobb lesz, mint az előbbi forgalom mellett volt (q). Tehát gőzüzemben a vonatszám emelése nem lesz gazdaságos, mert a bevétel állandósága mellett a kiadások emelkednek. A villamosítás gazdaságosságának meghatározásához a régi forgalom ismert q szénfogyasztása alapján meg kell állapítanunk a tervezett forgalom szénfogyasztását q_2 -t. A szénfogyasztás arányos az ellenállásokkal.

Ha w' és w'' a vonatszerelvény ill a mozdony részellenállásai a villamos üzem sebességével egyező sebesség mellett és π_2 az új mozdony súly, akkor a gőzüzem új szénfogyasztása:

$$q_2 = q \frac{\Sigma n_1 [P_1 (w' + i_0) + \pi_2 (w'' + i_0)]}{\Sigma n (P + \pi) (w + i_0)} \quad (30)$$

és a gőzüzem új összforgalma:

$$T_2 = \Sigma n_1 (P_1 + \pi_2) \quad (31)$$

A villamosítás gazdaságosságának mértéke (γ) pedig a 4) alatti egyenlethez hasonlóan:

$$\gamma = \frac{k_1 e T_1}{k q_2 T_2} + \frac{(1+\beta) r C}{k q_2 T_2} \quad (32)$$

Az eddigi megfontolásoknál a villamos üzem több előnyét nem vettük tekintetbe. Így villamos üzemnél a mozdony személyzet száma csökkenthető, kevesebb a mozdonyok fűtőházi szolgálata, kisebb a mozdony fönntartási költség, stb. Ezzel szemben nagyfeszültségű távvezetékek és felsővezetékek, valamint állomás fönntartási és felügyeleti költségek merülnek föl. Mind ezeket az r tényezőben tekintetbe lehet venni.

F) Helyiérdekű vasút.

Helyiérdekű vasútvonalak energiafogyasztása a fővonalakéhoz viszonyítva csekély és forgalmuk megállapításában nem annyira a gazdaságosság, mint a személyforgalom és a helyi viszonyok követelményei a döntő tényezők. A személyforgalom általában sűrű közlekedést kíván. Egy bizonyos lebonyolítandó forgalom mellett a vonatszám szaporítása gőzüzemben — mint láttuk — csak többletkiadást okoz, tehát nem gazdaságos. Ezért gőzüzemben az adott forgalmat a lehető legkisebb vonatszámmal kell lebonyolítani. Másként áll a helyzet villamos üzemnél. Itt a vonatpárok számának a szaporításával esetleg a villamos erőmű kedvezőbb terhelése s ezáltal mérsékeltebb energiaegységár érhető el.

Az eddigi jelölések mellett jelentse i_0 és i_0' , valamint v és v' a két menetirány többletellenállását, illetve sebességét, úgy a két menetirányra vonatkoztatott vonatpáronként fölvetett energia:

$$\left(\pi_1 + \frac{Q}{n_1}\right)(w_1 + i_0)v + \left(\pi_1 + \frac{Q}{n_1}\right)(w + i_0')v' \quad 33$$

A mozdony súly (π_1) természetesen a $\frac{Q}{n_1}$ -hez, vagyis a vonatsúlyhoz lehetőleg alkalmazkodik.

Az állomások méretezése szempontjából az a legkedvezőbb eset, ha a mindkét irányban csatlakozó vonalszakaszra egy-egy állomásból leadott energia állandó. Ez azt jelenti, hogy egy állomás vonalszakaszán mindig azonos számú vonatpár legyen.

Ha a villamos üzemet mótorkocsikkal bonyolítjuk le, úgy a terhelés növekedésével a tapadási súly is nő, míg gőzüzemben a mozdonyt a legnagyobb vontatandó súlynak megfelelően kell méretezni.

A könnyebb, de nagyobb számú járművek nagyobb beszerzési költsége, továbbá a szükséges kiszolgáló személyzet számának növekedése villamos üzemben is határt szab a vonatszám emelésének. Mindazonáltal villamos üzemben a még gazdaságos vonatszám jóval nagyobb, mint gőzüzemben. Így a villamosítás a csekély, de sűrű forgalmat igénylő helyiérdekű vasútvonalakon is indokolt, mert egyrészt a villamos üzem gazdaságosabb, másrészt a forgalom követelményeit is könnyebben és jobban kielégíti, mint a gőzüzem.

(Rivista dei Trasporti: 1927: 1. és 2. szám.)

Szili László.

Egyesületi hírek.

Mérnöki szakosztályi ülések.

1929 november 28-án. Elnök: s. Pöschl Imre.

Az ülés tárgya: Székely Miklós okl. gépészmérnök „Föld-zárlatjelző transzformátorok“ c. előadása.

1929 december 5-én. Elnök: s. Pöschl Imre.

Az ülés tárgya: Gianone Jenő okl. gépészmérnök „Nagyfeszültségű kábelekről“ c. előadása.

1929 december 19-én. Elnök: Chátel Vilmos.

Az ülés tárgya: s. Pöschl Imre műegyetemi ny. r. tanár „A Kandó-féle fázisváltós mozdony szabályozó berendezésének ismertetése“ c. előadása.

Az előadások szövegét és a hozzászólásokat más helyütt közöljük.

Lapszemle és kisebb közlemények.

Vasútak.

A magyar vasúthálózat fejlődése 1928-ban. A magyar vasúthálózat az 1928 évben nem mutatott lényegesebb fejlődést. A M. Á. V. vonalainak növekedése mindössze 2,41 km volt, míg a társasági fővasúton növekedés egyáltalában nem volt. Csupán néhány gazdasági vasút növekedése említésreméltó, többek között az 53 km-es Kecskeméti Gazdasági Vasút. A teljes magyar vasúthálózat hosszát a következő összeállítás mutatja:

	Összes hossz km	Ebből kétvágányú km
Magyar Királyi Államvasútak ...	2 950,19	893,75
Duna—Száva—Adria Vasút ...	559,11	12,54
Győr—Sopron—Ebenfurti Vasút	94,49	—
Pécs—Barcsi Vasút ...	66,69	—
Mohács—Pécsi Vasút ...	55,59	—
Helyiérdekű vasútak önálló ke- zelésben ...	809,31	94,49
Helyiérdekű vasútak idegen ke- zelésben ...	4 196,35	10,49
Közüti vasútak ...	228,10	160,53
Magyarország összes vasútai ...	8 959,83	1 171,80

λ.

Közgazdaság.

Az Európa-i és Amerika-i jegybankok kamatlába 1930 elején. Alábbi táblázat mutatja az Európa-i és Amerika-i fontosabb jegybankok kamatlábát 1930 január elején és az időpontot, amióta az illető kamatláb érvényben van.

A jegybank székhelye	Kamatláb %/o-ban	Mióta van érvényben
Amsterdam	4 $\frac{1}{2}$	1929 nov. 15.
Berlin	7	1929 nov. 2.
Danzig	6	1929 nov. 23.
Bruxelles	3 $\frac{1}{2}$	1929 dec. 31.
Budapest	7 $\frac{1}{2}$	1929 nov. 2.
Bukarest	9	1929 nov. 23.
Helsingfors	7	1928 nov. 16.
Kopenhága	5	1929 dec. 27.
Lissabon	8	1926 jul. 26.
London	5	1929 dec. 12.
Madrid	5 $\frac{1}{2}$	1928 dec. 19.
Milano	7	1929 márc. 14.
New York (Federal Reserve Bank)	4 $\frac{1}{2}$	1929 nov. 15.
Oslo	5	1929 dec. 27.
Paris	3 $\frac{1}{2}$	1928 jan. 19.
Praha	5	1927 márc. 8.
Sofia	10	1929 jul. 3.
Stockholm	4 $\frac{1}{2}$	1930 jan. 1.
Warszava	8	1929 nov. 15.
Wien	7 $\frac{1}{2}$	1929 dec. 7.
Zürich	3 $\frac{1}{2}$	1925 okt. 22.

λ.

Franciaország aranypolitikája. Franciaország aranykészlete a folytonos New York-i és London-i aranyvásárlások miatt rendkívül megszaporodott. Franciaország aranybehozatalát és kivitelét 1927 óta a I táblázat mutatja.

Év	Behozatal millió frank	Kivitel
1927	36,8	538,8
1928	6 528,8	39,3
1929 január—szeptember	5 981,2	64,1