

UN OM DE ȘTIINȚĂ ROMÂN FOARTE PUȚIN CUNOSCUT: NICOLAE MORARU

Lucian Ștefan COZMA¹, Daniela Georgiana
GOLEA², Tiberiu TĂNASE³

lucian.stefan@yahoo.fr, kolerdaniela@yahoo.com,
tiberiutanase26@gmail.com

ABSTRACT: The evolution of Romanian science and technology, most often under the influence of movements in the political world, has recorded over the last two centuries, periods of stagnation and unexpected leaps, the latter being generated by the emergence of some reforms or development initiatives, which were generated at the level of political leadership. This is how things happened during the reign of Alexandru Ioan Cuza and Carol I of Romania, also Ferdinand I of Romania (to a lesser extent) and especially during the Ceaușescu Regime. Especially after the events (Soviet intervention in Czechoslovakia) that took place in the summer of 1968, in Romania, the political decision gave the start of a vast program of development and modernization. That initiative has covered a lot of economic and technical-scientific aspects, referring to a large number of scientific and economic areas. The research and development activity, in particular, was very advantaged. The activity of the Romanian researcher and inventor Nicolae Moraru was largely part of this historical context. He was a researcher at ICENERG (later, ICEMENERG) Bucharest, carried out a research activity that first aimed at understanding the phenomena of generation and natural transport of electrons in the Earth's atmosphere, also, the applications of these phenomena in the field of electromagnetic weapons; the designing and developing for new models of electric motors and electrochemical sources intended for

¹ Doctor în Științe Militare (Universitatea Națională de Apărare), fizician (Universitatea București).

² Doctorand în securitate/relații internaționale (Universitatea din Ruse), economistă (Academia de Studii Economice, București).

³ Secretar al Diviziei de Istoria Științei a Comitetului Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii (CRIFST) al Academiei Române, lector univ. la Universitatea Româno-Americană, membru al Societății de Științe Istorice din România.

them; the remotorisation of the Dacia 1300 chassis with an electric motor of exclusively Romanian design and production; the improvement of combustion processes in industrial boilers and in the scheme of internal combustion engines etc. This paper comes as a restitution for the history of Romanian science and technology, seeking to bring back to the attention of the academic environment and of the general public, datas and informations about personalities and facts unjustly forgotten or erased from the official history.

KEYWORDS: Nicolae Moraru, magnetic energy, secret projects.

Introducere

Atât din punctul de vedere al importanței științifice a operei sale, cât și din punctul de vedere al importanței economice a aplicațiilor pe care le-ar fi avut realizările sale, Nicolae Moraru se înscrie în istoria contemporană a științei și tehnicii românești drept unul dintre cei mai importante nume. Din păcate, persoana și activitatea acestui om sunt foarte puțin sau deloc cunoscute în mediul academic și cu atât mai puțin de către publicul larg.

Prin importanța teoretică și practică a lucrărilor sale, Moraru poate fi considerat ca unul dintre cei mai importanți cercetători și inventatori ai României contemporane, alături de savanți mult mai bine cunoscuți (cel puțin, de către mediul academic, dacă nu și de publicul larg) așa cum ar fi Henri Coandă, Nicolae Paulescu, George „Gogu” Constantinescu, Nicolae Vasilescu-Karpen, Traian Vuia și mulți alții. Din nefericire, activitatea desfășurată de *Nicolae Moraru* a avut particularitatea de a se fi desfășurat într-un cadru foarte bine protejat de orice indiscreție, dat fiind importanța strategică a lucrărilor sale: instalație electronică de apărare antiaeriană și antisatelit (începând cu 1963, stând la baza așa-numitului „Proiect Romteleghid”); metoda combustiei termoionice, cu impact foarte mare asupra sectorului energetic (începând cu 1969); sursa electrochimică secundară de tip Pb-Acid cu electrozi granulați și electrolit gelatinos (tot în 1969); proiectul de remotorizare a Daciei 1300 (în 1973) și acela de realizare a unor noi tipuri de grupuri motopropulsoare pentru autovehicule de orice gabarit; motorul electric pe pernă magnetică (în 1976) destinat unor aplicații industriale de primă importanță; motorul cu energie pur magnetică (în 1992) și multe altele...

Dat fiind caracterul strategic al acestor realizări, am putea considera că Nicolae Moraru a fost unul dintre cei mai importanți inventatori

români ai secolului XX. Cum el nu este deloc cunoscut nici pe plan intern, nici în mediul internațional, putem spune că reprezintă unul dintre *ilustrii necunoscuți* ai științei românești și mondiale.

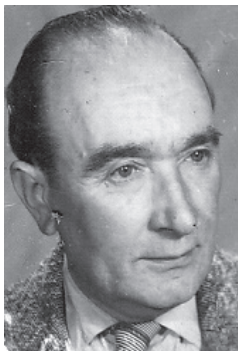


Fig. nr. 1 – Cercetătorul și inventatorul român Nicolae Moraru (1910–1993).⁴

⁴ Fotografie de la începutul anilor '70 ai secolului trecut, din vremea în care Nicolae Moraru era preocupat în special de proiectul privind remotorizarea automobilului Dacia-1300. Intrat în producție la Mioveni începând cu anul 1969, modelul Dacia 1300 a fost rezultatul obținerii de către Republica Socialistă România a licenței de producție din partea companiei franceze Renault, pe baza modelului original Renault 12. Motorul Daciei 1300 dezvoltă 54 CP și avea capacitatea cilindrică de 1289 cm³, cu un consum mediu de 7 litri benzină per sută de kilometri. Cum realizarea grupului motopropulsor sub licență s-a dovedit cea mai dificilă, inginerul Nicolae Moraru (lucra în energetică, nu în industria de mașini) a propus încă din primii ani de producție ai fabricii de la Mioveni, înlocuirea motorului francez cu un motor termic și apoi, unul electric de concepție și fabricație exclusiv românească. Cu toate că lucrările sale (atât motorul termic cu ardere internă cât și motorul electric) erau perfect realizabile și de fiabilitate corespunzătoare, acestea au fost considerate prea îndrăznețe (deși nu presupuneau în mod neapărat modificări majore de infrastructură) și inacceptabile din punct de vedere al deciziei politice. Totuși, rămâne un moment important în istoria științei și tehnicii românești. Menționăm că, Moraru a propus inclusiv adoptarea unui motor hibrid, de tip termic și electric, pentru a crește în acest fel fiabilitatea în ansamblu. Motorul termic propus (1969) de Nicolae Moraru era bazat pe adoptarea la motorul de combustie existent a unui nou tip de carburator ce permitea utilizarea unui amestec de combustibili foarte diferiți între ei (un amestec de alcooli, apă, petrol nerafinat și benzină) prin care scădea foarte mult costurile dar și efectul poluant al gazelor eșapate. Ulterior, odată cu propunerea (1969–1970) metodei denumită „a combustiei termoionice”, avea să scadă la 10% participarea carburantului fosil în cadrul amestecului de combustibil, crescând la 80% participarea apei în acel amestec și adăugând 10% așa-numiții „aditivi termoinici”. Acest amestec combustibil bazat pe 80% apă avea să nască legenda și zvonurile despre realizarea unui „motor cu apă” în România. După anul 1973, atenția sa a devenit tot mai mult atrasă către perspectiva realizării unui nou tip de motor electric, cu performanțe

Nu este nici pe departe singurul om de știință român aflat în această situație: aproape în orice domeniu al științei și tehnicii sunt persoane care au avut merite deosebite, dar care, din diverse motive nu au ajuns să fie cunoscute de către public. Am putea aminti de Ștefania Mărăcineanu în domeniul fizicii nucleare și în particular, în fizica fenomenului radioactivității naturale și artificiale; de asemenea, un caz similar este acela al biochimistului/fizicianului Sorin Comoroșan; este și cazul inventatorului Rudolf Liciar (Brașov, perioada interbelică); al inventatorilor Constantin Văideanu și Nicolae Văideanu și lista poate continua...

Din păcate pentru știința universală dar și pentru interesele României, cea mai mare parte a rezultatelor muncii de cercetare și invenție obținute de Nicolae Moraru a rămas complet necunoscută atât în mediul academic, dar și publicului larg. Mai grav, aceste rezultate practic nu au fost aplicate în industrie și nu au produs efectele sociale și economice prevăzute de autorul lor. Lucru și mai trist: nici măcar în cadrul mai restrâns al lumii oamenilor de știință din România, numele lui *Nicolae Moraru* sau al altor mari oameni de știință și inventatori români, nu este cunoscut la ora actuală. Rezultatele muncii lor de cercetare nu au fost aplicate, documentația obținută în cadrul acestei activități a rămas depozitată în arhive care din varii motive sunt inaccesibile publicului, timpul a trecut și astfel, uitarea s-a așternut. Nimeni nu a mai fost interesat să caute date și informații privind activitatea acestor oameni, iar dacă institutele de cercetare au fost desființate sau restrânse, mari părți din arhivele acestora au fost distruse ori sustrase, în acest fel pierzându-se adevărate comori ale științei și tehnicii. În momentul de față, odată cu creșterea masivă a importurilor, conducerea politică și administrația publică din România și-a îndreptat atenția în special către importuri, fiind importat aproape totul (și orice), începând cu alimente de bază și ajungând la tehnologiile necesare diverselor domenii ale industriei, atât cât mai există aceasta în momentul de față.

Colegii de generație ai celor care au lucrat în cercetare în perioada interbelică sau în timpul regimului Ceaușescu, fie au plecat dintre noi unul câte unul, prin simpla trecere a timpului, fie nu au avut posibilitatea să se exprime, să ne prezinte mărturiile lor. Aceste mărturii au fost puține, de altfel, și greu accesibile; majoritatea acestor mărturii nici nu au fost înregistrate vreodată pe vreun suport, ci doar transmise din gură în gură

deosebite: motorul electric „pe pernă magnetică” (1973–1976), devenit ulterior (1992) „motorul cu energie pur magnetică”.

peste generații. În urma activității lui Moraru nu au mai rămas accesibile publicului decât legendele și zvonurile care s-au perpetuat prin diverse mijloace: cele specifice folclorului oral, cele puse la dispoziție publicului odată cu apariția internetului etc. Chiar și în momentul de față se mai povestește despre faptul că în 1968 ar fi existat „laserul lui Coandă” (sic!); că în perioada lui Ceaușescu s-ar fi realizat la un moment dat motorul „cu apă” la fabrica Dacia din Mioveni; că ar fi fost realizat la un moment dat un motor electric cu performanțe deosebite; că ar fi existat un proiect (denumit „Romteleghid”) de obținere a unei arme strategice bazate pe emisia de fascicule de particule de mare energie, focalizate și dirijate către ținte aflate la mari distanțe etc.

Acestea toate sunt zvonuri și elemente de „popular culture”, dar... în spatele fiecărei povești de acest gen a stat ceva real. Firește, poveștile respective, așa cum apar ele în public, conțin elemente de ficțiune, denaturări, exagerări sau interpretări complet eronate ale unor fapte și evenimente reale. Am ales să rememorăm existența acestor povești și zvonuri, pentru că activitatea cercetătorului și inventatorului român Nicolae Moraru este direct legată de componenta veridică a acestor povești.

Nicolae Moraru s-a născut la data de 20 noiembrie 1910 în comuna Poiana Câmpina (jud. Prahova) și a făcut studiile medii în România, stagiul militar fiind satisfăcut în cadrul Regimentului 7 Dorobanți, contingentul 1932, ca transmisionist. Pregătirea în domeniul electrotehnicii a realizat-o la Institutul Normal Electrotehnic din Paris, ulterior el revenind în România și lucrând până în 1948 ca maistru-șef electrician montor la IAR Ghimbav, instalații electrice avioane. Ulterior, avea să lucreze în energetică, iar după anul 1967, la ICEMENERG – București, în cercetare, în ultimii ani ai carierei sale. De numele lui Nicolae Moraru se leagă cel puțin câteva din proiectele strategice desfășurate în mare secret de Republica Socialistă România în perioada 1965–1980. Acestor proiecte strategice le-au corespuns o serie de eforturi industriale desfășurate în România socialistă:

- efortul de a pune la punct și dezvolta pe baze economice proprii un sistem energetic național capabil să acopere toate nevoile prezente și viitoare, ba chiar să asigure și exportul de energie;

- efortul de a concepe și realiza modele de mașini de forță destinate diverselor sectoare ale economiei și care să poată fi realizate exclusiv la nivelul producției interne;

– efortul de a realiza și dezvolta o industrie națională de apărare aflată la cel mai înalt nivel tehnologic și capabilă să asigure conceperea și fabricarea unor noi sisteme de armamente, bazate pe principiul de funcționare noi și capabile de performanțe fără precedent;

– efortul de a realiza, *sui generis*, o producție industrială competitivă la export și care să poată fi introdusă cu succes chiar și pe piața occidentală, în condițiile restrictive ale Războiului Rece.

Opera de invenție a lui Nicolae Moraru nu a fost străină de niciunul din aceste eforturi și de programele sau proiectele strategice corespunzătoare. România socialistă i-a asigurat muncii acestui inventator protecția intelectuală și informațională deplină, drept dovadă însuși faptul că nu a auzit și nu a știut nimeni despre el și activitatea lui. Cu toate că în majoritatea cazurilor, Moraru a obținut rezultate deosebite, acestea nu au fost publicate și nici aplicate în industria românească. În momentul de față, dat fiind situația deplorabilă a datoriei externe și a distrugerii industriei românești, ar fi cazul să scoatem la lumină și să aplicăm aceste invenții, cu sau fără ajutorul unor investitori străini. O astfel de soluție tehnologică ar putea aduce foarte mult României din perspectivă economică, totodată impunând acestei țări și o modificare urgentă a managementului securității naționale. În legătură cu ascunderea operei de invenție a lui Moraru, acest secretism (perfect justificat la originea lui) a devenit, însă, păgubos la un moment dat. Prin urmare, a venit (poate) vremea să discutăm în mediul academic măcar, despre persoana cercetătorului/inventatorului Nicolae Moraru și despre invențiile sale. Despre avantajele economice și sociale (și de altă natură) pe care le-ar putea avea România de pe urma publicării și aplicării acestor invenții la nivel industrial.

1. Opera de cercetare și invenție

Nu vom discuta în cadrul acestui articol despre tot ceea ce a realizat Moraru, ci doar despre unele din lucrările sale mai importante. Ne vom opri, apoi, asupra lucrărilor care privesc motoarele electrice, având în vedere faptul că la ora actuală, atât la nivelul comunității europene cât și la nivel mondial se desfășoară o campanie impresionantă de promovare a motoarelor electrice și a trecerii la autovehicule propulsate electric. Interesant este că până la finele vieții sale (august 1993), Nicolae Moraru a avut o intensă activitate creatoare sub aspect științific, venind cel mai adesea cu soluții tehnologice inedite și de mare perspectivă. Dintre acestea amintim:

A – Instalația electronică de apărare antiaeriană și antisatelit (propusă pentru prima oară în anul 1963) lucrare ce a pus bazele tehnologiei moderne de intervenție asupra factorilor de mediu în scopuri militare. Inițial, această lucrare a vizat protecția Republicii Populare Române împotriva atacurilor ce s-ar fi putut desfășura fie prin întrebuițarea de către inamic a aviației de mare viteză (aparate de zbor care se deplasează la viteze și înălțimi foarte mari); fie prin întrebuițarea unor rachete strategice cu rază medie și lungă de acțiune (care, de asemenea, se deplasează înspre țintă la viteze și înălțimi foarte mari); fie, în sfârșit, prin întrebuițarea unor sateliți agresori (într-un fel sau altul). Inițiativa aceasta a pornit odată cu momentul istoric 04.10.1957, când URSS a lansat primul satelit (*Sputnik 1*) al Omenirii. Ulterior, lucrurile au prins și mai mult contur odată cu momentul istoric 12.04.1961, când nava cosmică pilotată *Vostok 1* a ieșit pe orbita circumterestră joasă avându-l la bord pe celebrul, astăzi, Iuri Alexeevici Gagarin. Interesant este că, deși eram oficial aliați ai URSS, faptul că sovieticii dispuneau de putere spațială și capacitatea de a se deplasa în atmosfera înaltă și spațiul cosmic, a fost interpretat de români ca o potențială amenințare la adresa securității naționale. Prin urmare, în martie 1963 era deja redactată o amplă lucrare tehnică intitulată „Instalația electronică de apărare antiaeriană și antisatelit” sub semnătura a trei autori și anume Nicolae Moraru, Nicolae Tiureanu și Romulus Murg. Lucrarea avea să ajungă la OSI⁵ (OSIM de astăzi) iar de acolo avea să fie redirecționată către o unitate militară de Securitate. Din acel moment, lucrările au intrat pe un făgaș care se dovedește imposibil de urmărit, iar finalitatea acestui proiect rămâne obscură. Dat fiind documentația personală a lui Moraru (aflată acum în posesia noastră) putem ști cu exactitate care era principiul de funcționare al instalației respective și ce sperau să facă prin intermediul acesteia, dar nu putem ști cu exactitate dacă și când a fost realizată. Au rămas doar zvonuri și speculații privind presupusa întrebuițare a acestei instalații în timpul evenimentelor din august 1968, dar nu avem nicio certitudine în acest sens. Mai târziu (jumătatea anilor '70 și începutul anilor '80), la nivelul speculațiilor și zvonurilor s-a vorbit despre „Proiectul Romteleghid”, din descrierea acestuia putând recunoaște foarte simplu că este vorba de aceeași lucrare ca aceea propusă în anul 1963. Nu putem ști, însă, cine și cum s-a ocupat de acest proiect, nici la

⁵ A purtat numărul de înregistrare 0046150 din data de 01.03.1963 (OSI – București).

ce rezultate reale a ajuns. Documentația originală semnată de Nicolae Moraru ne poate da doar unele indicii foarte interesante asupra tehnologiei întrebuițate, a principiului de funcționare și a efectelor de care era capabil un astfel de sistem de armament electromagnetic. Trebuie să remarcăm și faptul că o astfel de instalație poate fi întrebuițată și pentru producerea de modificări asupra factorilor de mediu⁶ în scopuri militare. Prin acțiunea unei astfel de instalații se pot provoca la nivel local fenomene meteo extreme precum și alte consecințe ale alterării factorilor de mediu, iar aceasta nu presupune decât întrebuițarea unei instalații care poate fi purtată în cadrul unui camion sau în remorca unui autovehicul de gabarit mediu...

B – Sursa de curent chimică cu electrozi granulați și electrolit gelatinat (1969) reprezentând o îmbunătățire a sursei electrochimice secundare de tip Plumb-Acid. Nicolae Moraru a inițiat lucrările la acest proiect de îmbunătățire a acumulatorilor de tip Plumb-Acid, în urma numeroaselor plângeri referitoare la dezavantajele specifice acestui tip de acumulatori, dintre care în special incapacitatea lui de a funcționa în regim de descărcare (fără asistența unei surse de curent care să asigure reîncărcarea); producerea efectului de sulfatare a grătarelor atunci când acumulatorul se descarcă; masa foarte mare a bacului de Plumb și dificultatea de a manipula un acumulator care este plin cu un electrolit lichid și pe deasupra acid; valorile relativ modeste ale tensiunii și curentului la borne; caracterul fragil al acestui tip de acumulator, care se putea sparge (bacul de Plumb fiind casant, iar grătarele fiind de asemenea foarte fragile și supuse permanent riscului coroziunii electrochimice); sensibilitatea accentuată față de variațiile de temperatură; incapacitatea de a lucra bine la temperaturi joase sau ridicate etc. În astfel de condiții, Nicolae Moraru a primit sarcina de a obține un acumulator Pb-Acid care să diminueze sau să înlăture inconvenientele menționate. Sarcina aceasta părea imposibil de atins, dar Moraru a dovedit rapid contrariul. În acest sens, el a înlocuit grătarele din Plumb cu granule de Plumb ce erau suflate cu Antimoniu, a schimbat electrolitul acid în stare lichidă cu un acid sulfuric gelatinat. Luând ca

⁶ Tehnologia este descrisă în detaliu într-o lucrare de specialitate, respectiv Costică Maria Țenu (coordonator lucrare), Lucian Ștefan Cozma, *Utilizarea factorilor de mediu în scopuri militare. Agresiunea geofizică și impactul acesteia asupra fizionomiei, conținutului și dinamicii războiului* (teză elaborată în vederea obținerii titlului de doctor în Științe Militare), Universitatea Națională de Apărare, București, 2015.

model sursele electrochimice primare (bateriile), Moraru a întrebuițat un catod granulat de Plumb pe care l-a pus în contact cu un colector central de sarcină electrică realizat din Grafit, iar anodul granulat din Plumb l-a pus în contact cu un colector periferic realizat din tablă de Zinc (corpul acumulatorului). Între cele două conglomerate de granule din Plumb în contact cu electrolitul imobilizat (gelatinat) a pus folii separatoare care lăsa să treacă sarcinile electrice. Întreg ansamblul l-a montat în cadrul unui vas realizat din material plastic rezistent (poliamidă). A obținut în final un model îmbunătățit de pilă electrochimică secundară (acumulator), nesulfatabilă, cu performanțe mult mai mari decât ale unui acumulator clasic Plumb-Acid având aceeași masă de material activ. În special raportul putere/greutate era mult superior, căci structura noului acumulator nesulfatabil era mult mai ușoară. Marea noutate era mai ales aceea că acumulatorul obținut putea funcționa în regim de descărcare. Lucrarea aceasta a fost reținută în vederea unei eventuale remotorizării (cu motor electric) a Daciei 1300, eveniment care nu a mai avut loc în cele din urmă și uitarea s-a așternut peste toată această activitate.

C – *Metodă și instalație de combustie termoionică a cărbunelui* (1969) ce asigura combustia unui amestec format 80% din apă, 10% din cărbune (posibil și alți carburanți fosili) și 10% aditivi speciali, cu un bilanț energetic net superior amestecului benzină/aer. Pe fondul recentelor (pe atunci) evenimente din Cehoslovacia (invadată de Armata Roșie, în august 1968) s-a pus în discuție problema realizării independenței energetice a Republicii Socialiste România, care atunci (ca și acum...) era în mare măsură dependentă de importurile de materii prime energetice (păcurină și gaz metan) provenite din spațiul sovietic (rusc). Cum dependența sistemului național energetic față de surse externe (și încă, situate în mâna potențialului agresor!) constituia o vulnerabilitate foarte gravă, Comitetul Politic Executiv din cadrul Comitetului Central al Partidului Comunist Român și în mod particular noul (cu începere din 1965) secretar general al partidului, Nicolae Ceaușescu, au dispus concentrarea de urgență a eforturilor activității de cercetare-dezvoltare către obiectivul identificării unor soluții tehnologice pentru independența energetică a României. Studiul realizat asupra resurselor energetice naționale a demonstrat că resursele energetice cele mai mari (cantitativ) și cele mai accesibile din punctul de vedere al exploatării, sunt reprezentate de Cărbunele inferior. Din nenorocire, acesta nu putea oferi performanțele energetice suficiente (prin

combustie în aer) fiind totodată poluant. În aceste condiții, Nicolae Moraru a fost nevoit să imagineze o soluție tehnologică prin care Cărbunele inferior să capete valoare energetică mult mai mare și în plus, să devină și nepoluant... Pentru aceasta el a apelat la utilizarea unui amestec combustibil în care ponderea majoritară o ocupa apa. Molecula de apă a disociat-o chimic (prin reacție chimică) în Hidrogen și Oxigen, prin reacție cu ceea ce el a denumit „aditivi termoionici”; apoi, elementele Hidrogen și Oxigen obținute prin disocierea chimică a apei le-a amestecat cu o cantitate (10% din masa totală de combustibil) de Cărbune inferior. A obținut un amestec combustibil ieftin, energetic și ecologic (sub condiția utilizării unor filtre de reținere a particulelor de Cărbune incomplet arse). Aducându-i lui Ceaușescu această soluție tehnologică de mare valoare, președintele Republicii Socialiste România a decis să investească masiv în dezvoltarea bazinelor românești de exploatare a Cărbunelui inferior. După ani de zile de la uciderea lui Ceaușescu, noii conducători și decidenți politici au stabilit că Nicolae Ceaușescu ar fi fost un dement, că planul său de investiție în Valea Jiului (și alte regiuni de exploatare minieră inclusiv a Cărbunelui inferior) ar fi fost o acțiune greșită și provocatoare de prejudicii economiei naționale... Cei care fac astfel de afirmații nu au nici habar despre adevărata argumentație care a stat la baza planificării din acei ani a investițiilor în sistemul energetic național. Nicolae Ceaușescu a știut că în cazul unui conflict deschis cu Uniunea Sovietică, aceasta ar fi sistat imediat alimentarea cu resurse energetice a Republicii Socialiste România, în ideea de a provoca o criză economică și socială/umanitară cât mai gravă. În fața unei astfel de perspective, CPEX (CC al PCR) și Președintele Nicolae Ceaușescu au adoptat măsura de pregătire cea mai inteligentă: au pus bazele unei tehnologii de rezervă care să permită sistemului energetic național să funcționeze în condiții normale chiar și în situația în care URSS ar fi sistat total alimentarea noastră cu resurse energetice fosile. Nicolae Moraru a fost șef de proiect. Astăzi, dacă Federația Rusă ar decide să ne sisteze alimentarea cu resurse energetice fosile, ar fi un dezastru pentru economia națională și mai ales pentru populație, creându-se o criză umanitară insurmontabilă. Minele de Cărbune inferior le-am închis ca „nerentabile”; proiectul combustiei termoionice a Cărbunelui l-am dat uitării, resursele energetice naționale aparțin astăzi unor state străine, iar toată „strategia” noastră energetică se bazează mai mult pe import.

D – Motorul cu energie pur magnetică (denumit inițial „motorul electric

pe pernă magnetică”, în 1973; ameliorat în 1976; îmbunătățit succesiv în anii 1983 și finalizat în 1992, când a fost și depusă documentația pentru obținerea brevetului) a fost un o mașină electrică de forță bazată pe conversia energiei magnetice (din cadrul materialului activ ferosilicios) la un randament net superior celui obținut de motoarele electrice cunoscute până în momentul de față. Acest proiect, la care ne vom referi pe larg în continuarea lucrării de față, a fost inițial destinat în mod precis unui anumit obiectiv, și anume, remotorizarea Daciei 1300, la acea vreme fiind autoturismul principal produs în serie de către România socialistă și pentru care dețineam licențele și infrastructura de producție. Astfel, cu ajutorul lui Nicolae Moraru, într-un termen relativ scurt s-a pus la punct proiectul unui nou tip de motor electric de curent continuu apt de a fi îmbarcat pe șasiul Daciei 1300, apoi, s-a elaborat și proiectul unui motor de combustie derivat din motorul original al Renault 12, dar care avea un alt model de carburator. Acesta permitea întrebuițarea unui amestec de combustibil ieftin și ecologic, reducând foarte mult consumul de benzină. Un astfel de motor de combustie ar fi permis realizarea în România socialistă a automobilului Dacia 1300 cu motor hibrid. Acest îndrăzneț proiect nu a fost finalizat, cu toate că elementele sale componente au fost proiectate și testate cu succes.

E – Procedeu și instalație pentru reducerea consumului de benzină la autovehicule (între 1969–1980) care presupunea un dispozitiv ce permitea alimentarea secvențială la motorul de combustie internă cu un amestec de alcool-apă-petrol (nerafinat)-benzină. Proiectul acesta de motor cu combustie internă era prevăzut să asigure componenta clasică (motor termic) în cadrul unui grup motopropulsor hibrid (termic și electric) destinat Daciei 1300. Au fost testate de-a lungul anilor mai multe rețete posibile ale unor amestecuri de combustibili petrolieri și nepetrolieri, în general rezultatele fiind încurajatoare. Lucrările acestea nu au fost finalizate prin realizarea unui model concret, dar cel puțin au fost întocmite mai multe lucrări teoretice și experimentale⁷, care au dovedit cel puțin existența unor astfel de preocupări în România socialistă.

⁷ N. Apostolescu, D. Sfințeanu, *Automobilul cu combustibili neconvenționali*, Editura Tehnică, București, 1989; I. Anghelache, *Benzine auto din petrol și din surse nepetroliere*, Editura Tehnică, București, 1986; C. Aramă, A. Șerbănescu, *Economia de combustibil la automobile*, de în Editura Tehnică, București, 1974; Colectiv autori, *Conversia energiei – tehnici neconvenționale*, Editura Tehnică, București, 1986; V. I. Nițu, *Bazele teoretice*

2. Energia magnetică și motoarele electrice de-a lungul istoriei

Cel puțin, istoria ultimului secol a înfățișat o lume caracterizată printr-o evoluție tot mai rapidă a tuturor elementelor componente ale culturii și civilizației umane⁸, care au înregistrat într-o relativ scurtă perioadă de timp, modificări ample și fără precedent în ultimii 10 000 de ani, corespunzător istoriei cunoscute a omenirii. În mod particular, odată cu sfârșitul secolului XIX aveau să apară și primele motoare termice ale căror performanțe (putere, timp de funcționare, consum, tracțiunea raportată la masă etc.) erau îndeajuns de bune. Totodată, acestea erau și tehnologic apte de a face obiectul unei producții de serie la nivel industrial. Odată cu aceasta s-au înregistrat și primele tentative de a realiza grupuri de forță similare celor termice, însă de această dată alimentate cu energie electrică. Cu toate că inițial schemele acestora erau rudimentare și fără aplicații practice evidente, tehnologia a fost permanent îmbunătățită, un aport deosebit fiind adus de cercetătorii sfârșitului de secol XIX. Cu toate acestea, tentativele de obținere a motorului electric sunt mult mai vechi. Astfel de tentative avuseseră loc, de fapt, încă din prima jumătate a sec. XIX, de acestea fiind legată activitatea unor cercetători cum ar fi:

– *André-Marie Ampère*⁹ în 1820 (determinarea interacțiunii dintre conductorii electrice parcurși de curent – „forța lui Ampère” – și legătura dintre electricitate și magnetism);

– *Michael Faraday*¹⁰, între 1821 și 1845 (conversia energiei electrice în alte forme de energie, inducția electromagnetică, legile electrolizei, motorul și generatorul homopolar etc.);

– *William Sturgeon*, în 1832 (comutatorul pentru motorul de curent continuu);

– *Boris Semionovici Jacobi* (denumit uneori și *Moritz Hermann*) între 1834 și 1867 (a avut rezultate deosebite în galvanoplastie, motoare electrice

ale energiei, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1977; I. D. Stăncescu, *Bazele tehnice și economice ale termoficării*, Editura Tehnică, București, 1967; V. Nițu, L. Pantelimon, C. Stăncescu, *Energetica generală și conversia energiei*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.

⁸ Ștefan Bălan (coordonator) și colectiv autori, *Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.

⁹ Colectiv autori, *Enciclopedia Universală Britannica*, vol. 1, Editura Litera, București, 2010.

¹⁰ I. C. Florea, *Trei savanți iluștri – Michael Faraday, James Clerk Maxwell, Heinrich Hertz*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1978.

și telegrafie prin cablu; a elaborat în fizica teoretică legea cunoscută azi sub denumirea de *Legea lui Jacobi*; a experimentat motoare electrice începând cu 1834; a investigat energia magnetică; în 1839 a construit o barcă cu motor electric; în 1838 a descoperit galvanoplastia; între 1842 și 1845 a construit o linie de telegraf prin cablu subteran);

Activitatea acestor oameni de știință și inventatori a fost la scurtă vreme urmată de realizările deosebite ale altor inventatori precum:

– *Zénobe Gramme*, în 1871 (perfecționări la motorul de curent continuu și la dinam);

– *Frank Julian Sprague*, în 1886 (motorul de curent continuu îmbunătățit pentru a putea fi produs în serie);

– *Mihail Osipovici Dolivo-Dobrovolsky*, între anii 1887–1891 (a urmărit în special aplicațiile industriale ale curentului alternativ; sisteme electrice polifazate; mai ales, realizarea generatorului electric trifazat în 1888 și studierea conexiunilor în stea și delta; realizarea în anul 1891 a motorului electric cu rotor în scurt-circuit, de tip „cușcă de deveriță”; proiectarea primei centrale hidroelectrice trifazate, în 1891).

– *Thomas Alva Edison*, între 1869 și 1931 (aplicații ale curentului continuu, aparatura electrică de iluminat, diverse alte aparate electrice care au stat la baza dezvoltării civilizației moderne);

– *Nikola Tesla*¹¹, între 1886 și 1928 (pune la punct curentul alternativ și aplicațiile sale; motorul de curent alternativ – motorul de inducție – și alternatorul; concepe și realizează primele transformatoare electrice destinate lucrului la tensiuni și frecvențe mari etc.).

Practic, modelul de motor electric realizat de Nikola Tesla¹² a consti-

¹¹ Nikola Tesla, David H. Childress, *Fantasticele invenții ale lui Nikola Tesla*, Editura Vidia, 2011.

¹² Potrivit brevetelor acordate lui Nikola Tesla: US 359748 (*Dynamo electric machine*) din 22.03.1887; US 381969 (*Electro Magnetic Motor*) din 01.05.1888; US 382279 (*Electro Magnetic Motor*) din 01.05.1888; US 390414 (*Dynamo Electric Machine*) din data de 02.10.1888; US 390721 (*Dynamo Electric Machine*) din 09.10.1888; US 390820 (*Regulator for Alternate Current Motors*) din data de 09.10.1888; US 413353 (*Method of Obtaining Direct current from Alternating Currents*) din data de 22.10.1889; US 416191 (*Electro-Magnetic Motor*) din data de 03.12.1889; US 416192 (*Method of Operating Electro-Magnetic Motors*) din 03.12.1889; US 416193 (*Electro-Magnetic Motor*) din 03.12.1889; US 416194 (*Electric Motor*) din 03.12.1889; US 416195 (*Electro-Magnetic Motor*) din 03.12.1889; US 418248 (*Electro-Magnetic Motor*) din 31.12.1889; US 433700 (*Alternating-Current Electro-Magnetic Motor*) din data de 05.08.1890; US 433701 (*Alternating-Current Motor*) din 05.08.1890; US 433702 (*Electrical Transformer Or Induction Device*) din 05.08.1890; US 433703 (*Electro-Magnetic Motor*) din 05.08.1890; US 445207 (*Electro-Magnetic Motor*)

tuit modelul universal adoptat de toți producătorii industriali de motoare de curent alternativ. Chiar și în cazul motoarelor electrice de curent continuu¹³, au fost preferate până la urmă modelele concepute de Tesla. Cu toate că, pe bună dreptate, Nikola Tesla este la ora actuală apreciat ca fiind un mare om de știință și inventator, majoritatea schemelor concepute de el în materie de motoare electrice *sunt fundamentale greșite*. Erorile realizate conceptual de Nikola Tesla au fost adoptate ca atare de către întreaga lume și s-au perpetuat astfel de-a lungul timpului până în momentul de față. Tocmai legat de aceste erori a survenit activitatea de cercetare desfășurată de Nicolae Moraru în a doua jumătate a secolului XX.

Astfel, în perioada 1973–1992, cercetătorul (de la ICEMENERG – București), inventatorul și inginerul român Nicolae Moraru (1910–1993) inventează, realizează și brevetează ceea ce el avea să denumească pe rând – „*motorul pe pernă magnetică*” (între 1973 și 1976) și apoi „*motorul cu energie pur magnetică*” (în 1992) punând astfel bazele utilizării directe a energiei magnetice în tehnologia mașinilor de forță. Firește, orice discuție despre aplicațiile magnetismului, nu poate ocoli studiarea ca atare a fenomenului fizic, dar și o cronologie istorică asupra descoperirii și modului de înțelegere

din data de 27.01.1891; US 524426 (*Electromagnetic Motor*) din 14.08.1894; US 555190 (*Alternating Motor*) din 15.02.1896; US 568176 (*Apparatus for Producing Electrical Currents of High Frequency and Potential*) din 22.09.1896; US 568178 (*Method of Regulating Apparatus for Producing Electric Currents of High Frequency*) din 22.09.1896; US 568179 (*Method of and Apparatus for Producing Currents of High Frequency*) din 22.09.1896; US 568180 (*Apparatus for Producing Electrical Currents of High Frequency*) din 22.09.1896; US 577670 (*Apparatus for Producing Electric Currents of High Frequency*) din 23.02.1897; US 583953 (*Apparatus for Producing Currents of High Frequency*) din 08.06.1897; US 593138 (*Electrical Transformer*) din 02.11.1897. Toate aceste lucrări de invenție, practic au pus bazele electrotehnicii secolului XX și sunt aplicate și în momentul de față în tehnica motoarelor, generatoarelor și transformatoarelor electrice.

¹³ Din opera de invenție a lui Tesla, o parte din brevete au aplicabilitate generală (pentru aparate alimentate în curent continuu sau alternativ) în momentul de față acestea constituind modelul de concepere și realizare al majorității motoarelor electrice: cum ar fi (de pildă) cazul brevetelor US 334823 (*Commutator for Dynamo Electric Machines*) din data de 26.01.1886; US 336961 (*Regulator for dynamo electric machines*) din 02.03.1886; US 336962 (*Regulator for Dynamo Electric Machines*) din 02.03.1886; US 350954 (*Regulator for Dynamo Electric Machines*) din data de 19.10.1886; US 382845 (*Commutator for dynamo electric machines*) din 15.05.1888; US 390415 (*Dynamo Electric Machine or Motor*) din 02.10.1888; US 405858 (*Electro Magnetic Motor*) din 25.06.1889; US 406968 (*Dynamo Electric Machine*) din 16.07.1889; US 417794 (*Armature for Electric Machines*) din 24.12.1889; US 424036 (*Electro-Magnetic Motor*) din 25.03.1890; US 613735 (*Electric Circuit Controller*; a se vedea brevetele similare US609245, US609246, US609247, US609250, US609251, US611719) din 08.11.1898.

a acestui fenomen. Ajungând finalmente la tehnologiile aplicate astăzi, așa cum ele sunt prezentate în literatura de specialitate¹⁴. După inventarea modelelor moderne ale *motorului electric* (grupuri de forță, de lucru etc.) perioada modernă și contemporană nu a mai înregistrat „salturi” în ceea ce privește stabilirea unor principii noi de funcționare, net diferite față de modelele consacrate la finele secolului XIX. Evident, s-a înregistrat un progres calitativ deosebit, ca și o dezvoltare foarte mare a varietății de motoare electrice alimentate cu curent continuu sau alternativ. De la modelele clasice de motoare s-a ajuns la motoare electrice speciale, destinate anumitor aplicații în condiții de lucru deosebite, de pildă, la frecvențe sau turații înalte, având geometrii atipice ale componentelor ș.a.m.d.

Cu toate acestea, așa cum s-a arătat mai devreme, din punctul de vedere al principiilor generale (fizice) aplicate nu s-au înregistrat ameliorări semnificative, în ciuda integrării în sisteme a componentelor electronice și a utilizării unor materiale speciale, cum ar fi, de pildă, materialele supraconductoare sau magneții realizați din pământuri rare etc. În paralel cu tehnologia *motoarelor electrice* (aici în sens general, indiferent dacă este vorba de grupuri de forță propriu-zise, de dispozitive destinate lucrului sau altor scopuri) s-a dezvoltat și tehnologia electromagneților cu utilizări industriale. Unul dintre aspectele cele mai interesante legate de toate aceste aplicații ale fenomenelor electromagnetice este dat de studiul comparativ între rezultatele obținute în tehnologia electromagneților industriali (sau cu orice alte aplicații) și tehnologia grupurilor de forță cu alimentare electrică. Mai exact, în vreme ce un electromagnet poate dezvolta o forță de valoare relativ mare în condiții tehnologice rezonabile (consum redus, elemente tehnice destul de simple etc.), un grup de forță (motor electric clasic) alimentat cu energie electrică și chemat, presupunem, să dezvolte aceeași forță/tracțiune în cadrul arborelui-motor ca și electromagnetul, va ridica probleme mult mai mari:

- consumuri foarte mari, incluzând aici consumul de energie electrică necesar funcționării, acest fapt constituind unul din marile dezavantaje actuale ale motoarelor electrice, indiferent de tip;

- consumuri mari de material (de pildă, tole ferosilicoase și bobinaj de cupru) fapt ce conduce la creșterea masei motorului și deci, obținerea unui raport mic între putere și masă;

¹⁴ Constantin Ghiță, *Mașini electrice*, Editura Matrix Rom, București, 2005.

– tehnologii de fabricație relativ complicate și costisitoare, fapt ce conduce la imposibilitatea realizării unui motor electric de performanțe mari, altfel decât prin uzinare;

– funcționare și mentenanță costisitoare față de cazul electromagneților, ceea ce înseamnă faptul că motoarele electrice necesită personal și intervenție specializată, chiar și atunci când este vorba de intervenții relativ simple, de mentenanță.

Firește, aceste observații au condus la întrebarea dacă nu cumva s-ar putea simplifica tehnologia grupurilor de forță alimentate cu energie electrică, în sensul de a căpăta performanțele și simplitatea generală a electromagneților, inclusiv costurile comparativ scăzute pe care aceștia le presupun. Pentru a se ajunge însă la o performanță tehnologică de asemenea ampoare ar fi necesar să vedem *din punct de vedere fenomenologic* ce desparte *electromagnetul de motorul electric* și care este *explicația fizică* a performanțelor și simplității primului față de cel din urmă dispozitiv electromagnetic sus-menționat. Exact acesta a fost parcursul logic aplicat de Nicolae Moraru.

Va trebui să vedem, așadar, unde este diferența *conceptuală* dar și cea *practică* (stabilită la nivelul dispozitivelor utilizate în aplicații dar și după modul de exploatare a energiei) între *energia electrică* și *energia magnetică* (altminteri, complementare) și modul în care se exprimă fiecare din aceste mărimi fizice, felul în care depind sau nu de materialul utilizat, modul în care pot fi sau nu stocate în acel material, modul cum pot fi exploatare sau convertite în alte forme de energie. Vom vedea că există diferențe esențiale mai ales în cadrul modului practic de utilizare a acestor energii, indiferent dacă este vorba de *stocare*, *conversie* ori *mod de exploatare*. Prin acest mod de gândire a reușit Nicolae Moraru, începând cu anul 1973 să îmbunătățească în mod deosebit tehnologia motorului electric, lucrând în special la schema motorului electric de curent continuu, cu alimentare în impulsuri.

În ultimii 150 de ani s-a putut constata faptul că energia electrică ridică mari probleme tehnologice legate de *stocare* și nu în ultimul rând, tehnologia (actuală) de *conversie* a energiei electrice în energie cinetică lasă încă mult de dorit. În aceste condiții, observa Nicolae Moraru la începutul anilor '70, rămâne de văzut dacă nu este de preferat utilizarea *energiei magnetice*, care permite o altfel de stocare și conversie decât energia electrică... În cadrul lucrării de față ne vom concentra atenția asupra acestui aspect, pornind de la invențiile și realizările inginerului Nicolae Moraru,

cercetător la ICEMENERG timp de câteva decenii. Elementele de teorie expuse în continuare *fac parte din sfera cunoscută a științei*, fiind selectate anume acele aspecte care interesează lucrarea de față. Aceste teorii (din electromagnetism și fizica fenomenelor magnetice) au mai fost publicate și de alte lucrări (cel puțin în ultimii 70 de ani) dar autorii lucrării de față consideră oportună rememorarea lor, tocmai pentru a prezenta în final elementele de noutate și originalitate care au reprezentat aportul lui Nicolae Moraru în electrotehnică. Activitatea sa de cercetare s-a realizat multă vreme în domeniul energiei magnetice, încă din primii ani ai acestei activități Moraru observând următoarele aspecte importante¹⁵:

– după cum s-a demonstrat încă din prima jumătate a secolului XIX, câmpul magnetic este complementar celui electric în situația în care el apare, suferă modificări și respectiv dispare, concomitent cu apariția, modificarea și dispariția curentului electric (curentului electric îi poate fi asimilat conceptul fizic de „lucru mecanic”, așadar, apariția câmpului magnetic este asociată unui aport de lucru mecanic, aspect important în cadrul oricăror aplicații);

– ținând cont de situația descrisă mai sus, ar rezulta că o parte din energia electrică este cheltuită pentru obținerea câmpului magnetic, așadar, *câmpul magnetic trebuie să fie caracterizat printr-o energie egală cu lucrul mecanic cheltuit de curent* pentru formarea sa (acest aspect este foarte important în proiectarea unei mașini de forță destinată conversiei energiei magnetice);

– energia câmpului magnetic poate fi calculată determinând energia ce a fost transferată circuitului după deconectarea sursei, moment în care prin intermediul tensiunii electromotoare de inducție dată, prin circuitul respectiv este circulată o anumită sarcină electrică.

Din cele arătate anterior, Nicolae Moraru a dedus și el faptul că *energia magnetică* poate fi (și trebuie să fie) definită în mod independent, similar celorlalte forme de energie, iar mașinile (de forță) care sunt bazate pe transformarea energiei magnetice în alte forme de energie, ar trebui

¹⁵ Teoria energiei magnetice și relațiile sale matematice sunt deja consacrate. A se vedea în acest sens și prezentarea mai largă din lucrarea Daniela Georgiana Golea, Cătălin Robertino Hideg, Lucian Ștefan Cozma, *Zidul tăcerii – incursiuni în știința secretă. Soluții tehnologice neconvenționale în industria de apărare*, Editura Centrului Tehnic Editorial al Armatei, București, 2017, precum și din lucrarea de licență în fizică a autorului Lucian Ștefan Cozma.

să fie corect denumite *mașini magnetice*. În acest sens, autorii¹⁶ lucrării de față, bazându-se pe rezultatele obținute de *Nicolae Moraru, au căutat să redefinească energia magnetică*. Într-adevăr, trebuie să formulăm o definiție cât mai corectă și completă pentru noțiunea de *energie magnetică*, ținând cont de toate cele arătate anterior, precum și de observațiile/invențiile lui Moraru. Astfel, din punctul de vedere al *definirii energiei magnetice* ar trebui înainte de toate să observăm că:

– în general lucrările de specialitate *evită* prezentarea unei definiții privind energia magnetică, pe care doar o exprimă matematic arătând în ce condiții se poate manifesta;

– lucrările de tip compediu lexicografic (dicționar, lexicon, enciclopedie etc.) nu prezintă definiții propriu-zise, ci doar unele aspecte ce caracterizează noțiunea, ba chiar conțin afirmații pe care le putem considera eronate.

Prin urmare, în cadrul *Dicționarului de termeni tehnici*¹⁷, se arată că energia magnetică depinde numai de intensitatea câmpului și permeabilitatea mediului, ceea ce este adevărat dar nu constituie, totuși, o definiție. În vreme ce, *Dicționarul de fizică*¹⁸ din același an (1972) considera energia magnetică sinonim cu energia radiantă, considerând că energia magnetică și cea electromagnetică (radiantă) ar reprezenta absolut același lucru, opinie pe care nu o împărtășim. Lucrări mai vechi, cum ar fi de pildă *Dicționarul politehnic*¹⁹ (1957) afirmă doar că energia magnetică depinde *numai de inducția câmpului magnetic*, ceea ce nu ar fi greșit, dar nu constituie o definiție. În fine, *Lexiconul tehnic român*²⁰ (1960) consideră că energia magnetică ar fi sinonimă cu energia electromagnetică, prezentată ca fiind energia radiantă specifică undelor electromagnetice. În opinia noastră²¹, energia magnetică este din punct de vedere fizic și matematic diferită de energia electromagnetică radiantă, și ar putea fi definită astfel:

¹⁶ În special activitatea de cercetare în fizică aplicată, desfășurată de Lucian Ștefan Cozma.

¹⁷ Radu Țițeica, coordonator, Carol Neuman, Edmond Nicolau, Aurel Pârvu, Dumitru Tocan, *Dicționar de termeni tehnici*, Editura Tehnică, București, 1972, p. 287.

¹⁸ Ion Dima, coordonator, George Vasiliu, Dumitru Ciobotaru, Ștefan Muscalu, *Dicționar de fizică*, Editura enciclopedică română, București, 1972, pp. 168–169.

¹⁹ Radu Țițeica, Carol Neuman, Zissu Karniol, *Dicționar politehnic*, Editura Tehnică, București, 1957, p. 214.

²⁰ Remus Răduleț, coordonator peste colectiv autori din cadrul Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Populară Română, *Lexiconul tehnic român*, vol. 7, Editura Tehnică, București, 1960, pp. 235–239.

²¹ A se vedea și lucrările de licență și master în fizică ale autorului Lucian Ștefan Cozma, lucrări în care există expuneri și explicații mult mai amănunțite.

Energia magnetică, este o mărime fizică ce arată capacitatea unui sistem fizic adecvat circuitelor magnetice, de a înmagazina energia consumată prin lucrul mecanic efectuat de un curent electric, dar și capacitatea de a efectua lucru mecanic la trecerea din starea dată în starea de referință, valoarea sa depinzând numai de intensitatea câmpului magnetic și permeabilitatea mediului, adică de proprietățile magnetice ale materiei; reprezentând totodată o funcție potențial cu rolul de funcție de stare a sistemului fizic corespunzător circuitului magnetic²².

3. Aportul lui Nicolae Moraru și posibilitățile noi de utilizare a energiei magnetice

Așa cum s-a arătat anterior, energia magnetică posedă câteva particularități foarte importante față de alte forme de energie:

- posibilitatea de a fi stocată (înmagazinată) relativ ieftin în cadrul *materialului magnetic*, fără a se ridica mari probleme tehnologice, cum este cazul înmagazinării altor forme de energie;
- posibilitatea de a fi transformată în alte forme de energie, cu aport relativ mic de lucru mecanic din exterior;
- prezintă capacitate foarte mare de înmagazinare raportată la unitatea de volum a materialului magnetic, așadar este posibilă stocarea unei cantități mari de energie în cadrul unui volum relativ redus;
- posibilitatea tehnologică relativ facilă de a realiza dispozitive (mașini magnetice de forță) capabile să asigure transformarea acestei forme de energie în alte forme de energie.

Pornind de la aceste observații, Nicolae Moraru și-a pus nu doar problema stocării energiei, ci și a capacității de a realiza în mod facil conversia de energie dintr-o formă în alta.

Înainte de toate, stocarea energiei magnetice ne poate conduce la *soluția tehnologică* pentru realizarea unor grupuri de forță capabile de obținerea unor performanțe bune, în condiții generale de cost îndeajuns de scăzut, fiabilitate etc. În general, la ora actuală sunt deja cunoscute (și în mare măsură și aplicate) mai multe metode/mijloace de înmagazinare a energiei pe cale: *mecanică, hidraulică și pneumatică, termică, electrochimică, electrică* (în circuit supraconductor). Din păcate, așa cum observa și Nicolae Moraru

²² *Circuit magnetic* = sistemul fizic format din elementele care crează câmpul magnetic și din mediile în care se poate închide fluxul magnetic. A se vedea lucrarea de licență în fizică a autorului Lucian Ștefan Cozma.

în cadrul unui memoriu tehnic întocmit în anul 1976, literatura de specialitate (de atunci și de acum) nu prezintă aproape nimic în ceea ce privește capacitatea de stocare a energiei în cadrul materialului magnetic și nici metodele/mijloacele apte să realizeze în condiții utile extragerea acestei energii, cu minime cheltuieli de lucru mecanic (deplasarea magnetului sub acțiunea unei forțe sau aplicarea unui curent electric) din exterior. Astfel, pe lângă problema stocării, survine și problema complicată a conversiei energiei dintr-o formă în alta, în niște condiții tehnologice și economice acceptabile. Nicolae Moraru a observat (din tehnica electromagneților industriali) faptul că pentru a realiza stocarea magnetică trebuie utilizate materiale feroelectrice.

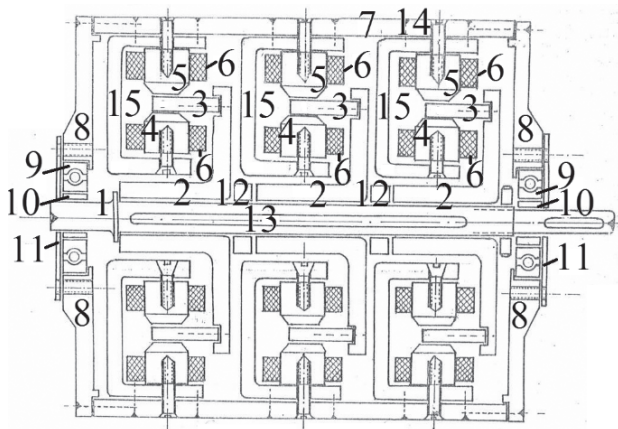


Fig. nr. 2 – Schema mașinii magnetice de forță concepute de Nicolae Moraru în anul 1973 și care a făcut obiectul lucrării de inventică din 1992 (brevetul RO109405 din 1995, cu titlul „Mașina rotativă de curent continuu fără colector”), în care s-au notat: 1 – axul motorului; 2 – suportul conductorilor magnetici reactanți; 3 – conductorii magnetici de reacție față de câmpurile magnetice induse din piesele polare externe și interne; 4 – piesa polară internă (statorică); 5 – piesa polară externă (statorică); 6 – bobinajul de excitație al pieselor polare motorului; 7 – carcasa motorului; 8 – capacele motorului; 9 – rulment; 10 – bușe; 11 – capacul de închidere și siguranță; 12 – distanțoare; 13 – axul tubular; 14 – prezoanele de prindere a pieselor polare; 15 – jugul de fixare a pieselor polare și de închidere a liniilor de câmp.²³

²³ Aceasta este o schemă hibridă între motorul clasic de curent continuu și motorul cu reluctanță variabilă. Practic, avem un circuit magnetic cu spectru magnetic fix, dar caracterizat prin schimbare secvențială de polaritate, deci, s-a renunțat la metoda „câmpului magnetic rotitor” și a reacției inductor-indus în schimbul utilizării unei perechi

Acestea au cel puțin o proprietate foarte interesantă: știut fiind faptul că liniile de câmp magnetic se refractă la trecerea dintr-un material în altul, aidoma razelor luminoase (și anume, raportul dintre tangentele trigonometrice ale unghiurilor de incidență și refracție, este egal cu raportul permeabilităților magnetice ale celor două medii), dacă am considera cele două medii ca fiind aerul și respectiv un material feromagnetic, atunci putem observa cum liniile de câmp ies din fier aproape perpendicular pe suprafața de separație. Pe de altă parte, oricare ar fi unghiul sub care liniile de câmp vin din aer către fier, ele se refractă atât de mult încât vin aproape paralel cu suprafața fierului. Această observație a contat foarte mult pentru Nicolae Moraru atunci când a stabilit noua configurație a circuitelor magnetice din cadrul invențiilor sale, și mai ales, atunci când a stabilit configurația interacțiunilor magnetice dintre piesele polare ale motorului. Menționăm că aceste configurații concepute de Moraru *sunt cu totul atipice față de tot ceea ce s-a realizat anterior lui*. Într-adevăr, în motorul lui Moraru avem piese polare dispuse exclusiv la stator, iar rotorul este sub forma unei turbine magnetice (componentă rotativă care răspunde la variația de câmp și de flux magnetic din întrefier, prin apariția unor forțe tangențiale asupra paletelor, fapt ce conduce la dezvoltarea mișcării de rotație în jurul arborelui-motor) de o configurație aparte, corespunzătoare geometriei liniilor de câmp (spectrului magnetic) în întrefier.

Dacă vom considera principalele forme de energie utilizate în momentul de față în domeniul grupurilor de forță²⁴, respectiv *energia termochimică* în cazul mașinilor de combustie internă sau externă, și respectiv *energia electrică*, în cazul mașinilor electrice (generatoare sau motoare), vom putea lesne observa faptul că marea diferență dintre acestea constă în special

de electromagneți ficși, la exterior și la interior, iar în întrefierul dintre aceste piese polare este dispusă o „turbina magnetică” formată din palete (notate cu 3 în desen) profilate și dispuse unghiular într-un anumit fel față de direcția liniilor de câmp. Cele două perechi de electromagneți funcționează în impulsuri, schimbându-și periodic (alternativ) polaritatea, iar liniile de câmp corespunzătoare interacțiunilor magnetice de atracție și repulsie acționează asupra paletelor „turbinei magnetice” asigurând rotirea acesteea în aceeași direcție și sens, în mod constant și potrivit fluxului magnetic debitat de electromagneți.

²⁴ A se vedea, pentru explicații mult mai detaliate, lucrările de licență și de master în fizică aparținând autorului Lucian Ștefan Cozma, precum și Daniela Georgiana Golea, Cătălin Robertino Hideg, Lucian Ștefan Cozma, *Zidul tăcerii – incursiuni în știința secretă. Soluții tehnologice neconvenționale în industria de apărare*, Editura Centrului Tehnic Editorial al Armatei, București, 2017.

în *capacitatea tehnologică de stocare*: în primul caz, energia (termo)chimică este stocată practic în combustibilii utilizați de către mașinile termice, în vreme ce energia electrică trebuie cel mai adesea utilizată (consumată) imediat ce este produsă, capacitatea tehnologică de stocare fiind redusă. Stocarea energiei electrice se poate face electrochimic (pile electrice primare și secundare, pile de combustie etc.) dar cu mari probleme tehnologice și randamente/performance care sunt, din nenorocire, mult prea mici pentru majoritatea aplicațiilor utile omenirii actuale: alimentarea motoarelor de automobile și aeronave/cosmonave, precum și în general, realizarea surselor electrice de putere.

De unde și ideea lui Nicolae Moraru (la începutul anilor '70) de a înmagazina energia electrică *prin transformarea ei mai întâi în energie magnetică și stocarea sub această formă în cadrul unor materiale corespunzătoare*. Este cunoscut faptul că materialele magnetice au proprietatea de a deforma liniile unui câmp magnetic exterior, *concentrând aceste linii în spațiul ocupat de ele*. Prin introducerea unor astfel de materiale în cadrul unui câmp magnetic exterior, acestea se magnetizează cu ușurință (prin fenomenul de inducție descoperit de Michael Faraday) și odată ajunse în această stare, devin capabile să exercite forțe de valori însemnate asupra altor materiale care răspund acțiunii câmpului magnetic. Pentru a stoca energia sub formă de energie magnetică, Nicolae Moraru a fost nevoit să aleagă înainte de toate materialele adecvate, oprindu-se asupra aliajului ferosilicios obișnuit.

După cum se știe, Fierul este cel mai des utilizat în practică, în special în circuitele magnetice clasice de curent continuu. Astfel, Fierul chimic pur are proprietăți magnetice foarte bune, dar este în general un material scump ce nu prezintă interes sub aspect practic. În practica aplicată acutalmente, Fierul pur se obține din Fier Carbonil (prin topire în vid și apoi, răcire lentă, cu circa 2°C pe oră). În acest mod, după omogenizare într-o atmosferă controlată (de Hidrogen) s-au putut obține în cazul unui monocristal la inducție de 17500 Gs, o permeabilitate inițială de 14000 Gs/Oe și respectiv, o permeabilitate maximă de 1450000 Gs/Oe. Fatalmente, Fierul prezintă pierderi magnetice mari în câmpuri alternative și în plus este și supus fenomenului specific de îmbătrânire. În aceste condiții, prin aliere cu Siliciu aceste pierderi scad considerabil, ca și fenomenul de îmbătrânire. Așadar, *aliajele Fier-Siliciu* (ferosilicoase) sunt actualmente cel mai utilizate în practică drept materiale magnetice. În industria actuală, astfel

de materiale magnetice se prezintă sub formă de tablă de diferite dimensiuni, grosimi și conținut de Siliciu. Magnetizarea la care sunt supuse aceste materiale, este practic un proces de aliniere parțială sau totală a momentelor magnetice din cadrul domeniilor elementare, pe direcția câmpului exterior aplicat. Durata de magnetizare este în general scurtă și depinde de constanta de timp a bobinei electromagnetului, dacă magnetizarea se face astfel. Această constantă de timp poate fi calculată și variază funcție de bobină, la valori cuprinse între 10^{-4} secunde și câteva secunde (în cazul materialelor induse și a bobinelor inductoare de dimensiuni mai mari).

Nicolae Moraru a selectat din cadrul electrotehnicii clasice, *motorul de curent continuu și motorul cu reluctanță variabilă*. De altfel, invenția sa principală (brevetul solicitat în 1992, acordat în 1995) constituie tocmai o schemă hibrid care îmbină schema motorului de curent continuu cu aceea a motorului de reluctanță variabilă, obținându-se un motor electric de o configurație total atipică.

În cadrul mașinilor electrice de tipul acelor care utilizează magneții permanenți și reluctanța variabilă, s-au putut constata în general următoarele avantaje:

- reducerea bobinajului de excitație și implicit a sistemului de protecție și reglaj, aferent acestuia, prin introducerea în schemă a magneților permanenți;

- eliminarea (în unele cazuri) a contactelor alunecătoare și periilor colectoare, fapt care a condus la obținerea unor mașini de forță electrice de fiabilitate sporită;

- reducerea încălzirii și a pierderilor aferente, aspect care a condus la obținerea unor mașini de forță electrice capabile de funcționare în regim constant pentru perioade îndelungate;

- flux practic constant la variații de turație și de temperatură, în cazul magneților Alnico, motoarele cu reluctanță variabilă fiind capabile să lucreze cu magneți permanenți;

- cuplu în general mai mare decât în cazul motoarelor electrice obișnuite, aspect ce a condus la preferarea schemei motorului cu reluctanță variabilă în cazul unora din automobilele electrice;

- curent de pornire mai mic și totodată, șoc la pornire mai redus; acest aspect pozitiv a fost de asemenea remarcat de către constructorii de automobile electrice;

- randament mai mare, cu atât mai mult cu cât un motor cu reluctanță

variabilă poate utiliza magneții permanenți la stator sau/și rotor, în acest fel scăzând corespunzător consumul de energie electrică specific circuitelor de inducție;

– fiabilitate crescută, în condițiile în care magneții permanenți de bună calitate își pot menține proprietățile magnetice timp de... câteva sute de ani;

– unele economii în exploatare, în situația în care la motoarele cu magneți permanenți și reluctanță variabilă avem un consum de curent electric mai scăzut, dar și operații de întreținere în exploatare și mentenanță, mai simple și mai ieftine.

Mașina magnetică de forță imaginată și ulterior realizată de Nicolae Moraru s-a bazat pe cercetările sale privind înmagazinarea și conversia energiei magnetice, fiind parțial reversibilă (poate fi utilizată ca motor în curent continuu sau ca generator în curent alternativ) deși în lucrarea de brevet din 1992 nu este expusă decât utilizarea sa în regim de motor electric de curent continuu fără colector. Această mașină de forță magnetică lucrează în curent continuu, dar nu are decât mici similitudini, neesențiale, cu *mașina electrică de curent continuu*. Putem considera că se aseamănă întrucâtva (din punctul de vedere al aparatului de comutație) cu mașinile sincrone de curent alternativ, dar sub aspecte neimportante, ce nu sunt legate practic de principiul de funcționare. Față de mașinile electrice de curent continuu și mașinile sincrone de curent continuu are avantajul că poate utiliza la stator magneți permanenți anizotropi, reducând în acest fel masa totală a mașinii cu peste 50%. Pentru a evidenția diferențele conceptuale între mașinile electrice clasice și cea concepută și realizată de Moraru, vom face în cele ce urmează o scurtă trecere în revistă a modului în care funcționează mașinile electrice clasice care prezintă unele mici similitudini față de *mașina magnetică*. *Mașinile electrice sincrone și asincrone* sunt larg utilizate în clipa de față iar caracteristicile lor de funcționare poate fi rezumate astfel:

– la mașina electrică sincronă viteza de rotație depinde numai de frecvența rețelei și nu variază cu sarcina;

– la mașina asincronă, turația variază cu sarcina;

– mașina electrică de curent alternativ este *reversibilă*, deci poate funcționa ca motor (de regulă, mașina asincronă) sau generator (de preferință, mașina asincronă).

Orice mașină electrică funcționează pe baza câmpului magnetic creat

de un *curent magnetizat* sau *de excitație*, la mașinile asincrone acest curent fiind luat din rețeaua electrică, în vreme ce la mașinile sincrone este necesară și prezența unei surse de curent continuu (transformator de curent continuu sau acumulatori ori altă sursă de cc). În mod obișnuit, avem de-a face cu mașini de inducție, pentru cazul funcționării în regim de generator (alternator) de regulă statorul este indus iar rotorul este inductor, curentul continuu de excitație având tensiunea și intensitatea redusă poate fi cu ușurință adus prin inele colectoare la inductorul aflat în mișcare.

Observăm, însă, dacă luăm cazul electromagneților care sunt utilizați pentru ridicarea de greutăți (electromagneții portanți) că puterea mecanică și echivalentul puterii electrice a acestora sunt mult mai mari comparativ cu valorile obținute de mașinile electrice, *pentru dimensiuni și bobinaje asemănătoare*. Pornind de la astfel de observații, începând cu anul 1973 pentru Nicolae Moraru s-a ridicat întrebarea dacă nu ne putem imagina un sistem cu ajutorul căruia să transformăm energia electrică în energie cinetică *în cadrul unei deplasări circulare*, astfel încât la finele operației de transformare, sistemul să se găsească în aceeași stare precum cea inițială și gata să reia ciclul de transformare a energiei. O astfel de transformare devine posibilă numai și numai prin intermediul trecerii inițiale a energiei electrice în energie magnetică și participarea în cadrul întregului proces al tuturor proprietăților magnetice aferente materialului ce constituie mediul în care se petrec fenomenele fizice implicate. Energia magnetică, după cum se cunoaște, depinde în schema mașinilor de forță în mod esențial de *proprietățile magnetice* dar și de *caracteristica dimensională* (volumetrică) a materialului, precum și de configurația liniilor de câmp magnetic (așa-zisul „spectru magnetic”), modul în care se face închiderea lor în cadrul circuitului etc.

Ținând cont de toate aceste aspecte, creșterea energiei cinetice totale necesare obținerii unor performanțe bune, se realizează și prin aplicarea unui sistem judicios de mărire a numărului de spire și reducere a intensității în funcție de posibilitățile circuitului magnetic considerat. Mașina magnetică inventată de Moraru în 1973, conținea doi electromagneți fișci care formează statorul și o „*armătură*”²⁵ mobilă, bobinată, ce reprezintă un electromagnet asemănător în configurație aceluia statoric, toate piesele

²⁵ Termenul *armătură* folosit aici în mod forțat, doar pentru a face o similitudine cu electromagneții clasici, în fapt și rotorul fiind tot un electromagnet ca și statorul, iar nu o armătură în înțelesul tehnicii clasice.

polare (câte două statorice și rotorice, similare în configurație și concentrice) funcționând cu schimbare secvențială de polaritate. Mașina este cu polii aparenti pe ambele armături. Alimentând într-o anumită ordine bobinele statorice și cele rotorice, cu schimbare secvențială de polaritate, se realizează modificarea succesivă a repartiției câmpurilor magnetice, situație în care datorită forțelor electromagnetice, rotorul se deplasează concomitent prin atracție și repulsie magnetică, fără a se confrunta cu forța contraelectromotoare întâlnită la mașinile electrice cunoscute. Pentru o mai bună funcționare, s-au realizat câte trei perechi stator-rotor decalate la 120° iar inelul colector al fiecărui rotor are practic numai două lamele pe care alunecă periile colectoare, înlăturându-se multitudinea lamelor de la o mare parte din modelele de mașini electrice.

Cu toate acestea, motorul lui Moraru permitea utilizarea unui număr oricât de mare de perechi rotor-stator dispuse pe același ax și alimentate independent, decalate unghiular între ele astfel încât să se poată controla turația motorului prin simpla cuplare sau decuplare a acestor perechi de piese polare. Fiind decalate unghiular, acestea dezvoltau forța de tracțiune cu punct de aplicație dispus tangențial în altă regiune a discului rotoric, prin însumare ori scădere vectorială obținându-se creșterea sau scăderea turației. Totodată, circuitul de comutație era mult simplificat în raport cu acela utilizat de cea mai mare parte a motoarelor electrice clasice. Înlăturarea scânteilor de comutație se făcea prin folosirea unor dispozitive semiconductoare, aplicându-se în acest fel un sistem de comutație statică²⁶. Ulterior (1992) această schemă a fost simplificată, eliminându-se bobinajele de pe rotor precum și colectoarele/periile.

Așa cum se poate observa din descrierea anterioară, mașina magnetică realizată de Moraru nu utiliza inductor și indus, ci doi electromagneți inelari și concentrici, care practic dispuneau de câte două regiuni de semicerc, reprezentând piesele polare, care astfel devin împreună un electromagnet circular ce acoperă întreaga circumferință, aceasta atât pe stator cât și pe rotor. În această situație, nu mai aveam de-a face cu fenomenul de inducție propriu-zis ci cu interacțiunea dintre doi electromagneți aflați la distanță foarte mică (cca 0,5 mm) unul de altul și având întrefierul într-o configurație circulară. Modificarea secvențială de polaritate face ca în vreme ce pe

²⁶ Gheorghe Hortopan, Vasile Trușcă, Mihai Șerbănescu, Dan Pavelescu, Smaranda Nițu, *Aparate electrice de comutație. Tehnica fenomenelor rapide*, Editura Tehnică, București, 1985.

una din jumătățile de cerc, cei doi electromagneți (statoric și rotor) se resping, pe cealaltă se atrag și invers.

Mediul activ (mediul ce asigură închiderea liniilor de câmp magnetic) în cadrul acestei mașini magnetice de forță nu mai era reprezentat (ca în schemele clasice) de miezul indusului sau acela al inductorului, ci de miezurile magnetice aparținând unor electromagneți ce dezvoltă câmpuri relativ puternice (dat fiind suprafața mare a armăturilor și întrefierul foarte mic) iar antrenarea unuia din electromagneți („armătura mobilă”) era cauzată de interacțiunea dintre câmpuri magnetice „directe”, așadar create de (electro)magneți activi, iar nu de bobinaje „induse”, acestea fiind piese pasive, supuse unor fenomene (binecunoscute în electrotehnica actuală) care conduc în general la pierderi foarte mari de randament: hysterezis, forțe contraelectromotoare, curenți Foucault etc.

Acest *mediu activ* reprezentat de miezul magnetic statoric și rotor, preia curentul electric al sursei primare de curent continuu, folosește aportul de lucru mecanic reprezentat de acest curent și datorită calităților magnetice²⁷ (în special, permeabilitatea magnetică) ale sale, poate să amplifice forța dezvoltată în întrefier cu mult peste valoarea corespunzătoare energiei electrice absorbite practic de către cei doi electromagneți (tocmai de aceea electromagneții industriali de astăzi pot dezvolta forțe mecanice – exprimate în Newton sau kgf – foarte mari, care depășesc ca valoare echivalentul lor electric și constituie un avantaj economic al electromagneților portanți din industria actuală). Nu avem de-a face în acest caz cu o stocare propriu-zisă a energiei electrice, dar putem vorbi de transformarea energiei electrice în energie magnetică și apoi, de transformarea energiei magnetice în energie cinetică, prin interacțiunea dintre electromagneții inelari, supuși periodic unor impulsuri de curent continuu fără de care nicio dezvoltare de lucru mecanic nu ar fi cu puțință.

Mașinile electrice cunoscute până în momentul de față (excepând din analiza noastră mașinile electrostatice sau altele ce utilizează exclusiv câmpuri electrice) se bazează pe anumite fenomene fizice bine identificate²⁸, pe care le aplică în cadrul schemelor proprii în felurite moduri:

– fenomenul inducției magnetice, așa cum a fost observat și descris de

²⁷ Institutul Român de Standardizare (colectiv de autori), *Materiale electroizolante și materiale magnetice*, Editura Tehnică, București, 1980.

²⁸ K.G. Jackson, *Electricitate-întrebări și răspunsuri*, trad. lb. eng., Editura Tehnică, București, 1975.

către Michael Faraday, pentru cazul conductorului aflat în câmp magnetic variabil și în interiorul căruia este indus un curent electric;

- fenomenul interacțiunii electromagnetice dintre conductorii parcurși de curent și câmpul magnetic exterior, potrivit *Forței lui Laplace*;

- fenomenul reacției în cadrul interacțiunilor electromagnetice, potrivit *Legii lui Lenz*;

- fenomenele de autoinducție și nașterea de tensiuni electromotoare;

- în mai mică măsură, interacțiunea magnetică dintre polii magnetici de același semn ori de semn contrar și dezvoltarea de lucru mecanic;

- este în principal utilizată *energia electrică*, transformată în energie mecanică prin intermediul proceselor²⁹ de interacțiune dintre conductori electrici și câmpul magnetic, aplicându-se în special forțele Laplace și Lenz;

- energia magnetică *nu este în general utilizată* nici în sensul de înmagazinare a energiei³⁰, nici pentru a se realiza transformări (interacțiuni) directe, de la energia magnetică la cea mecanică;

- fenomenul de remanență a magnetizării³¹, curenții turbionari³² și forțele contraelectromotoare generate de autoinducție și forța Lenz, sunt de asemenea parte integrantă și indisolubilă³³ a sistemului funcțional specific mașinilor electrice clasice, unele dintre ele chiar stabilind ca *principiu de funcționare* fenomenele sus-menționate, în ciuda caracterului lor dezavantajos.

Astfel, putem observa cum *sui generis*, în ciuda denumirilor consacrate, toate principalele mașini electrice existente în momentul de față sunt bazate *pe inducție*. Nu orice fel de aplicare a fenomenului de inducție, ci inducția realizată între o componentă statorică și una rotorică, aici luând în considerare doar mașinile electrice de forță *obișnuite*, nu și cele destinate unor acțiuni speciale, cum ar fi mișcările de du-te/vino, de pendulare etc. Firește, și motoarele electrice care dezvoltă alte tipuri de mișcare decât cea rotativă,

²⁹ *Proces* – succesiune de stări sau de fenomene prin care se produce o transformare.

³⁰ Excepționând mașinile electrice ce utilizează și magneți permanenți, care prin ei-înșiși înmagazinează energie magnetică.

³¹ Așa-numitul „efect” sau „fenomen de Hysterezis”, inevitabil la motoarele electrice clasice cu inductor/indus.

³² Este vorba de „curenții Foucault”, bine cunoscuți în electrotehnică și imposibil de evitat la motoarele electrice clasice.

³³ Ne referim la faptul că aspectele amintite reprezintă niște fenomene care, deși pot fi mai mult sau mai puțin reduse ca valoare în electrotehnica clasică, sunt practic de înălbăturat. Schema lui Moraru le-a înlăturat.

utilizează până la urmă tot fenomenul inducției realizate între un *inductor* și un *indus*. Observăm, așadar, cum principial mașinile electrice cunoscute folosesc o componentă ce are rolul de a induce (magnetic) și cel puțin o altă componentă care fiind supusă inducției, va fi parcursă de curenții induși, conducând la apariția autoinducției în circuit, a forței (contra)electromotoare și implicit, a forțelor Laplace și Lenz. Acest proces este realizat actualmente după o multitudine de scheme, în circuite alimentate în curent continuu sau alternativ. Doar mașina electrică de curent continuu și mașina sincronă cu reluctanță variabilă, pot lăsa impresia aplicării unor fenomene deosebite de cele petrecute în motorul de inducție, dar este numai o aparență. În cazul mașinii electrice de c.c., indusul mai este în plus și alimentat (prin colector) cu un curent venit de la o sursă exterioară, dar cu toate acestea el este, totuși, o componentă feromagnetică supusă inducției prin acțiunea câmpului de excitație (venit de regulă de la stator). Nici motoarele ce utilizează pe stator ori rotor magneți permanenți, nu aplică alt principiu decât interacțiunea dintre un inductor și un indus, pentru că toate componentele active sunt realizate din miezuri magnetice de tole ferosilicoase, acestea fiind supuse deopotrivă curenților de magnetizare din înfășurările proprii dar și curenților de inducție proveniți de la câmpul magnetic al magneților permanenți.

Concluzii

Activitatea de cercetare științifică și mai ales, cea de inventică, aparținând lui Nicolae Moraru sunt de natură să facă din acesta una din personalitățile de seamă ale României, mai ales că în cea mai mare parte lucrările sale au avut caracter strategic, fiind direct implicate în proiecte și activități cu caracter special desfășurate în cadrul Republicii Socialiste România. Aceste activități și preocupări vizau în special sistemul energetic național, dar și aspecte foarte importante legate de securitatea națională. În cea mai mare parte a lor aceste probleme de securitate (și deopotrivă economice) nu au dispărut. Ba dimpotrivă, unele din ele s-au amplificat. În această situație, scoaterea la lumină și punerea în atenția mediului academic (mai întâi) dar și a mediului politic și opiniei publice, a personalității și operei lui Nicolae Moraru constituie o acțiune binevenită și poate chiar necesară. Mai ales că problemele sistemului energetic național continuă să fie grave, iar actualii decidenți politici nu au identificat realmente soluții de nicio natură pentru rezolvarea acestora.

Bibliografie selectivă:

- [1] Aron Ioan, Racicovschi Dan Virgil, *Giro motoare electrice și giroscopae neconvenționale*, Editura Tehnică, București, 1986.
- [2] Babicov M.A., *Aparate electrice*, trad.din lb.rusă, Editura Energetică de stat, București, 1953.
- [3] Bădescu Rodica, Bădescu Vasile, Luca Emil, Călugăru Gheorghe, Cotaș Constantin, *Ferofluidelor și aplicațiile lor în industrie*, Editura Tehnică, București, 1978.
- [4] Bălan Ștefan (coordonator) și colectiv autori, *Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
- [5] Bizon Nicu, *Sisteme optimizate pentru conversia energiei curate*, Editura MatrixRom, București, 2008.
- [6] Boldea Ion, *Vehicule pe pernă magnetică*, Editura Academiei RSR, București, 1981.
- [7] Brezeanu Ioan, Șova Ioan, Constantin Gheorghe, *Construcția motorului de inducție*, Litografia Institutului Politehnic, Timișoara, 1967.
- [8] Burzo Emil, *Fizica fenomenelor magnetice* vol. I și II, Editura Academiei RSR, București, 1979.
- [9] Burzo Emil, *Magneți permanenți* vol. I și II, Editura Academiei RSR, București, 1986.
- [10] Cazacu Emil, *Levitarea electromagnetice*, Editura Electra, București 2004.
- [11] Cazacu Emil, Stănculescu M., *Bazele electrotehnicii. Teoria circuitelor electrice și aplicații*, vol. 1 și 2, Editura Cartea Universitară, București 2003.
- [12] Cazacu Emil, Nemoianu Iosif Vasile, *Dispozitive magnetice speciale. Elemente de teorie și calcul*, Editura Matrix Rom, București 2008.
- [13] Cazacu Emil, Nemoianu Iosif Vasile, *Dispozitive magnetice speciale. Elemente de teorie și calcul*, Editura Matrix Rom, București, 2008.
- [14] Childress David H., Tesla Nikola, *Fantasticele invenții ale lui Nikola Tesla*, Editura Vidia, 2011.
- [15] Centrul de Fizică Tehnică – Iași, *A II-a Conferință de Magnetism*, Litografia Centrului de Fizică tehnică, Iași, 1980.
- [16] Chiriac Horia, Gavrilă Horia, Ciureanu Petru, Ioniță Valentin, Yelon Arthur, *Magnetism tehnic și aplicat*, Editura Academiei Române, București, 2000.
- [17] Ciocionică V., Sotirescu N., *Electricitatea industrială*, vol. II, Editura Tehnică, București, 1952.
- [18] Ciugarin Victor, *Acumulatori acide pentru autovehicule*, Editura Militară, București, 1967.
- [19] Clondescu Gheorghe, Tomuță Octavian, *Acumulatori electrice – întreținere și reparare*, Editura Tehnică, București, 1977.

- [20] *Colectiv autori, Enciclopedia Universală Britannica*, vol. 1, Editura Litera, București, 2010.
- [21] Cosmin Gheorghe, Hortopan Gheorghe, Huhulescu Mihai, Panaite Valeriu, Simulescu Dragoș, Tomoioagă Radu, *Aparate electrice de joasă tensiune*, Editura tehnică, București, 1969.
- [22] Crișan Mircea, *Teoria cuantică a magnetismului*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1977.
- [23] Dasoian M.A., *Surse de curent chimice – îndreptar de teorie, tehnologie, proiectare și utilizare*, Editura Tehnică, București, 1964.
- [24] Deutsch R.V., *Unde magnetohidrodinamice*, Editura Academiei RSR, București, 1969.
- [25] Facsko Gheorghe, *Tehnologie electrochimică*, Editura Tehnică, București, 1969.
- [26] Florea I.C., *Trei savanti iluștri – Michael Faraday. James Clerk Maxwell. Heirich Hertz*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1978.
- [27] Gavrilă Ilie, *Ultrasonarea acumuloarelor electrice*, Editura științifică și enciclopedică, București, 1985.
- [28] Gavrilă Horia, Ioniță Valentin, *Metode experimentale în magnetism*, Editura Universitară „Carol Davila”, București, 2003.
- [29] Geyger William, *Dispozitive magnetice neliniare. Dispozitive utilizate în tehnica reglării automate a calculului și măsurării*, trad. lb.engl., Editura Tehnică, București, 1968.
- [30] Gheorghiu D., Enescu E., *Electromagnetism în regim staționar*, Editura didactică și pedagogică, București, 1974.
- [31] Ghiță Constantin, *Mașini electrice*, Editura Matrix Rom, București, 2005.
- [32] Gluckman M., Popescu P., *Instalații pentru încărcarea acumuloarelor*, Editura Tehnică, București, 1968.
- [33] Gubkin A.N., *Electreți*, Editura Tehnică, București, 1963.
- [34] Hoogers Gregor, *Fuel cell technology handbook*, CRC Press, New York, 2003.
- [35] Hortopan Gheorghe, Trușcă Vasile, Șerbănescu Mihai, Pavelescu Dan, Nițu Smaranda, *Aparate electrice de comutație. Tehnica fenomenelor rapide*, Editura Tehnică, București, 1985.
- [36] Iliescu Paul, Tomuță Octavian, Rogoveanu Nicolae, *Acumuloare pentru autovehicule – ghid de exploatare*, Editura Tehnică, București, 1990.
- [37] Institutul Român de Standardizare, *Materiale electroizolante și materiale magnetice*, Editura Tehnică, București, 1980.
- [38] Ionescu Ion, *Culegere de probleme din electricitate și electrotehnică* vol. I și II, Tipografia Finanțe și Industrie, București, 1945.
- [39] Ionescu Theodor V., *Electricitatea*, Editura de stat didactică și pedagogică, București, 1961.

- [40] Jackson K.G., *Electricitate-întrebări și răspunsuri*, trad.lb.eng., Editura Tehnică, București, 1975.
- [41] Lefter E., *Alimentarea cu energie electrică a automobilelor*, Editura Mediamira, 2006.
- [42] Lindner Helmut, *Fizica pentru tehnicieni*, vol. I-III, Editura Tehnică, București, 1961.
- [43] Liubcik M.A., *Electromagneți de curent continuu și alternativ. Calcul și proiectare*, Editura tehnică, București, 1963.
- [44] Machedon Alina, *Masini electrice folosite in transporturi*, Editura Matrix Rom, București, 2005.
- [45] Măgureanu Răzvan (coordonator) și colectiv autori, *Mașini și acționări electrice – tendințe actuale*, Editura Tehnică, București, 1988.
- [46] Măgureanu Răzvan, Vasile Nicolae, *Motoare sincrone cu magneți permanenți și reluctanță variabilă*, Editura Tehnică, București, 1982.
- [47] Ministerul Energiei Electrice, *Mașini electrice*, Editura Tehnică, București, 1951.
- [48] Moraru Augustin, *Amplidina-mașina electrică amplificatoare de curent continuu cu câmp transversal*, Editura Academiei RSR, București, 1961.
- [49] Moraru Augustin, *Bazele electrotehnicii. Teoria cimpului electromagnetic*, Editura Matrix Rom, București, 2002.
- [50] Munteanu Vlad, Seleșteanu Alexandru, Ștefănescu Dan, *Mașini energetice*, Editura Tehnică, București, 1962.
- [51] Popovici Mircea Mihail, *Fenomene electromagnetice*, Editura Nemira, București, 1995.
- [52] Procopiu Ștefan, *Electricitate și magnetism* vol. I și II, Editura Laboratorului de Electricitate din cadrul Politehnicii Gheorghe Asachi, Iași, 1942.
- [53] Rado Gheorghe, *Să construim un motor electric*, Editura Tineretului, București, 1963.
- [54] Rădoi Arsene, *Electromobilul*, Editura Tehnică, București, 1981.
- [55] Rosenberg Mihai, *Magnetismul*, Editura Științifică, București, 1967.
- [56] Rouădedeal Filip, Ursea Pavel Corneliu, Ursea Bogdan Paul, *Electrotehnică aplicată – ghidul electrotehnicianului*, Editura Tehnică, București, 1995.
- [57] Say M.G. (coordonator) și colectiv autori, *Amplificatoare rotative – amplidina, metadina, magniconul și magnavoltul și folosirea lor în sisteme de control*, trad. din lb.eng., Editura Tehnică, București, 1958.
- [58] Seewaldt H., *Scheme electrice de acționare a mașinilor și agregatelor*, Editura Tehnică, București, 1966.
- [59] Simion A., *Mașini electrice* vol. I-II, Editura Gh. Asachi, Iași, 2003.
- [60] Spânulescu Ion, *Electricitate și magnetism*, Editura Victor, București, 2001.
- [61] Șora Ioan, *Micromotorul cu poli ecranati*, Editura Tehnică, București, 1969.

- [62] Tănăsescu Florin Teodor (coordonator) și colectiv autori, *Conversia energiei – tehnici neconvenționale*, Editura Tehnică, București, 1986.
- [63] Teodorescu Dan, *Mașini electrice – soluții noi, tendințe, orientări*, Editura Facla, Timișoara, 1981.
- [64] Tomescu Anca, Tomescu F. M. G., *Bazele electrotehnicii. Circuite electrice*, Editura Matrix Rom, București, 2005.
- [65] Tomescu Anca, Tomescu F. M. G., *Bazele electrotehnicii. Câmp electromagnetic*, Editura Matrix Rom, București, 2006.
- [66] Tomescu Anca, Tomescu I. B. L., Tomescu F. M. G., *Electrotehnica. Câmp electromagnetic. Circuite electrice*, Editura: Matrix Rom, București, 2007.
- [67] Tomescu Anca, Tomescu I. B. L., Tomescu F. M. G., *Conversiunea directă a energiei*, Editura Matrix Rom, București, 2008.
- [68] Tutovan Vasile, *Electricitate și magnetism*, Editura Tehnică, București, 1985.
- [69] Vonsovski S.V., *Teoria modernă a magnetismului*, Editura Tehnică, București, 1956.
- [70] Zărnescu Horațiu, *Utilizarea motorului sincron în acționări electrice*, Editura Tehnică, București, 1967.
- [71] Zenisek Ladislav, *Mașini electrice speciale*, Editura Tehnică, București, 1959.

Comunicări științifice

- [72] Constantinescu Luminița Mirela, Lefter Emilian, *Stand experimental pentru studiul automobilelor electrice hibride*, la Simpozionul Național de Electrotehnică Teoretică, București, 2007.
- [73] Buvat F., Pichenot G., Prémel D., Lesselier D., Lambert M., Choffy J-P., Voillaume H., *Eddy-current modeling of ferrite-cored probes*, AIP Conference Proceedings, 2005.

Articole

- [74] Augier Luc, „*Du petrole a l’électricite par la ligne droite*”, articol în *Science et Vie*, nr. 747 (dec.1979), p. 100.
- [75] Crăciunoiu Cristian, Știință și Tehnică nr. 11/1985.
- [76] de la Taille, Renaud, articolul „*Le mouvement an conserve*” din revista *Science et Vie* nr. 766/iul.1981, pp. 77–82.
- [77] de la Taille, Renaud, „*Auto électrique: ni compliquée, ni chère et inévitable*”, articol în *Science et Vie* nr. 651 din decembrie 1971, pp. 114–118.
- [78] de la Taille, Renaud, „*La Jarret électronique: première voiture sans volant, ni pedales, ni freins*”, articol în *Science et Vie* nr. 607/apr.1968, pp. 120–125.
- [79] de la Taille, Renaud, *Moteur autosynchrone: la force et la finesse*, *Science et Vie* nr. 762/mar.1981, pp. 111–117.

- [80] Furtunescu Horia, „*Combustibilul nu trebuie ars!*”, articol în Știință și Tehnică nr. 11/1958, pp. 10–11.
- [81] Harrois-Monin Françoise, „*Une vraie batterie pour la voiture électrique*”, articol în *Science et Vie*, nr. 762 din martie 1981, pp. 119–122.
- [82] Linnemann Jean-Erick, *Les aimants permanents*, articol în *Science et Vie* nr. 571 din aprilie 1965, pp. 136–141.
- [83] Miller T.J.E., „*Optimal Design of Switched Reluctance Motors*”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 49, No. 1, February 2002.
- [84] Miller Tim, articolul „*Brushless permanent-magnet motor drives*”, în *Power Engineering Journal*, ianuarie 1988.
- [85] Patel Prachi, *Nanoflowers Improve Ultracapacitors*, articol în MIT Technology Review, 16.09.2008.
- [86] *Pour la science*, nr. 144 din octombrie 1989, articolul „*Nouveaux moteurs électriques*”, p. 20.
- [87] Știință și Tehnică nr. 9/1968, articolul „*Primul vehicul electronic*”, pp. 28–29 apud *Science et Vie* nr. 607/aprilie 1968.
- [88] Știință și Tehnică nr. 11/1958 apud Tehnica Molodioji (URSS), articolul „*Un motor neobișnuit*”, p. 39.

Brevete selectate

- [89] Adamson John et al, brevetul EP1650057 cu titlul „Generator piezoelectric”.
- [90] Boisier Francois, brevetul GB394046 cu titlul „Perfecționări la acumulatorii electrici”.
- [91] di Angelo A., brevetul US2021177 cu titlul „Motor-generator”.
- [92] Garrett C.H. US2006676 cu titlul „Carburator electrolitic”.
- [93] Guillot Jules, brevetul FR551882 cu titlul „Aparat de captare a curenților electrice din atmosferă”.
- [94] Guillot Jules, brevetul FR630253 cu titlul „Lampa electrică fără filament”.
- [95] Jarret Jacques, brevetul FR1502811 cu titlul „Motor cu reluctanță variabilă”.
- [96] Jarret Jacques, brevetul US4154200 cu titlul „Motor cu pistoane libere”.
- [97] Jarret Jacques, brevetul US4260926 cu titlul „Motor reluctant cu poli progresiv saturați”.
- [98] Jarret Jacques, brevetul FR2314614 cu titlul „Alternator cu excitație în impulsuri”.
- [99] Jarret Jacques, brevetul FR2109144 cu titlul „Motor cu reluctanță variabilă”.
- [100] Marks A.M., brevetul US2638555 cu titlul „Generator termoelectric utilizând mediu cu aerosoli încărcăți electric”.
- [101] Marks A.M., brevetul US4395648 cu titlul „Generator electric bazat pe conversia electrotermodinamică”.

- [102] Marks A.M., brevetul US6501093 cu titlul „Dispozitiv de stocare/furnizare a energiei electrice”.
- [103] Marks A.M., brevetul US3191077 cu titlul „Sistem de conversie a energiei”.
- [104] Marks A.M., brevetul US4433248 cu titlul „Generator electric cu jet de aerosoli încărcăți având capacitatea de regenerare sub acțiunea Soarelui și a gravitației terestre”.
- [105] Marks A.M., brevetul US3298959 cu titlul „Suspensie de particule foarte fine absorbante ultraviolete”.
- [106] Marks A.M., brevetul US4523112 cu titlul „Generator electric bazat pe conversia termoelectrodinamică, utilizând jet conic”.
- [107] Marks A.M., brevetul US3518461 cu titlul „Metodă și dispozitiv de conversie a energiei purtate de aerosoli încărcăți electric”.
- [108] Marks A.M., brevetul US4617483 cu titlul „Dispozitiv de conversie electrotermodinamică utilizând jeturi convergente”.
- [109] Marks A.M., brevetul US3813265 cu titlul „Material electrono-optic dipolar”.
- [110] Marks A.M., brevetul US4677326 cu titlul „Dispozitiv de conversie electrotermodinamică utilizând jeturi convergente”.
- [111] Marks A.M., brevetul EP0176781 cu titlul „Dispozitiv dipolar de conversie a energiei luminoase în energie electrică”.
- [112] Marks A.M., brevetul US3900417 cu titlul „Metodă și aparat pentru fabricarea de pulberi sub-micronice”.
- [113] Marks A.M., brevetul US4720642 cu titlul „Diodă FEMTO și aplicații”.
- [114] Moraru Nicolae, brevetul RO109405 cu titlul „Mașină rotativă de curent continuu fără colector”.
- [115] Niessen Rogier et al, brevetul WO2008059409 cu titlul „Surse electrochimice litiu-ion”.
- [116] Platon Renato et al, brevetul WO20059998 cu titlul „Pila de combustie aer/metanol”.
- [117] Sadoway Donald et al, brevetul US2008044725 cu titlul „Dispozitiv și metodă de stocare a curentului de amperaj înalt”.
- [118] Smith Charles George, brevetul GB640889 cu titlul „Perfecționări la sursele electrochimice secundare”.
- [119] Teodorescu Dan, brevetul RO87074 cu titlul „Cuplaj electromagnetic de inducție reglabil, cu rotor disc și câmp magnetic axial”.
- [120] Teodorescu Dan, brevetul FR1503668 cu titlul „Motor de inducție cu turație înaltă, alimentat la frecvența de rețea”.
- [121] Teodorescu Dan, brevetul US3510730 cu titlul „Servomecanism electromagnetic”.
- [122] Tesla Nikola, brevetul US381968 cu titlul „Motor electromagnetic”.

- [123] Thomas A., brevetul US2876368 cu titlul „Baterie nucleară (betavoltaică) cu electreți”.
- [124] Walsh William John et al, brevetul FR2318511 cu titlul „Acumulator electric utilizând o materie activă din sulfură de fier cu aditivi anodici”.