

Industria automobilelor și electronica . Studiu de specialitate.

Autor: Adrian Fuiuogă

În anul 2009 au fost produse la nivel mondial mai mult de 60 de milioane de autovehicule, incluzând automobile și autoutilitare. Datorită acestor vânzări, industria auto este cel mai important sector al economiei cu cele mai mari venituri.

În anul 2007 au fost vândute la nivel mondial un număr de 79.9 milioane de automobile noi: 22.9 milioane în Europa, 21.4 milioane în Asia-Pacific, 19.4 milioane în SUA și Canada, 4.4 milioane în America Latină, 2.4 milioane în Orientul Mijlociu și 1.4 milioane în Africa. Piețele din America de Nord și Japonia au stagnat, în timp ce alte piețe ca cele din America de Sud și unele părți din Asia au crescut puternic. Din cele mai importante piețe, China, Rusia, Brazilia și India au cunoscut cele mai mari creșteri; China devenind atât cel mai mare producător de automobile, cât și cea mai mare piață după masiva creștere din 2009. În primele 5 luni din 2010, numărul total de automobile vândute a fost de 7.61 milioane în China (4.62 milioane în SUA) și numărul total de vânzări așteptate este în jur de 17 milioane (13.65 milioane în 2009), adică aproape dublu decât piața din SUA.

Aproape 250 milioane de autovehicule sunt utilizate în Statele Unite. La nivel global erau în jur de 806 milioane de mașini și camioane ușoare în anul 2007, consumând aproximativ 982 miliarde de litri de combustibil anual. Aceste date cresc însă rapid, în special în China.

OEM (Original Equipment Manufacturer)-urile din industria auto lucrează în mod continuu la dezvoltarea de vehicule mai sigure, mai inteligente și mai eficiente din punct de vedere energetic. Multe dintre soluțiile implementate sunt datorate noilor module de control electronic (ECM), făcând ca electronica să fie sectorul cu dezvoltarea cea mai rapidă din cadrul elementelor auto. Microcontrolerele cu memorie flash, înalt integrate, ce dispun de management energetic, se află la baza ECM-urilor, și sunt elemente cheie ale sistemelor embedded pe care proiectanții le doresc pentru implementarea în sistemele curente și viitoare. Este tot mai pregnantă competiția legată de consumul energetic redus, constrângerile legate de spațiul ocupat, conectivitatea ECM pentru posibilitatea de diagnosticare a sistemului, în timp ce costurile trebuie menținute cât mai reduse. După cum numărul de ECM-uri continuă să crească, disponibilul energetic necesar al vehiculului este sub o presiune din ce în ce mai mare. Unele vehicule de înaltă clasă dispun de peste 80 de ECM-uri, ceea ce înseamnă sarcini de curent foarte ridicate. O cale de a răspunde acestei cerințe

energetice poate fi creșterea dimensiunilor bateriei. Însă, bateriile de dimensiuni mai mari nu sunt o afacere într-un domeniu în care spațiul este limitat, iar masa este critică pentru a asigura un minim de consum de carburant. O opțiune mai bună este concentrarea asupra cerințelor de consum energetic ale ECM-urilor care operează atunci când contactul este în stare off. Cu mai multe sarcini de putere prezente atunci când nu există contact, OEM-urile auto restrâng disponibilul energetic la mai puțin de 1mA pe ECM. O familie de microcontrolere cu management energetic este un element cheie pentru proiectanții de sisteme embedded în acest mediu, în care o mare valoare este pusă pe operații eficiente energetic fără sacrificarea performanțelor.

Microcontrolerele cu management energetic oferă proiectantului memorie flash pe cip, o eficiență bună a sistemului, o robustețe crescută cu minimizarea costurilor și spațiului de placă, prin eliminarea componentelor externe. Designerii au la dispoziție o mai mare versatilitate prin posibilitatea de a comuta între diverse moduri de management energetic, care încorporează rutine de economisire de energie în aplicațiile software. Tehnologia nanoWatt ce caracterizează microcontrolerele Microchip Technology PIC[®] oferă o bună gestionare energetică pe întreaga lor gamă de frecvențe de operare. Aceste caracteristici au fost dezvoltate pentru a le furniza proiectanților opțiuni tehnice fezabile și economice pentru provocările complexe asociate cu operarea sigură de joasă putere.

Utilizarea electronicii în industria auto

Toata lumea vorbește despre computerul auto. Se fac remapari, resoftari, chip-tuning pentru a mari performantele masinii prin rescrierea softului computerului auto. Când apare o eroare si masina nu mai vrea sa porneasca de pe loc, vinovat e computerul auto. Când se defecteaza un senzor, computerul auto ne semnaleaza defectul si ne trimite la mecanic fara sa ne acorde nici cea mai mica sansa de a rezolva problema "în fata blocului"...

Calculator de bord sau ECU

(*Electronic control unit*, „Unitate de control electronic”) este un modul pentru comenzi sau dirijări electronice, care este folosit în locurile unde ceva anume trebuie controlat comandat. Modulul de control electronic este folosit în sectorul auto în multe aplicații electronice, precum și pentru controlul electronic la dirijarea de mașini, instalații industriale și multe alte procedee tehnice. Aceste modulele fac parte din sistemele încorporate.

Ce se ascunde de fapt sub denumirile de "Computer auto", ECU sau "Modul de comanda"? Ce face de fapt acest computer auto si cum functioneaza el?

Sub denumirea generica de computer auto se ascunde de fapt un numar mai mic sau mai mare de microprocesoare care au functii dedicate si care controleaza functionarea diferitelor componente ale masinii. Exista microprocesoare care monitorizeaza aprinderea motorului, altele care se ocupa de functionarea airbag-urilor, altele de modulul de aer conditionat, de sistemele de siguranta ABS sau ESP, chiar si de deschiderea sau închiderea geamurilor. Toate aceste microprocesoare sunt, asa cum le spune si numele, niste calculatoare în miniatura care ruleaza în memoria lor niste programe, primesc în permanenta date de la componentele masinii si prin prelucrarea acestor date de catre programul din memorie, furnizeaza la randul lor niste date de iesire, care se concretizeaza în comenzi transmise catre diferite dispozitive ale masinii.

Pe buna dreptate ne putem întreba cum de au reusit în trecut masinile sa functioneze foarte bine si fara aceste microprocesoare? Simplu. Motoarele erau simple, electronica aproape inexistentă si metodele de protectie a pasagerilor mult mai rudimentare. Pe masura ce au început sa apara elemente de confort si siguranta tot mai avansate, norme de poluare mai stricte si dorinta de a face economie de materiale, constructorii auto au început sa apeleze la beneficiile aduse de utilizarea microprocesoarelor si a metodelor de comunicatie moderne.

Practic s-a trecut la utilizarea microprocesoarelor din mai multe motive:

- * pentru a simplifica procesul de construire a masinii
- * pentru a reduce emisiile poluante ale motorului si a consumului de carburanti
- * pentru a reduce cantitatea de cabluri necesare functionarii masinii
- * pentru a îmbunatati metodele de diagnosticare a defectiunilor
- * pentru a putea aduce noi facilitati fara a face modificari majore la designul si componentele deja existente într-o masina
- * pentru cresterea sigurantei pasagerilor

Vom vedea în continuare cum au fost implementate fiecare din aceste masuri cu ajutorul microprocesoarelor din autoturisme.

ECU - Engine Control Unit

ECU (îl mai gasiti si sub denumirea de UCM - Unitate de Control a Motorului) este de obicei cel mai puternic microprocesor dintre toate care exista în masina pentru ca este pus la treaba cel mai mult. Practic acesta are de facut milioane de calcule pe secunda trebuind sa analizeze datele oferite de zecile de senzori amplasati prin toata masina si apoi sa decida asupra celor mai bune valori care sa le transmita motorului pentru ca acesta sa functioneze cu consum minim de carburant si sa polueze cat mai putin mediul inconjurator.

Ce rol are de fapt acest ECU?

Rolul sau este de a comanda cantitatea de combustibil care intra în camerele de ardere, momentul cel mai bun în care sa aiba loc aprinderea amestecului combustibil si toate acestea in functie de viteza, temperatura motorului si a mediului ambiant, de cantitatea de si din aerul aspirat de motor.

Practic, ECU primeste aceste date de la senzorii amplasati în motor si le foloseste ca parametri în ecuatiile pe care le are de rezolvat pentru a produce alte date de iesire care vor comanda mecanismele de control ale motorului: injectoare, pompe, bujii.

ECU functioneaza ca un sistem de reglaj cu circuit închis (closed-loop control), ceea ce înseamna ca el regleaza valorile parametrilor de iesire în functie de valorile parametrilor de intrare. Cu alte cuvinte, el primeste date de la senzorii care monitorizeaza cantitatea de oxigen din gazele de ardere, viteza autoturismului, temperatura motorului si alte valori pe care le analizeaza, si in functie de aceste valori trimite comenzi catre injectoare si prelungeste sau micsoreaza timpul cat acestea raman deschise, reglând în acest fel cantitatea si calitatea amestecului combustibil precum si momentul arderii.

ECU este ca un un mini-calculator care functioneaza foarte eficient. Practic acesta are o viteza mult mai mica decât calculatorul pe care îl folositi in acest moment pentru a cititi aceste informatii, are la dispozitie o memorie mult mai mica si cu toate acestea își face treaba foarte bine. Pentru ca soft-ul pe care îl ruleaza el nu este Windows, Linux sau Mac OS. Este un cod masina optimizat care nu stie sa faca altceva decât ceea ce a fost programat sa faca: adica sa calculeze niste valori pe baza datelor primite de la senzori

Ce se întâmpla atunci cand se defecteaza unul din senzorii care îi transmit informatii?

ECU este proiectat sa functioneze în toate conditiile de lucru. Inginerii care proiecteaza aceste unitati de control au luat în calcul si variata în care unul sau mai multi senzori se defecteaza. În aceste conditii ECU nu se opreste din functionare ci trece în modul Safe (sau LIMP cum mai este denumit în alte cazuri), ceea ce înseamna ca ECU nu mai tine cont de toate datele furnizate de senzori si trimite comenzile catre motor pe baza unor date prestabilite pe care le are inregistrate în memorie. Practic în memoria sa exista un tabel de valori care a fost conceput de ingineri pentru a asigura buna functionare a motorului pâna ce proprietarul remediaza problemele aparute la senzorii defecti. Este de la sine înteles faptul ca în aceste conditii consumul de carburant nu mai este optim ci mai mare decât cel pe care l-ar fi realizat ECU în conditii de functionare normala. Exista cazuri în care nu se defecteaza nici un sensor însă valorile transmise de catre acesta nu se încadreaza în limitele acceptate de ECU, sau valorile primite de la diferiți senzori sunt contradictorii, caz în care ECU consideră că cel puțin unul din acești senzori este

defect și nu mai ia în considerare valorile transmise ci le preia din tabelele din memorie.

Componentele ECU

ECU este un dispozitiv destul de complex. Acesta trebuie să știe să lucreze cu toate celelalte componente ale motorului. De aceea, există tot felul de dispozitive ajutătoare care convertesc semnalele primite și trimise de ECU diverselor componente cu care acesta comunică.

Convertoare analogice-digitale (A-D):

ECU lucrează cu date în format digital. De cele mai multe ori, valorile transmise de către senzori sunt niște valori de tensiune care se încadrează între anumite limite. Aceste valori trebuie convertite în format digital, pe un anumit număr de biți, și cu aceste transformări se ocupă convertorul analog-digital.

Convertoare digital-analogice (D-A):

Tot pe principiul convertorului A-D de mai sus, uneori ECU trebuie să ofere comenzi diferitelor componente pe care le controlează, sub formă de curent electric cu o anumită tensiune. Cum datele pe care le prelucrează el sunt în format digital, acestea trebuie convertite în valori analogice, iar de acest lucru se ocupă aceste convertoare Digital-Analogice.

Controlul digital al unor echipamente de putere

De multe ori, ECU trebuie să comande pornirea sau oprirea unor subansamble care folosesc o putere mult mai mare decât cea cu care lucrează el. De aceea, anumite comenzi trebuie să fie transformate din valorile digitale 0 și 1 (care pot fi considerate echivalente cu stările oprit și pornit ale unui dispozitiv) în comenzi de oprire și pornire a unor relee care mai departe comandă echipamentele cu pricina.

Ajustarea valorilor:

De multe ori, valorile transmise de către senzori nu pot fi procesate de convertoarele analogice-digitale și au nevoie de o ajustare înainte de procesare. De exemplu, unii senzori pot oferi valori în domeniul de tensiuni: 0 - 1.1 volți, valori care nu pot fi prelucrate de către convertorul analogic-digital care știe să lucreze cu valori cuprinse între alte limite. De aceea, aceste valori trebuie mai întâi ajustate pentru a ajunge la intervalul de valori cu care lucrează convertorul A-D sau D-A.

Chip-uri de comunicare:

Acestea se ocupa cu transmiterea si receptionarea datelor prin magistrala de comunicatii. Toate dispozitivele microprocesoare comunica folosind aceeasi magistrala de date.

Mai putine cabluri în autovehicul

Unul dintre avantajele aduse de utilizarea microprocesoarelor auto este si reducerea numarului de cabluri electrice necesare bunei functionari a sistemelor electrice si electronice ale masinii.

În trecut, când nu se utilizau aceste microprocesoare, pentru a face legatura dintre un panou de comanda si elementul comandat de acesta era nevoie de unul sau mai multe cabluri care sa faca legatura directa între acestea. Ne putem imagina acest lucru daca ne gandim la o masina moderna care permite deschiderea si închiderea geamurilor atât din usa soferului cât si din usa respectivului geam. Aceasta ar fi însemnat ca sa existe legaturi directe între butoanele din usa soferului cu fiecare din geamurile comandate. Pe acest principiu, adunate toate aceste cabluri si conectori duceau uneori la zeci de kilograme în plus si sute de metri de cabluri, mai ales la masinile mai sofisticate.

Rezolvarea a venit odata cu utilizarea microprocesoarelor si introducerea sistemelor de transmisie a datelor printr-o magistrala de date seriala. Aceasta înseamna ca toate datele sunt transmise prin aceleasi fire electrice însa exista un protocol de control al datelor numit multiplexare care stie sa faca distinctie între aceste date si sa le dirijeze catre modulele de control de care apartin.

Utilizarea sistemului centralizat de comunicare în cadrul vehiculului ofera multe beneficii, unele dintre acestea fiind abia descoperite si exploatate:

- * un numar redus de cabluri si cablaje care duce în final la costuri de fabricatie mult reduse, greutate mai mica, cresterea fiabilitatii, usureaza depanarea si instalarea

- * toate datele furnizate de senzori (viteza, temperatura, etc.) sunt disponibile tuturor dispozitivelor conectate la retea de date din autovehicul

- * ofera flexibilitate mult mai mare producatorilor deoarece multe dotari optionale se pot adauga doar prin actualizarea soft-ului sau prin adaugarea unor module separate

Desi acest sistem de comunicare a fost disponibil de mai mult timp, nu s-a folosit imediat pentru ca cei mai mari fabricanti din Statele Unite erau bine integrati pe verticala, si nu erau legati prea mult de furnizorii de subansamble externi. Lucrurile au stat însa diferit în Europa unde constructorii auto apelau la multi producatori de subansamble, iar acestia la rândul lor furnizau aceste subansamble mai multor producatori, utilizând specificatii diferite pentru aceleasi

componente. De aceea în Europa acest sistem a prins mai repede, fiind apoi adoptat din ce în ce mai mult și în SUA.

Protocoalele standardizate permit modulelor furnizate de diferiți producători să se interconecteze mult mai ușor între ele, într-un fel de arhitectură deschisă. Aceasta permite utilizarea unor testere standardizate și aduce economii importante din producția la scară mare a acestor componente. Practic, pe furnizorii acestor componente nu îi mai interesează ce se întâmplă mai departe cu datele furnizate de modulele lor, iar pe constructorii de autoturisme nu îi mai interesează modul de funcționare al subsansamblului atâta timp cât el furnizează datele de care are nevoie.

După cum am menționat anterior modulele electronice de control al motoarelor, au fost utilizate în primul rând pentru reglarea aprinderii acestora. Din anul 1987 aceste module electronice sunt folosite pentru reglarea aprinderii și la motoarele diesel. Aproximativ de la mijlocul anilor 90 sistemele de reglare mecanice la motoarele cu combustie internă, au fost aproape complet înlocuite de către modulele de control electronice. Modulele de control *ECU* din componența autovehiculelor includ în afara sistemului de aprindere, printre altele și: sistemul de pornire, de anti-blocare al frânelor (ABS), de climatizare, de control airbag, controlul de distanță, etc.

Unități de control vizibile sunt pe tahometru, în forma lui nouă împreună cu turometru și diverse alte indicatoare. Senzori cum ar fi, nivelul combustibilului în rezervor, presiunea uleiului pot dispune de propriul modul electronic care sunt, printre altele, memorate pe termen lung.

Funcționarea modulelor electronice

Modulele electronice lucrează după principiul „IPO”, (în engleză *Input-Process-Output*, „introducere-prelucrare-debitare”). Pentru înregistrarea valorilor sunt disponibili senzorii care stabilesc o caracteristică fizică, cum ar fi viteza, presiunea, temperatura, etc. Această valoare este comparată sau calculată cu o valoare memorată în *ECU*. În cazul în care valoarea măsurată cu valoare prevăzută în *ECU* nu se potrivesc, modulul electronic reglementează valoarea prin proces fizic, astfel încât valorile reale măsurate să corespundă cu dimensiunile nominale programate în *ECU*.

În timp ce cu anii din urmă aprinderiile electronice erau construite din circuite electronice analogice, *ECU*-urile de azi sunt de obicei înzestrate cu un „sistem cu propria inteligență” (în engleză *Embedded system*, sistem încorporat), care constă dintr-un computer separat, sub forma unui sistem încorporat.

Mărimea acestui computer variază în funcție de complexitatea sarcinilor sale. În mod semnificativ acesta variază de la un circuit integrat cu un microprocesor (cu

memorie RAM și ROM) până la sisteme multifuncționale cu un sistem de producție grafică.

De obicei programarea este realizată prin utilizarea *ROM* (în engleză *Read Only Memory*, „Memorie doar citibilă”) . Unele sisteme însă permit actualizarea programului din *ECU*, prin reprogramarea a memoriei flash la atelierile de specialitate.

Aparatele schimbă informațiile cu privire la condițiile de funcționare și alte date relevante ale vehiculului, prin diferite sisteme de interfețe (CAN, LIN, MOST, FlexRay). În afara acestora, prin aceste interfețe se pot face legătura la OBD respectiv diagnosticarea vehiculului. Acesta pot fi legate de aparate de diagnosticare sau cu calculatoare personale, notebook, avînd o interfață corespunzătoare prin care poate să comunice. În principal sunt căutate și identificate greșelile pe care modulul electronic a înregistrat la propriile teste sau la sensorii de legătură. Astfel în atelierle de reparații, cu astfel de mesaje la defecțiuni, se poate evita timp de lucru îndelungat. Adesea sunt utilizate protocoalele de diagnostic KWP2000 sau UDS, care acesta este specificat în ISO 14229-1. În vederea creșterii complexității și solicitării la software, precum și comunicarea între ECU-uri, sistemul OSEK-VDX, bazînd pe sistemul de comunicare RTOS. O altă măsură în vederea creșterii de standardizare a comunicării ECU-urilor. este AUTOSAR.

Între timp, într-un automobil sunt amplasate mai mult de zece module electronice. Unele automobilele moderne de lux, au instalate chiar peste 70 de module electronice. Gama de microcipuri variază de la 8- la 32-bit de calculator.