



ROMÂNIA
Ministerul Educației Naționale
UNIVERSITATEA DIN PITEȘTI

TEZA DE ABILITARE

**STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND SISTEMELE DE PROPULSIE EFICIENTE
PENTRU CREȘTEREA PERFORMANTELOR DINAMICE ALE
AUTOVEHICULELOR**

•••

REZUMAT

Domeniul: INGINERIA AUTOVEHICULELOR

Conf.dr.ing. Nicolae Liviu MIHON
Universitatea Politehnica Timișoara

2019

Rezumat

Teza de abilitare **”STUDII ȘI CERCETĂRI PRIVIND SISTEMELE DE PROPULSIE EFICIENTE PENTRU CREȘTEREA PERFORMANȚELOR DINAMICE ALE AUTOVEHICULELOR”** prezintă o parte din activitatea și rezultatele de cercetare obținute de subsemnatul, conf.dr.ing. Nicolae Liviu MIHON, în prezent cadru didactic universitar al Departamentului Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi din cadrul Universității Politehnica Timișoara, pe direcțiile principale de studiu și interes, dezvoltate după susținerea publică a tezei de doctorat din anul 1999.

Teza de abilitare este structurată și dezvoltată pe trei mari capitole/secțiuni, respectiv (I) realizările academice și profesionale, (II), rezultatele obținute în cercetarea științifică și (III) perspectivele dezvoltării carierei științifice și profesionale.

În prima secțiune sunt prezentate succint punctele de reper ale carierei didactice, începând cu anul 1991 și până în prezent. După susținerea publică a tezei de doctorat, cu titlul *Cercetări privind implicațiile schimbului de căldură asupra fenomenelor termoelectrice* (conducător științific prof.dr.ing. Virgiliu Dan Negrea), în domeniul Inginerie Mecanică, am continuat însă activitatea de predare și cercetare pe domeniul/specializarea absolută în 1986, aceea de Mașini și Echipamente Termice/Motoare cu Ardere Internă. Astfel, trecerea către domeniul de Ingineria Autovehiculelor/Autovehicule Rutiere s-a făcut natural, treptat și ireversibil, prin creșterea interesului și a numărului de studenți către această specializare și diminuarea/dispariția interesului studenților pentru specializarea Mașini și Echipamente Termice, dar cu menținerea în totalitate a activității didactice și de cercetare, pentru motoarele cu ardere internă. În cursul celor peste 28 ani de carieră didactică am continuat tradiția școlii timișorene de inginerie pe domeniul motoarelor cu ardere internă și, începând cu anul 2006, pot afirma cu multă încredere, am avut un rol hotărâtor la creșterea și consolidarea specializării de Autovehicule Rutiere în Universitatea Politehnica Timișoara.

Rezultatele profesionale ale carierei didactice precum și cele din cercetarea științifică m-au motivat și determinat pentru continuarea acestor activități în domeniul Ingineriei Autovehiculelor, la un nivel superior, prin obținerea atestatului de abilitare.

În secțiunea a doua sunt descrise, într-o formă succintă și concisă, cele mai importante rezultate ale activității de cercetare desfășurate în cadrul unor proiecte/granturi câștigate prin competiție sau cu mediul economic din România, dar și prin participarea activă în cadrul unor activități de sprijin/coordonare/tutoriat/îndrumare a studenților și doctoranzilor specializării de Autovehicule Rutiere sau ale colectivului de cadre didactice ale departamentului nostru.

Direcțiile de cercetare descrise în această lucrare se referă la studiile sistemelor de propulsie clasică, la rândul lor detaliate pe două capitole: (i) sistemele de propulsie eficiente și (ii) cercetările experimentale și simulările exploatarei acestor motoare pe autovehicule și, la (iii) studiile comportamentului dinamic al autovehiculelor pentru creșterea performanțelor dinamice și de confort ale acestora.

Eficiența sistemelor de propulsie a fost urmărită prin valorile de consum de combustibil și/sau al emisiilor poluante și a fost urmărită la motoarele cu aprindere prin scânteie și a celor cu aprindere prin comprimare, în condițiile alimentării acestora cu combustibili clasici sau în soluții neconvenționale.

Sunt prezentate astfel rezultatele cercetărilor efectuate în cazul unui motor cu aprindere prin scânteie la care au fost aduse modificări ale sistemului de filtrare al aerului, prin utilizarea a cinci alte densități/proprietăți ale materialului filtrului față de cel original și mai apoi testarea acestui motor în condițiile alimentării cu un amestec de benzină și izopropanol. Pentru măsurarea gradului de poluare s-au efectuat măsurători în două situații și anume rularea la sarcini parțiale, precum și la sarcina totală. Parametrii urmăriți au fost emisiile de CO₂, CO, HC și NO_x, concentrația

de oxigen în gazele de evacuare precum și valorile coeficientului de exces de aer. S-a putut concluziona faptul că prin utilizarea alcoolilor, temperatura pe ciclu scade, ceea ce frânează formarea oxidului de azot, iar arderea este mai eficientă, deci cu emisiile de CO și HC mai reduse, dar gradul de poluare al unui autoturism alimentat cu amestecuri benzină-alcool poate fi mai mare decât în cazul utilizării combustibilului clasic. În ceea ce privește comportamentul motorului cu ardere internă la modificarea parametrilor de filtrare ai filtrului de aer, rezultatele au edificat o înrăutățire a performanțelor motorului la creșterea gradului de filtrare, dar și prin lipsa cartușului de filtrare, care modifică brutal regimul de curgere a aerului la trecerea prin carcasa filtrului de aer, înrăutățind în final umplerea motorului.

Pentru un motor cu aprindere prin scânteie ce echipează un autoturism pentru competiții sportive s-au efectuat mai multe cercetări ce au vizat utilizarea unui sistem de management al motorului diferit, cu modificări ale coeficientului excesului de aer la valori de aproximativ 0,75, cu scopul de a obține performanțe energetice superioare. Au fost utilizate în acest scop senzori și traductori cu domeniu al valorilor de referință extins și care au fost conectați la un echipament ECU programabil, care a gestionat funcționarea motorului în noile condiții.

Un efort deosebit a fost necesar pentru finalizarea cercetărilor la un motor cu aprindere prin scânteie, la care au fost aduse modificări ale parametrilor și algoritmilor de control ai timpilor de injecție, prin aplicarea logicii fuzzy, pe baza unor concepte noi, dar cu scopul menținerii parametrilor de consum și emisii poluante ale soluției originale. Rezultatele au evidențiat însă chiar o scădere a concentrațiilor de CO datorită unui control mai prompt și mai riguros al echilibrului stoichiometric între aer și combustibilul injectat.

Cercetările funcționale ale unui motor alimentat cu bioetanol au permis obținerea unor valori ale emisiilor de NO_x, CO și HC și care, la rândul lor, au fost utilizate pentru modelarea funcționării motorului cu acest combustibil. Astfel, pornind de la faptul că entalpia de vaporizare a etanolului este mai ridicată la sfârșitul admisiunii aerului și amestecului de combustibil și/sau alcool, se va obține o temperatură mai redusă a amestecului în camera de ardere, putându-se astfel îmbunătăți gradul de umplere al motorului și implicit performanțele energetice ale acestuia.

Motoarele cu aprindere prin comprimare au avut și ele un loc important în cercetările efectuate și prezentate pe larg în conținutul tezei de abilitare. S-au urmărit influențele modificărilor constructive și funcționale ale duzelor de injecție de la un motor de capacitate medie asupra performanțelor energetice, prin aplicarea unor canale elicoidale la nivelul acelor injectoarelor dar și prin modificarea numărului și a geometriei orificiilor de pulverizare, în anumite condiții de exploatare, asupra emisiilor poluante. Soluțiile noi aplicate au condus la creșterea performanțelor motorului în domeniul sarcinilor maxime cu aproximativ 5-7% și o micșorarea a gradului de poluare cu 30 – 40% pentru anumite regimuri de sarcini parțiale. Echipamentul de injecție diesel a fost atent analizat și diagnosticat pentru problemele de funcționare defectuoasă ale motorului, pe care le poate genera în condiții de exploatare necorespunzătoare. Au fost stabilite astfel cauze ale defectărilor unor injectoare independente datorate unei filtrări insuficiente sau ineficiente a combustibilului. Un studiu foarte elaborat și interesant a avut ca scop analiza și stabilirea parametrilor de control electronic ai motorului cu aprindere prin comprimare în condițiile utilizării unui ciclu cu ardere mixtă a unui amestec aer – combustibil gazos cu injecție pilot de motorină pentru inițierea aprinderii. Cercetările au vizat în mod deosebit utilizarea gazului natural comprimat la motoare pentru autocamion și pentru tractoare agricole, cu concluzii încurajatoare asupra diminuării emisiilor poluante pentru toate regimurile de sarcină. Pentru componentele sistemului de injecție utilizate în experimentele cu motorul diesel la care au fost aduse modificări la duzele de injecție au fost necesare proiectarea și analiza cu elemente finite ale acestor componente, iar rezultatele au fost apoi aplicate în soluțiile de fabricare a acestor componente. Rezultatele acestor analize fac parte din conținutul tezei de abilitare. De asemenea sunt prezentate succint rezultatele analizei și modelării traseului de admisiune a motorului cu

aprindere prin scântee la care s-au efectuat studiile de modificare a parametrilor de filtrare, modele construite cu ajutorul programelor de proiectare asistată de calculator și analizate cu programe de analiză a curgerii prin metoda elementelor finite.

Baza materială existentă în cadrul Laboratorului de Autovehicule Rutiere din cadrul Universității Politehnica Timișoara, în mod deosebit prin existența standului dinamic MAHA LPS 3000 și a aparatelor de determinare a noxelor evacuate, MAHA MET 6.1 și MAHA MDO2-LON, respectiv AVL Digas 4000, au permis, împreună cu programele de evaluare/calcul/simulare oferite de AVL GmbH Graz/Austria, prin pachetul AST (Fire, Boost, Exchange, Cruise), o serie de cercetări combinate, experiment – simulare, asupra autovehiculelor ce sunt exploatate/testate pe diverse cicluri de funcționare, cu stabilirea consumurilor și a noxelor evacuate. Astfel, în conținutul tezei de abilitare sunt prezentate rezultatele experimentelor pentru un autoturism echipat cu motor cu aprindere prin scântee ce funcționează cu combustibil clasic și cu gaz petrolier lichefiat, al unui autoturism echipat cu motor cu aprindere prin comprimare în condițiile testării virtuale a acestuia pe un traseu impus, modelat la rândul său cu programul IPG CarMaker, dar și pentru un autoturism echipat cu motor cu aprindere prin scântee în condițiile utilizării programului AVL Cruise, în care, rând pe rând, au fost aduse modificări virtuale asupra caracteristicilor și parametrilor de exploatare ai vehiculului pe diverse cicluri de testare, urmărindu-se valorile de consum și noxe emise. Utilizarea unui alt program de simulare, ADVISOR, cu aplicabilitate directă în cazul soluțiilor de propulsie hibridă, au permis analize și simulări corespunzătoare acestor vehicule. Corelarea datelor experimentale cu regimurile de testare aplicate vehiculelor instalate pe standul MAHA LPS 3000 au permis obținerea și mai ales validarea și interpretarea corectă a parametrilor de funcționare ai acestor vehicule în zona vitezelor inferioare celor de testare (sub 50 km/h), prin extrapolarea valorilor măsurate prin funcții matematice de ordin superior și prin analiza și filtrarea rezultatelor experimentale valabile, pentru stabilirea randamentelor din transmisia autovehiculelor testate.

Un ultim capitol al tezei de abilitare prezintă rezultatele preocupărilor curente ale autorului, ce vizează modelarea comportamentului dinamic al autovehiculelor în diverse regimuri de exploatare, prin utilizarea pachetului de programe Matlab/Simulink împreună cu aplicațiile specifice MSC ADAMS și AVL-AST. Au fost astfel modelate și verificate prin experiment sau în bucle HIL-SIL un ambreiaj și un controler proporțional-integral pentru turația motorului, respectiv pentru sonda lambda, iar pentru comportamentul dinamic al autovehiculului virtual, s-au modelat și analizat comportamentele unui sistem de frânare cu sistem ABS pe diverse suprafețe și cu diverse valori ale aderenței. Exploatarea autovehiculelor în condiții de confort a fost și ea urmărită, prin intermediul modelelor construite în acest scop, prin modelarea și urmărirea comportamentului sistemului de suspensie al autovehiculelor în condiții de modificare a caracteristicilor componentelor de legătură vehicul – sol, respectiv anvelopă/roată, suspensie și amortizor, modele validate prin experimente.

Partea științifică a tezei de abilitare se încheie cu o bibliografie selectivă, ce conține 184 de titluri de cărți și articole, dintre care la 55 sunt coautor (la 24 prim autor).

Se prezintă apoi succint direcțiile de cercetare și dezvoltare ale carierei. Pentru partea didactică sunt vizate îmbunătățirea metodelor de predare și actualizarea permanentă a conținutului cursurilor predate, iar pentru partea de cercetare sunt creionate direcțiile principale vizate de autor, pe teme de strictă actualitate pentru sistemele de propulsie clasică și hibride/electrice și de comportament dinamic al autovehiculelor, în cadrul unor proiecte viitoare de cercetare, cu colective mixte de cadre didactice și studenți și doctoranzi, cu mediul economic sau prin granturi atrase în urma unor competiții naționale sau europene.