

REZUMAT

Fenomene electrostatice și materiale dielectrice. Modelare experimentală și numerică și aplicații industriale.

Lucrarea de față prezintă succint, dar argumentat, activitatea profesională desfășurată de autor după obținerea titlului de doctor în domeniul inginerie electrică. Informațiile prezentate în cadrul lucrării constituie, în cea mai mare parte, rezultate științifice semnificative prin care autorul dorește să justifice demersul de obținere a calității de conducător de doctorat în *domeniul fundamental inginerie electrică*. Pe lângă prezentarea rezultatelor științifice relevante ale autorului, lucrarea conține și o serie de elemente referitoare la activitatea didactică, coordonarea contractelor/granturilor de cercetare și co-încadrarea unor activități de cercetare efectuate de doctoranzi aflați în stagi.

Temele de cercetare abordate de autor se înscriu în *domeniul inginerie electrică* și se referă, în mod deosebit, la *interacțiunea câmp electromagnetic - substanță* și caracterizarea, din această perspectivă, a proprietăților materialelor utilizate în ingineria electrică. Importanța subiectelor tratate constă atât în înțelegerea mai profundă a anumitor fenomene fizice și procese, cât și stabilirea unor premise pentru dezvoltarea de noi materiale cu proprietăți superioare, capabile să răspundă nevoilor actuale de dezvoltare a unor noi echipamente și tehnologii.

Așa cum se va putea observa în cele ce urmează, temele de cercetare ale autorului au vizat, în principal, interacțiunea câmp electric – substanță cu aplicații în domeniul filtrării electrostatice, separării electrostatice a materialelor granulare, încărcării cu sarcină electrică a mediilor polimerice neșesute folosite în instalațiile de filtrare a gazelor, formarea stratului dublu-electric la interfața dintre un dielectric lichid și un solid, precum și a caracterizării proprietăților electrice ale unor materiale dielectrice. În cuprinsul acestei lucrări, toate aceste teme au fost reunite în două părți și anume studiul experimental și modelarea numerică a proceselor electrostatice și, respectiv, degradarea sistemelor de izolație ale echipamentelor electrice sub acțiunea solicitărilor termice. Aceste două părți



constituie practic cele două capitole ale lucrării în care sunt prezentate rezultatele științifice semnificative obținute de autorul lucrării.

Contextul profesional în care autorul și-a desfășurat activitatea de cercetare după obținerea titlului de doctor a fost, în principal, definit de calitatea de cadru didactic universitar (șef de lucrări, până în anul 2009, conferențiar, până în anul 2015 și profesor) în cadrul Departamentului Mașini, Materiale și Acționări Electrice, Facultatea de Inginerie Electrică. Conținutul științific al acestei teze de abilitare are la bază rezultatele obținute de autor pe parcursul studiilor postdoctorale, cât și a unor teze de doctorat în cadrul cărora autorul acestei lucrări a co-încadrat anumite activități de cercetare efectuate de doctoranzi. De asemenea, o parte din rezultatele prezentate au fost obținute în cadrul unor granturi și contracte de cercetare în care autorul a avut calitate de responsabil / director sau membru în echipa de cercetare. Așa cum se poate observa din analiza lucrărilor elaborate, rezultatele publicate reprezintă rodul unor colaborări științifice pe care autorul acestei lucrări le desfășoară cu colective de cercetători din țară și străinătate.

Lucrarea de față este structurată în patru capitole. Primul dintre acestea reprezintă o sinteză a activității profesionale a autorului și conține precizări referitoare la activitatea didactică, coordonarea proiectelor de cercetare și co-încadrarea unor activități științifice desfășurate de doctoranzi aflați în stagiul. Următoarele două capitole sunt consacrate prezentării rezultatelor științifice obținute de autor. Astfel, în cel de-al doilea capitol al lucrării sunt reunite rezultate semnificative referitoare la studiul experimental și modelarea numerică a fenomenelor și proceselor de natură electrostatică și anume studiul experimental al descărcărilor corona în precipitatoare electrostatice de tip fir-cilindru cu geometrie variabilă și în separatoare electrostatice cu tambur, pe de o parte, și, pe de altă parte, modelarea numerică a câmpului electric în prezența sarcinii electrice în interiorul acestor echipamente. De asemenea, tot în acest capitol sunt prezentate câteva rezultate experimentale referitoare la separarea electrostatică a materialelor polimerice utilizate pentru realizarea izolațiilor și mantalelor cablurilor electrice de medie și înaltă tensiune. Alte teme de cercetare tratate în cadrul acestui capitol se referă la fenomenul de electrizare a uleiului mineral în transformatoarele electrice de putere și la încărcarea cu sarcină electrică a mediilor filtrante neșesute realizate din fibre polimerice. În cadrul celui de-al treilea capitol sunt prezentate pe scurt rezultate referitoare la degradarea sistemelor de izolație ale transformatoarelor și mașinilor electrice sub acțiunea căldurii și a câmpului electric.

Ultimul capitol al lucrării este rezervat prezentării perspectivelor de dezvoltare a activității de cercetare științifică a autorului. Astfel, sunt trecute în revistă temele de cercetare care pot fi dezvoltate în continuare, mai cu seamă în cadrul unor teze de doctorat și, de asemenea, sunt propuse câteva noi direcții de cercetare.

Prof.dr.ing. Laurentiu Marius Dumitran



ABSTRACT

Electrostatic process and dielectric materials. Experimental study and numerical modeling and industrial applications.

This work presents the professional achievements of the author during about the last fifteen years after obtaining the doctoral degree. The structure and information of this document was chose in such a way to support the author's approach for obtaining the habilitation degree. This is the reason for that this thesis is especially based on the significant scientific results which can illustrate the author expertise in the field of electrical engineering. Also, the present work contains some information concerning the teaching, management of research projects but also highlights the author attention referred to the research guiding of Ph.D. students.

The base research activity of the author is done in the domain of *electrical engineering* and is focused on the electromagnetic field – matter interaction and characterization of the electrical properties of materials that are used in electrical equipments. The main interest in this research topic consists in the need for better understanding of certain physical phenomena and process and also, establishing of some premises for obtaining new materials with better properties which can be used in high efficiency equipments and technologies.

As will be seen below, my scientific research was conducting in the field of electrostatic precipitation, electrostatic separation of granular mixtures, charging of nonwoven polymeric media used for gas filtration, study of charging process at a liquid – solid interface, the influence of thermal ageing on the insulating systems properties and the assessment of life time. In order to provide an optimized view of the level and quality of the research activity, all these topics were combined in two parts which, in fact, represent the scientific content of this habilitation thesis. The first one, namely *Experimental study and numerical modeling of electrostatic process* includes several results concerning the computation of electric field in the presence of unipolar charge injection (corona discharge) for different electrode arrangements, simulation of particle charging process, measurement of charge and surface potential for different materials and configurations.



The second part referred to the *Thermal ageing of insulation system of electrical equipments*, principally propose an overview of the main results concerning the ageing of oil – paper insulation systems used in power transformers and of the composite mica-based insulations that are used in power rotating machines. Also, the lifetime assessment of these insulation systems using different diagnosing factors is presented.

My research activity is based both on the experimental studies and numerical modeling of electrical process. Therefore, several experimental set-ups and laboratory devices were designed and implemented. The most important of these will be presented in this work. The proposed numerical models and the software which were developed in view to calculate the electric field and space charge distribution and also the charging process of particles were be presented and discussed further.

The scientific results which are presented in this work are obtained during my career as member of *Department of Electrical Machines, Materials and Drives* (as assistant professor until 2009, associate professor until 2015 and, respectively, full professor in the present) and are obtained in the frame of national and international research projects and collaborations. An important part of these is done together with five Ph. D. students of Electrical Engineering Doctoral School who principally studied in Laboratory of Electrical Materials of University Politehnica of Bucharest.

The main objective of this work is to offer to the reader a clear and concise view about my scientific research and context in which it was conducted in order to certificate my personal expertise in the field of electrical engineering research and my motivation for obtaining the habilitation degree. This work is presented with my conviction that the obtaining of habilitation degree will allow me to develop the research topics and to build a team of Ph.D. students and researchers in the field of applied electrostatics, electrical materials and insulation systems.

This habilitation thesis is structured in four chapters. The first one presents a synthesis of the professional activity of the author and contains, also, some information concerning the teaching, coordination of research projects and research which is done together with Ph.D. students. The next two chapters present the scientific results which are obtained by the author. Thus, in the second chapter the significant results on the experimental study and numerical modeling of electrostatic phenomena and processes are presented. These results concern the study of corona discharge in wire-cylinder type



electrostatic precipitators with variable geometry and roll-type electrostatic separators on the one hand, and the numerical modeling of the electric field in the presence of electric charge within these devices on the other hand. Also, some experimental results relating to the electrostatic separation of polymeric materials used for insulation and sheath of electric cables for medium and high voltage are presented in this chapter. Other research topics addressed in this chapter refers to the phenomenon of electrification of mineral oil in electric power transformers and electric charge of nonwoven filter media made of polymer fibers. In the third chapter are summarized some results on the degradation of insulation systems of power transformers and large electrical machines under heat and electric field.

The last chapter of this thesis is reserved for the presentation of development perspectives of the scientific research of the author. Thus, it reviews the research topics that can be developed further, especially in the doctoral thesis and also are proposed several new research directions.

Prof.dr.ing. Laurentiu Marius Dumitran

