



Universitatea “*POLITEHNICA*” din București  
Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică  
Departamentul de Mecatronică și Mecanică de Precizie  
Splaiul Independenței 313, Sector 6, 060042 - București  
Tel.: +4021 4029115 Fax: +4021 4029381  
[www.mecatronica.pub.ro](http://www.mecatronica.pub.ro)

---



# **TEZĂ DE ABILITARE**

## **REZUMAT**

### ***SISTEME DE ACȚIONARE MECATRONICE CU MEDIU FLUID DE LUCRU***

**DOMENIUL: INGINERIE MECANICĂ ȘI MECATRONICĂ**

**Autor: Prof.dr.ing. MIHAI AVRAM**

**BUCUREȘTI, 2016**

## **REZUMAT**

Teza de abilitare cu titlul „*Sisteme de acționare mecatronice cu mediu fluid de lucru*” elaborată în vederea obținerii atestatului de abilitare pentru conducerea și îndrumarea doctoratelor în domeniul „Inginerie Mecanică”, reprezintă sinteza celor mai relevante rezultate ale cercetării științifice proprii valorificate de-a lungul carierei universitare în cărți, brevete de invenție, contracte de cercetare câștigate prin competiții, articole indexate ISI Thomson sau în baze de date internaționale sau prezentate în volumele manifestărilor științifice.

În conformitate cu legislația în vigoare (OMECS nr.3121/27.01.2015), structura tezei abordează sintetic toate argumentele care justifică obținerea atestatului de abilitare: principalele rezultate științifice originale obținute în cercetarea științifică și în activitatea academică după conferirea titlului de doctor în domeniul de doctorat Inginerie Mecanică și Mecatronică, evoluția carierei academice, științifice și profesionale, precum și direcțiile principale de dezvoltare a acesteia, pe baza realizărilor științifice semnificative și de actualitate din domeniul de specialitate mecatronică. Prezentarea oferă totodată argumente solide în sprijinul capacității mele individuale de a coordona echipe de cercetare, de a organiza și conduce activități didactice, de explicare și facilitare a învățării și cercetării.

Perioada la care se face referire este, cu precădere, cea de după anul 1996, anul în care am susținut public teza de doctorat cu titlul „Amplificator electrohidraulic incremental”.

**Capitolul 1** al tezei este dedicat prezentării evoluției carierei mele didactice și de cercetare științifică.

Trebuie subliniat faptul că întreaga mea activitate, cu excepția primilor doi ani în care am efectuat stagiul la IMF Sinaia, s-a desfășurat în Catedra de Mecanică Fină, în prezent Departamentul de Mecatronică și Mecanică de Precizie. Aici am avut șansa de a fi integrat într-un colectiv puternic, bine pregătit profesional, preocupat de calitatea procesului de învățământ și de cercetarea teoretică și aplicativă.

Pregătirea de inginer mecanic, ca absolvent al specializării de mecanică fină și-a pus amprenta în mod firesc asupra preocupărilor mele de debut, orientate în direcțiile: aparate și sisteme de măsură, echipamente pneumatice și hidraulice de automatizare, sisteme de acționare hidraulice și pneumatice, echipamente periferice de calculatoare, echipamente și aparatură biomedicală.

Evoluția traiectoriei profesionale este cel mai bine argumentată de direcțiile de dezvoltare a carierei mele științifice și academice, prezentate în **capitolul 2** al tezei.

În anul 1990 colectivul de cadre didactice din departament a demarat procesul de fundamentare a învățământului universitar de lungă durată în specializarea "mecatronică". Această nouă specializare, inter și multidisciplinară, impunea o integrare conceptuală și funcțională a mecanicii cu electronica și informatica. M-am implicat cu entuziasm și dăruire în acest demers, participând la elaborarea strategiei privind dezvoltarea învățământului de profil, strategie aprobată și însușită de conducerea Universității "Politehnica" București.

La momentul respectiv, la nivelul universității s-a impus rezolvarea unei serii de probleme fără de care nu ar fi fost posibilă lansarea noii specializări: crearea bazei materiale (noi laboratoare, infrastructură de cercetare etc.), pregătirea corpului profesoral, elaborarea planului de învățământ și a fișelor disciplinelor. În acest context, am coordonat, alături de regretatul profesor Nicolae Alexandrescu, grupul de discipline de specialitate care urmăreau pregătirea studenților de la specializarea mecatronică în domeniul acționărilor de precizie ce folosesc un mediu fluid de lucru. Din această grupă de cursuri fac parte: "Acționări hidro-pneumatice", "Hidronică și pneumatică", "Sisteme de acționare adaptive și optimale". Pentru aceste cursuri am elaborat mai întâi fișele disciplinelor, în cadrul cărora am stabilit conținutul fiecărui curs în parte, iar apoi am identificat lucrările practice (de proiect și de laborator) necesare unei bune pregătiri în domeniu.

Pentru asigurarea unor condiții optime de studiu am avut în vedere și elaborarea și publicarea unor suporturi de curs sau a unor manuale și îndrumare de laborator. Au fost necesare eforturi deosebite pentru identificarea unor surse de finanțare (în special obținerea prin competiții a finanțării unor contracte de cercetare care au stat la baza realizării laboratoarelor aferente disciplinelor mai sus menționate). Am coordonat echipa ce a dezvoltat laboratorul "Acționări, Automatizări și Robotică", unul dintre cele mai importante laboratoare în structura specializării nou-înființate.

Ca urmare a implicării acestui inimos colectiv, în carul căruia am jucat un rol hotărâtor, specializarea de mecatronică a debutat în anul universitar 1994-1995. A fost o primă etapă încununată de succes a construcției unei specializări de mare actualitate și deosebit de atractive pentru studenți și comunitatea științifică în general. Preocuparea pentru dezvoltarea continuă a domeniului mecatronicii nu s-a oprit însă aici. De-a lungul timpului am

depus eforturi susținute pentru modernizarea și restructurarea conținutului cursurilor, respectiv a tematicii lucrărilor de laborator și în special pentru completarea și dezvoltarea bazei materiale.

În demersul de a impune conceptul de mecatronică în interiorul comunității științifice și academice, în anul 1994 am contribuit în calitate de membru fondator la înființarea Centrului de Cercetare – Dezvoltare pentru Mecatronică (CCDM). Ca o recunoaștere a seriozității cu care m-am implicat în dezvoltarea prestigiului acestui centru și în toate activitățile sale, membrii acestuia m-au ales în anul 2012 Președinte al Consiliului de Administrație, funcție pe care o ocup și în prezent.

Demararea specializării de mecatronică a reprezentat un moment esențial pentru întreaga mea activitate științifică și profesională ulterioară. Fiind la bază inginer mecanic, pentru a putea face față noilor provocări am fost impulsionat permanent să-mi completez pregătirea profesională cu solide cunoștințe din domeniile electronicii, informaticii, automaticii. Pentru aceasta am participat la mai multe stagii de pregătire și schimb de experiență derulate în universități care au jucat un rol hotărâtor în dezvoltarea domeniului mecatronicii pe plan european (Fachhochschule Frankfurt/Mein, Institut Universitaire de Technologie de Metz, Université de Franche - Comté de Besançon și Universitatea din Torino).

Implicarea în promovarea și dezvoltarea specializării de mecatronică a avut drept consecință abordarea de noi direcții științifice de mare actualitate: robotică și microrobotică, structuri și sisteme mecatronice, sisteme de acționare hidraulice și pneumatice inteligente, senzori inteligenți, actuatoare neconvenționale (magnetostrictive, cu fluide speciale, cu fir cu memoria formei, piezoelectrice etc.).

Aceste direcții au fost dezvoltate atât în procesul didactic, prin promovarea de cursuri noi incluse în planul de învățământ al specializării de mecatronică, dar mai ales valorificate prin abordarea unor teme de cercetare teoretică și aplicativă.

Toate aceste activități au contribuit într-o anumită măsură la configurarea spectrului propriilor domenii de competențe ce pot fi enumerate după cum urmează:

- mecatronică și robotică;
- echipamente hidraulice și pneumatice proporționale;
- actuatoare neconvenționale;
- sisteme inteligente hidraulice și pneumatice;
- simulare, modelare și optimizare de sisteme hidraulice și pneumatice;
- senzori inteligenți.

**Capitolul 3** al tezei de abilitare prezintă sinteza celor mai importante realizări științifice și profesionale proprii.

Activitatea de cercetare științifică derulată constant de-a lungul carierei a cuprins în principal cercetări teoretice și experimentale în domeniile de competență evidențiate anterior. Implicarea în dezvoltarea acestor domenii a presupus atât valorificarea prin publicare a celor mai importante rezultate cât și implicarea directă în rezolvarea proiectelor de cercetare câștigate prin competiții. Principalele rezultate obținute au fost publicate periodic (100 articole și lucrări indexate în baze de date internaționale, 81 articole publicate in extenso în reviste neindexate, 9 monografii, 14 brevete de invenție).

Recunoașterea națională și internațională este reflectată de apartenența mea la reputele organizații profesionale, precum și de invitarea în calitate de recenzor sau membru în comitetul științific al mai multor conferințe și reviste de specialitate.

În ceea ce privește activitatea didactică, printre cele mai reprezentative rezultate obținute în teză sunt menționate: dezvoltarea de cursuri și activități aplicative, coordonarea și dotarea laboratorului "Acționări, Automatizări și Robotică", înființarea laboratorului "Sisteme pneumatice inteligente", coordonarea programelor de licență și master la nivelul Facultății de Inginerie Mecanică și Mechatronică etc.

Asigurarea funcționalității și continua modernizare a laboratoarelor disciplinelor pe care le-am coordonat nu ar fi fost posibile fără un efort constant de atragere a resurselor financiare necesare acestui demers. Activitatea a avut două componente principale: participarea la competiții pentru proiecte de cercetare științifică și atragerea de sponsorizări. Printre cele mai semnificative realizări se numără: conducerea în calitate de director de proiect sau responsabil din partea Universității POLITEHNICA din București a 18 proiecte de cercetare și atragerea de sponsorizări din partea unor cunoscuți agenți economici cu preocupări în domeniul acționărilor hidro-pneumatice. În **capitolul 4** sunt prezentate rezultatele științifice originale obținute de-a lungul carierei, evidențiindu-se relevanța acestora pentru domeniul științific abordat. Trebuie remarcat faptul că activitatea de cercetare științifică a fost orientată în direcția abordării unor subiecte de actualitate, în concordanță cu tendințele și perspectivele domeniilor de interes.

Principalele teme abordate au fost grupate după cum urmează:

- echipamente hidraulice și pneumatice proporționale;
- sisteme de acționare hidraulice și pneumatice inteligente;
- roboți cu acționare hidraulică și pneumatică;

- integrarea unor senzori inteligenți în structura sistemelor de acționare hidraulice și pneumatice.

Toate temele abordate tratează subiectele atât sub aspect teoretic cât și experimental. De cele mai multe ori au fost parcurse următoarele etape: studiul realizărilor în domeniu, stabilirea soluției tehnice, analiza teoretică (presupunând elaborarea modelului matematic și simularea numerică a funcționării), proiectarea și realizarea modelului experimental, analiza experimentală (incluzând concepția și realizarea unor standuri experimentale, stabilirea nomenclatorului de probe, concepția, realizarea și implementarea programelor de lucru etc.), analiza comparativă a rezultatelor teoretice și experimentale, optimizarea constructiv - funcțională.

Temele ce au avut ca subiect **echipamentele hidraulice și pneumatice proporționale** au urmărit următoarele aspecte:

- promovarea unor soluții noi de echipamente hidraulice și pneumatice proporționale: distribuitoare hidraulice proporționale cu comandă diferențială, reglatoare de debit proporționale, distribuitoare pneumatice proporționale analogice și distribuitoare pneumatice comandate în impulsuri modulate;
- integrarea în structura echipamentelor proporționale existente a unor actuatore neconvenționale: echipamente hidraulice și pneumatice proporționale cu actuator piezoelectric, cu motor pas cu pas, cu fir cu memoria formei;
- promovarea unor soluții miniaturizate de asemenea echipamente.

Principalele contribuții și realizări în domeniul echipamentelor hidraulice și pneumatice proporționale sunt următoarele:

- *distribuitoare hidraulice proporționale cu comandă diferențială*: 2 scheme de principiu originale, 4 modele experimentale, 1 brevet de invenție, 4 articole publicate;
- *drosele pneumatice proporționale*: o schemă de principiu originală, 3 modele experimentale, 1 stand experimental, 1 brevet de invenție, 2 articole publicate;
- *distribuitoare pneumatice proporționale*: 3 scheme de principiu originale, 3 modele experimentale, 2 standuri experimentale, 2 brevete de invenție, 3 articole publicate;
- *echipamente proporționale cu actuatore neconvenționale*: 2 scheme de principiu originale, 3 modele experimentale, 4 articole publicate.

În ceea ce privește **sistemele de acționare hidraulice și pneumatice inteligente**, de-a lungul timpului au fost dezvoltate mai multe variante, în mare majoritate originale, fiind concepute și realizate la nivel de model

experimental. Soluțiile dezvoltate reprezintă un solid suport hardware pentru dezvoltarea unor sisteme de conducere și control, permițând implementarea și testarea diferiților algoritmi de control, ce pot fi utilizați în realizarea programelor de lucru.

Principalele contribuții și realizări în domeniul sistemelor de acționare hidraulice și pneumatice inteligente sunt următoarele:

- *sisteme hidraulice de poziționare*: 2 scheme de principiu originale, 4 modele experimentale, 3 standuri experimentale, 3 brevete de invenție, 6 articole publicate;
- *sisteme pneumatice de poziționare*: 9 scheme de principiu originale, 10 modele experimentale, 3 standuri experimentale, 19 articole publicate.

Cea de-a treia familie de teme abordată se referă la **roboți cu acționare hidraulică sau pneumatică**.

Din punct de vedere constructiv un robot poate fi realizat fie prin combinarea unor sisteme de poziționare hidraulice și pneumatice, câte unul pentru fiecare grad de mobilitate al robotului, fie având o structură cinematică proprie, cu un sistem de acționare special proiectat pentru a deservi această structură și integrat în această structură. Proiectarea și realizarea unui robot reprezintă o activitate extrem de laborioasă, ce necesită pe de o parte cunoștințe interdisciplinare, iar pe de altă parte un volum mare de muncă, motiv pentru care la o asemenea temă trebuie să participe un colectiv mai larg de cercetători.

Principalele contribuții și realizări în domeniul roboților cu acționare hidraulică și pneumatică sunt următoarele: 2 variante de roboți hidraulici, o variantă de robot pneumatic, un sistem senzorial pentru determinarea caracteristicilor traiectoriei unui robot, 7 articole publicate.

O altă grupă de teme de cercetare a urmărit **integrarea senzorilor în structura echipamentelor și sistemelor hidraulice și pneumatice**. În marea lor majoritate sistemele hidronice și pneuonice au senzorii și traductoarele necesare amplasate în diferite zone ale circuitului hidraulic sau pneumatic. De regulă se dorește ca acestea să fie montate cât mai aproape de locul din care trebuie culeasă informația. În asemenea situații trebuie rezolvate următoarele probleme: alimentarea cu energie electrică a fiecărui traductor în parte, transmiterea semnalului furnizat de traductor subsistemului de comandă, protecția traductorului și a conexiunilor electrice. Acestea constituie suficiente argumente pentru a justifica preocupările avute de-a lungul timpului pentru realizarea unor structuri senzoriale care să grupeze mai multe traductoare într-un bloc comun, care să poată fi cât mai ușor de montat în circuit și care să comunice cu blocul electronic de comandă printr-o legătură unică (un cablu sau o magistrală de date).

Principalele contribuții și realizări în domeniul integrării senzorilor în structura echipamentelor și sistemelor hidraulice și pneumatice sunt următoarele: o schemă de principiu originală, 2 modele experimentale.

**Capitolul 5** subliniază modul în care am demonstrat de-a lungul timpului capacitatea de a forma tineri cercetători și de a coordona echipe și teme de cercetare. Argumentele în acest sens au fost grupate după cum urmează:

- coordonarea laboratorului "*Aționări, Automatizări și Robotică*", în care se desfășoară activități didactice și de cercetare științifică;
- îndrumarea a 10 doctoranzi în activități de cercetare legate de subiectele tezelor abordate;
- formarea a 4 tinere cadre didactice;
- formarea și coordonarea unor echipe atât pentru activități de cercetare fundamentală cât și pentru rezolvarea unor teme de cercetare științifică pe bază de contract.

Realizările științifice și academice obținute până în acest moment al carierei îmi permit să conturez principalele **direcții viitoare de cercetare și dezvoltare**, în acord cu exigențele calității de conducător de doctorat și formator al unor noi generații de specialiști în domeniul acționărilor hidronice și pneuonice. Printre acestea menționez:

- participarea activă la dezvoltarea domeniului acționărilor de mare precizie înzestrate cu inteligență;
- creșterea în continuare a vizibilității științifice internaționale prin publicarea de articole științifice în reviste cotate ISI Thomson sau indexate în baze de date renumite;
- scrierea de proiecte pentru accesarea de fonduri naționale și europene;
- intensificarea activităților de promovare a domeniului mecatronic, prin implicarea în organizarea de conferințe și manifestări științifice de înalt nivel;
- diversificarea colaborărilor cu alte universități din țară și din străinătate.

Consider că ansamblul realizărilor științifice și academice prezentate anterior mă îndreptățește să îndrum în continuare parcursul profesional al tinerilor specialiști dornici să își devolve o frumoasă carieră profesională în domeniul echipamentelor și sistemelor de acționare hidronice și pneuonice, de această dată la un nivel superior, în calitate de conducător de doctorat. Sunt convins că vasta experiență pe care am dobândit-o și confirmat-o în acest domeniu deosebit de actual, calitățile mele didactice, bogata baza materială, combinate cu energia și entuziasmul tinerilor dornici să obțină titlul științific de doctor constituie premisele unor substanțiale realizări care vor conduce la dezvoltarea în continuare a ingineriei mecanice și a mecatronicii.



## **ABSTRACT**

The habilitation thesis entitled “Mechatronic Actuating Systems with Fluid Working Agent” was elaborated in order to obtain the habilitation certificate for coordinating and guiding Ph.D. thesis in the domain of “Mechanical Engineering” and represents the synthesis of my most relevant scientific research results, which were valorised, along my university carrier, into books, patents, research contracts gained by competitions, papers that were indexed by ISI Thomson or other international data basis, or that were published in the proceedings of various scientific conferences.

According to the actual regulations (OMECS no.3121/ 27.01.2015), the thesis is structured so that all the arguments justifying the habilitation certification are approached: the main original results obtained in the academic activity and the scientific research after obtaining the Ph.D. title in the domain of Mechanical Engineering and Mechatronics, the academic, scientific and professional career evolution and its main development directions, on the basis of the current significant scientific results in mechatronics. The presentation also offers strong arguments for my capability to lead research teams, to organize and conduct didactic activities, to explain and facilitate teaching and researching.

The time period referred is especially after 1996, when the Ph.D. thesis entitled „Incremental Electro-Hydraulic Amplifier” was sustained in public.

**Chapter 1** of the habilitation thesis presents the evolution of my didactic and scientific research career.

After two years of production stage within The Fine Mechanics Factory from Sinaia, my whole activity took place within the Fine Mechanics Chair, now the Precision Mechanics and Mechatronics Department. I had the chance to be integrated in a powerful team, with very good professional training and with important concern for the quality of the teaching process and for the theoretical and applicative research.

The mechanical engineer training, as a graduate of fine mechanics specialization, influenced my first preoccupations in the following directions: measuring mains and systems, pneumatic and hydraulic automation equipment, pneumatic and hydraulic actuating systems, computer peripherals, bio-medical equipment.

**Chapter 2** of the thesis presents my main evolution directions.

In 1990 the staff of the department initiated the foundation of the long term specialization of mechatronics. This new inter- and multi-disciplinary specialization implies a conceptual and functional integration of mechanics, electronics and informatics. I was involved with enthusiasm in the elaboration

of the development strategy of the new specialization, which was approved by the management of the Politehnica University of Bucharest.

Some very important problems had to be solved at the university level in order to start the new specialization: creating the material basis (new laboratories, research infrastructure etc.), coaching the teaching staff, elaborating the curricula.

I coordinated, with the lamented professor Nicolae Alexandrescu, the disciplines needed to educate the students of the mechatronic specialization, in the domain of accurate actuating systems using a working fluid, such as “Hydro-Pneumatic Actuating”, “Hydronics and pneutronics”, “Adaptive and Optimal Actuating Systems”.

For every course, it was established the content and the themes for the projects and laboratories, in order to assure a good education in the domain. The necessary manuals and laboratory guide books were elaborated.

Special efforts were necessary in order to identify the financial resources (especially research grants obtained by competition, which were the basic resource for building the laboratories for the new disciplines). I coordinated the team who developed the “Actuating, Automation and Robotics” laboratory, one of the most important laboratory for the new specialization. As the result of this enthusiast team efforts, the Mechatronics specialization began in the university year 1994-1995. It was the first and successful step in the foundation of a specialization of high actuality and very attractive for the students and the scientific community. This was not the end of the mechatronic specialization development. Since then, I made sustained efforts for the modernization and reorganization of the courses and laboratory works contents and for the completion and development of the material basis.

In order to impose the concept of mechatronics within the scientific and academic community, in 1994 The Research and Development Centre for Mechatronics (CCDM) was founded and I was one of the founding members. As a recognition of my implication in the development and activities of this centre, in 2012 I was elected as President of the Administration Council of CCDM.

The beginning of the Mechatronics specialization was a very important moment for my whole future scientific and professional activity. As a mechanical engineer, I had to continuously improve my professional training with important knowledge in the domains of electronics, informatics and automatics in order to overcome the new challenges.

I followed some training stages and experience exchanges in universities with decisive contribution to the development of Mechatronics in Europe (Fachhochschule Frankfurt/Mein, Institut Universitaire de Technologie de Metz, Université de France - Comté de Besançon and the University of Torino).

The consequence of my involvement in promoting and developing the Mechatronics specialization was the approach of new scientific directions of high actuality: robotics and micro-robotics, mechatronic structures and systems, intelligent sensors, non-conventional actuators (magnetostrictive, with special fluids, with shape memory alloy wires, piezoelectric etc.).

These directions were developed both in the didactic process, by including new courses in the curricula of the Mechatronic specialization, and especially in the theoretical and applicative research themes.

All these activities influenced the configuration of my competence domains, as follows:

- mechatronics and robotics;
- proportional hydraulic and pneumatic equipment;
- non-conventional actuators;
- hydraulic and pneumatic intelligent systems;
- simulating, modelling and optimising hydraulic and pneumatic systems;
- intelligent sensors.

**Chapter 3** of the thesis presents a review of my scientific and professional achievements.

The scientific research activity carried on constantly along my career refers especially to theoretic and experimental researches in the above mentioned competence domains.

My involvement in the development of these domains consisted both in publishing the most important research results and in direct participation to the implementation of the research projects gained in competitions. The main obtained results were periodically published (100 articles and papers indexed in international data bases, 81 articles published in non-indexed journals, 9 monographies, 14 patents).

The national and international acknowledge is reflected by my affiliation to well-known professional organizations and by the invitations as a reviewer or a member of the scientific committee of a large number of conferences and journals.

The most important results obtained in the didactic activity are also mentioned in the thesis: development of courses and applicative activities, coordination and endowment of the “Actuating, Automation and Robotics”

laboratory, development of the “Pneumatic Intelligent Systems” laboratory, coordination of the licence and master program at the level of the Mechanical Engineering and Mechatronics Faculty etc.

In order to assure the functionality and the continuous modernization of the laboratories for the disciplines I coordinated, a constant effort for getting the necessary financial resources was required. This activity had two main components: competing for scientific research grants and searching for sponsors. Some of the most important achievements are: managing 18 research projects as a director or a UPB responsible, and convincing well-known companies in the domain of hydro-pneumatic actuating to become sponsors.

**Chapter 4** presents my original scientific results and their relevance for the approached scientific domain. It is important to notice that my scientific research activity was oriented to high actuality subjects, in concordance with the trends and perspectives of the domains.

The main approached themes can be grouped as follows:

- proportional hydraulic and pneumatic equipment;
- hydraulic and pneumatic actuating intelligent systems;
- hydraulic and pneumatic actuated robots;
- integration of intelligent sensors in the structure of hydraulic and pneumatic actuating systems.

For all the themes, the approach was both theoretical and experimental, implying the following steps: the state of the art in the domain, establishing the technical solution, the theoretical analysis (the mathematical modelling and numerical simulation), the design and construction of the experimental model, the experimental analysis (the design and construction of experimental stands, the set of tests establishment, the design, development and implementation of the working programmes etc.), the comparative analysis of the theoretical and experimental results, the constructive-functional optimization.

The themes regarding the proportional hydraulic and pneumatic equipment had the following goals:

- promoting new solutions of proportional hydraulic and pneumatic equipment: proportional hydraulic valves with differential command, proportional flow controllers, analogue proportional pneumatic valves and modulated pulses controlled pneumatic valves;
- integrating non-conventional actuators within the structure of existing proportional hydraulic and pneumatic devices: piezoelectric actuators, step by step motors, shape memory alloy wires;
- promoting miniaturized variants of such devices.

The most important contributions and results in the domain of proportional hydraulic and pneumatic equipment are the following:

- *proportional hydraulic valves with differential command*: 2 original principle schemes, 4 experimental models, 1 patent, 4 published articles;
- *proportional pneumatic throttles*: 1 original principle scheme, 3 experimental models, 2 experimental stands, 1 patent, 2 published articles;
- *pneumatic proportional valve*: 3 original principle schemes, 3 experimental models, 2 experimental stands, 2 patents, 3 published articles;
- *proportional devices with non-conventional actuators*: 2 original principle schemes, 3 experimental models, 4 published articles.

In the domain of hydraulic and pneumatic actuating intelligent systems there were developed more variants, most of them being original solutions; for all of them the research was finalized with an experimental model. These structures were a serious hardware support for developing command and control systems and for implementing and testing control algorithms in order to implement them into the working programs.

The most important contributions and results in the domain of proportional hydraulic and pneumatic actuating intelligent systems are the following:

- *hydraulic positioning systems*: 2 original principle schemes, 4 experimental models, 3 experimental stands, 3 patents, 6 published articles;
- *pneumatic positioning systems*: 9 original principle schemes, 10 experimental models, 3 experimental stands, 19 published articles.

The third category of research themes refers to the hydraulic and pneumatic actuated robots.

A robot can be structured in two ways: combining hydraulic and/or pneumatic positioning systems, one for each mobility grade of the robot, or using a dedicated kinematical structure and a special designed actuating system to actuate the structure and being integrated into the structure. The design and construction of a robot is a very laborious activity, needing inter-disciplinary knowledge and also an important amount of work. This is why a large research team is required for such a job.

The most important contributions and results in the domain of proportional hydraulic and pneumatic actuated robots are the following: 2 variants of hydraulic robots, a variant of pneumatic robot, a sensorial system for determining the trajectory characteristics of a robot, 7 published articles.

Another category of research themes refers to the integration of intelligent sensors in the structure of hydraulic and pneumatic actuating systems. Most of

the hydronic and pneumatic systems have the necessary sensors and transducers placed in different zones of the hydraulic or pneumatic circuit. Some problems must be solved: power supplying of every transducer, sending the transducer signal to the control subsystem, protecting the transducer and the electrical connections. These are some arguments for the research activities carried on, in time, in order to obtain sensorial structures that group more transducers in one block, which can be easily mounted in the circuit and can communicate with the electronic block by only one connection (a data cable or bus).

The most important contributions and results in the domain of integration of intelligent sensors in the structure of hydraulic and pneumatic actuating systems are the following: 1 original principle scheme, 2 experimental models.

**Chapter 5** is about my capacity to train young researchers and to coordinate research teams and themes. The main arguments are the following:

- coordination of the “Actuating, Automation and Robotics” laboratory, used for didactic and scientific research activities;
- coordination of 10 trainers for a doctor’s degree in research activities in connection with the subjects of their thesis;
- training of 4 young professors;
- training and coordination of teams for fundamental research activities and for solving contractual scientific research themes.

The obtained scientific and academic results allow me to contour the principal future directions of research and development, according to the exigence required from the quality of Ph.D. thesis coordinator and trainer of new generations of specialists in the domain of hydronic and pneumatic actuating, as following:

- active participation to the development of intelligent high accuracy actuations domain;
- continuous growth of the international scientific visibility by publishing scientific articles in ISI Thomson or well-known data basis indexed journals;
- elaboration of projects for accessing national and European funds;
- intensification of the actions for promoting the mechatronic domain, by involving in organizing high level conferences and scientific meetings;
- diversification of the collaborations with other universities from Romania and abroad.

I consider that the scientific and academic achievements previously presented allow me to continue guiding young specialist carrier in the domain of hydronic and pneumatic actuating systems, this time from a higher level, as a Ph.D.

thesis coordinator. I am sure that my vast experience in this domain, my didactic qualities, the important material basis, combined with the energy and the enthusiasm of the young specialists desiring to obtain the Ph.D. title are the guarantee of further achievements and the continuous development of mechanical engineering and mechatronics.