

Teză de Abilitare

Rezumat

Influența unor parametri asupra performanțelor energetice ale motorului cu ardere internă: rolul raportului de comprimare, al raportului de destindere, al distribuției, al supraalimentării și al combustibililor

Adrian CLENCI
Universitatea din Pitești, România

REZUMAT EXTINS

Mobilitatea rutieră reprezintă motorul dezvoltării economice și este unul din aspectele fundamentale ale coeziunii sociale, deoarece permite fiecărei persoane libertatea necesară de mișcare, împreună cu avantajele inerente acestora: acces facil la diverse locuri de muncă, servicii publice, vacanțe etc.

Chiar dacă reprezintă, încă, cea mai răspândită sursă de energie în domeniul mobilității rutiere, motorul cu ardere internă (MAI) se confruntă cu probleme de mediu.

Prin urmare, acum, mai mult ca niciodată, este evidentă necesitatea de a găsi un echilibru între intensificarea firească a mobilității rutiere și protecția mediului. Astfel, s-a născut noțiunea de *mobilitate durabilă*, care este, în prezent, cea mai mare provocare a industriei auto.

Dacă definim *sustenabilitatea* ca fiind caracteristica ce permite desfășurarea unei activități (în acest caz, a mobilității) fără a epuiza resursele disponibile și fără a deteriora mediul, deci, fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface nevoile de viață, atunci, utilitatea preocupărilor pentru reducerea impactului automobilelor asupra mediului este evidentă.

Totuși, progresele semnificative ale MAI din ultimul deceniu nu au reușit să "dezactiveze" preocupările legate de efectele pe termen lung asupra mediului. Discuțiile despre un viitor mai puțin bogat în combustibili fosili au condus la orientarea industrială către electrificarea industriei auto. Paradoxul este că avantajul fundamental al automobilului (*libertatea de mișcare*) e afectat: mobilitatea este redusă la perioada de autonomie a bateriei. Prin urmare, privitor la propulsia electrică: *impact redus asupra mediului, dar cu o libertate de mișcare puternic afectată*.

În consecință, în conformitate cu ERTRAC¹, viitorul apropiat al mobilității rutiere (până în 2050) înseamnă, cel mai probabil, o combinație între diferite surse de energie: vehicule propulsate de motoare cu aprindere prin scânteie și motoare cu aprindere prin comprimare (MAS, MAC), vehicule electrice cu baterii (BEV), vehicule electrice hibride (HEV), HEV plug-in (PHEV), vehicule electrice cu celule de combustibil (FCEV).

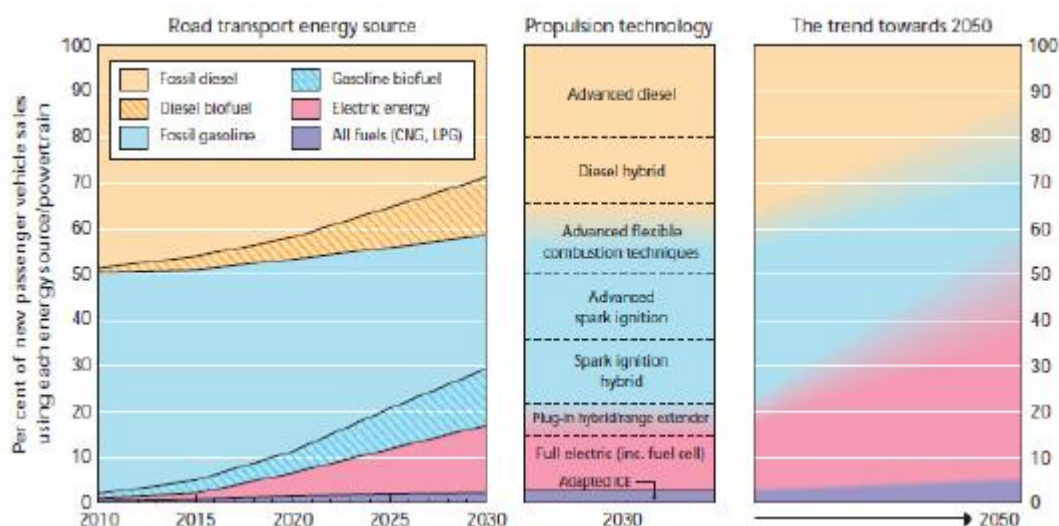


Fig. 1. Evoluția surselor energetice de propulsie la orizontul anului 2050¹

¹ ERTRAC, *Research and Innovation Roadmaps*, 2011. http://www.ertrac.org/pictures/downloadmanager/6/50/ertrac-researchinnovation-roadmaps_60.pdf

Revenind la MAI, este destul de clar că acesta are încă un viitor (în special pentru nevoile de parcurgere a unor distanțe lungi), astfel că mobilitatea durabilă trece printr-o îmbunătățire drastică a performanțelor energetice ale MAI (i.e., eficiența energetică globală).

În concordanță cu cele precizate la ERTRAC¹, *"potențialul de îmbunătățire a consumului de combustibil al MAI este încă semnificativ, iar ameliorări continue în ceea ce privește performanțele ecologice și costul global sunt încă fezabile. Din aceste motive, pe termen scurt și mediu, motoarele cu ardere internă avansate vor fi necesare pentru satisfacerea cerințelor de tip client și a celor legislative. Astfel, acestea vor contribui în mod semnificativ la realizarea obiectivului societal major al ERTRAC și anume, decarbonizarea transportului."*

Acesta fiind contextul actual, această teză își propune să prezinte influența unor parametri asupra performanțelor energetice ale MAI. De exemplu, vor fi discutate, în detaliu, *rolul raportului de comprimare, al raportului de destindere, al distribuției gazelor, al umplerii și al combustibililor asupra performanțelor energetice ale MAI*. Desigur, această teză nu este o lucrare exhaustivă pe această subiect. Autorul a încercat numai să urmeze un fir clar al unor realizări științifice la care a contribuit. Structura acestei lucrări este una arbitrară, deoarece temele incluse aici nu au fost, neapărat, realizate în ordine cronologică. Mai degrabă, au fost tratate în paralel, de-a lungul timpului.

De când și-a obținut doctoratul în 2003, cu o teză privind comprimarea variabilă (VCR), autorul a continuat să lucreze la îmbunătățirea performanțelor energetice ale MAI, așa cum este prezentat în cele ce urmează.

O înțelegere nuanțată a raportului de comprimare și a celui de destindere este, într-adevăr, baza ameliorării termodinamice. Preocupările autorului privitoare la acest subiect au condus la o cuantificare originală a raportului real de comprimare care ar putea fi aplicat oricărui MAS.

Apoi, se știe că oferind variabilitate acționării supapelor de admisie, MAS-ul devine mai eficient. Astfel, autorul a asumat un sistem original de distribuție variabilă (VVA), dezvoltat, inițial, de către profesorul Vasile Hara de la Universitatea din Pitești, pe care a reușit să-l controleze în absența tradiționalului obturator (i.e., *throttle-less*). Existența unui prototip funcțional de motor VVA a permis „mutarea” interesului autorului către estimarea câmpului de viteze în interiorul motorului (în această teză, autorul va folosi, pentru aceste aspecte, terminologia de „aerodinamică internă”), prin intermediul simulărilor numerice CFD (Computational Fluid Dynamics). O primă cercetare de acest tip a fost realizată în cadrul tezei de doctorat a d-lui Victor Iorga-Simăn, realizată în cotelă, între Universitatea din Pitești și Le Cnam de Paris (2008 – 2012), autorul având rol de co-îndrumător. Ca urmare, în 2015 a fost posibilă demararea unei cooperări științifice cu Renault France (Dr. Stéphane Guilain) și AVL France (Dr. Wolfgang Schwarz), care a permis dezvoltarea competențelor în domeniul simulărilor CFD, privitoare la aerodinamica internă a MAI: simularea curgerii nestaționare/nepermanente a aerului în interiorul unui motor VVT (Variable Valve Timing), scopul final fiind realizarea unei corelări între rezultatele CFD și datele experimentale obținute cu tehnica PIV (Particle Image Velocimetry).

Deoarece umplerea forțată a motorului este un factor-cheie pentru creșterea performanțelor specifice ale MAI, datorită bunei colaborări științifice cu profesorul Georges Descombes și dr. Pierre Podevin de la Cnam Paris, autorul a fost implicat într-un proiect care urmărește să investigheze performanța compresoarelor centrifuge la turații reduse. În acea perioadă, implicarea autorului a fost posibilă datorită a trei stagii post-doctorale derulate la Cnam Paris, unde a avut loc întreaga investigație experimentală.

Un alt subiect, investigat amănunțit de către autor și dr. Rodica Niculescu, a fost utilizarea amestecurilor de biodiesel în MAC și, mai ales, studiul influenței acestora asupra performanței de

pornire la rece a motorului. Un dezavantaj major asociat cu utilizarea biodieselului rezidă în proprietățile sale slabe de curgere la rece, care, în mod evident, au o influență directă asupra performanței de pornire la rece a motorului. Deoarece comportamentul motorului diesel la temperaturi negative este un criteriu de calitate important pentru aprecierea funcționării sale corecte, un obiectiv al acestui studiu a fost acela de a evalua performanța de pornire la $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a unui MAC actual, alimentat cu amestecuri diferite de motorină și biodiesel. Studiul a fost posibil datorită bunei cooperări tehnice a autorului cu Renault Technologie Roumanie (dl. Marin Gheorghe, dl. Xavier Roumat, dl. Adrian Ivan).

Scurta sinteză a celor de mai sus evidențiază modul în care autorul acestei teze a avut o traiectorie pozitivă în implicarea sa în cercetarea științifică: de la cercetarea realizată în cadrul doctoratului său, prin adăugare de valoare proiectelor de cercetare conduse de alți cercetători, ajungând la dezvoltarea de proiecte de cercetare pe cont propriu.

Fiecare dintre cele patru capitole incluse în această teză începe cu o imagine de ansamblu, subliniind preocupările care au motivat studiile și trasând contextul științific de care sunt legate rezultatele majore ale cercetării. Apoi, autorul oferă informații detaliate despre cele realizate.

Finalmente, ca o concluzie, ultimul capitol al tezei descrie lucrările pe care autorul intenționează să le conducă în următorii ani. Aceste orientări sunt profund influențate de studiile sale, descrise în primele patru capitole. În același timp, ele sunt generate/determinate nu numai de către preocupările / intuițiile / curiozitățile științifice ale autorului, ci și de cele ale colegilor apropiați cu care autorul colaborează. De fapt, ca în toate celelalte domenii, lucrul în echipă, cu dezbaterile asociate, este ceea ce face cercetarea cu adevărat interesantă și stimulantă.

Cuvinte cheie: *eficiență, raport de comprimare, raport de destindere, distribuție variabilă, aerodinamică internă, simulare CFD, turbosupraalimentare, biodiesel, Di-Etil-Eter*