

## **Antal Ildikó**

### **Egy jelentős 1885-ös magyar találmány: a transzformátor<sup>1</sup>**

#### **Bevezető**

A nagy távolságú energiaátvitelnek az egész világon elterjedt, napjainkban is használatos rendszere a transzformátor és párhuzamos kapcsolás elvén alapul, mely a Ganz gyár három kiváló mérnökének, a magyar elektrotechnikai ipar kiemelkedő személyeinek: Bláthy Ottó Titusz, Déri Miksa és Zipernowsky Károly nevéhez fűződik.

#### **A kezdetek**

A nagy távolságra történő energiaátvitel napjainkban is használatos rendszerének megoldásához, számos fizikai jelenség felismerése és azok kiforrott műszaki alkalmazásai váltak szükségessé.

Hans Christian Oersted 1820-ban kísérletei közben tapasztalta, hogy a villamos áram kitéríti a közelében lévő iránytűt, ezzel felismerte az elektromos és mágneses jelenségek kapcsolatát.

Michael Faraday 1831-ben határozta meg a dinamók, generátorok és transzformátorok működésének alapját képező elektromágneses indukció törvényét, miszerint a mozgó mágneses tér a közelében lévő vezetőben áramot hoz létre, azaz áramot indukál. Ez a felfedezés jelenti ténylegesen az elektromosság gyakorlati alkalmazásának kezdetét, hiszen ezzel megkezdődhetett az áramfejlesztő gépek, a generátorok fejlesztése, a mechanikai energia villamos energiává való átalakítása.

Faraday felfedezésétől a transzformátor megalkotásáig eltelt fél évszázad során a kutatók számos figyelemre méltó megfigyelést végeztek, majd elkezdődött az indukciós készülékek fejlesztése.

---

<sup>1</sup> A tanulmány az OTKA K82121 számú kutatása keretében készült. Szakmai lektor: Sitkei Gyula.

Villamos energia elosztására Jablocskov használt először indukciós készüléket 1877-ben, az általa feltalált ívlámpák táplálására. Rendszerében a tekercsek a primer oldalon soros kapcsolásúak, a lámpák pedig a szekunder áramkörben szintén soros elrendezésűek voltak. A lámpa működtetése a rendszerrel nem vált be tartósan, ennek ellenére néhány párizsi utca világítására mégis felhasználták.

Edison 1878-ban iparilag gyártható lámpatípust fejlesztett ki, melyet egy egyenáramú elosztóhálózat elemeként, a lámpákat párhuzamosan kapcsolva mutatott be nyilvánosan 1879-ben. A villamos világítás problémájának teljes megoldásához azonban nem jutott el. A lámpák párhuzamos kapcsolása miatt nagy vezeték-keresztmetszet vált szükségessé, s így a közös áramforrásról táplált világítási hálózat nem lehetett néhány száz méternél nagyobb kiterjedésű.

Az 1880-as években megkezdődött a villamosság rohamos térhódítása. Megépültek az első közcélú áramfejlesztő telepek és hálózatok. 1882-ben Edison New York-i erőművét követően a nagy városokban is sorra létesültek a közcélú városi villamos művek: Milánó (1883), Berlin (1885), Párizs (1888), Bécs (1889).

A villamos energia első nagyobb mértékű szétosztása indukciós készülékek igénybevételével Lucien Gaulard és John Dixon Gibbs nevéhez fűződik. A feltalálók első ízben 1883-ban a londoni Westminster Aquariumban megrendezett villamossági kiállításon mutatták be a nyilvánosságnak szekundergenerátoros rendszerüket. A nagyfeszültségű primer áramot, sorba kapcsolt 1:1 áttételű, nyitott vasmagú készülékeken vezették át. A cél az volt, hogy szekunder áramok indukálódjanak a primer áram befolyásolása nélkül. A feszültség szabályozását készülékükön a rúdvasmagok kézi kar segítségével való ki-be mozgatásával oldották meg.

Rendszerüket egy évvel később 1884-ben a Torinói Kiállításon is bemutatták. Annak ellenére, hogy rendszerük nem bizonyult önszabályozónak, ők bizonyították be első ízben, hogy a villamos energia indukción alapuló készülékekkel nagyobb távolságra gazdaságosan elvezethető.

A helyes, napjainkban is használatos megoldást a Ganz-gyár három kiváló mérnöke Bláthy Ottó Titusz, Déry Miksa és Zipernowsky Károly alkotta meg.

## A Ganz-gyár Elektrotechnikai Osztályának megalakulása

A Ganz Ábrahám által alapított, már a kiegyezés előtt világszerte jelentőséggel bíró Ganz-gyár kivételes helyet foglal el a magyarországi gépgyártásban.

Ganz halála után a cég irányítását Mechwart András vette át, akinek szerepe a gyár világszínvonalat elért fejlődésében kiemelkedő fontosságú volt. 1878-ban – amikor külföldön a jóval fejlettebb ipar is csak igen szerény méretekben készített erősáramú villamos gépeket és berendezéseket – létrehozta a vállalat Elektrotechnikai Osztályát Zipernowsky Károly vezetésével.

Budán a Kacska u. 18. szám alatt berendezett Elektrotechnikai Osztály kezdetben világítási berendezések tervezésével és létesítésével foglalkozott, melyekhez ívlámpákat, majd később izzólámpákat is gyártott. Első munkájuk a Zipernowsky tervei alapján készített, a Ganz-gyár öntőműhelyének elektromos világítótestekkel való berendezése volt 1878-ban, ahol a szénrudas ívlámpákat egy 56 V feszültségű, 12 A áramerősségű egyenáramot termelő dinamóval táplálták meg.

1879-ben az elektromosság, illetve a gyár népszerűsítésére elkészítették a Fővárosi Takarékpénztár Kálvin-téri székházának kivilágítását. A gyár rövid időn belül számos megrendelést kapott egyenárammal táplált világítás kivitelezésére, melyeket a Zipernowsky által tervezett ívlámpákkal és „Dy” dinamókkal oldottak meg. Említésre méltó a gyárnak az 1879-es szegedi árvíznél nyújtott segítsége, ahol a gátjavítások gyorsítására éjszakai világítást szereltek fel.

A gyár 1881-ben megbízást kapott a bécsi pályaudvar, a csepeli „Elevátor”, a szlatinai és resicai bányák, a bécsújhelyi serfőzde, a Lloyd Hajózási Társulat és több gőzmalom állandó villamosvilágítási berendezésének felszerelésére. Nagy sikert könyvelhetett el a gyár 1882-ben, a budapesti Nemzeti Színház világításának berendezésével (a végleges kivitelezésére 1883-ban került sor), mely egyike volt az első villamosított színházaknak Európában.

Időközben a gyár Kacska utcai üzeme már szűknek bizonyult, ezért 1882-re a Fő utcában felépült a villamosági osztály új gyártelepe, s ebben az időben léptek a gyár szolgálatába Bláthy Ottó Titusz és Déry Miksa mérnökök is. A Ganz ekkor kezdte el a váltakozó áramú generátorokkal való kísérleteket, annak ellenére, hogy olyan szaktekintélyek, mint Schuckert, Crompton, Siemens, Deprez, Edison nem hittek a váltakozó áram jövőjében.

Nemzetközi bemutatkozásra az 1883. évi bécsi villamossági kiállítás adott alkalmat, ahol a Ganz-gyár Elektrotechnikai Osztálya nagy sikereket ért el kiállított villamossági gyártmányaival. Itt mutatták be a Mechwart-Zipernowsky féle, egyfázisú generátorhoz közvetlenül kapcsolt gőzgépüket. Ez a „gőzgépvilágítógép” később a Keleti pályaudvar világítását táplálta. A kiállítás ideje alatt a Ganz-gyár generátora termelte az Asphalea színház villamos világításához szükséges energiát is.

A külföld figyelve ráterelődött a magyar villamossági gyár munkásságára, s csakhamar befutottak a külföldi megrendelések is: Romániából, Olasz- és Oroszországból, Szászországból malmok villamosítására, magánlakások és egyéb épületeke világítási berendezéseinek felszerelésére, valamint a Tramways d’Odessa helységeinek, a torinói kiállítás parkjának és hangversenytermének világítására. A gyár 1878 és 1883 között 575 db ívlámpát és 4626 db izzólámpát szállított Európa számos országába.

### **A triász munkássága**

#### ***Déri Miksa (1854–1938), vízépítőmérnök***

1882-től Zipernowsky Károly munkatársa a Ganz-gyár villamos osztályán. Első közös szabadalmuk egy „Öndelező váltakozóáramú gép”. Ezt a típust alkalmazták a Nemzeti Színház 1000 izzólámpából álló világításának táplálására is. 1883-tól Bécsben dolgozott, mint a Ganz-gyár villamos osztályának ausztriai képviselője. 1889-től 1896-ig a bécsi Internationale Electricitäts-Gesellschaft vezető igazgatója lett. Ő építette és rendezte be a vállalat bécsi villamos erőművét.

1884 nyarán Zipernowsky megbízta olyan váltakozóáramú elosztórendszer kísérleteinek elvégzésével, amelyben az indukciós készülékek primer oldalon párhuzamosan vannak kapcsolva. A sikeres előkészítés után Déri hozzákezdett a rendszer részletes kidolgozásához, amelyet 1885 elején Zipernowskyval közösen szabadalmaztattak. Az új, terheléstől független feszültségű elosztórendszert 1885 februárjában nagyszerű előadáson mutatta be Bécsben a Technologisches Gewerbe Museumban, de még nyitott vasmagú indukciós készülékkel. A zárt vasmagos – transzformátoros – megoldás ismertetésére Bécsben 1885. december 18-án került sor.

Déri 1903-ban fejlesztette ki kétkefe-rendszerű egyfázisú repulziós motorját, amely Déri-motor néven vált ismertté. Zipernowsky Károllyal közös találmánya az egy- és kétfázisú áramra használható egyarmatúrás (közös forgórészű) áramátalakító, melyet 1889-ben szabadalmaztattak. A géppel megoldhatóvá vált az egyen- és a váltakozó áramú hálózatok összekapcsolása, lehetővé téve a két rendszer közötti energiacsereét mindkét irányban.

1903-ban Dérit a magyar, 1913-ban a bécsi és berlini elektrotechnikai egyesület választotta tiszteletbeli tagjának. 1923-ban nyugalomba vonult és Meranban telepedett le. Emlékére a Magyar Elektrotechnikai Egyesület 1959-ben Déri-díjat alapított.

### ***Zipernowsky Károly (1853–1942), gépészmérnök***

Tanulmányait a gyógyszerész pályán kezdte, de érdeklődése később a műszaki tudományok, elsősorban az elektrotechnika felé fordult.

Már műegyetemi hallgatóként többször tartott gépészeti és villamossági tárgyú előadásokat. Az egyetem elvégzése után Mechwart András, a Ganz-gyár vezetője megbízta a gyár Elektrotechnikai Osztályának vezetésével. Eleinte az egyenáramú gépek és az elektromos világítás tökéletesítésével foglalkozott. Rövid időn belül elkészítette a gyár öntőműhelyének villamos világító berendezését. Később érdeklődése a váltakozó áramok előállítása és felhasználása felé fordult. Egyik legjelentősebb találmánya a Bláthy Ottóval és Déri Miksával együtt, 1885-ben szabadalmaztatott tetszőleges áttételű, zárt vasmagos transzformátor és váltakozó áramú áramelosztó rendszer párhuzamosan kapcsolt transzformátorokkal.

1893-ban felállították a Műegyetemen az önálló elektrotechnika tanszéket, melynek vezetésére Zipernowskyt kérték fel. 1910–12-ben a gépészmérnöki osztály dékánja volt. 1924-ben vonult nyugalomba, mint műegyetemi tanár.

A Magyar Tudományos Akadémia 1893-ban levelező tagjává választotta. 1905-től 33 éven át a Magyar Elektrotechnikai Egyesület elnökeként tevékenyen részt vett az egyesület munkájában.

## ***Bláthy Ottó Titusz (1860–1939), gépészmérnök***

1882-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a bécsi műegyetemen. Egy éves gyakornokoskodás után 1883. július 1-jén gépszervezőként a Ganz és Társa villamos osztálya alkalmazta. Az elektrotechnikát öntevékenyen tanulmányozva felismerte a mágneses Ohm-törvény gyakorlati alkalmazásának lehetőségét. Elsőként tudott mágneses köröket méretezni, így már 1883-ban előnyösen átalakította a gyár egyenáramú gépeit.

Első szabadalma az önműködő higanyos feszültségszabályozó volt. Déri Miksával és Zipernowsky Károllyal megalkották a transzformátorra alapozott új áramelosztó rendszert, amely a mai napig az elektrotechnika egyik legfontosabb találmánya. A transzformátor zárt vasmagos kivitele Bláthy ötlete volt.

Bláthy élete végéig hű maradt a Ganz céghez, évtizedeken keresztül meghatározó műszaki egyénisége volt. Száznál több szabadalma a villamos gépek és készülékek gyártásához kapcsolódik. 1889-ben hozták forgalomba indukciós fogyasztásmérőit és még ma is sok háztartásban lényegét tekintve ugyanolyan szerkezet működik, mint amelyet Bláthy megalkotott. A 20. század elején megindult magyar turbógenerátor gyártás ugyancsak az ő nevéhez fűződik. Gépeinek kiváló üzembiztossága mellett csúcsteljesítményű transzformátorok és generátorok tervezésére is vállalkozott.

Bláthy igazi polihisztor volt. A 19. század végén őt tartották a sakkfeladványok legzseniálisabb kombinálójának és fejszámolás nagymesterének. Kiváló nyelvérzéke volt, a németen kívül olasz, angol és francia nyelveket is jól beszélte. Fiatalabb korában nagy kedvelője volt a kerékpározásnak. Az autó megjelenésekor az autósport felé fordult érdeklődése, s az Autóklub alelnöke lett. Lelkes kutyabarát és sikeres uszkártenyésztőként több díjat is nyert.

Életében számos kitüntetésben részesült, a budapesti és a bécsi műegyetem tiszteletbeli doktorának, a Magyar Tudományos Akadémia tiszteletbeli tagjának választotta. Az olasz király a Corona d'Italia-rendjel tiszti keresztjével tüntette ki. Ganz-gyári félszázados jubileuma alkalmával a magyar kormány 1933-ban a Magyar Érdemrend középkeresztjével tüntette ki. A Magyar Elektrotechnikai Egyesület díjat nevezett el róla.

## **1885: A transzformátor – a nagytávolságra történő energiaátvitel és elosztás ma is használatos rendszere**

A 19. század nyolcvanas éveinek megoldandó feladata volt, hogy gyakorlati lehetőséget találjanak a villamos energia kis egységekre való elosztására, valamint megoldják annak nagyobb távolságra való gazdaságos szállítását és szétosztását. Bár vezető nyugati elektrotechnikusok nagy része továbbra is kitartott egyedüli lehetőségként az egyenáram használata mellett, néhányan ettől az elvtől eltérő megoldások kutatásával foglalkoztak. A Ganz-gyár három kiváló mérnökének – Zipernowsky Károly, Déri Miksa és Bláthy Ottó Titusz – történelmi érdeme, hogy megoldották a villamos energia nagyobb távolságra történő gazdaságos szállítását és elosztását.

1885. január 2-án Zipernowsky Károly és Déri Miksa „Párhuzamos kapcsolású, tetszőleges áttételű induktoron alapuló áramelosztó rendszer” címmel jelentették be szabadalmukat. Indukciós készülékük azonban még nyitott vasmagú volt. A rendszer végleges kialakítása 1885. március 2-án született meg Zipernowsky, Déri és Bláthy „Újítás elektromos áramok transzformálására szolgáló indukciós készülékeken” c. szabadalom benyújtásával, amely először nevezte meg a zárt vasmagos transzformátort és részletezte szerkezeti kialakítását.

Az új áramelosztó rendszer alkalmazhatóságát a gyár az 1885-ös budapesti Országos Általános Kiállításon mutatta be a Városligetben, ahol üzem közben ismerhette meg azt a nagyközönség és számos külföldi szakember.

A transzformátor rendszer főpróbájaként a kiállítás területén, több héttel a megnyitás előtt már felépítettek egy kisméretű 60 lámpás világítási hálózatot, amelyben hat, párhuzamosan kapcsolt transzformátor működött. Áttételük 60/60 volt, s az egyik feltétel az volt, hogy a terhelésváltozás ne okozzon feszültség-, azaz fényerő-ingadozást se az adott transzformátoron, se valamelyik szekunder áramkörben.

A kísérleti világítási hálózat sikeres működése után, elkészült a kiállítás nagy elosztó-rendszerének kiépítése. E rendszer tíz pavilonban 1000-nél több izzólámpát táplált 12 darab, egyenként 5000 wattos transzformátor segítségével. Ez volt az első olyan hálózat, amely nagy primer átviteli feszültséget (1400 V) és kis szekunder fogyasztói feszültséget (60 V) alkalmazott.

A köpenytípusú transzformátorok konstrukciós hibáinak kiküszöbölésére fejlesztették ki a gyár magtípusú transzformátorát, mely 1885. május 15-ére készült el. Az őstranszformátor ezen típusánál a tekercselés kívül helyezkedett el, tehát könnyen hozzáférhetővé vált a javításnál, valamint hőleadása is zavartalan volt.

A zártvasmagú transzformátor nemzetközi elismertetése céljából 1885 májusában, egy külön erre a célra tervezett és gyártott transzformátort küldtek Torinóba, Galileo Ferraris professzor számára, aki összehasonlító méréseket végzett a transzformátor és szekunder generátor között, mellyel egyértelműen eldöntötte a két rendszer versenyét. Szakvéleménye döntő jelentőségű volt, mivel a magyar villamos ipart a világ élvonalába emelte, s nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a Ganz-gyár Olaszországban építhette meg első váltakozóáramú rendszerét.

### **A Ganz-gyár sikere, az első megrendelések külföldről**

Az új transzformátoros elosztórendszer a Ganz-gyárnak komoly helyzeti előnyt adott. Az áramfejlesztő gépeken és transzformátorokon kívül fellendült a szükséges mellélgépek, segédeszközök, szabályozók, kapcsolók gyártása is.

Az első megrendelést már 1885-ben megkapta a gyár Svájcból: két luzerni szálloda, valamint Rothen és Kliens helységek villamos világítására. Ezt követően a Societa Italiana Generale Edison rendelte meg a milánói Teatro dal Verme színház világítását.

Az első villamos világítási hálózat, amely nemcsak egy-egy épület ellátására szolgált, hanem egy egész város ellátására is alkalmas volt, Rómában létesült. 1886-ban kezdte meg üzemét a Cerchi erőmű két, egyenként 80 kW-os generátorral. Itt működtek először a világon váltakozó áramú generátorok egymással párhuzamosan kapcsolva. A Circus Maximus romjai mellett létesített erőműben a generátorok és az azokat hajtó dugattyúgőzgépek a Zipernowsky-Mechwart konstrukció szerint egy egységet képeztek, a generátor forgórésze egyúttal a gőzgép lendítőkereke volt. A turbogenerátorok megjelenéséig ez az elrendezés volt a legmegbízhatóbb áramfejlesztő gépegység.

Az első római telep létesítése nagy fellendülést hozott, a Ganz-féle transzformátoros rendszer alkalmazásával sorra épültek Olaszországban, majd Európa számos országában a „villamos központi erőtelepek” és energiaátviteli berendezések.



1892-ben megépült a Tivoli vízerőmű, amelynek a római hőerőművel való összekapcsolása a transzformátor rendszer addigi legnagyobb sikerű alkalmazása volt. Ez volt az első energiaátvitel a világon, amely a városi elosztóhálózatot nagy távolságból táplálta. A maga korában Európa legnagyobb vízerőművének számító Tivoli erőmű váltakozó áramú generátorai által fejlesztett villamos energiát az 5000 V feszültségű, egyenként 100 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű szigetetlen sodronyból álló, négyvezetékes távvezeték továbbította a Porta Pia mellett épített római transzformátorállomásba.

A Tivoli erőmű kivitelezését követően a Ganz sorra építette erőműveit Olaszországban, többek között Torinóban, Nápolyban, Palermóban, Velencében, Anconában, Milánóban és Bolognában.

A második európai főváros, ahol nagyobb váltakozóáramú villamos „erőtelep” létesült, Bécs volt. A Ganz – a Wiener Union Bankkal és a Magyar Földhitelbankkal közösen – megalapította Bécsben az Internationale Elektrizitäts-Gesellschaft-ot. A társaság 1889-ben kapott engedélyt az erőmű építésére, mely első kiépítésében négy, összesen 1400 kW teljesítőképességű áramfejlesztőből állt.

1893-ban került sor a bécsivel majdnem teljesen azonos elrendezésben a budapesti erőmű megépítésére. A Ganz-gyár Magyar Villamossági Rt. néven megalapította leányvállalatát, s megindította a villamosenergia termelést egy 200 kW-os és két 400 kW-os gépcsoporttal. Az erőművet folyamatosan bővítették, így 1914-ben, amikor Budapest Székesfőváros a berendezéseket megváltotta, már több mint 20000 kVA volt a teljesítőképessége.

Az 1890-es évek elején megnőtt az Oroszországba irányuló kivitel is, de szállított a gyár Spanyolországba, Portugáliába, Ausztráliába és Dél-Afrikába is berendezéseket.

### **Későbbi Ganz fejlesztések a transzformátorgyártás területén**

A 19. század végére a háromfázisú aszinkron motorok kifejlesztése meghozta a váltakozóáram teljes győzelmét. A Ganz-gyár előnyös helyzetben volt, mivel kezdettől fogva a váltakozóáram mellett foglalt állást: időben felismerte a váltakozó áramú gépek egyszerűségében rejlő előnyöket. A háromfázisú energiaátvitel gyors elterjesztéséhez a Ganz-

gyárnak rendelkeznie kellett megfelelő gyártmányokkal: generátorokkal, transzformátorokkal. Ezek tervezése és a gyártás bevezetése Kandó Kálmán nevéhez fűződik.

A transzformátorok iránt támasztott követelmények nőttek: fokozódott az energiaszükséglet, meg kellett oldani a szigetelés és a hűtés szerkezeti problémáit.

1896-ban a budapesti millenniumi kiállításon a Ganz-gyár a többfázisú generátorok és motorok mellett mutatta be, a 3000/330 V feszültségátételű, 100 kW teljesítményű háromfázisú transzformátorait is.

Az egységes fővárosi áramszolgáltatás létrejötte utáni hálózatfejlesztések villamos létesítményei a Ganz cég fővállalkozásában készültek. A kelenföldi erőmű 1928-1934 közötti bővítése Közép-Európa egyik legmodernebb hőerőművét eredményezte, az akkori idők csúcsteljesítményének számító 44 MVA teljesítményű turbogenerátorokkal és a 10/30 kV feszültségátételű 45 MVA-es transzformátorokkal. Az erőműből ellátott új 30 kV feszültségű gerinchálózatra csatlakozó belsőtéri, cellás szerkezetű transzformátorállomásokot 1930 és 1935 között folyamatosan szerelték a Ganz szakemberei.

A hegyeshalmi vasútvonal-villamosítás részeként 1930-ban került üzembe a bánhidai erőmű. Itt valósult meg a fővárosban először a Ganz gyártmányú transzformátorok szabadtéri elhelyezése.

A második világháborút követően a gyárnak a merev tervutasításos gazdasági rendszer miatt jó néhány gyártmánytól és üzletágtól meg kellett válnia, a fejlesztés és a technológia lehetőségei leszűkültek.

A rendszerváltást követően a külföldi érdekltségűvé vált cég fejlődése elmaradt. 2000-ben a gyár ismét magyar tulajdonba került és a megalakult Ganz-Transzelektro Villamossági Rt. bővítette a transzformátorgyártást mind volumenében, mind a műszaki paraméterek tekintetében. 2002-ben elkészült a Ganz történetének eddigi legnagyobb 300/300/100 MVA teljesítményű transzformátora és a legszigorúbb környezetvédelmi előírásoknak is megfelelő észterolaj (MIDEL) szigetelésű nagyfeszültségű transzformátor. Ezekkel a fejlesztésekkel a Ganz ismét a transzformátorgyártás élmezőnyébe került.

## Felhasznált irodalom

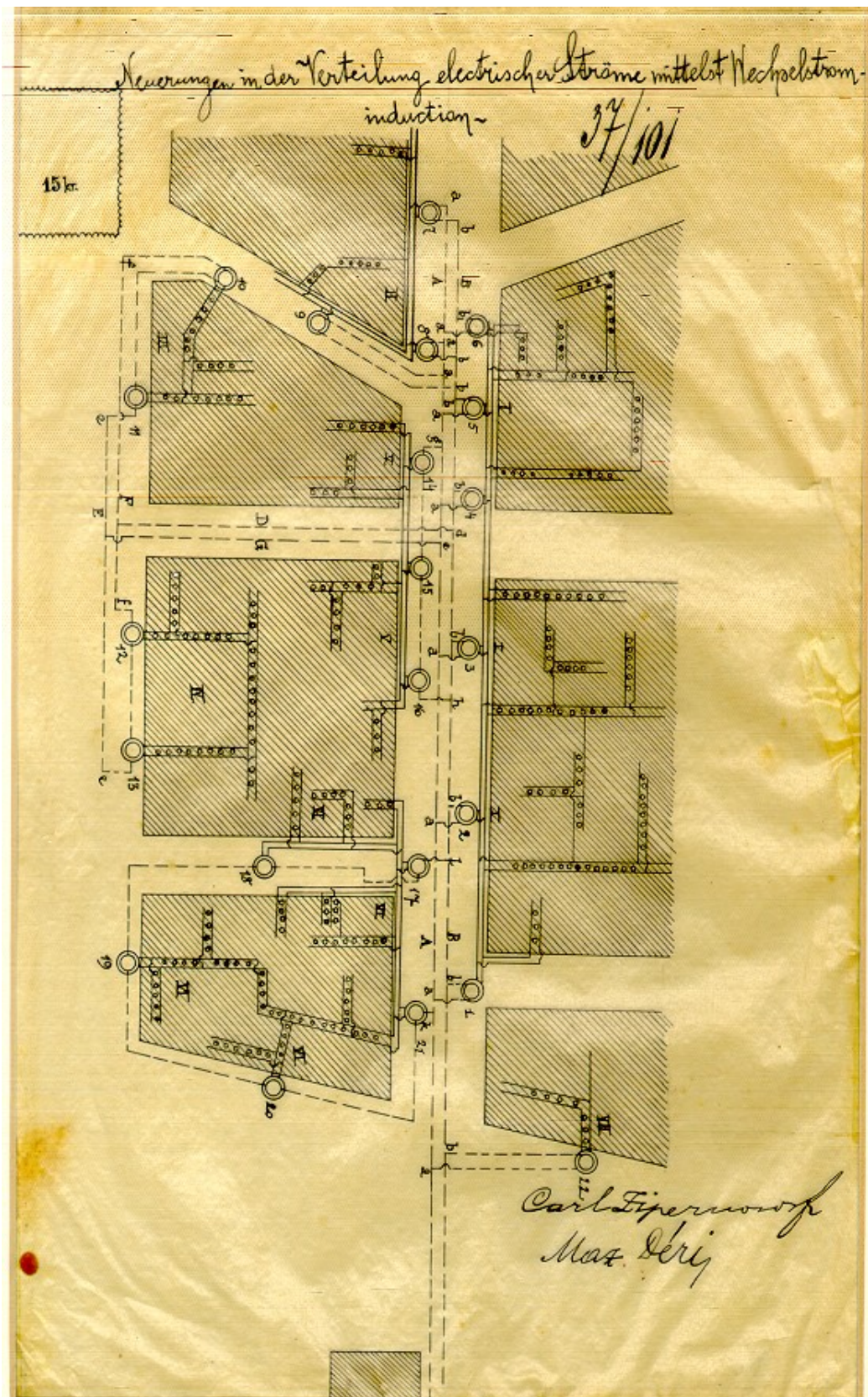
### *I. Elsőfokú források*

- Zipernowsky K. – Déri Max in Budapest: Neuerungen in der Verteilung electricischer Ströme mittelst Wechselstrominduction. (Osztrák szabadalom 37/101. sz. 1885. I. 2.; német szabadalom 34649. sz., 1885. II. 18.)
- Zipernowsky Carl, Déri Max und Bláthy Otto Titus in Budapest: Neuerungen an Induktionsapparaten, um elektrische Ströme zu transformieren. (Osztrák szabadalom 35/2446., 1885. febr.; német szabadalom 40414. sz., 1885. III. 6.)
- Ferraris, Galileo: Resultate einiger Experimente mit den Transformatoren Zipernowsky Déri und Bláthy. = Elektrotechnische Zeitschrift 6 (1885) pp. 427–429.
- Zipernowsky Károly: Elektromos világítás izzólámpákkal központi állomásokból. = Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye 19 (1885) No. 4. pp. 192–203.
- Zipernowsky K., Déri M., Bláthy O. T.: Electric Distribution by Alternating Current. (Az USA-ban, Itáliában, Ausztriában és másutt 1886-ban bejelentett szabadalom.)
- Keleti Károly: Hivatalos jelentés a budapesti 1885-ki évi Országos Általános Kiállításról. 1–4. köt. Bp., 1886. Athenaeum. 410 p., [24] t.; 652 p.; 457 p.; 921 p.; [113] t. (A kiállítás Ganz-gyár által készített elektromos világítási rendszeréről is.)
- Déri Miksa: A váltóáramok és azoknak szerepe az elektrotechnika terén I–II. = Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye 20 (1886) No. 4. pp. 290–304., No. 5. pp. 325–332.
- Zipernowsky Károly: A központi elektromos világítás körül elért újabb eredmények. = Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye 20 (1886) No. 6. pp. 363–376.
- Zipernowsky Károly: Az elektromos áram elosztása transzformátorok segítségével. = Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye 21 (1887) No. 1. pp. 23–38.

### *II. Másodfokú források*

- Zipernowsky Károly saját és másokkal közösen szabadalmaztatott találmányai az elektrotechnika és rokon iparágak köréből. Bp., 1900. Márkus ny. 130 p.
- Gohér Mihály: Zipernowsky – Déri – Bláthy, a transzformátorrendszer három magyar feltalálója. In: Szőke Béla (szerk.): Műszaki nagyjaink. 2. köt. A bányászat, a kohászat, gépészet, az erősáramú elektrotechnika és villamos vontatás nagyjai sorából. Bp., 1967. Gépipari Tudományos Egyesület. pp. 273–421.
- Ujházy Géza: 1885 óta. Ganz transzformátorok. Bp., 1978. Ganz Villamossági Művek. 71 p.
- Ujházy Géza: Száz éves a transzformátor. = Ganz Villamossági Közlemények, 1985. No. 22. pp. 3–45.

- Ujházy Géza: Östranzformátorok. Szerk.: Király Árpád, sajtó alá rend.: Gazda István. Bp., 1990. Magyar Elektrotechnikai Múzeum. [28] p.
- Sitkei Gyula: A magyar elektrotechnika nagy alakjai. Bp., 2005. Energetikai Kiadó Kht. 248 p. + CD mell.
- Sitkei Gyula: Az elektrotechnika magyar alkotásai. Bp., 2007. Energetikai Kiadó Kht. 421 p.
- Köpenytranszformátor, 1885. Bláthy Ottó Titusz, Déri Miksa és Zipernovszky Károly zárt vasmagú transzformátora. In: Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle ([http://www.sztnh.gov.hu/anim/a16\\_bovebb.html?printable=1](http://www.sztnh.gov.hu/anim/a16_bovebb.html?printable=1))
- Zipernowsky Károly. In: Magyar feltalálók és találmányaik. Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (<http://www.sztnh.gov.hu/feltalalok/zipernow.html>)
- Déri Miksa. In: Magyar feltalálók és találmányaik. Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (<http://www.sztnh.gov.hu/feltalalok/deri.html>)
- Bláthy Ottó Titusz. In: Magyar feltalálók és találmányaik. Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (<http://www.sztnh.gov.hu/feltalalok/blathy.html>)



*A párhuzamos kapcsolású áramelosztó rendszerre vonatkozó szabadalom részlete, 1885. január 2.  
(Az Elektrotechnikai Múzeum gyűjteményéből)*





*Transzformátor Ferraris professzor számára*

*A zártvasmagú transzformátor nemzetközi elismertetése céljából 1885 májusában, egy külön erre a célra tervezett és gyártott transzformátort küldtek Torinóba, Galileo Ferraris professzor számára, aki összehasonlító méréseket végzett a transzformátor és szekunder generátor között, mellyel egyértelműen eldöntötte a két rendszer versenyét. Szakvéleménye döntő jelentőségű volt, mivel a magyar villamos ipart a világ élvonalába emelte, s nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a Ganz-gyár Olaszországban építhette meg első váltakozóáramú rendszerét. Ferraris professzor tanulmányban ismertette a neki küldött transzformátoron végzett vizsgálati eredményét.*

*Következtetései:*

*„Bebizonyítható, hogy a transzformátor gyűrűs alakja nemcsak igen racionális, de talán az elképzelhető formák legjobbika, ha a cél nagy indukciós tényezőt kis ellenállással elérni.”*



*1896 januárjában készült őstranszformátor a montevideói villamosmű részére.  
(Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum gyűjteményéből)*