



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

ANALIZA ÎMBUNĂȚĂȚIRII CONSUMULUI DE COMBUSTIBIL A UNUI MAI PRIN DEZACTIVARE DE CILINDRI

Levente Botond KOCSIS, Ferenc GASPARG, Zsolt KELEMEN

FUEL CONSUMPTION IMPROVEMENT OF AN IC ENGINE BY CYLINDER DEACTIVATION

The paper aims to analyse the fuel consumption gain of an IC engine equipped with cylinder deactivation technology, through software simulations. Data sets obtained with AVL BOOST simulation software were introduced in AVL CRUISE to run a NEDC cycle to demonstrate the feasibility of cylinder deactivation technology. Simulations were run separately for the urban cycle and then for extra-urban cycle to see what is the technology best suited for.

Keywords: fuel consumption, cylinder deactivation, simulation
Cuvinte cheie: consum combustibil, dezactivare de cilindri, simulare

1. Introducere

Dezactivarea unui număr de cilindri ai unui motor cu ardere internă are ca scop reducerea consumului de combustibil și a emisiilor când autovehiculul este exploatat în regimul de sarcini mici și mijlocii. Tipic acestui regim de funcționare, motorul dezvoltă doar 20-35 % din puterea nominală. În aceste condiții, clapeta de accelerație este aproape închisă, motorul creând o depresiune mare în galeria de admisie, aceasta fiind cauza pierderilor de pompare și a unui randament scăzut al umplerii. Prin dezactivarea unui anumit număr din

cilindrii ai motorului, aerul admis în cilindri rămași activi este mai mare, crescând randamentul umplerii al acestora și implicit crescând și randamentul motorului. Acesta poate rezulta o scădere de consum situată între 8-25 % în funcție de regimul de funcționare al motorului [1, 2].

Dezactivarea cilindrilor se realizează pe baza configurațiilor din unitatea electronică de comandă, prin menținerea supapelor de evacuare și de admisie închise pentru un anumit număr de cilindri, chiar după ce pistoanele ajung în punctul mort inferior la sfârșitul arderii. Gazele reziduale închise în cilindri creează un arc pneumatic, care la urcarea pistoanelor este comprimat iar la coborârea pistoanelor aplică o forță de împingere pe acestea. Teoretic acest fenomen nu implică sarcini suplimentare asupra motorului, doar pierderile prin frecare [4]. Trecerea de la funcționarea normală a motorului la funcționarea cu cilindri dezactivați se petrece lin, făcându-se modificări în sistemul de aprindere, sistemul de distribuție a supapelor și în alte sisteme, depinzând de tipul mecanismului de dezactivare [3].

În figura 1 sunt ilustrate schimbările caracteristice care au loc la dezactivarea a jumătate din numărul total de cilindri ale unui motor cu 8 cilindri dispuși în V. Sistemul de dezactivare a cilindrilor intervine pe plaja de turații cuprinsă între 1000 – 3500 rot/min [4].

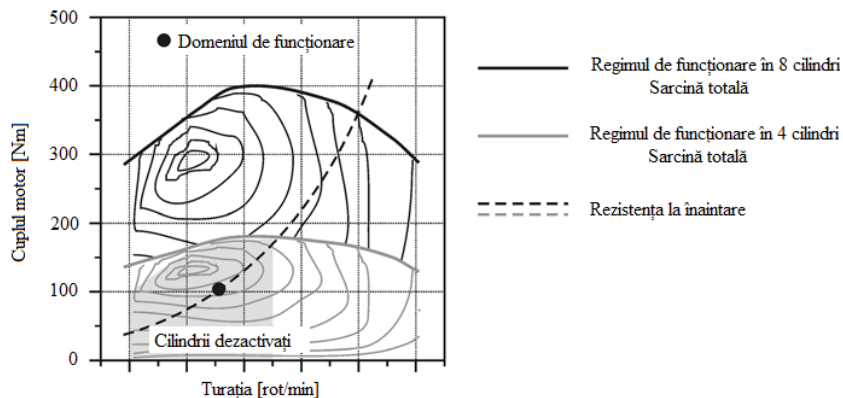


Fig. 1 Impactul dezactivării cilindrilor asupra funcționării motorului [4]

Analizând consumul de combustibil și emisiile poluante ale unui motor cu arhitectura V8 conform ciclului de testare New European Driving Cycle - NEDC (figura 2), s-a constatat o reducere a emisiilor poluante cu 8 % și o reducere a consumului de combustibil de până la 20 %, fiind o funcție a stilului de conducere [5].

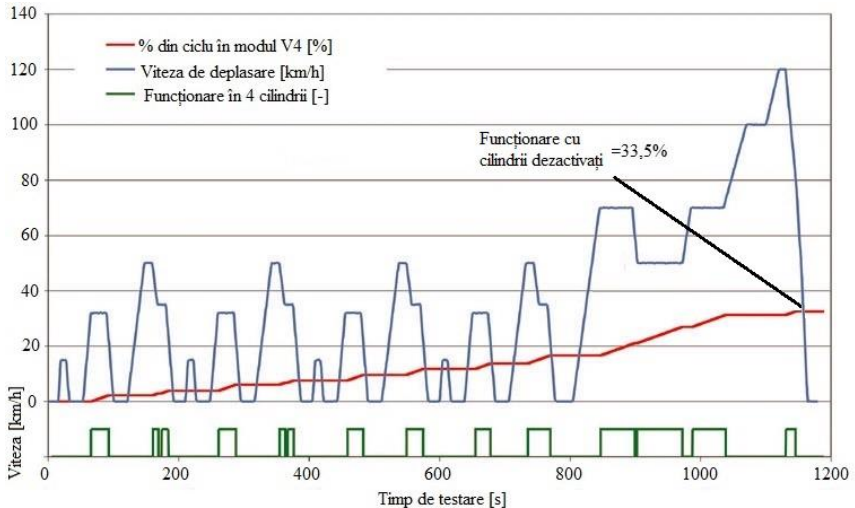


Fig. 2 Procentajul de funcționare al motorului în modul V4 [5]

2. Modelul de simulat

În vederea efectuării simulărilor, a fost creat în AVL BOOST un motor cu aprindere prin scânteie, supraalimentat de 3.0 dm³, cu 6 cilindri amplasați în linie (figura 3).

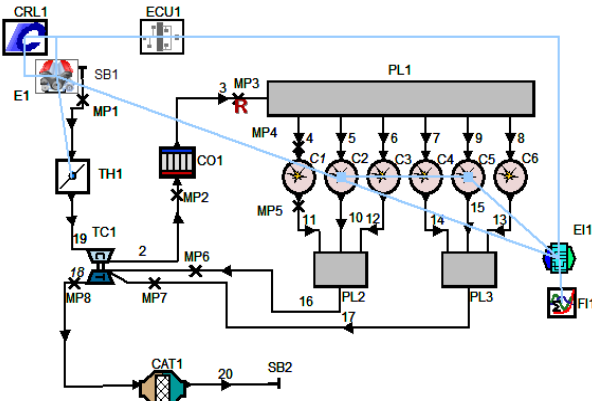


Fig. 3 Motorul analizat, modelat în AVL BOOST

CRL1 – interfață pentru AVL CRUISE, SB1 – începutul circuitului de admisie, SB2 – sfârșitul circuitului de evacuare, ECU1 – Unitate electronică de comandă, E1 – motorul, TH1 – Clapeta de accelerație, TC1 –

Turbosufletă, CO1 – răcitor de aer, CAT1 – Catalizator, E1 – Interfață pentru motor, F1 – interpret de formule, PL1 – colector de admisie, PL2, PL3 – colectoare de evacuare, C1...C6 – cilindri motorului, MP1...MP8 – puncte de măsurare

Motorul are în componență sa o turbosuflantă cu gaze de evacuare, un răcitor de aer pe canalizația de admisie, un catalizator, unitate electronică de comandă și o interfață care realizează dezactivarea cilindrilor. S-au efectuat simulări la turația de putere maximă și turația de moment maxim atât în varianta cu toți cilindri activi, cât și în varianta cu trei cilindri dezactivați, pentru a evidenția diferențele dintre cele două variante.

Elementele care necesită modificări pentru a putea realiza dezactivarea cilindrilor sunt cursele supapelor de admisie și de evacuare și injecția de combustibil de la doi cilindri (fig. 4). Acestea primesc valorile definite în seturile de date prestabilite, care modifică cursa supapelor și reduce raportul stoichiometric la 0 (nu se injectează combustibil).

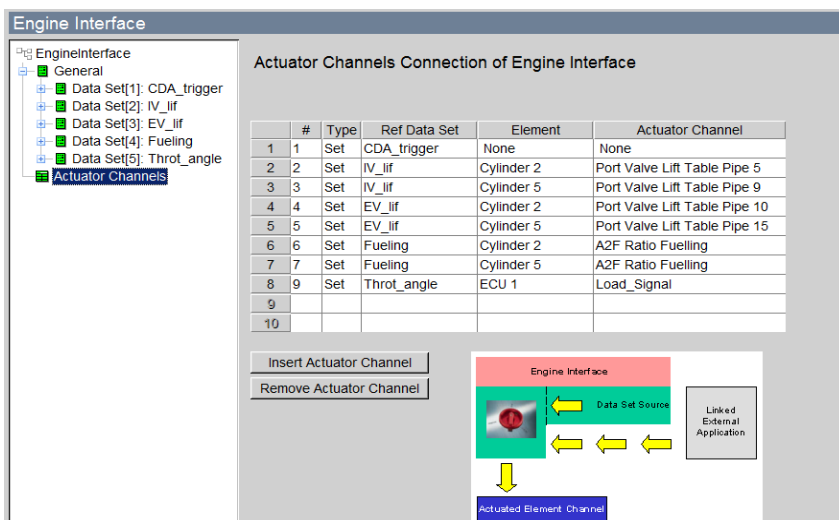


Fig. 4 Interfața motorului care comandă dezactivarea cilindrilor

După această etapă, caracteristicile motorului modelat au fost exportate în programul de simulare AVL CRUISE (figura 5), care oferă posibilitatea integrării acestor date într-un sistem complex (autovehicul) și determinarea consumului de combustibil pe diferite cicluri de testare.

Datele acestor cicluri de testare se pot introduce manual în program, ceea ce permite introducerea unui ciclu propriu, personalizat, care să permită determinarea unor parametri specifici unui anumit domeniu, ramuri etc.

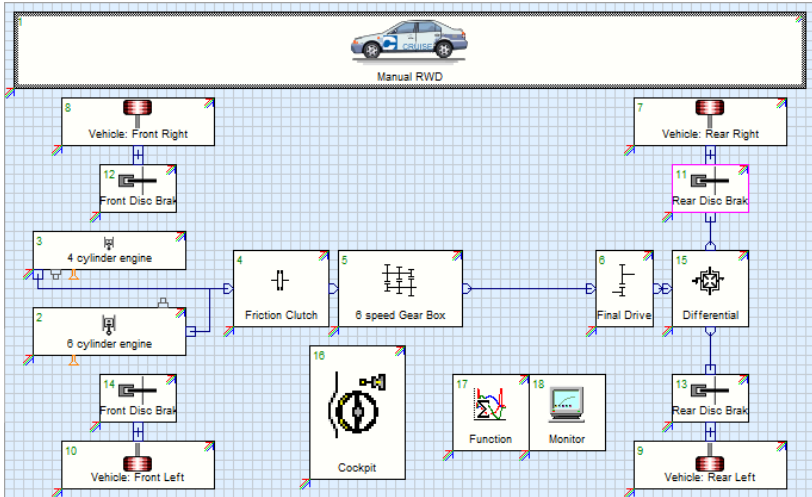


Fig. 5 Sistemul unui autovehicul cu tracțiune spate

3. Efectuarea simulărilor

În vederea efectuării determinărilor s-au introdus datele unui autovehicul de clasă medie, conform tabelului 1.

Tabelul 1

Nr.	Parametru	Valoare	Unitate de măsură
1.	Ampatament	2650	mm
2.	Pozitia C_G	1250	mm
3.	Înălțimea C_G	550	mm
4.	Masa proprie	1450	kg
5.	Masa maximă	1930	kg
6.	Aria frontală	1,88	m ²
7.	Coefficient aerodinamic	0,32	-

Pentru a determina consumul de combustibil pe o rută, trebuie introdus în AVL CRUISE consumul instantaneu în funcție de turația motorului și presiunea medie efectivă dezvoltată de motor, prin care se calculează încărcarea motorului, pentru mai multe puncte specifice de funcționare. Pentru aceasta s-a adoptat o metodologie frecvent utilizată în cazul determinărilor parametrice [6, 7] și s-au efectuat seturi de

simulări în AVL BOOST la un număr de 11 turații la 7 încărcări diferite ale motorului atât pentru motorul cu toți cilindri activi, cât și pentru motorul cu cilindri dezactivați.

În conformitate cu aceste date s-a generat diagrama de consum pentru cele două moduri de funcționare ale motorului (figura 6).

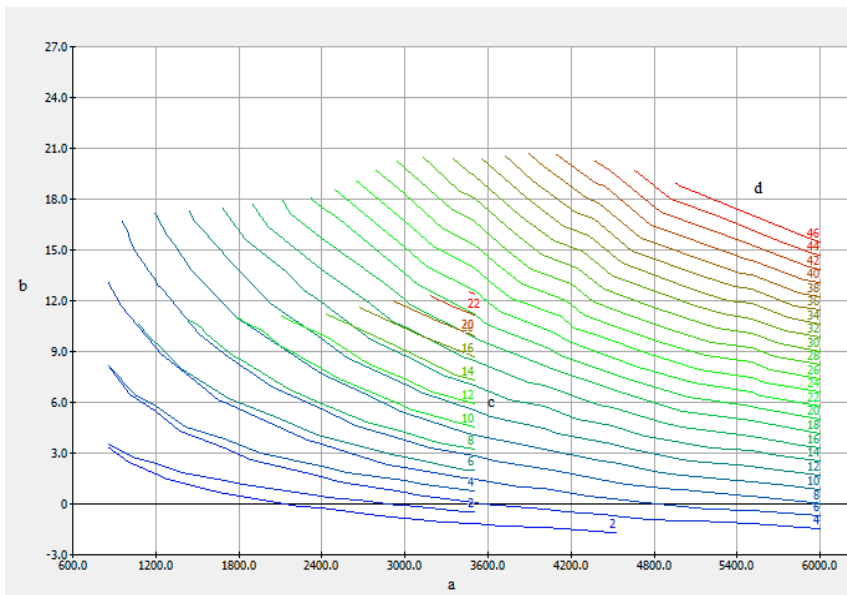


Fig. 6 Diagrama de consum generată pentru cele două moduri de funcționare a – turația [rot/min], b – presiunea medie efectivă [bar], c – consumul de combustibil al motorului cu cilindri dezactivați, d – consumul de combustibil al motorului în regim normal [l/h]

4. Interpretarea rezultatelor

Datorită caracteristicii ciclului de testare NEDC, pe parcursul simulărilor motorul a funcționat la turații și sarcini mici, așa cum se poate observa în figura 7.

Simulările s-au efectuat separat, odată pentru ciclul UDC (Urban Driving Cycle), după care și pentru EUDC (Extra-Urban Driving Cycle), pentru a analiza separat consumul de combustibil în vederea determinării ciclului pentru care este cel mai adecvat sistemul de dezactivare a cilindrilor.

După compunerea celor două cicluri de testare, rezultatele au arătat o ameliorare a consumului de combustibil de 4,83 %, ponderea timpului în care motorul a funcționat cu doi cilindri dezactivați a fost de 37 %.

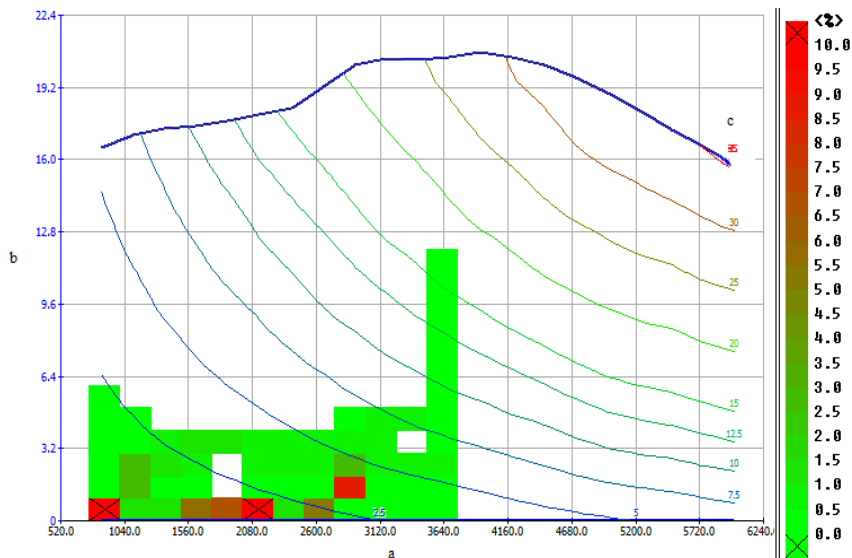


Fig. 7 Diagrama ponderii de funcționare a motorului la diferite regimuri de funcționare cu indicarea curbelor de consum orar
a – turația [rot/min], b – presiunea medie efectivă [bar],
c – consumul orar de combustibil [kg/h]

5. Concluzii

- Rezultatele obținute indică viabilitatea tehnologiei de dezactivare a cilindrilor, cu precădere în domeniul de funcționare la sarcini mici și mijlocii a motorului.

- Rezultatele simulărilor parțiale au evidențiat o scădere a consumului de combustibil cu 8,46 % (conform ciclului UDC) și o scădere a consumului de 2,71 % conform ciclului EUDC, ceea ce favorizează implementarea acestei tehnologii la autovehiculele destinate pentru circulația în mediul urban.

- Ameliorarea globală a consumului de combustibil pe ciclul NEDC de 4,83 % este un argument puternic care favorizează implementarea acestui sistem pe autovehicule.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Birch, S., *VW debuts cylinder deactivation on 2012 V8 and I4 engines*, SAE articol nr. 10189, 2011.
- [2] Boretti, A., Scalzo, J.A., *Novel Mechanism for Piston Deactivation Improving the Part Load Performances of Multi Cylinder Engines*, Proceedings of the FISITA World Automotive Congress, pp 3-17.
- [3] Kreuter, P et al, *Meta-CVD system an electro-mechanical cylinder and valve deactivation system*. SAE paper 2001-01-0240.
- [4] Ihlemann, A., Nitz, N., *Cylinder Deactivation- a technology with a future or a niche application?*, Schaeffler Kolloquium, 2014.
- [5] Leone, T.G., Pozar, M., *Fuel economy benefit of cylinder deactivation—sensitivity to vehicle application and operating constraints*. SAE paper 2001-01-3591.
- [6] Moldovanu, D., Burnete, N., *Computational fluid dynamics simulation of a single cylinder research engine working with biodiesel*. Thermal Science, 17(1), 195-203.
- [7] Baldean, D., *Software for the study of some parameters of gasoline injection process in Otto engines*. J. ACTA TECHNICA NAPOCENSIS, Appl Math Mech 6(50), Ed UT Press, ISSN 1221-5872, Cluj-Napoca, Romania.
- [8] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Asist. Dr. Ing. Levente Botond KOCSIS
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: levente.kocsis@auto.utcluj.ro

Asist. Dr. Ing. Ferenc GASPAR
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
e-mail: ferenc.gaspar@auto.utcluj.ro

ing. Zsolt KELEMEN
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
kelyunit@yahoo.com