



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

## **CONTRIBUȚII LA CERCETAREA EXPERIMENTALĂ A FUNȚIONALITĂȚII MODULULUI ELECTRONIC DIESEL CONTROL (EDC) ÎN RAPORT CU ALIMENTAREA DE LA MOTORUL N47 DE LA AUTOMOBILUL BMW 320D (E90)**

Ciprian MARINCAȘ, Doru-Laurean BĂLDEAN,  
Levente Botond KOCSIS, Adela Ioana BORZAN

### **CONTRIBUTIONS TO THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF ELECTRONIC DIESEL CONTROL (EDC) MODULE OPERATION IN RELATION WITH SUPPLY OF THE N47 ENGINE FROM BMW 320D (E90) AUTOMOBILE**

The present scientific paper analyzes through latest technologies in the field the operation parameters obtained in practical measurements. There are few detailed studies related to the problem of the electronic diesel control operating parameters of the N47 engine in the model E90, also known as BMW 320d on the available international data bases. There are many such vehicles on the roads in EU, and USA. The electronic diesel control module has a significant influence on the eco-performances (fuel efficiency and carbon-footprint). Testing the electronic control systems on BMW diesel engines offers solutions and important ideas for optimizing their environmental pollution and fuel savings, while the operation will not be influenced. This paper is developed by testing the electronic diesel control system in order to gain an insight in its operation. The actual values are captured, close analyzed and interpreted.

Keywords: BMW, Diesel, E90, electronic, N47  
Cuvinte cheie: BMW, Diesel, E90, electronic, N47

#### **1. Introducere**

În ultimii 27 de ani, de când importul de autovehicule atât noi cât

și la mâna a doua a devenit tot mai accesibil și parcă uneori încurajat de puterea instalată într-o etapă sau alta a istoriei noastre, numărul autovehiculelor străine și în special al producătorului german BMW a crescut simțitor, modelele seria 3 fiind printre cele mai răspândite și preferate de către segmentul de utilizatori și/sau proprietari mai tineri.

Performanțele și dotările superioare, proprii tuturor modelelor acestei mărci de automobile, au făcut ca unitățile vândute să devină emblematice și chiar simboluri ale unor tendințe sociale pe scară largă (unii adolescenți care la compunerile pentru acasă de la disciplinele de limbă și literatură creează lucrări pe tematici derivate sau fundamentate pe unele sau altele dintre modelele realizate de acest constructor de autovehicule rutiere și nu numai, iar alții sunt dispuși să facă anumite sacrificii pentru a beneficia de simbolul acestei mărci sau pentru a deține în proprietate sau ca utilizator un astfel de model).

Fiind unul dintre modelele preferate de departe de către utilizatorii și/sau proprietarii din țara noastră din punctul de vedere al raportului preț/calitate, economicitate, performanțe ș.a.), modelul E90 (seria 3), echipat cu varianta de motor N47 (în cazul de față) reprezintă obiectul principal de studiu, în ceea ce privește capacitatea operațională a sistemului electronic diesel control (EDC) cu privire la alimentarea cu aer și combustibil.

Obiectivul lucrării este documentarea influenței factorilor funcționali asupra mărimilor de ieșire ale sistemului EDC.



Fig. 1 Modelul de vehicul testat în vederea analizei sistemului de injecție

## **2. Metodologia și materialul cercetării experimentale**

Obiectivul principal al lucrării, menționat mai sus, se poate atinge prin parcurgerea etapelor specifice necesare pentru a configura și a

activa sistemul EDC în vederea încercării experimentale a unui autovehicul rutier (E90, modelul ales în cazul de față) sunt:

Etapa 1 – alegerea și pregătirea autovehiculului rutier (E90) cu motor N47, de 2000 cm<sup>3</sup>, pentru încercările specializate.

Etapa 2 – pregătirea și configurarea echipamentelor necesare (KTS 650, osciloscop, senzori) și a sistemului EDC al autovehiculului.

Etapa 3 – conectarea echipamentelor de testare la sistemul de management al autovehiculului studiat.

Etapa 4 – inițierea modulului de diagnosticare al motorului.

Etapa 5 – accesarea sistemelor de control a alimentării motorului.

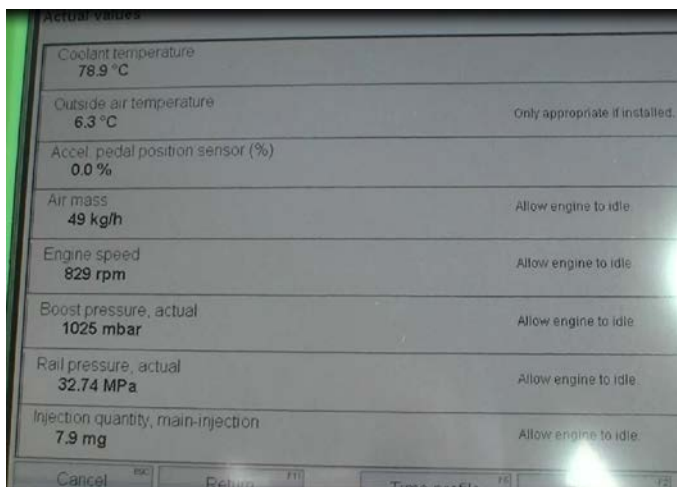
Etapa 6 – afișarea datelor prelevate din sistemul EDC.

Etapa 7 – înregistrarea datelor reale citite.

Etapa 8 – analiza și interpretarea datelor stocate.

### 3. Sinteza cercetării sistemului EDC al autovehiculului E90

Prin parcurgerea etapelor specifice propuse în metodologia cercetării experimentale s-au putut înregistra și stoca următoarele date referitoare la funcționarea sistemului EDC cu privire la procesul de alimentare (figura 2).



Actual values	
Coolant temperature	78.9 °C
Outside air temperature	6.3 °C <small>Only appropriate if installed.</small>
Accel. pedal position sensor (%)	0.0 %
Air mass	49 kg/h <small>Allow engine to idle</small>
Engine speed	829 rpm <small>Allow engine to idle</small>
Boost pressure, actual	1025 mbar <small>Allow engine to idle</small>
Rail pressure, actual	32.74 MPa <small>Allow engine to idle</small>
Injection quantity, main-injection	7.9 mg <small>Allow engine to idle</small>

Fig. 2 Datele înregistrate din EDC la turație de 829 rot/min

În figura 3 sunt reprezentate alfanumeric datele și/sau mărimile experimentale achiziționate cu modulul

de scanare a sistemului Electronic Diesel Control.

Datele privitoare la masa de combustibil injectat în cilindru prin circuitul de înaltă presiune în regim de turație 1490 rot/min sunt reprezentate în figura 4.

Actual values	
Coolant temperature	78.9 °C
Outside air temperature	6.3 °C <small>Only appropriate if installed.</small>
Accel. pedal position sensor (%)	8.8 %
Air mass	41 kg/h <small>Allow engine to idle.</small>
Engine speed	1247 rpm <small>Allow engine to idle.</small>
Boost pressure, actual	1006 mbar <small>Allow engine to idle.</small>
Rail pressure, actual	39.56 MPa <small>Allow engine to idle.</small>
Injection quantity, main-injection	6.8 mg <small>Allow engine to idle.</small>
Cancel	Return
Time profile	

Fig. 3  
Variația  
mărimilor  
studiate la  
turație de  
1247  
rot/min

Actual values	
Coolant temperature	79.9 °C
Outside air temperature	6.3 °C <small>Only appropriate if installed.</small>
Accel. pedal position sensor (%)	14.1 %
Air mass	53 kg/h <small>Allow engine to idle.</small>
Engine speed	1490 rpm <small>Allow engine to idle.</small>
Boost pressure, actual	1025 mbar <small>Allow engine to idle.</small>
Rail pressure, actual	44.61 MPa <small>Allow engine to idle.</small>
Injection quantity, main-injection	8.8 mg <small>Allow engine to idle.</small>
Cancel	Return
Time profile	

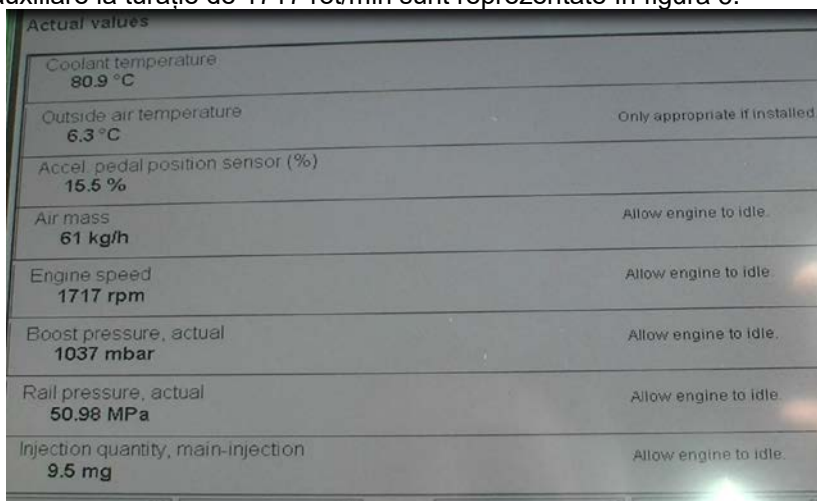
Fig. 4  
Variația  
mărimilor  
studiate la  
turație de  
1490 rot/min

Actual values	
Coolant temperature	79.9 °C
Outside air temperature	6.3 °C <small>Only appropriate if installed.</small>
Accel. pedal position sensor (%)	14.9 %
Air mass	57 kg/h <small>Allow engine to idle.</small>
Engine speed	1598 rpm <small>Allow engine to idle.</small>
Boost pressure, actual	1031 mbar <small>Allow engine to idle.</small>
Rail pressure, actual	48.35 MPa <small>Allow engine to idle.</small>
Injection quantity, main-injection	9.1 mg <small>Allow engine to idle.</small>
Cancel	Return
Time profile	

În figura 5 sunt prezentate mărimile experimentale din modulul de scanare a sistemului Electronic Diesel Control.

Fig. 5  
Variația  
mărimilor  
studiate la  
turație de  
1598 rot/min

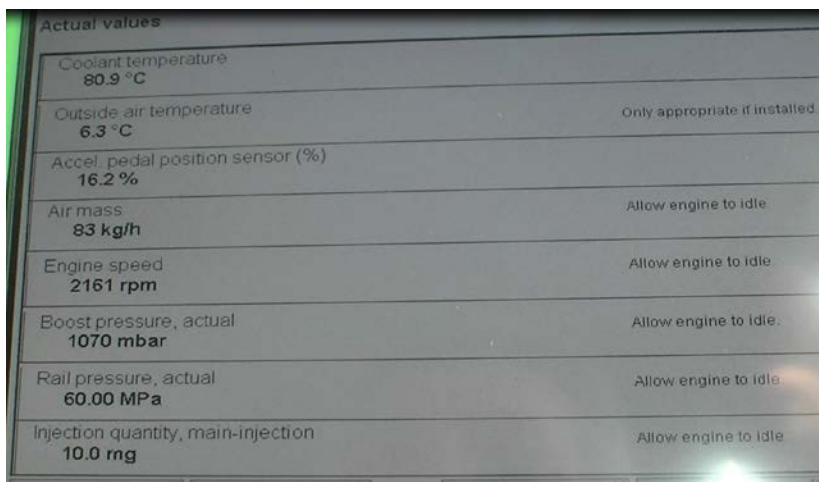
Datele privitoare la temperaturi și presiuni în motor sau sistemele auxiliare la turație de 1717 rot/min sunt reprezentate în figura 6.



Actual values	
Coolant temperature <b>80.9 °C</b>	
Outside air temperature <b>6.3 °C</b>	Only appropriate if installed.
Accel. pedal position sensor (%) <b>15.5 %</b>	
Air mass <b>61 kg/h</b>	Allow engine to idle.
Engine speed <b>1717 rpm</b>	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual <b>1037 mbar</b>	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual <b>50.98 MPa</b>	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection <b>9.5 mg</b>	Allow engine to idle.

Fig. 6 Variația mărimilor experimentale la turație de 1717 rot/min

În figura 7 sunt afișate valorile experimentale din modulul de scanare a sistemului Electronic Diesel Control.



Actual values	
Coolant temperature <b>80.9 °C</b>	
Outside air temperature <b>6.3 °C</b>	Only appropriate if installed.
Accel. pedal position sensor (%) <b>16.2 %</b>	
Air mass <b>83 kg/h</b>	Allow engine to idle.
Engine speed <b>2161 rpm</b>	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual <b>1070 mbar</b>	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual <b>60.00 MPa</b>	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection <b>10.0 mg</b>	Allow engine to idle.

Fig. 7 Variația mărimilor studiate la turație de 2161 rot/min

Datele privitoare la încercări pe motor sau pe sistemele auxiliare la turație de 2420 rot/min sunt reprezentate în figura 8.

Actual values	
Coolant temperature <b>80.9 °C</b>	
Outside air temperature <b>6.3 °C</b>	Only appropriate if installed.
Accel. pedal position sensor (%) <b>16.2 %</b>	
Air mass <b>166 kg/h</b>	Allow engine to idle.
Engine speed <b>2420 rpm</b>	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual <b>1156 mbar</b>	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual <b>61.31 MPa</b>	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection <b>9.4 mg</b>	Allow engine to idle.

Fig. 8 Variația mărimilor de testare la turație de 2420 rot/min

În figura 9 sunt reprezentate măsurătorile practice cu modulul de scanare a sistemului Electronic Diesel Control.

Actual values	
Coolant temperature <b>80.9 °C</b>	
Outside air temperature <b>6.3 °C</b>	Only appropriate if installed.
Accel. pedal position sensor (%) <b>16.2 %</b>	
Air mass <b>207 kg/h</b>	Allow engine to idle.
Engine speed <b>2662 rpm</b>	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual <b>1333 mbar</b>	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual <b>61.97 MPa</b>	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection <b>9.2 mg</b>	Allow engine to idle.

Fig. 9 Variația mărimilor studiate la turație de 2662 rot/min

Valorile temperaturilor și presiunilor măsurate în sistemul EDC la turație de 2969 rot/min sunt redate în figura 10.

Actual values	
Coolant temperature 81.9 °C	
Outside air temperature 6.3 °C	Only appropriate if installed.
Accel. pedal position sensor (%) 16.0 %	
Air mass 239 kg/h	Allow engine to idle.
Engine speed 2969 rpm	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual 1388 mbar	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual 64.17 MPa	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection 9.4 mg	Allow engine to idle.

Fig. 10 Variația mărimilor de testare la turație de 2969 rot/min

În figura 11 sunt redată mărimea experimentală din modulul de scanare a sistemului Electronic Diesel Control.

Actual values	
Coolant temperature 81.9 °C	
Outside air temperature 6.3 °C	Only appropriate if installed.
Accel. pedal position sensor (%) 16.0 %	
Air mass 272 kg/h	Allow engine to idle.
Engine speed 3448 rpm	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual 1382 mbar	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual 69.45 MPa	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection 10.0 mg	Allow engine to idle.

Fig. 11 Variația mărimilor studiate la turație de 3448 rot/min

Valorile actuale furnizate de EDC la turație de 3838 rot/min sunt reprezentate în figura 12.

Actual values	
Coolant temperature 81.9 °C	
Outside air temperature 6.3 °C	Only appropriate if installed
Accel. pedal position sensor (%) 16.0 %	
Air mass 278 kg/h	Allow engine to idle.
Engine speed 3838 rpm	Allow engine to idle.
Boost pressure, actual 1281 mbar	Allow engine to idle.
Rail pressure, actual 73.84 MPa	Allow engine to idle.
Injection quantity, main-injection 10.1 mg	Allow engine to idle.

Fig. 12 Variația mărimilor de testare la turație de 3838 rot/min

#### 4. Concluzii

Cercetarea prin metode de natură experimentală a sistemului Electronic Diesel Control cu privire la alimentarea prin injecție a motorului N47 de la autovehiculul E90 (BMW 320d) a condus la stabilirea unor concluzii:

- procesul de alimentare controlat electronic la motorul diesel influențează atât eco-performanțele motorului, cât și dinamicitatea acestuia;

- folosirea motorului la temperatura de regim optim reduce cantitatea de combustibil injectată și asigură o mai bună protecție a mediului, respectiv reduce impactul asupra cantității dioxidului de carbon emis în mediul înconjurător;

- masa de aer aspirată (air mass între valorile actuale, în lb. engl.) în camera de ardere a motorului N47 supus cercetărilor experimentale crește odată cu solicitarea de sarcină din partea comenzii prin accelerator, fenomen rezonabil în aceste condiții în care intră în funcțiune sistemul de supraalimentare, care forțează moleculele de aer și le introduce forțat prin colectorul de admisie în camera de ardere în pofida sporirii rezistențelor gazodinamice, acestea fiind



estompate de valoarea presiunii și de către caracterul funcțional-dinamic ale rotorului suflantei;

- temperatura mediului exterior este constantă pe durata măsurătorilor, menținându-se la valoarea de 6,3 °C;

- temperatura agentului de răcire (etilen glicol) din instalația motorului crește treptat pe parcursul derulării încercărilor practice motorului privitoare la funcționarea sistemului EDC prin injecție a motorinei, în special datorită creșterii regimului turației și a solicitării de sarcină;

- presiunea de injecție are o variație sesizată și înregistrată de către sistemul Electronic Diesel Control al alimentării cu motorină;

- presiunea actuală de injecție este mărimea măsurată instant, în timp real, care este într-o corelație fidelă cu tendința de progres a valorii presiunii nominale de injecție indicate în rubrica specială, dar care este supusă influenței unui ansamblu de factori particulari de perturbare (o deplasare accidentală a poziției pedalei de accelerație, o masă suplimentară de aer admis în colector la diferite temperaturi, o neuniformitate instantanee în exploatare, o trepidație sau o vibrație ș.a.);

- la probele experimentale de la solicitările mari de sarcină se observă în zona turațiilor mari de peste 2500 rot/min o creștere semnificativă a valorilor presiunii actuale (în timp real) de injecție, precum și o îmbogățire a masei de hidrocarburi injectate, din cauza unor factori perturbatori specifici, așa cum s-a arătat și mai sus;

- valorile presiunii de injecție depind de solicitarea de sarcină și respectiv de valoarea turației arborelui cotit, ceea ce modifică masa de motorină pulverizată în camera de ardere prin potențarea dozei injectate într-un interval de timp dat în cilindrul motorului N47, la o apăsare a acceleratorului;

- prin introducerea unui procedeu inovativ de control al alimentării motorului N47, respectiv prin fragmentarea dozei totale de motorină în multiple pulverizări direct în cilindrul motorului studiat se poate partiționa doza principală de hidrocarburi injectate, putând astfel modifica procesul arderii și ameliora în mod favorabil impactul poluării mediului înconjurător;

- perspectivele de continuare și dezvoltare a cercetărilor începute recomandă introducerea unor dispozitive de control al alimentării cu aer și combustibil prin partiționarea dozelor în sistemul EDC al motorului N47 studiat în vederea optimizării procedurii de realizare a arderii;

- pentru reducerea pierderilor de combustibil prin arderi incomplete sau prin generarea unui cuplu sau a unei puteri non-necesare în condițiile specifice ale deplasării în traficul urban (atunci când se accelerează agresiv deși semaforul din prima intersecție este de culoare roșu și urmează o frânare proporțional de agresivă) se impune adaptarea utilizării comenzilor pentru sistemul de alimentare cu valorile traficului la care se participă;

- valorile obținute prin încercări experimentale impun dezvoltarea și definirea în plus a cercetărilor (îmbunătățirea acuratetei și a numărului de măsurători) pe cale practică cu privire la controlul electronic al alimentării prin injecție de înaltă presiune a combustibililor lichizi direct în camera de ardere a motorului N47 cu aprindere prin comprimare de la BMW E90 (cunoscut cu acronimul 320d).

## BIBLIOGRAFIE

[1] Băldean, D., *Software for the study of some parameters of gasoline injection process in Otto engines*, Journal Acta Technica Napocensis, Applied Mathematics and Mechanics, Vol. 6, No. 50, Ed UT Press, ISSN 1221-5872, Cluj-Napoca, România, 2007.

[2] Băldean, D., Kocsis, L.-B., Gaspar, F., *Cercetarea parametrilor sistemului de alimentare prin injecție a motorului de la automobilul BMW 320d*, Journal Știința și Inginerie, Vol. 30, Nr. 45, Editura AGIR, ISSN 2067-7138, eISSN 2359-828X, România, 2016, <http://stiintasiinginerie.ro/30-45-cercetarea-parametrilor-sistemului-de-alimentare-prin-injectie-a-motorului-de-la-automobilul-bmw-320d/>, 2017.02.06.

[3] Bățașă, N., ș.a., *Combustibili, lubrifianți și materiale speciale pentru automobile. Economicitate și poluare*, ISBN 973-8397-37-5, Editura Alma Mater, Cluj-Napoca, 2003.

[4] Bățașă, N., ș.a., *Motoare cu ardere internă*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1995.

[5] \* \* \* *Flushing Your Coolant on your BMW, BMW E90 3-Series Technical Articles (2006-2011)*, BMW Home, [http://www.pelicanparts.com/BMW/techarticles/BMW-3-Series-E90/WATER-Draining\\_Filling\\_Cooling\\_System/WATER-Draining\\_Filling\\_Cooling\\_System.htm](http://www.pelicanparts.com/BMW/techarticles/BMW-3-Series-E90/WATER-Draining_Filling_Cooling_System/WATER-Draining_Filling_Cooling_System.htm), 2017.02.06.

Ciprian MARINCAȘ, Doru-Laurean BĂLDEAN,  
Levente Botond KOCSIS, Adela Ioana BORZAN  
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,  
Facultatea de Mecanică Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
e-mail: dorubaldean@yahoo.com; doru.baldean@auto.utcluj.ro; 0752083337