

Universitatea Politehnica Timișoara

Rezumatul Tezei de Doctorat

**STUDIUL INECȚIEI DE ALCOOL ȘI
ALCOOL DILUAT CU APĂ ÎN ADMISIA
UNUI MOTOR CU APRINDERE PRIN
COMPRIARE**

**Conducător de doctorat:
Prof. Dr. Ing. Dorin LELEA**

**Doctorand:
Ing. Ștefan Izvorean**

**TIMIȘOARA
2025**

Introducere

Teza își propune să determine impactul pe care îl are injectarea de carburant secundar în admisia unui motor diesel. Carburanții secundari studiat au fost alcool și apă dar și diferite amestecuri ale acestora în diferite proporții. Scopul injectiei de alcool și apă este de a reduce emisiile de oxizi de azot și de îmbunătățire a eficienței motorului. Parametri de injectie trebuie modificați în unele cazuri pentru a se putea atinge aceste obiective.

Capitolul 1 Stadiul actual în domeniul injectiei de carburant secundar la motoarele cu aprindere prin comprimare

Primul capitol evaluează metodele curente în care un carburant secundar este utilizat pentru motoarele diesel, avantaje și dezavantajele utilizării acestor carburanți în funcție de tipul lor și de metoda de aplicare.

Cele mai comune tipuri de carburant secundar sunt gazul și alcool-ul, acestea pot fi introduse în diferite metode, de la cele mai simple la unele foarte complexe. Cele mai simple metode de introducere sunt prin fumigație, caz în care nu se controlează foarte precis cantitate de carburant secundar pe ciclu ci mai de graba un debit global. O metodă similară dar mai precisă este injectarea în admisia motorului, situație în care doza este controlată per ciclu. Metoda ce-a mai complexă prevede injectare directă în cilindru a carburantului secundar, această metodă necesită componente specializate și modificări semnificative asupra motorului.

Concluziile obținute în baza analizării literaturi, este că utilizarea de gaz în admisia motorului nu are un comportament ușor de prezis, unele studii obținând rezultate pozitive în timp ce altele nu au observat rezultate la fel de bune. Utilizarea de metanol și etanol, prezintă cele mai bune rezultate când vine vorba de alcool, acest tip de carburant prezintă în majoritatea studiilor rezultate pozitive în privința emisiilor de oxizi de azot și ajuta la îmbunătățirea eficienței.

Injectia de apă, a fost un alt subiect investigat, pentru a se evalua potențialul acestei strategii, injectia de apă fiind adesea asociată cu reducerea de oxizi de azot, caz observat și în studiile efectuate pe motoare diesel.

Capitolul 2 Prezentarea Standului Experimental

În acest capitol este prezentată construcția și configurația standului experimental. Acest stand a fost construit în mod special pentru studiul din această teză dar permite și studii ulterioare. Standul este alcătuit dintr-un motor diesel cu sistem de injectie cu rampă comună, conectat la o frâna hidraulică cu apă responsabilă pentru producerea sarcini necesare măsurătorilor. Pe lângă componentele mecanice, standul a fost echipat cu o serie

de senzori și sisteme de măsură care să permită monitorizarea cât mai precisă a parametrilor de interes.

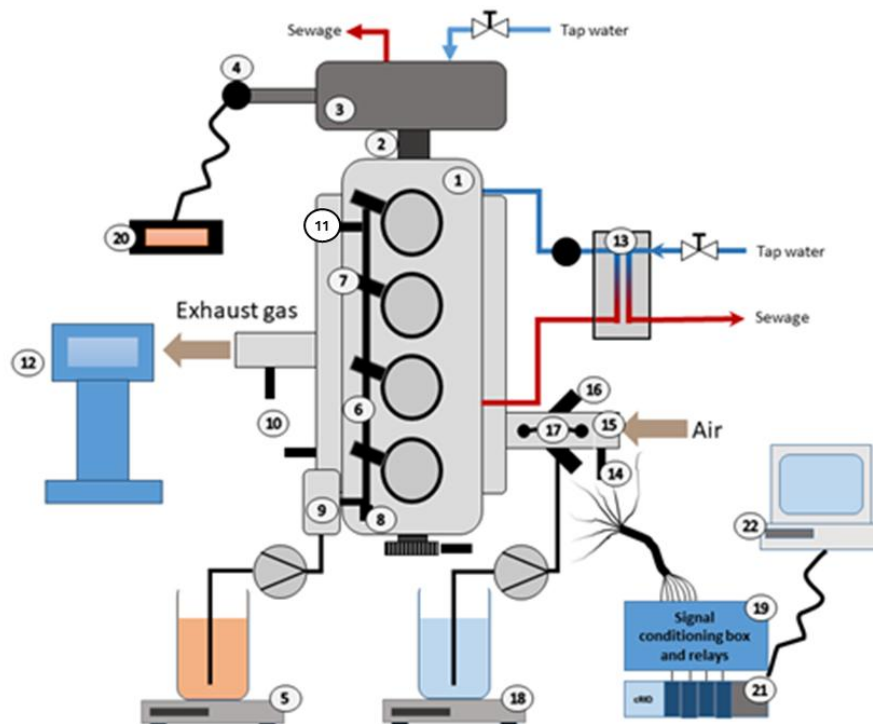


Figura 1 Schema bloc a standului experimental

Pentru a menține regimul staționar dorit, un sistem de comandă a fost dezvoltat în laborator, acesta are la bază o unitate de comandă Compact RIO de la National Instruments, care împreună cu un software dezvoltat special pentru standul experimental, dar și o serie de relee și circuite de condiționare a semnalelor, permite controlul și monitorizarea standului.

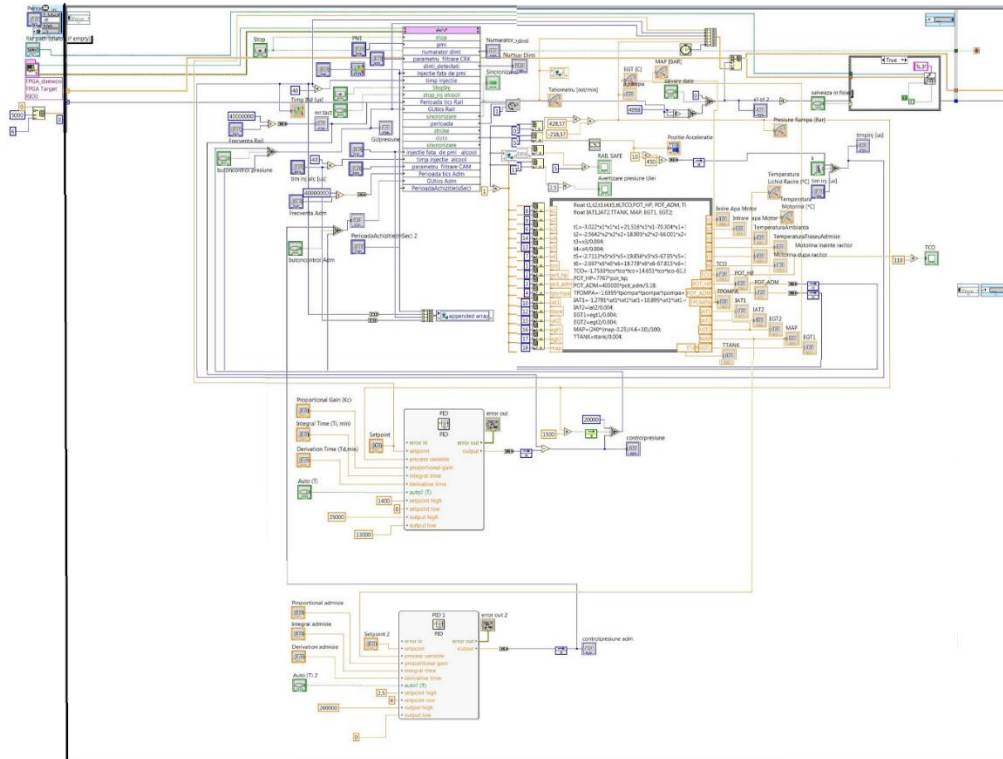


Figura 2 Privire de ansamblu a soluție software

În cea ce privește controlul motorului, semnalele de injecție produse de unitatea de control, au fost amplificate utilizând relee de injecție cu sistem peak and hold (vârf menținere) care permit utilizarea unui curent mare pentru deschiderea rapidă a injectoarelor, urmate de un curent de menținere redus. Aceste relee au fost construite special și utilizează un circuit integrat de tip LM1949. Semnalele de intrare au fost de asemenea prelucrate pentru a se obține semnale de tip tensiune care pot să fie monitorizate de unitatea de control. Senzori utilizați în cadrul standului au fost caracterizați pentru a se asigura o citire corectă a valorilor fizice măsurate.

Un proces de calibrare și caracterizare care a beneficiat de atenție sporită, a fost calibrarea sistemului de măsurare a consumului de carburant, un sistem dezvoltat special pentru standul experimental. Acest sistem de măsurare a consumului, monitorizează masa de carburant la intervale fixe de timp și raportează consumul între aceste intervale. Sistemul folosește un microcontroler de tip Arduino pentru aceasta monitorizare. Calibrarea a fost realizată prin utilizarea de mase etalon și măsurarea valorii raportate de microcontroler, ulterior fiind generată o formula de calcul pentru masa reală în interiorul microcontrolerului.

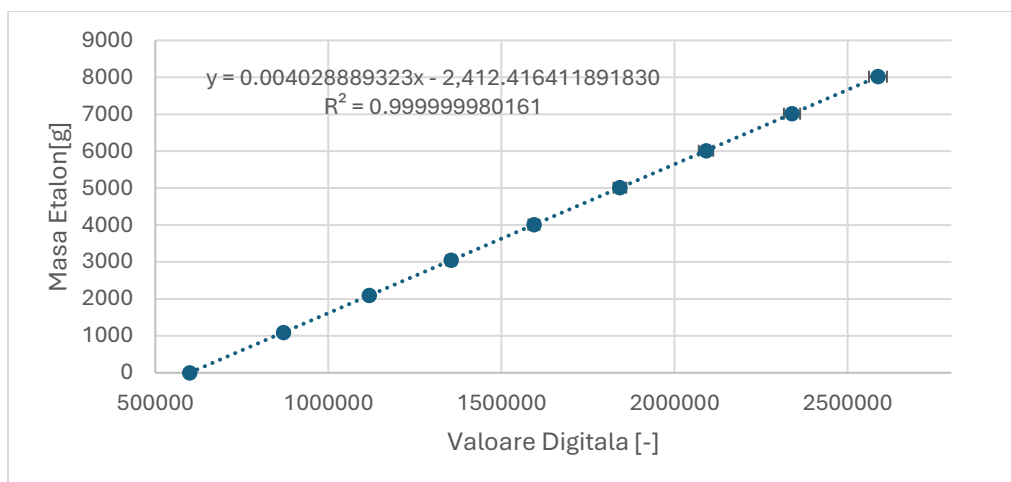


Figura 3 Curba caracteristica a cantarelor pentru determinarea consumului de carburant

Capitolul 3 Rezultatele experimentale, analiză și discuții

Capitolul trei este structurat într-o serie de subcapitole, capitolul începe prin prezentarea regimurilor de operare și modul în care au fost alese în funcție de anumite măsurători premergătoare, decizii bazate pe exploatarea vehiculului echipat cu motorul ales dar și limitări ale standului experimental. Au fost alese 3 regimuri de sarcina: 17, 19 și 22 kW. Pentru fiecare din aceste sarcini avansul la injecția de motorină a fost ajustat de la 12,5 la - 2.5 ° RAC IPMI în 7 pași. Odată activată injecția duală, pentru fiecare din acești pași au fost utilizate și 5 setări pentru timpul de injecție ar injectoarelor secundare.

Tot în acest capitol este evaluată și corectitudinea măsurătorilor obținute cu motorină, rezultatele fiind evaluate comparativ cu literatura de specialitate în domeniu. Sursa de informație utilizată a permis și o mai bună evaluare a rezultatelor obținute cu alimentare duală. Rezultatele obținute cu motorină sunt comparabile cu observațiile din literatura de specialitate, un exemplu a acestui lucru poate fi observat în Figura 4, unde emisiile de oxizi de azot scad o dată cu sarcina și o dată cu reducerea avansului, la fel cum precizează și literatura de specialitate.

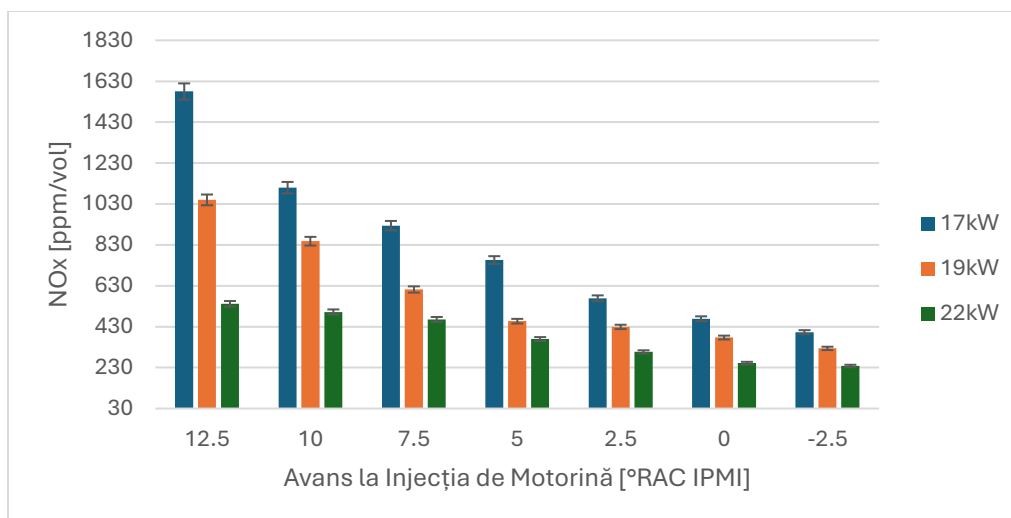


Figura 4 Emisiile de NOx în funcție de avansul la injecția de motorină, și în funcție de sarcină, pentru operare cu motorină, la o turație de 1819 ± 13 rot/min și sarcini de $17,2 \pm 0,34$ kW; $19,8 \pm 0,17$ kW; $22,4 \pm 0,14$ kW

Odată evaluate rezultatele operării cu alimentare duala pentru fiecare carburant secundar în parte, a fost concluzionat că cel mai bun avans pentru aceste regimuri este în regiunea 5-10 ° RAC IPMI, analiza comparativa a carburanților secundari fiind concentrata pe acest interval. După compararea colectivă a tuturor carburanților secundari, sa concluzionat că fiecare carburant secundar are avantaje și dezavantaje, iar parametri de operare ai motorului trebuie ajustați pentru a se obține cele mai bune rezultate.

Capitolul se încheie prin prezentarea principalelor beneficii care pot fi obținute din utilizarea carburanților secundari, cum putem să optimizăm utilizarea lor pentru a obține îmbunătățirea unui anumit parametru cât și impactul pe care îl are asupra altor factori de interes. Principalele beneficii fiind prezentate în următoarele figuri: Figura 5 ne prezintă raportul maxim de substituie a motorinei cu alcool în funcție de concentrația acestuia; Figura 6 ne arată eficiența maximă pe care o putem obține la operarea motorului cu carburant secundar, caz în care observăm că putem să depășim eficiența obținută cu motorina în multiple cazuri; Figura 7 ne prezintă nivelul minim de NOx pe care putem să îl obținem utilizând alimentare duală, caz în care observăm că putem cu ușurința să atingem un prag mult sub cel observat cu motorina.

Concluzia acestui capitol arată că utilizarea de alimentare duala permite atât creșterea eficienței cât și reducerea emisiilor poluante, fără a afecta alți parametri importanți ai motorului atâta timp cât parametri de operare sunt bine aleși.

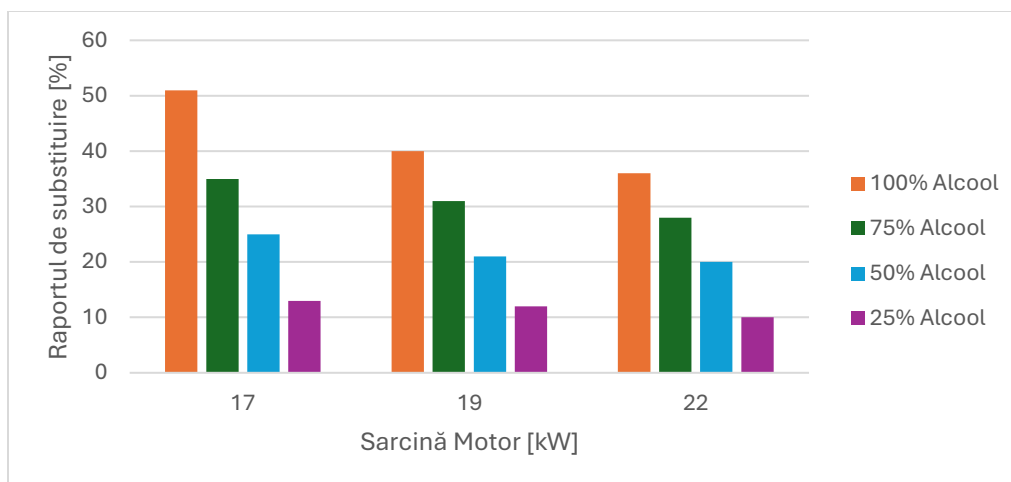


Figura 5 Raportul maxim de substituie în funcție de sarcină și tipul carburantului secundar utilizat

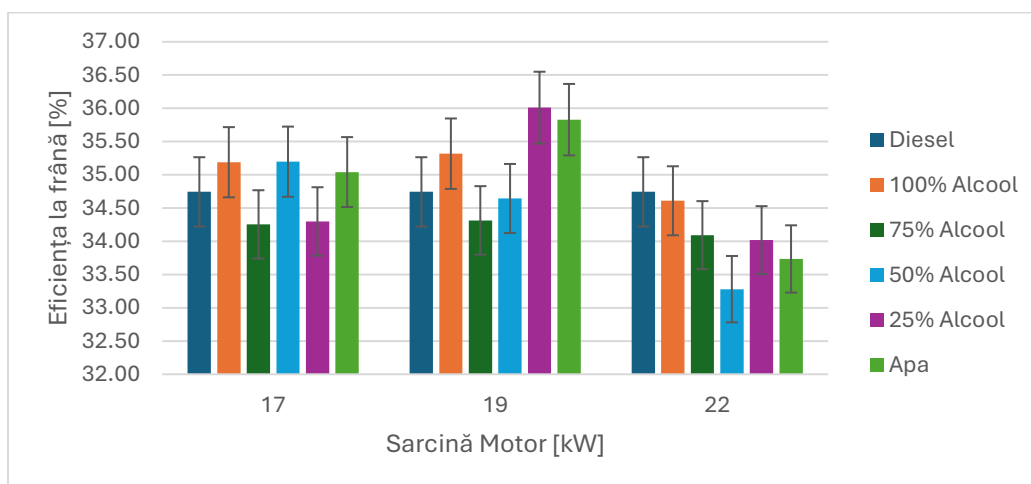


Figura 6 Variația eficienței la frână, în funcție de sarcină și carburantului secundar utilizat, pentru obținerea eficienței maxime a fiecărei combinație de carburant secundar sarcină

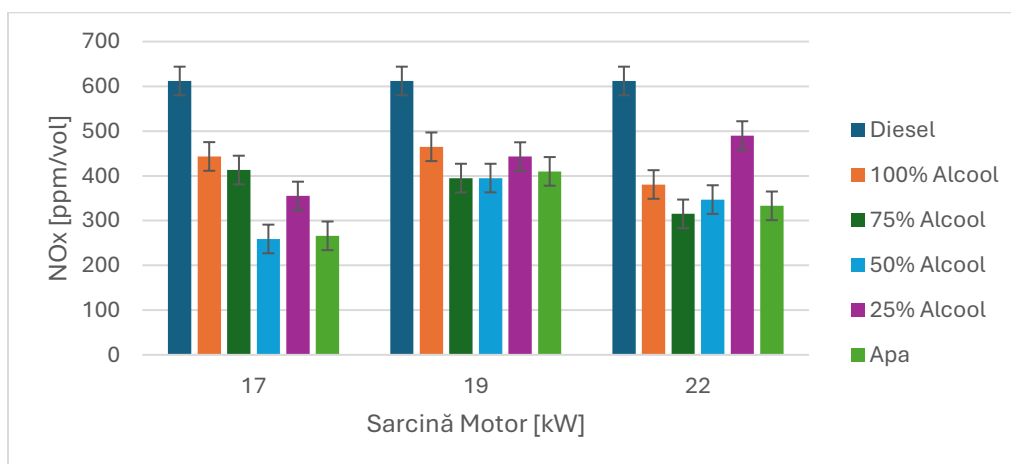


Figura 7 Variația emisiilor de NOx, în funcție de sarcină și carburantului secundar utilizat, pentru obținerea nivelului minim de NOx a fiecărei combinație de carburant secundar sarcină

Capitolul 4 Concluzii și contribuții personale

Ultimul capitol rezumă informațiile din primele capitole, și rezumă concis rezultate obținute, dar prezintă și contribuțiile autorului.

Contribuțiile personale:

- **Dezvoltarea și construcția standului experimental cu motor diesel**, autorul a construit standul și sistemele auxiliare utilizate pentru operarea acestuia și pentru realizarea de măsurători.
- **Stabilirea regimurilor de operare, stabilirea planului de cercetare și realizarea măsurărilor experimentale**, autorul a stabilit regimurile de operare, a realizat măsurătorile experimentale conform planului de testare stabilit și a prelucrat datele obținute după măsurători.
- **Analiza rezultatelor experimentale**, autorul a analizat rezultatele, a trasat graficele relevante și a prezentat în text rezultatele obținute.

Bibliografie:

- [1] S. Izvorean, V. Stoica and D. Lelea, "DIESEL ENGINES AND THE PALINKA FROM TRANSYLVANIA. EXPERIMENTAL RESEARCH," *Ingineria Automobilului*, pp. 14-17, Martie 2024.
- [2] S. Izvorean and V. Stoica, "Experimental test bench with diesel engine for the study of multi fuels usage," în *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Chisinau, 2021.
- [3] S. Izvorean, V. Stoica and D. Lelea, "INFLUENCE OF DUAL FUELING ON THE PERFORMANCE OF A COMPRESSION IGNITION ENGINE," în *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Timisoara, 2024.
- [4] V. Stoica, A. Borborean, A. Ciocan and C. Manciuc, "Minimal algorithm for running an internal combustion engine," în *International Conference on Applied Sciences*, 2017.
- [5] Z. Chen, L. Wang, X. Wang, H. Chen, L. Geng and N. Gao, "Experimental study on the effect of water port injection on the combustion and emission characteristics of diesel/methane dual-fuel engines," *Fuel*, vol. 312, no. 122950, 2022.
- [6] A. I. EL-Seesy, Z. Kayatas, R. Takayama and S. K. H. K. c. Zhixia He, "Combustion and emission characteristics of RCEM and common rail diesel engine working with diesel

fuel and ethanol/hydrous ethanol injected in the intake and exhaust port: Assessment and comparison," *Energy Conversion and Management*, vol. 205, 2020.

- [7] A. K. Agarwal, V. Kumar, A. Jena and A. Kalwar, "Fuel injection strategy optimisation and experimental performance and emissions evaluation of diesel displacement by port fuel injected methanol in a retrofitted mid-size genset engine prototype," *Energy*, vol. 248, 2022.
- [8] D. Kumar, U. Sonawane, K. Chandra and A. K. Agarwal, "Experimental investigations of methanol fumigation via port fuel injection in preheated intake air in a single cylinder dual-fuel diesel engine," *Fuel*, vol. 324, no. 124340, 2022.
- [9] G. R. Gawale and G. N. Srinivasulu, "Experimental investigation of ethanol/diesel and ethanol/biodiesel on dual T fuel mode HCCI engine for different engine load conditions," *Fuel*, vol. 263, no. 116725, 2020.