

# ELEKTRONMIKROSKÓPI KÉPEK ELEKTROGRAFIKUS FELVÉTELE

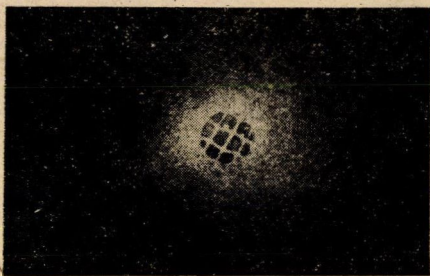
SELÉNYI PÁL lev. tag

*Előadta az 1950. december 12-én tartott osztályülésen*

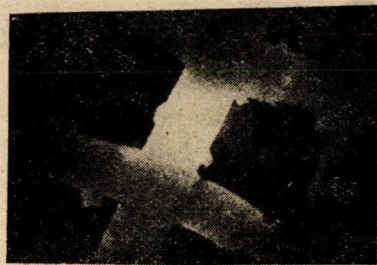
Több mint húsz évvel ezelőtt elvileg új eljárást közöltem rezgési-görbéknek (oszcillogrammoknak) felvételére katódsugárcső segítségével.<sup>1-7</sup> Az általam szerkesztett csőben a katódsugarat nem világító-ernyőn, vagy fényképező lemezen, hanem szigetelő anyagból való ernyőn, például magán a cső üvegfalán fogjuk fel, s ily módon ott *negatív* villamossággal felrajzolt, *láthatatlan* görbét, oszcillogrammot kapunk. Ha most az ernyőt — vagy akár annak hátlapját, tehát a csőfal *külső* felületét — *pozitív* töltésű finom porral (légárammal szétporlasztott kén-mínium keverékkel vagy lykopódium-porral) szórjuk be, a por (a lykopódium vagy a mínium) a negatív töltésű helyeken tapadva marad és így a felrajzolt görbe láthatóvá lesz. (Előhívás.) Néhány évvel később hasonló eljárást: elektrosztatikus töltésekkel való feljegyzést és beporzással történő előhívást szabad levegőn izzó katóddal és 1—2 mm hosszúságú ion-nyalábbal valósítottam meg s ezt az „elektrografálás“-nak elnevezett eljárást képtávírásra, facsimile-átvitelre, oszcillogrammok felvételére jó sikerrel alkalmaztam is,<sup>8-16</sup> de az első eljárást, a katódsugárral történő feljegyzést, a kezdeti kísérleti állapotnál tovább fejleszteni nem volt módom. Pedig hogy ebben igen komoly lehetőségek várnak még kiaknázásra, bizonyítja, hogy eljárásomat két japán fizikus 1936-ban Dufour-rendszerű katódsugár oszcillográffal megismételvén,<sup>17</sup> 65 kV feszültséggel és 2,4 mikroamper sugárerősséggel, keménygumi-lemezen 100 000 Hz szaporaságú váltakozóáram görbéjét tudták nehézség nélkül feljegyezni. A görbe amplitudója 1 cm, tehát az írási sebesség 2 km mp volt, az előhívást ők is a szabad levegőn, lykopódiumporral végezték. Ilyen előzmények után, hosszú évek óta terveztem az elektrografikus feljegyzési módszer kipróbálását az elektronmikroszkópon. Az első két sikeres felvételt — illetve azok fényképészeti reprodukcióit — a mellékelt 1. és 2. ábra mutatja. A felvételek — az elektronmikroszkópiában mintegy tárgyasztalként használatos finom drótszita képe — úgy készültek, hogy közönséges fekete papirost, aminőt pl. fényképező lemezek csomagolására szokás használni, megolvasztott parafinba mártva, parafinnal vontunk be, a kellő nagyságra kivágott papirdarab hátát maradandóan hozzáerősített fémfegyverzettel láttam el (valamivel nagyobb sztaniol-lemezre helyezve s ezt köröskörül reá hajtogatva), az így elkészített „felvevő-lemezt“ — szabad oldalával természetesen az elektronnaláb felé fordítva — a mikroszkóp fémkazettájában helyeztem el; exponáltuk, (45 kV, 4 mp) kivettük és előhívás céljából gumilabdából szétporlasztott lykopódium-porral fújtam rá. A várakozás

szerinti eredmény be is következett: az expozíció alatt „láthatatlan villamoskép” keletkezik s azt lykopódium-porral élesen elő lehet hívni.

Egy körülmény azonban még magyarázatra szorul. A katódsugárcsővel végzett régi kísérleteimben, valamint *Suzuki* és *Tsuji* kísérleteinél is a (pozitív töltésű) minium-, illetve lykopódium-porral való beszórása a katódsugár által felrajzolt görbét hívta elő: vagyis a por az üvegfalnak, illetve a keménygumilemeznek *besugárzott* részeire tapadt, míg e<sub>2</sub> mostani felvételeken a lyko-

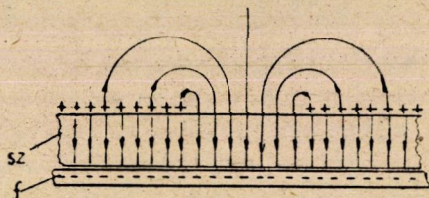


1. ábra. Fémszita elektronmikroszkópi képe, paraffinnal bevont papíron felfogva és lykopódiumporral előhívva, kb. 15-szörös nagyítás



2. ábra. U. a. mint az 1. ábra, kb. 200-szoros nagyítás

pódium *ott* tapadt a papirosra, ahol azt elektronok *nem* érték s ily módon a szítának nem árnyékképét kaptuk, mint a világító ernyőn, vagy a fényképező lemezen, hanem közvetlenül pozitív képét nyertük. Ezt az első pillanatra igen meglepő jelenséget a következőképpen kell értelmezni: Ismeretes, hogy az ütköző elektronok vezetőből is, szigetelőből is másodlagos elektronokat váltanak ki. Ha a kilépő elektronok száma *kisebb*, mint a becsapódóké, akkor egy szigetelő az elektronoktól *negatívra* töltődik fel; ez következett be az idézett katódsugárcső-kísérletekben. A jelen esetben alkalmazott kb. 40 kV feszültségű elektronok a paraffinból a becsapódóknál *több* szekundér elektront váltanak ki: a paraffin *pozitív* töltést nyert. A lemez hátát borító fémlamezen tehát e pozitív töltés által influált, *negatív* töltés ül; ahol ennek erővonalai az elülső felületen át kilépnek, vagyis az árnyékban volt, töltésmentes helyeken, a fémfegyverzetnek negatív töltése által vonzatra (l. a 3. ábrát) odatapad a lykopódium s így jön létre a pozitív kép. Negatív töltésű por természetesen a besugárzott,



3. ábra. Elektrografikus feljegyzés töltés- és erővonaleloszlása  
sz = szigetelő lemez  
f = fémfegyverzet

pozitív töltésű helyekre tapadna; ebből következik, hogy egy ilyen elektromos töltésekkel felrajzolt képet tetszésünk szerint pozitív vagy negatív kép alakjában hívhatunk elő, amint erre egyébként már fent idézett közleményeimben rámutattam.

Itt csupán még azt kívánom felemlíteni, hogy az elektrografikus feljegyzési eljárást a távolbalátás területén is a biztos siker reményében lehetne felhasználni, kivetíthető képek előállítására, — a „távmozi“ megvalósítására — oly módon, hogy a felfogott képet katódsugárral (vagy „Lénárd-sugárral“) mozgó szigetelő-szalagra felrajzoltatjuk, beporzással előhívjuk, kivetítjük, letöröljük és az egész eljárást egyazon végnélküli szalagon folytonosan megismételjük. Részletesebben e lehetőséget a fentebbi, 12 alatt idézett közleményemben fejtettem ki. Az eljárás hasonló lenne a közismert „Zwischenfilm“ eljáráshoz, avval a két lényeges különbséggel, hogy míg ott az előhívási időt kb. 45 mp. alá nem sikerült leszorítani, itt az előhívás 1 másodperc törtrésze alatt megtörténhet, továbbá, hogy az elektrografikus eljárás költsége a fényképezési eljárás költségéhez képest elenyészően csekély. Az elektronmikroszkóppal folytatandó kísérleteimet bizonyos értelemben ilyen irányú előtanulmányoknak is óhajtom tekinteni.

Az itt leírt kísérleteket a *Magyar Tudományos Akadémiának az Eötvös Loránd Tudományegyetemen* elhelyezett elektronmikroszkóp-laboratóriumában végeztem. A laboratórium vezetőjének, *Gerendás Mihály* kartársnak és munkatársainak szíves segítségükért e helyen is őszinte köszönetet mondok.

*Budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Fizikai Intézete.*

## IRODALOM

<sup>1</sup> ZS. f. Phys. 47, (1928), 895.

<sup>2</sup> ZS. techn. Phys. 9, (1928), 451.

<sup>3</sup> ZS. techn. Phys. 10, (1929), 486.

<sup>4</sup> Elektrotechnika, (1930), 63.

<sup>5</sup> Elektrotechnika, Numero festival, 1931. nov. 15.

<sup>6</sup> Az Egyesült Izzó nevére szóló magyar szabadalom: 97970 sz. „Eljárás és berendezés gyors lefolyású jelenségek időbeli lefolyásának katódsugarakkal való regisztrálására és rögzítésére.“

<sup>7</sup> U. S. A. Patent Nr. 1, 818, 760, Paul Selényi, Process and Apparatus for Drawing Electrical Pictures; 1931. aug. 31., magyar és osztrák elsőbbsége 1928. febr. 1.

A történeti hűség kedvéért legyen szabad itt megemlítenem, hogy a ma szélében használt „storage-tube“ vagy „memory-tube“-ok elvét: „jelek“-nek villamos töltésekkel való feljegyzését és elraktározását, e szabadalmakban elsőként én fektettem le és az említett katódsugár-csővel meg is valósítottam.

<sup>8</sup> E. T. Z., 56, (1935), 961.

<sup>9</sup> ZS. techn. Phys. 16, (1935), 607.

<sup>10</sup> ZS. techn. Phys. 17, (1936), 487.

<sup>11</sup> Elektrotechnika, (1936), 173.

<sup>12</sup> Wireless Engineer, XV. (1938), 303.

<sup>13</sup> Journ. Appl. Phys. V. (1938), 637.

<sup>14</sup> Elektrotechnika (1939), 153.

<sup>15</sup> E. u. M. 55, (1937), 122. (mit *S. Keresztes*)

<sup>16</sup> 113, 675 sz. magyar szabad., U. S. A. Patent Nr. 2, 143, 214, továbbá nyolc darab, e kettővel lényegben azonos külföldi szabadalom.

E találmány egyébként külföldi szakkörökben élénk érdeklődésre talált. Erről tanúskodik *dr. Zworykin*, *Prof. Schröter*, *Prof. Karolus* és *dr. Knoll* látogatása a Tungstram kutatólaboratóriumban, 1936. febr. 29-én, amit *Zworykin* a következő évben megismételt. (ld: „Rádió és Villamosság“ VI. évf. 3. sz. 1936. márc., 10—11 old.)

<sup>17</sup> *M. Suzuki* and *Tsuji*, Journ. Inst. Electr. Eng. Japan, Vol. 56, Nr. 8. 1936.