



UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ DE ENERGETICĂ

Splaiul Independenței 313, 060042 București 6, <http://www.energ.pub.ro/>

TEZA DE ABILITARE

**Mecanica Fluidelor Aplicată pentru Mașini și Sisteme
Hidraulice și Pneumatice**

HABILITATION THESYS

**Applied Fluid Mechanics for Hydraulic and Pneumatic
Machinery and Systems**

- 2018 -

CUPRINS

REZUMAT

INTRODUCERE

SECȚIUNEA I: Realizări științifice, profesionale și academice în domeniul: Mecanica fluidelor aplicată pentru mașini și sisteme hidraulice și pneumatice

I.1 Mișcarea fluidelor prin rotoare de mașini hidraulice și pneumatice

- I.1.1. Cercetări teoretice și experimentale cu privire la hidrodinamica rotoarelor de pompe centrifugale
- I.1.2. Cercetări teoretice și experimentale asupra curgerii aerului prin suflantele centrifugale
- I.1.3. Studiu teoretic asupra aerodinamicii unui ventilator transversal
- I.1.4. Cercetări teoretice și experimentale cu privire la curgerea fluidelor compresibile prin suflante cu canale laterale
- I.1.5. Cercetări teoretice și experimentale cu privire la creșterea randamentului turbinelor eoliene cu ax orizontal și turbinelor hidro-cinetice axiale
- I.1.6. Studiul mișcării de rotație a unui disc imersat cu aplicații la rotoarele centrifugale

I.2 Mișcarea fluidelor prin instalații hidraulice și pneumatice

- I.2.1. Cercetări experimentale cu privire la curgerea în camerele de aspirație ale pompelor centrifugale
- I.2.2. Studiul teoretic privind utilizarea cortinelor de aer produse de ventilatoare transversale montate în tandem pentru ventilarea tunelurilor auto
- I.2.3. Cercetări experimentale privind utilizarea suflantelor cu canal lateral pentru alimentarea cu aer a arzătoarelor cu praf de cărbune
- I.2.4. Cercetări teoretice și experimentale cu privire la influența vibrației tuburilor din componența captatorilor solari termici pentru apă asupra randamentului termic
- I.2.5. Studiul captatorilor solari termici pentru aer în regim tranzitoriu
- I.2.6. Studii cu privire la depozitarea deșeurilor lichide – cazul evacuării saramurilor în Marea Roșie

SECȚIUNEA a II-a: Plan de evoluție și dezvoltare a carierei

SECȚIUNEA a III-a: Bibliografie

ANEXE

CONTENTS

SUMMARY

INTRODUCTION

SECTION I: Scientific, professional and academic achievements in the field of: Applied Fluid Mechanics for Hydraulic and Pneumatic Machinery and Systems

I.1 Fluid motion through impellers of hydraulic and pneumatic machinery

- I.1.1. Theoretical and experimental research on hydrodynamics of centrifugal pumps impellers
- I.1.2. Theoretical and experimental research on the flow field and performance of a centrifugal blower
- I.1.3. Theoretical study on the flow field and performance of a cross flow fan
- I.1.4. Theoretical and experimental research on the flow field and performance of side channel blowers
- I.1.5. Theoretical and experimental researches on the increase of the efficiency of horizontal axis wind turbines and axial hydro-kinetic turbines
- I.1.6. Study on the rotational motion of a submerged disk with applications to centrifugal impellers

I.2 Fluid motion through hydraulic and pneumatic systems

- I.2.1. Experimental research on fluid motion into centrifugal pump suction chambers
- I.2.2. Theoretical study on the use of air curtains produced by tandem transverse fans for ventilation of tunnels
- I.2.3. Experimental research on using of side channel blowers for air supply of coal dust burners
- I.2.4. Theoretical and experimental researches on the influence of the vibration of the tubes from a solar water heaters on the heat exchange
- I.2.5. Studies on transients regimes of solar air heat collectors
- I.2.6. Studies on liquid waste deposit – the case study of brine disposal in the Red Sea

SECTION II: Career Development and Career Plan

SECTION III: References

ANNEXES



UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ DE ENERGETICĂ

Splaiul Independenței 313, 060042 București 6, <http://www.energ.pub.ro/>

REZUMATUL TEZEI DE ABILITARE

SUMMARY OF THE HABILITATION THESIS

Titlul tezei de abilitare:

Title of the habilitation thesis:

**Mecanica Fluidelor Aplicată pentru Mașini și Sisteme Hidraulice și Pneumatice
Applied Fluid Mechanics for Hydraulic and Pneumatic Machinery and Systems**

Autor/Author:

Prof. dr. ing. Adrian Ciocănea

Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului /

Department of Hydraulics, Hydraulic Machinery and Environmental Engineering

Facultatea de Energetică / Faculty of Power Engineering

Universitatea POLITEHNICA din București

-2018 -

REZUMAT

Teza de abilitare intitulată "Mecanica fluidelor aplicată pentru mașini și sisteme hidraulice și pneumatice" prezintă unele dintre cele mai relevante rezultate științifice teoretice și experimentale pe care le-am obținut în diferite domenii din aria de doctorat Inginerie Energetică. În cadrul tezei de abilitare au fost trecute în revistă atât evoluția academică - în cele două ipostaze privind cercetarea științifică cu accent pe componenta experimentală și respectiv activitatea didactică - cât și preocuparea pentru utilizarea rezultatelor științifice în aplicații cu caracter inovativ. De asemenea, s-a evidențiat parcursul managerial în contextul coordonării a două laboratoare în cadrul Departamentului de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului din Facultatea de Energetică: Laboratorul "Pompe, Ventilatoare, Suflante și Compressoare" și laboratorul "Surse Regenerabile de Energie" precum și în ceea ce privește formarea și coordonarea de echipe de cercetare multidisciplinare în cadrul unor proiecte tip grant în care am fost implicat atât ca director cât și ca partener instituțional.

Teza de abilitare cuprinde o introducere urmată de alte trei secțiuni: în partea introductivă este prezentat parcursul profesional, academic și științific; în prima secțiune sunt descrise rezultate și contribuții științifice aferente unor cercetări teoretice și experimentale cu particularizarea unor teme considerate de mai mare relevanță; secțiunea a doua prezintă un proiect de dezvoltare a carierei universitare pentru perioada imediat următoare și unele opinii referitoare la modul în care ar putea evolua domeniul de competență; partea a treia conține elemente bibliografice.

INTRODUCERE: Evoluția profesională, academică și științifică descrie parcursul personal începând cu preocupările științifice din timpul studiilor universitare, continuă cu perioada postuniversitară în care a avut loc o acumulare de experiență - atât în domeniul industrial cât și în cel al cercetării aplicative desfășurate în ramura aviației respectiv în cel al acționărilor hidraulice și pneumatice - și punctează evoluția academică aflată în strânsă legătură cu cea științifică desfășurată până în prezent.

SECȚIUNEA I: Realizări științifice, profesionale și academice în domeniul Mecanica fluidelor aplicată pentru mașini și sisteme hidraulice și pneumatice conține două capitole separate prin tematică și structurate astfel încât să se poată obține o imagine cât mai clară asupra activității desfășurate dar și a viziunii propuse.

Capitolul I: Curgerea fluidelor prin rotoarele și carcusele mașinilor hidraulice și gazodinamice prezintă unele contribuții obținute în urma studiilor efectuate asupra mașinilor hidraulice și gazodinamice. Sunt tratate teme legate de: utilizarea metodelor de calcul directe și inverse în scopul stabilirii unghiului optim de așezare al paletelor în secțiunea de intrare rotoarelor de pompe centrifugale pentru condiții de evitare a cavității sau pentru creșterea randamentului hidraulic; validarea experimentală a unor modele de turbulență utilizate în simularea numerică a curgerii prin suflante centrifugale; studiul formei optime a carcusei ventilatoarelor transversale și influența zonei de etanșare asupra vârtejului absolut creat între rotor și carcasă; influența unghiului de înclinare al paletelor rotoarelor de suflantă cu canal lateral asupra presiunii de refulare a mașinii; stabilirea unghiului optim de așezare al palelor turbinelor hidro-cinetice și

turbinelor eoliene cu ax orizontal în scopul extragerii energiei cinetice maxime din curentul de fluid incident; determinarea momentului de frecare în cazul de mișcării unui disc imersat, cu aplicații asupra curgerii fluidelor între carcasa și rotorul mașinilor centrifugale.

Capitolul II: Curgerea fluidelor prin instalații hidraulice și gazodinamice prezintă o serie de cercetări efectuate asupra sistemelor hidraulice și pneumatice care se referă atât toate tipurile de mașini hidraulice și gazodinamice studiate în capitolul precedent cât și la alte aplicații. Sunt trecute în revistă rezultate obținute în urma studiilor referitoare la: curgerea cu vârtej în camerele de aspirație ale pompelor centrifugale; introducerea perdelelor de aer duble în tunele auto în scopul izolării zonelor cu concentrație ridicată a gazelor de ardere auto; utilizarea suflantelor cu canal lateral pentru reducerea concentrației de noxe rezultate în urma arderii cărbunelui măcinat; vibrarea tuburilor din componența captatorilor solari termici pentru apă în scopul îmbunătățirii schimbului de căldură; comportamentul captatorilor solari pentru aer în regim tranzitoriu; analiza calitativă a procesului depunerii subacvatice de saramuri provenite din potabilizare apei prin osmoză inversă.

SECȚIUNEA a II-a: Plan de evoluție și dezvoltare a carierei conține o abordare proiectivă asupra carierei științifice pe care o voi desfășura în următorii ani accentuând asupra unor teme de cercetare științifică rezultate din activitățile deja desfășurate dar care merită o dezvoltare suplimentară precum și asupra unor teme noi.

Au fost trecute în evidență o serie de potențiale cercetări: studii asupra modelelor de turbulență ale curgerii în mașinile centrifugale, obținerea unor soluții numerice prin simularea numerică directă în ceea ce privește curgerea prin labirinți, perfecționarea unor rotoare de turbomașini mai puțin studiate pentru anumite regimuri rapide ca în cazul mașinilor transversale sau al rotoarelor de turbină eoliană tip "H", studii privind procedura de "cavitation peening" aplicată la rotoarele de compresoare cu mare viteză de rotație în scopul creșterii rezistenței la fluaj, utilizarea substanțelor hidrofobe și superhidrofobe pentru acoperirea suprafețelor de contact fluid-structură solidă ale mașinilor hidraulice și gazodinamice în scopul creșterii randamentului hidraulic, micro-turbomașini, micropompe fără supape, dezvoltarea de tehnologii anti-zgomot pentru reducerea zgomotului compresoarelor etc. De asemenea voi continua cercetările din domeniul resurselor regenerabile de energie și mediului privind perfecționarea pilelor de combustie cu electrolit lichid, îmbunătățirea captatorilor solari termici pentru aer și apă, răcirea celulelor fotovoltaice, utilizarea efectului Coandă pentru creșterea portanței profilelor simetrice flexibile pentru turbinele eoliene cu ax vertical precum și cercetări în domeniul utilizării membranelor filtrante. Voi accentua mai mult colaborarea cu cercetători din străinătate accesând unele dotări performante. Voi dezvolta astfel și colaborarea cu colegii din Comisa de Surse Regenerabile de Energie a Academiei Române al cărei membru sunt. Voi continua să lărgesc baza materială a laboratoarelor din departament fie direct prin accesarea de granturi de cercetare cât și indirect prin colaborarea cu mediul economic.

Intenționez să continui elaborarea unor cărți de specialitate care să conțină cât mai multe dintre contribuțiile obținute de-a lungul carierei și care să fie utile pentru cei interesați.

SECȚIUNEA a III-a: Referințe bibliografice conține referințe bibliografice relevante care susțin atât contribuțiile enunțate cât și dezvoltările propuse.

SUMMARY

The habilitation thesis titled "Applied Fluid Mechanics for Hydraulic and Pneumatic Machines and Systems" presents some of the most relevant theoretical and experimental scientific results that I have obtained in various fields of Energy Engineering doctoral studies. Within the framework of the habilitation thesis there were reviewed, both the academic evolution - in the two hypotheses regarding the scientific research with an emphasis on the experimental component and the didactic activity - as well as the preoccupation for the use of the scientific results in applications with innovative character. It was also highlighted the managerial approach in the context of the coordination of two laboratories in the Department of Hydraulics, Hydraulics and Environmental Engineering at the Faculty of Power Engineering: Laboratory "Pumps, Ventilators, Blowers and Compressors" and Laboratory "Renewable Energy Sources" and regarding the formation and coordination of multidisciplinary research teams within grant projects in which I was involved both as a director and as an institutional partner.

The habilitation thesis includes an introduction followed by three other sections: the introductory part presents the professional, academic and scientific path; the first section describes results and scientific contributions related to theoretical and experimental researches with the particularization of some topics considered of more relevance; the second section presents a career development project for the next period and some views on how the field of interest could evolve; part three contains bibliographic elements.

INTRODUCTION: The professional, academic and scientific evolution is described starting with the scientific concerns during the university studies, continuing with the post-graduate period in which there has been an accumulation of experience both in the industrial field and in the applied research in the aviation branch – the field of hydraulic and pneumatic drives - and points out the academic evolution closely related to the scientific development to date.

SECTION I: Scientific, professional and academic achievements on the field of Applied Fluid Mechanics for Hydraulic and Pneumatic Machinery and Systems contains two chapters separated by theme and structured in such a way as to obtain a clear picture of the work carried out and of the proposed vision.

Chapter I: The fluid flow throughout the impellers and the housing of the hydraulic and pneumatic machinery present some contributions gained from the studies performed on the hydraulic and pneumatic machinery. Topics are related to: the use of direct and inverse design methods for computing the optimum blade angle at inlet section of impellers for centrifugal pumps under cavitations avoidance conditions or to increase hydraulic efficiency; experimental validation of turbulence models used in numerical simulation of flow throughout centrifugal blower; the study of the optimal shape of the cross-flow fans casing and the influence of sealing area on the absolute vortex created between the impeller and housing; the influence of the impeller blade angles of lateral channel blowers on the machine discharge pressure; settling down the optimum stagger angle of the hydro-kinetic turbine blades and wind turbines in order to extract the maximum kinetic energy from the incident fluid stream; computing the moment of

friction in the case of the rotation of a submerged disk, with applications on studying fluid flow between casing and impeller of the centrifugal pump.

Chapter II: The fluid flow throughout hydraulic and pneumatic systems present a series of researches carried out on hydraulic and pneumatic systems which refer to all types of hydraulic and pneumatic machinery studied in the previous chapter and also other applications. Results from studies are presented concerning: swirl flow in centrifugal pump suction chambers are reviewed; using of double air curtains into auto tunnels for the purpose of isolating areas of high concentration of exhaust gases; the use of side channel blowers to reduce the concentration of nitrogen emissions resulting from the combustion of dust coal in burners; increasing the efficiency of heat exchange of solar thermal heaters by vibrating the tubes; studies on the solar air heaters transients regimes; the qualitative analysis of the process of underwater disposal of brine resulting of reverse osmosis process of drinking water filtering technology.

SECTION II: Career Development and Career Development Plan contains a projective approach of the scientific career that I will pursue in the coming years, focusing on topics which have the potential of further development as well as on some new themes.

A number of potential research have been highlighted: studies on flow turbulence models in centrifugal machinery, numerical solutions on flow through labyrinth sealing by using direct numerical simulation method, studies on the cavitation peening procedure applied to high-speed rotary compressor rotors for the purpose of increasing creep resistance, the use of hydrophobic and super hydrophobic substances for covering surfaces with fluid interface inside hydraulic and pneumatic machinery in order to increase hydraulic efficiency, micro-turbomachinery, valveless micro-pumps, development of anti-noise technologies for noise reduction of compressors etc.

Also, I will continue my research on renewable energy and environmental resources regarding the improvement of fuel cells with liquid electrolyte, the improvement of solar thermal and water collectors, the cooling of photovoltaic cells, the use of the Coandă effect to increase the lift force of symmetrical profiles for wind turbines, ultrafiltration and nanofiltration membranes.

In order to counteract the difficulties concerning the state of the research facilities, I will intensify the collaboration with foreign researchers in accessing, as far as possible, better infrastructures compared to those in the country. I will also enhance the collaboration with my colleagues from the Renewable Energy Sources Commission of the Romanian Academy, of which I am a member. I will continue to broaden the material base of the department's laboratories, either directly by accessing research grants or indirectly by collaborating with the economic environment.

I intend to continue writing books containing as many of the contributions proposed by myself throughout my career and which could be of interest to those who work or studies in the field of applied mechanics in turbomachinery.

SECTION III: Bibliographic references contain relevant bibliographical references that support both the stated contributions and the proposed developments.