

UNDE, CÂND ȘI CUM ELECTRICITATEA A DEVENIT ELECTROTEHNICĂ

L. Cantemir, prof.univ.dr.ing. D.H.C.m.

Membbru al Academiei de Științe Tehnice din România

Electricitatea nu este o creație a lui homo sapiens, ci mai mult rezultatul lui pentru a o înțelege și a o folosi. După modul cum s-au derulat aceste eforturi, se pot distinge două preocupări distincte:

- preocuparea pentru electricitatea atmosferică,
- preocuparea pentru electricitatea demonstrativă, de salon, a unor manifestări curioase, care ulterior au devenit obiectul unor investigații științifice.

Electricitatea atmosferică. A fost prima care a atras atenția oamenilor. Astfel vom menționa monitorizările și fotografiile făcute din sateliți și zborurile cosmice care au dus la concluzia că pe Terra, în special în zonele tropicale din America de Sud, Asia și Africa au loc permanent peste 2000 de furtuni însoțite de descărcări electrice. Pe scurt, încălzirea puternică a zonei și a aerului tropical fac să se formeze curenți ascensionali puternici de aer cald care antrenează tot felul de particule care ajung până la o înălțime de 16...20 km, iar în masa acestui aer cald se găsesc particule fine de apă care îngheață imediat la aceste înălțimi. Specialiștii susțin că particulele mici sunt sediul sarcinilor negative care se acumulează pe cristale, în timp ce pe particulele mari se acumulează sarcinile pozitive. Dacă diferența de potențial crește, la un moment dat apare descărcarea electrică, fulgerul.

Aceste descărcări au loc în interiorul norilor sau dinspre pământ spre nori, fulgerul fiind doar efectul. Cauza este apariția unor mari diferențe de potențial electrostatic creat prin frecarea realizată de aer în mișcarea lui ascensională și orizontală, masele de aer a căror viteză este importantă și care conțin vapori de apă și aerosoli, mici particule materiale provenite din fum, praf, nisip, polen, spori. Acestea reprezintă factori importanți ai apariției potențialelor electrostatice. Manifestarea lor a obligat ființele umane să le ia în atenție și să elaboreze diferite explicații în funcție de nivelul de cunoaștere al științei.

La început explicația a fost cea tradițională: acolo sus este soarele și luna și fulgerele. Dacă este un zeu, zeul Soare, sau și alți zei, se manifestă astfel. Explicația este firească, normală pentru timpurile străvechi. Astăzi știm precis că între lăcașul soarelui și cel al fulgerelor este o distanță imensă de 140 509 000km.

Se știe că pământul este înconjurat de atmosferă, care este constituită din 4 straturi distincte. Astfel, primul strat denumit troposfera, are o lățime de circa 16 km, fiind stratul în care au loc fenomenele meteorologice, deci și fulgerele. Troposfera este înconjurată de stratosferă, mezosferă și termosferă a cărei limită superioară este de circa 1000 km, de la care începe vidul. Atmosfera, datorită densității și presiunii, obligă apa să rămână în stare lichidă. Deplasarea aerului și frecarea generatoare de electricitate are loc doar în troposferă.

Demersul de a cunoaște și explica natura fulgerelor este foarte vechi, cauzele fulgerelor și tunetelor fiind puse pe seama diverșilor zei. Astfel, la indieni, zeul Indra era zeul războiului, dar și a trăsnetului, la asirieni era Adad zeul trăsnetului și al furtunilor, în timp ce la popoarele din nord era zeul Donar, care mai târziu a devenit Thor, care "azvârlea" ciocanul sacru. În spațiul balcanic grecii îl aveau pe Zeus, iar daco-românii pe Sf. Ilie.

Cel care a deschis calea unui nou orizont al cunoașterii a fost filozoful și întreprinzătorul Thales din Milet, primul gânditor materialist, care a renunțat la sprijinul zeilor și a căutat explicații în realitatea naturii. Thales (624-547 î.e.n.) era o fire curioasă și neobosită, ocupându-se și cu negustoria. Probabil în căutare de produse deosebite făcea multe călătorii în țări din Orientul Apropiat. Printre fenomenele curioase care l-au atras au fost și proprietățile chihlimbarului frecat de a atrage paie, fapt pe care l-a consemnat în premieră. Curiozitatea lui Thales s-a transmis la Anaximandru, iar Heraclit (530-470 î.e.n.) a considerat că fulgerul este aerul care arde sau un nor care se aprinde. Aceste explicații naive sunt rolul fanteziei și al nivelului de cunoaștere de la sfârșitul primului mileniu î.e.n. Ceea ce era clar și sigur era proprietatea chihlimbarului de a atrage, el fiind o rășină fosilizată pe care grecii o denumeau "electron" și care, probabil, nu era nici prea ieftină pentru majoritatea oamenilor. În aceste condiții doar filozofii care aveau mijloace materiale importante puteau să-și permită luxul de a cumpăra ceva pentru curiozitatea manifestată de chihlimbar care, atunci ca și acum, nu putea fi folosit la ceva util.

Cu toate acestea se pot enumera suficienți filosofi curioși și doritori de a înțelege și cunoaște

aceste proprietăți misterioase de atragere: Democrit, Leucip, Epicur și alții, care însă nu au adus nimic nou în cunoașterea chihlimbarului-electron. Primul care a ieșit din această stare limită a fost Alexandru din Afrodisia, care menționează că prin încălzirea chihlimbarului acesta atrage corpuri ușoare. La această nouă proprietate vom adăuga observația naturalistului roman Pliniu care observă proprietatea de a atrage paie sau foițe subțiri de papirus de lignitul încălzit de razele solare, sau simplu, prin frecare. Tot acest proces de observații și acumulare de cunoștințe și efecte nu a putut continua normal, întrucât umanitatea a intrat într-o perioadă de instabilitate și haos, ca urmare a colapsului Imperiului roman, urmată de o lungă perioadă de restructurare a vieții social politice, administrative, care să asigure stabilitate. Această nouă stare a început în sec. X și a trecut o perioadă importantă, până când Europa a intrat într-o anumită normalitate. Astfel, abia în secolele XVII și XVIII s-au pus bazele cercetării științifice în sensul folosirii unor metode de cercetare valabile până în ziua de azi. Vom spune că în efortul de căutare și explicare a diverselor fenomene, prima etapă a fost aceea de a le supune atenției societății, iar dintre locurile mai utilizate erau saloanele frecventate de elitele societății dar și unele spectacole de circ.

Într-o asemenea conjunctură în 1540 se naște William Gilbert care este considerat părintele electrostaticii. Provenind dintr-o familie înstărită, studiază medicina în Anglia și Italia, ajungând medic al reginei Elisabeta a Angliei. Studiile efectuate i-au permis să-și formeze concepții avangardiste pentru acele timpuri și să devină partizan, susținător și utilizator al metodelor de cercetare experimentală. În acest scop cheltuiește sume importante, fiind interesat de magnetism și electricitate. În 1600 apare tratatul lui Gilbert intitulat *De magnete, magnetique, corporibus et de magne magnetes telure*, tratat care conține două capitole-părți (domeniul magnetismului respectiv al electricității) în care sunt prezentate cercetările autorului. Din nenumăratele și importante contribuții aduse electricității de către Gilbert, vom menționa următoarele:

- construiește un aparat de investigație a electrizării, denumit *versorium*, un fel de busolă electrică,
- elaborarea teoriei materialiste a efluviilor electrice,
- combaterea teoriilor explicative privind natura nematerială a fenomenelor magnetice și electrice. Astfel, el consideră absurdă teoria lui Thales, care atribuie suflet magnetului.

Desigur despre Gilbert se pot spune foarte multe lucruri: el a fost un pasionat și neobosit cercetător, unele surse susținând că pentru a lămuri proprietatea misterioasă de atracție a cheltuit o sumă imensă pentru acele timpuri, de circa 5000 lire sterline. Probabil că astfel a descoperit că chihlimbarul nu este singurul corp care prin frecare atrage alte corpuri, cum ar fi diamantul, safirul, opalul, ametistul, rubinul, smaraldul și cristalul de stâncă, iar în altă categorie intră sticla, sulful, ceara roșie, rășina, sarea și altele. De altfel, doar metalele nu se electrizează prin frecare. Aceste determinări au permis și cercetătorilor mai puțin bogați să încerce utilizarea și cunoașterea lor într-o altă stare decât frecarea banală și intermitentă. Existând o bază și rezultate sigure, acestea au atras și mai mulți cercetători. Printre aceștia menționăm pe cunoscutul Otto von Guericke care a realizat prima mașină electrostatică care era o sferă de sulf prevăzută cu un ax cu manivelă. Frecarea se realiza prin dispunerea palmei pe suprafața sferei care se electriza suficient pentru a atrage corpurile ușoare și chiar picăturile de apă pulverizate în apropiere. Mașina, un generator electrostatic, a reprezentat primul pas pentru producerea electricității statice pe cale mecanică, diferită de o frecare banală. Mașina era prima creație umană care permitea o observare mai bună a fenomenului. Se sfârșise epoca electricității distractive de salon sau cea a firelor de păr din peruci care rămâneau lipite de obraji. Alături de aceste manifestări înconjurate de curiozitate și însoțite uneori de mici scânteieri dar nepericuloase, rămâneau periculoase și înspăimântătoare tunetele și trăsnetele producătoare de incendii și decese. Din cei care s-au interesat de această mare problemă menționăm doar pe Franklin, Lomonosov și Richman.

Despre neînfricții Franklin, Lomonosov și victima Richman. Benjamin Franklin s-a născut în 1706 la Boston într-o familie săracă, care avea 17 copii. Tatăl său era un mic meseriaș care avea un atelier de lumânări. Benjamin a lucrat la început în atelierul tatălui său, apoi ca tipograf, gravor, legător, redactor etc. Era un om capabil, întreprinzător, perseverent și pasionat de cunoaștere și acțiune. La 17 ani pleacă la Philadelphia unde desfășoară o susținută activitate social-politică și culturală. Devine om politic, luptător înflăcărat pentru independența Americii, iar în perioadele 1757-1762 și 1765-1775 reprezintă și apără interesele coloniștilor americani la Londra. După începerea războiului de independență el se întoarce în 1775 în patrie. Franklin a fost interesat de multe domenii ale științei, printre care și cel al

electricității căreia i-a consacrat mult timp și multă atenție în special în perioada 1746-1754. A fost un temerar autodidact și un talentat experimentator și poate chiar obsedat de electricitatea atmosferică. Franklin se hotărâște să capteze cu ajutorul unui zmeu construit dintr-o batistă de mătase întinsă pe două bețe încrucișate. Zmeul avea un vârf dintr-o sârmă de fier, zmeul fiind ținut de jos de o sfoară de cânepă terminată printr-o funie de mătase, cu rol de izolator. Unele surse spun că zmeul era din hârtie (n.n. poate primul!). Sfoara de cânepă udată de ploaie devenea un bun conducător de electricitate atmosferică. De capătul de jos al sforii era legată o cheie metalică. Când ploaia a udat sfoara de cânepă, au apărut scânteile electrice între cheie și pământ, care dovedeau descărcarea norilor de sarcinile electrice. Marele rezultat al experiențelor făcute a fost comunicat la Ședința Academiei de Științe a Franței din 27 aprilie 1778 la care a participat Franklin însoțit de Voltaire, iar Turgot, în cuvântarea sa a folosit expresia: „*El (Franklin) a smuls cerului trăsnetul și tiranilor sceptrul*”.

La această confirmare a naturii electrice a trăsnetului nu s-a ajuns dintr-o dată. Menționăm că sursele istorice cunoscute, atunci când relatează despre proprietatea de atracție a chihlimbarului frecat nu menționează existența descărcărilor electrice ci doar efectul de atragere. Este de presupus că frecarea banală și ușoară nu ducea la obținerea unor sarcini electrice importante care să ducă la descărcări electrice. Doar fizicianul Wall, în secolul XVII, contemporan cu Guericke, a obținut descărcări electrice cu ajutorul unei bucați de chihlimbar și a consemnat: “*Scânteia mi-a părut ca un foarte mic trăsnet*”. De abia Guericke, frecând sfera cu mâna, auzea pârâituri și în întuneric vedea mici scânteieri. Ipoteza că natura scânteilor electrice era de aceeași natură cu cea a fulgerului a fost emisă înainte de 1750 de Gray, Freeke Nollet și alții. Ideea paratrăsnetului a fost emisă de Franklin înainte de 1750, iar prima realizare a unui paratrăsnet îi revine preotului ceh Procop Divis din Znaim, Moravia în anul 1754. Franklin a realizat un paratrăsnet pentru protecția unei clădiri din Philadelphia în 1760. În anul 1784 guvernul francez a dispus să se monteze pe toate instituțiile publice paratrăsnete de protecție.

Aspecte din evoluția cunoașterii electricității și a aportului lui Benjamin Franklin. Secolul al XVIII-lea este etapa istorică caracterizată printr-o serie de acumulări în cunoașterea științifică a naturii și implicit a electricității. Este de considerat că alături de Otto von Guericke după aproape 100 de ani, la 10 noiembrie 1745, pastorul E.G. von Kleist

inventează primul condensator acumulator de sarcini electrice, faimoasa butelie denumită Leyda, care permitea realizarea unor experiențe spectaculoase dar și edificatoare. Este de considerat că preocupările lui Gilbert și Guericke au creat o bază concretă pentru dezvoltarea electricității. Astfel în 1766 Ramsden înlocuiește sfera de sulf cu o sferă de sticlă, după ce în 1740 D.H. Winkler a folosit pentru frecarea sferei de sulf o periuță din păr de cal. Tot în Anglia, Nairne construiește o mașină electrostatică de la care se puteau obține ambele tipuri de electricitate.

Surpriza și deruta ofițerului și chimistului francez Charles Francois de Cisternay du Fay (1698-1739). Du Fay dorea să știe dacă toate corpurile pot fi electrizate prin frecare. În 1733 el distinge două categorii de corpuri: bune și rele conducătoare de electricitate. Du Fay găsește un fenomen neașteptat: la început, contrar celor știute, se manifestă atragerea și ulterior respingerea unei foițe de aur cu ajutorul unui tub de sticlă electrizat prin frecare. În timp ce foița de aur plutea prin aer, ca un corp electrizat prin frecare, un alt corp dintr-o substanță rășinoasă l-a atras, dar curios, cele două corpuri trebuiau să se respingă, fiind electrizate. Același rezultat la obținut folosind chihlimbar și ceară roșie. Aceste manifestări l-au făcut să creadă în existența a două tipuri de corpuri, care generează două sarcini electrice opuse.

În prima etapă cele două tipuri de corpuri și electricitatea produsă de ele au fost denumite *rășinoasă* și *sticloasă*. Du Fay a elaborat, de fapt mai mult a schițat, o teorie turbionară, a vârtejurilor, denumite vortexuri care ar sta la baza atracțiilor și respingerilor electrice și chiar o manifestare a câmpului magnetic. Această teorie nu a fost susținută cu fermitate și din păcate a fost abandonată. Printre cei care au abandonat-o se numără și Oersted, care într-o primă etapă la “descrierea efectului electric asupra acului magnetic” susține că acest *conflict* formează un efect (stare) în jurul firului parcurs de curent. La negarea violentă a acestei ipoteze de către Amper, Oersted renunță să mai susțină această ipoteză. Astăzi suntem în măsură să considerăm că Oersted a avut dreptate întrucât vortexurile se regăsesc în multe manifestări ale naturii, cu excepția mediului solid omogen. De precizat că un vortex reprezintă o alăturare numeroasă de spirale care, după părerea noastră, reprezintă spiralele lui Fibonacci, spiralele vieții.

Descoperirea celor două tipuri de electricitate a generat un efort deosebit de a le explica și înțelege. Vom reaminti ipotezele lui

Franklin care susținea că în toate corpurile există o materie *electrică* difuzată în ele și atrasă în mod deosebit de apă și metale! Corpul este în stare naturală *neutru*. Un surplus de materie electrică înseamnă o electrizare pozitivă, un minus – electrizare *negativă*. Termenii *electrizare, pozitiv, negativ, minus, plus* erau complet noi și sunt inventați de Benjamin Franklin, rămânând valabili până azi. În modul banal și simplist Franklin este cunoscut doar ca inventator al paratrăsnetului, dar el are și alte contribuții importante în domeniul electricității.

Desigur, este cunoscut și acceptat faptul că orice domeniu științific este rezultatul unui efort intelectual și material a numeroși cercetători, mai mult sau mai puțin atrași și pasionați, mai mult sau mai puțin profesioniști născuți sau nu pentru cercetare științifică. Totodată, înțelegerea activității de cercetare științifică nu este lipsită de subiectivism și de nivelul de competență al celor care o apreciază. Domeniul electrotehnicii și electricității nu face excepție de la aceste situații; în consecință, aprecierile noastre nu se vor absolute, ci mai mult o prezentare de informații privind conjuncturile în care au avut loc desfășurarea evenimentelor științifice, lăsând cititorul să își facă propria lui părere. Cu aceste precizări ne vom referi la cele mai cunoscute și laudate personalități științifice ruse precum Lomonosov, Richman și Kitaev și Grevțev, ultimii doi fiind autori din perioada comunistă.

Despre Mihail Vasilievici Lomonosov (1711-1765). M.V. Lomonosov s-a născut aproape de Holmogorî, gubernia Arhangelsk, într-o familie de țărani. În nordul rusesc nu existau proprietăți moșierești, zona nordică fiind patria unor navigatori îndrăzneți, care ajungeau până la insulele Spitzbergen. Lomonosov mergea cu tatăl lui la pescuit în Oceanul Arctic și Marea Albă. Lomonosov a început școala mai repede și a manifestat de la început dorința și pasiunea de cunoaștere. La 19 ani pleacă la Moscova unde învață la Academia moscovită limba latină, vorbit și scris. Dovedindu-se printre cei mai buni elevi, este trimis în 1736 la Petersburg, iar ulterior în străinătate la Universitatea din Magdeburg. În 1739, este la Freiburg unde studiază chimia și mineritul. În 1741 se întoarce acasă, iar după un an este numit adjunct de fizică la Academia din Petersburg. Din 1745 este numit profesor de chimie. Activitatea lui Lomonosov se desfășoară într-o Rusie feudală de tip țarist, mult rămasă în urmă față de Europa apuseană și aflată sub dominația dogmatică a bisericii ortodoxe ruse, care domina învățământul

superior din Moskova și Kiev. Eforturile de modernizare a Rusiei întreprinse de Petru cel Mare, decedat în 1725, au fost puternic frânate de o parte din pătura monahală susținută de nobilii conservatori și retrograzi. În aceste condiții Lomonosov se preocupă de chimie și mineralogie, de fizică și mecanică. Autorul consideră că Lomonosov s-a remarcat în special prin concepțiile sale asupra cunoașterii științifice și mai puțin ca un cercetător dirijat spre un anumit domeniu și problematică riguroasă. Astfel, la 25 noiembrie 1735, Lomonosov se adresează tuturor oamenilor de știință, la modul general, situându-se pe poziția unui autocrat al științei cu următoarea formulare, în stil ruso-sovietic: *Să se caute cauza profundă a forțelor electrice și să se alcătuiască o teorie precisă a electricității!* Pe scurt, apreciem că Lomonosov se erijase într-un tătuc țar științific, în stilul inconfundabil al conducătorilor slavo-ruși țariști sau comuniști mai vechi sau mai noi. Ar fi însă nedrept dacă nu am aminti de preocupările lui Lomonosov pentru electricitatea atmosferică. Diversele izvoare electrice în exclusivitate rusești menționează activitatea de cercetare a descărcărilor atmosferice, cercetare făcută împreună cu G.V. Richman. Izvoarele disponibile nu precizează când a început această colaborare și cum s-a desfășurat. După părerea noastră, colaborarea Richman-Lomonosov nu putea începe decât după întoarcerea în Rusia a lui Lomonosov din 1741, dar mai probabil după numirea lui Lomonosov ca adjunct în fizică la Academia de științe din Petersburg din 1742.

Despre G.V. Richman sursele istorice sunt zgârcite. Este considerat fizician rus (discutabil) născut în 1711, deci de aceeași vârstă cu Lomonosov, poate au fost chiar colegi de școală. Prin amabilitatea domnului profesor dr. Fiz. Octavian Baltag, mai putem completa următoarele: Părinții lui G. Richman, de origine germană, au locuit o perioadă în Suedia, de unde au ajuns în Estonia, unde s-a născut G.V. Richman. Deoarece nu era rus-rus, el nu a beneficiat de atenția biografilor nici din est nici din vest. Nu se cunosc circumstanțele în care a avut loc decesul său, ci doar faptul că a survenit în timpul unor experimente de electrostatică atmosferică.

Este de presupus că amândoi cunoșteau și foloseau limba germană. În mod normal o cercetare științifică presupune de cele mai multe ori folosirea unor verificări experimentale care necesită o bază materială specifică, de cele mai multe ori realizată special. Aceste considerente sunt valabile pentru o etapă avansată a civilizației și implicit a științei, dar aceasta nu era cazul Rusiei, rămasă mult în urma Europei. Apreciem că această rămânere în urmă era

de circa 200 de ani, fiind generată de condiții considerate obiective. Astfel, se știe că între 1240 și 1480 Rusia a fost sub dominație mongolă, care au impus nivelul lor de civilizație pe care o vom denumi *civilizația viețuirii în corturi și călare* la care vom adăuga faptul că stepele Rusiei nu au favorizat dezvoltarea normală a vieții. În același timp, întinderea uriașă a Rusiei a fost un avantaj strategic, dar, în același timp, o uriașă piedică pentru organizare și colaborare între diversele comunități separate de spații enorme. Europa a beneficiat de spații mai mici, de o climă mai bună și de resurse mai accesibile. Nu putem neglija nici rolul geneticii în dotarea umanoizilor, care se pare că poate fi influențată de condițiile de mediu și în special de cele istorice-administrativ-politice, întrucât oameni capabili s-au născut în toate zonele mapamondului. Este și situația lui Lomonosov, care s-a născut în Rusia lui Petru cel Mare, care în pofida unui spațiu neprielnic vieții, a clădit Petersburgul. Autorul consideră că Petersburgul a fost gândit ca o capitală mai apropiată de Europa, departe și ruptă de Moscova. Mai mult, Neva, Golful Finic și Marea Baltică erau o cale de comunicare mai rapidă și pretabilă pentru transportul de călători și marfă. Petru cel Mare gândea departe, dar viața lui s-a oprit în 1725, când Lomonosov și Richman aveau 14 ani, iar Leningradul era din 1712 capitala Rusiei, construit pe un teren care anterior aparținuse suedezilor.

Cu toate că Petersburgul a fost proiectat de arhitectul italian D. Trezzini, care l-a conceput în stilul barocului nordic, construcția orașului a început în 1703 și a însemnat jertfa a circa 30000 de vieți omenești, fiind un fel de creație spontană. Conceput mai mult ca un centru administrativ nu credem că avea o infrastructură care să dispună de mica producție performantă și diversificată. Din aceste motive ne îndoiim că în anul 1750 existau ateliere bine dotate și personal care putea realiza aparatele și dispozitivele necesare cercetării experimentale. Mai simplu și mai comod era realizarea de cercetări științifice în laboratoarele din străinătate. Cum relațiile cu Suedia nu erau cele mai bune, opțiunea firească a fost pentru Germania, Petru cel Mare asigurând condiții atrăgătoare pentru personalități științifice germane pentru a veni și a lucra la Petersburg. Astfel este de crezut că Richman a devenit colaboratorul lui Lomonosov, dar în conul lui de umbră. Astfel, menționăm că sursele istorice apusene nu-l menționează pe Richman, numele lui fiind regăsit mai mult în surse rusești și a fostelor state comuniste. Din acestea rezultă că Richman și Lomonosov studiau natura electricității considerând că poate fi măsurată. În

acest scop Richman a construit un *electrometru* pe care l-a denumit *indicator electric*. În principiu acest *indicator* era realizat dintr-un fir și o linie gradată verticală. Între ele se forma un unghi proporțional cu mărimea sarcinii electrice măsurate. Acest indicator de electricitate a fost folosit un număr de ani la studierea electricității atmosferice. În acest scop, indicatorul era conectat la un dispozitiv de captare a electricității atmosferice și tot ansamblul era denumit *mașina de trăsnet*. În 1752 a apărut în Buletinul din St. Petersburg un articol a lui Richman în care se dovedea că *materia electrică este identică cu materia fulgerului*. Se pare că acest lucru a făcut și obiectul unui raport elaborat de Richman, care ar fi trebuit să fie prezentat împreună cu Lomonosov într-o ședință a Academiei de știință, dar în cursul unor experimente în iulie 1753 Richman a fost omorât, probabil prin electrocutare. Raportul a fost prezentat de Lomonosov, trei luni mai târziu, în noiembrie 1753, chiar dacă, după cum susțin unele surse, biserica rusă s-ar fi opus acestei prezentări.

Abandonarea electricității statice. Atunci când homo sapiens conștientizează un fenomen al naturii el își pune instinctual două întrebări:

- trebuie să mă feresc, pentru că este periculos?

- pot să-l folosesc la ceva?

La această întrebare binomică problema a început să se lămurească atunci când s-a stabilit că scânteile generate de blana pisicii sau de pieptene sunt de aceeași natură ca și fulgerele cerești. Problema era că ultimele puteau produce incendii și decese. În momentul când a fost montat primul paratrăsnet la Philadelphia și în Franța pe clădirile publice, homo sapiens s-a simțit protejat și a scos din atenție electricitatea atmosferică.

În schimb homo sapiens nu s-a liniștit până nu a evaluat-o. Cel care a reușit să lămurească problema se numea Charles August de Coulomb, născut la 14 iulie 1736 la Angeulene. Urmează o școală militară și devine inginer de geniu, iar în paralel se simte atras de cercetarea consacrată binelui public. La început se ocupă de magnetism, iar din 1774 de electricitate și ca urmare în 1785 apare lucrarea *Construcția și folosirea unei balanțe electrice*, balanță cu care stabilește legile de interacțiune a maselor/sarcinilor n.n. electrice. Cu ajutorul legilor stabilite devine clar dacă se poate utiliza sau nu electricitatea statică pentru necesitățile lui homo sapiens. Întrucât forțele care se puteau obține pe cale electrostatică păreau să nu poată fi utilizabile, domeniul a intrat în desuetudine. Între timp natura a hotărât să-i dea o nouă lecție lui

homo sapiens iar cel care a primit-o și a înțeles-o a fost profesorul Luigi Galvani, din Bologna atât de cunoscută și la modă astăzi.

În prima etapă un elev al lui Galvani constată că scânteile unei mașini electrostatice au efect asupra picioarelor unei broaște. Ulterior, tot picioarele de broaște, dar atârinate de un fir de cupru, au dus la o reacție similară. Cel care a înțeles și folosit aceasta a fost Alessandro Volta, care l-a începutul lui 1800 comunică realizarea primei surse importante de energie electrică, așa zisă pilă Volta.

Pila lui Volta era o asociere de două metale, cea mai cunoscută și utilă fiind din două discuri, unul de cupru (cel pozitiv) și unul de zinc (cel negativ). Această asociere asigură o tensiune modestă, de 0,83 V, la un curent care depindea de suprafața celor două discuri. Prin cuplarea acestor pile în diverse combinații serie-paralel se obțineau tensiuni și puteri importante.

Astfel, din ordinul lui Napoleon, la Școala Politehnică din Paris s-a realizat o pilă mamut formată din 600 de perechi de discuri, care realizau o tensiune de aproape 500 de volți, iar curentul debitat putea ajunge la 10 amperi. Ideea și realizarea unei surse importante de energie electrică care putea să funcționeze un timp important a fost repede preluată de fizicienii cercetători.

Sursele istorice îl menționează în premieră pe Humpray Davy, chimist, de fapt cercetător, care cu ajutorul a 2000 de pile voltaice studiază curentul electric și mai ales scânteia electrică continuă, adică arcul electric, care pare să poată fi folosit într-o primă etapă, ca sursă de lumină puternică. Funcționarea arcului electric în regim permanent se pare că a fost obținută în 1881. Independent de Davy, același lucru l-a obținut în 1882 rusul V.V. Petrov. În acest scop Petrov a folosit de asemenea o sursă realizată din asocierea unui număr de pile Volta, dar într-un număr mai mare decât Davy, și anume 2100, dar arcul electric a rămas arc electric, nici european nici rusesc. A fost privit ca o posibilă sursă de lumină, cu atât mai mult cu cât nevoia de lumină l-a însoțit pe om din cele mai vechi timpuri. Din punct de vedere al necesității umane, aceasta a crescut odată cu dezvoltarea civilizației.

Dar nu numai atât. Soluțiile tradiționale pentru iluminatul artificial erau costisitoare, incomode și cu eficiență luminoasă redusă. Sunt cunoscute opaițele, feștilele, lămpile cu ulei, torțele. Lumânările, lămpile cu petrol și cele cu gaz. Astfel, la o sărbătoare a lui Ludovic al XVI-lea la Versailles, în Sala oglinzilor, pentru iluminat s-au folosit 1800 de lumânări de cea mai bună calitate, iar în 1875, cu ocazia unei recepții s-au aprins 4000 de lumânări. Efortul de a le aprinde, supraveghea,

stinge și înlocui ca și costul lor erau o mare problemă. În acest context, posibilitatea realizării unui iluminat electric era foarte atrăgătoare. Drept urmare, lămpile cu arc electric au constituit intrarea electricității într-o altă etapă, aceea a electrotehnicii, prin aceea că electricitatea era folosită la parametri până atunci neîntâlniți, pentru a realiza efecte utile fiind nevoie de o tensiune minimă de 45-50 V și un curent de cel puțin 10 A, deci o putere minimă de 450 W, ceea ce nu se putea obține de la o sursă electrostatică decât în regim de descărcare scurtă.

La toate acestea vom mai adăuga că arcul se realizează între doi electrozi de cărbune cu un diametru minim de 9-10 mm și o lungime de circa 25 cm, care în timpul funcționării arcului se micșorau prin consumarea materialului electrozilor cu o viteză de 2-4 mm/min. Desigur, nu era comod și simplu, dar era mai bun și mai ieftin decât celelalte metode de iluminat. De altfel, iluminatul electric cu arc era numit și *soarele electric*! Era puternic și strălucitor și se preta mai mult pentru iluminatul exterior, pentru proiectoare, faruri marine, dar oricum era mai ieftin. Problema era rezolvată doar parțial întrucât pilele voltaice erau slabe și consumabile. Trebuia un alt tip de sursă de energie. În principiu ele existau dar nu erau adaptate pentru a furniza energie electrică pentru diverși consumatori.

Astfel vom menționa că după circa 10 ani de cercetări folosind două bobine de curent continuu și miezuri magnetice, Michel Faraday construiește primul generator rotativ de curent continuu, realizat dintr-un disc de cupru care era rotit între polii unui magnet permanent. Tensiunea obținută era preluată între axul discului și periferia lui. Astăzi suntem siguri că performanțele acestei mașini electrice-generator erau foarte modeste pentru că distanța dintre polii magnetului era mare, iar viteza de rotație a discului învârtit cu mâna nu putea depăși 60-70 rotații pe minut, deci era mică.

Dar aceasta se întâmpla la 20 octombrie 1831. Vom mai menționa, însă fără a aprecia existența în literatura de specialitate a unui disc similar denumit *Roata lui Barlow*, notificat ca fiind concepută și realizată în 1822. Roata lui Barlow era tot un disc, care la periferie era prevăzut cu decupări, deci un fel de periferie crenelată, care intra într-un vas cu mercur prin care se alimentează sau se generează curent și care seamănă izbitor de bine cu discul lui Faraday. Ceea ce este de discutat este faptul că discul lui Faraday nu era conceput pentru a lucra ca generator homopolar ci doar ca o mașină care să permită verificarea legii inducției electromagnetice care a permis ulterior conceperea unor generatoare mai performante.

Astfel, în 1832 francezul Pixii construiește un generator denumit generatorul lui Pixii realizat dintr-un cadru vertical, care la partea superioară avea prevăzute două bobine fixe dispuse pe un circuit magnetic. Sub ele se învârtea un magnet permanent de tip potcoavă antrenat printr-un ax vertical de o coroană dințată cu dinți oblici, care antrena un pinion rigidizat cu axul magnetului permanent. Coroana dințată și pinii jucau rolul unui multiplicator de viteză, antrenat tot de o manivelă.

Evident, mașina era un generator monofazat de curent alternativ, care la acea dată era considerat neutilizabil. Aici vom menționa intervenția salutară a lui Amper care imaginează un fel de comutator colector-redresor, care permitea obținerea unui curent pulsatoriu de un singur sens. Ținem să subliniem deci că primul colector primitiv și diferit de cel clasic nu este a lui Gramme ci a lui Amper-Pixii.

Acest prototip de generator magnetoelectric a fost modificat de Saxton și ulterior de Clarke, care a inventat concepția constructivă a lui Pixii. La Clarke magnetul permanent este fix, iar bobine induse se învârteau în fața acestuia. În această dispoziție colectorul se modifica iar inelele colectoare sunt constituite din segmente colectoare, deci un fel de lame colectoare mai lungi și mai înguste. Această concepție se regăsește și la colectorul Gramme care dacă ar fi îngustat ar deveni aproximativ varianta Clarke. Gramme s-a inspirat, credem noi, dar nu a copiat. În primul rând a trebuit să conceapă o înfășurare rotorică care să poată a fi conectată la lamelele colectorului Gramme. Soluția colectorului și a înfășurării compatibile cu colectorul a fost definitivată și realizată în 1871.

Antrenat de un motor cu aburi, generatorul Gramme a devenit o sursă de putere continuă și de putere neașteptat de mare, posibil a fi utilizată în scopuri utile. În acest fel electricitatea devine *electrotehnică* utilizabilă în foarte multe aplicații practice. Vom reaminti că primul generator electric care permitea obținerea unui curent electric și a unei tensiuni semnificative a fost generatorul lui Pixii care folosea pentru obținerea câmpului magnetic un magnet permanent, soluție de principiu care s-a păstrat până în 1851. După ce Clarke își realizează generatorul în 1836, cu bobine mobile și magnet permanent fix, acest tip de generator este supus unor perfecționări și creșterii continue a puterii disponibile. Astfel, profesorul de fizică Nollet a folosit generatorul magnetoelectric pentru descompunerea apei, sperând să poată utiliza oxigenul și hidrogenul pentru iluminat, dar inițiativa nu s-a impus. În schimb, în colaborare cu întreprinzătorul Joseph van Malderen, un generator

mare și puternic care avea o înălțime de 1,65m și conținea 40 de magneți permanenți și 64 de bobine. Acest tip de generator a fost destinat ca sursă pentru iluminatul electric cu arc și vom menționa compania *Alliance* care a fabricat asemenea generatoare, care, printre alți utilizatori de iluminat electric, a echipat farul Havre din portul Le Havre. De menționat că Joseph van Malderer a avut ideea de a alimenta lămpile cu arc electric fără a mai folosi comutatorul-redresor al mașinii generatoare, deci este primul care a realizat arcul electric în curent alternativ.

Pentru a încheia mai menționăm că marele Zenobie Gramme era un modest tâmplar la compania *Alliance* și că Michael Faraday a fost angajatul lui Humpray Davy cu un salariu de 25 șilingi pe săptămână. Dar toate acestea nu au împiedicat punerea în valoare a marilor capacități intelectuale manifestate individual sau în colaborare. Astfel Gramme în colaborare cu inginerul francez H. Fontaine a reușit ca în 1873 la Expoziția de la Viena să prezinte tuturor vizitatorilor asocierea a trei mașini: un motor cu ardere internă care antrena un dinamo-generator Gramme și care printr-un cablu în lungime de 1 km înfășurat pe un tambur alimenta o altă mașină rotativă tip Gramme, care primind energie electrică funcționa ca motor, care antrena o pompă. Din acest moment drumul electrotehnicii era atestat și deschis afirmării în multe domenii.

Bibliografie

1. **Max von Laue.** *Istoria fizicii*, Ed. Științifică București, 1963.
2. **Bucur A., Ștefănescu Gh., Macovescu M.** *Din istoria electricității*, Ed. Științifică București, 1966.
3. **Spangenburg Ray, Meser K.** *Diane*, vol. 1,2,3, Ed. Lider București.
4. **Cernomazu D., Simion Al, Mandici L.** *Micromotoare electrostatice*, Ed. Univ Suceava, 1997.
5. **Alexandrescu P. A.** *Teza de doctorat*, Univ. Tehnică Gh. Asachi Iași, 2008.
6. **Tescu Gr.** *Teza de doctorat*, Univ. Tehnică Gh. Asachi Iași, 2011.

Recomandat spre publicare: 18.06.2015.