

## **Sisteme de control și instrumentație în autovehicolele din zilele noastre**

**HW Ing. George A. Mark**  
**Siemens VDO Automotive, Timișoara**

**ABSTRACT** The purpose of this paper is to explain the application of electronics in autovehicole, from the standpoint of electronic systems and subsystems. The system approach to describe automotive electronics is done by functional description of the groups. It is not intended to describe all electronic system, but only those that are more up to date.

### **1 Introducere**

Sub o denumire generală sistemele electronice sunt acele sisteme care controlează, măsoară sau comunică mărimile de stare la un moment dat din autovehicol. Sistemele dintr-un autovehicol sunt clasificate astfel:

- Control al motorului
- Control al stării de croazieră
- Control al sistemului de frână și tracțiune
- Instrumentația de bord
- Protecția pasagerilor, siguranță
- Funcționalități multimedia
- Confort
- Comunicare

Din punct de vedere istoric în industria autovehicolelor prin anii 1930 – 1940 sistemele electronice însemnau doar sisteme de genul radiourilor și a stațiilor de comunicare din dotarea poliției, nimic altceva. O dată cu dezvoltarea componentelor electronice, a tranzistorului, varietatea de instrumentație de bord a suferit o modificare continuă, de o diversitate foarte mare și o dezvoltare foarte rapidă. Au apărut primele sisteme de aprindere,

sistemul de semnalizare , sisteme de control al motorului, sisteme anti-furt și altele.

## 2 Conceptul de sistem în industria autovehiculelor

Folosirea componentelor electrice pentru a construi un sistem, ansamblu în industria autovehiculelor se dovedește uneori a fi foarte dificilă mai ales când complexitatea cerută este de un nivel destul de ridicat. De asemenea trebuie să se țină cont de resurse, funcționalități și de dimensiuni, iar totul înseamnă investiție în plus.

Vechea metodă de realizarea a unui sistem electric, electronic constă în folosirea unui număr maxim de componente pentru realizarea unui număr relativ restrans de funcționalități.

La un anumit nivel de abstractizare un sistem electronic este prezentat printr-o diagramă bloc, dacă se ține cont de aplicația finală a sistemului se poate face o categorizare astfel:

- sisteme de control (figura 1)
- sisteme de măsură (figura 2)
- sisteme de comunicare (figura 3)

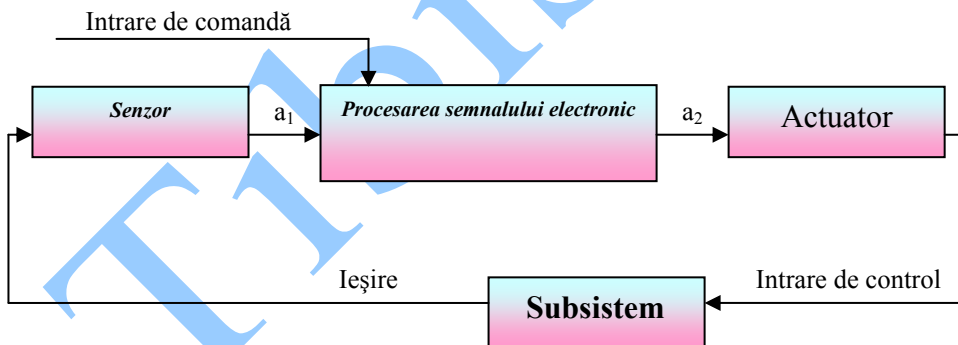


Figura 1:Aplicație controlată

Controlul unui subsistem se face prin stabilizarea(reglarea) unor mărimi de intrare cu ajutorul unui actuator. Actuatorul are ca valoare de intrare o mărime electrică și ca mărime de ieșire o mărime mecanică, pneumatică, hidraulică s.a.m.d. Subsystemul este controlat ca răspuns la modificările date de actuator. Controlul este efectuat de blocul de procesare a semnalelor electronice prin măsurarea valorilor electrice de la ieșirea senzorului.

Într-un sistem electronic de control ieșirea senzorului și intrarea actuatorului sunt întotdeauna mărimi electrice( $a_1$ , respectiv  $a_2$ ).

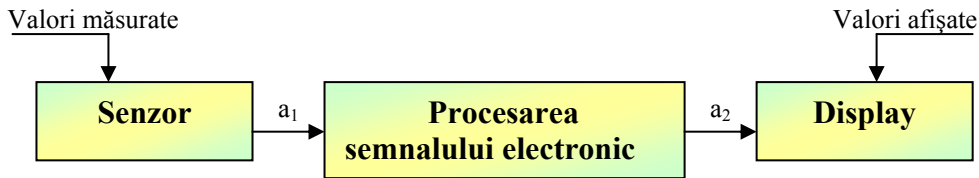


Figura 2: Măsurarea unei mărimi

Sistemul de măsură, numit și instrumentație se aseamănă cu sistemul de control prin faptul că este alcătuit dintr-un senzor și o unitate de procesare a semnalului electronic. În locul unui actuator este încorporat un element de afișare(display) și o buclă de reacție. În industria autovehiculelor elementul de afișare foarte des utilizat este o simplă lampă cu incandescență sau un led.



Figura 3: Aplicație de comunicare

Comunicarea între elementele electronice din ansamblul autovehicol este des utilizată. Într-un astfel de sistem, datele sau “mesajele” sunt trimise de la o sursă la receptor printr-un canal de comunicare.

Integrând în partea hardware și partea software, au apărut primele sisteme total integrate, funcționalitățile fiind extinse și dimensiunile reduse. Problema care a apărut ține de timpul de reacție al sistemului, care se dovedește mult prea lent pentru cerințele care se impun. Se impune astfel găsirea unei soluții pentru mărirea eficienței sistemului și a timpului de răspuns, prin evitarea ridicării costurilor.

Una din cele mai importante cerințe este posibilitatea reutilizării și realizării modulare. Programarea în timp real a sistemului se impune datorită vitezei execuției proceselor, astfel sistemele noi din industria autovehiculelor implementează această tehnologie de *embedded systems*, cu aplicații *multitasking*. Definirea procesului de la început astfel încât să permită o manevrare cât mai facilă reduce costurile.

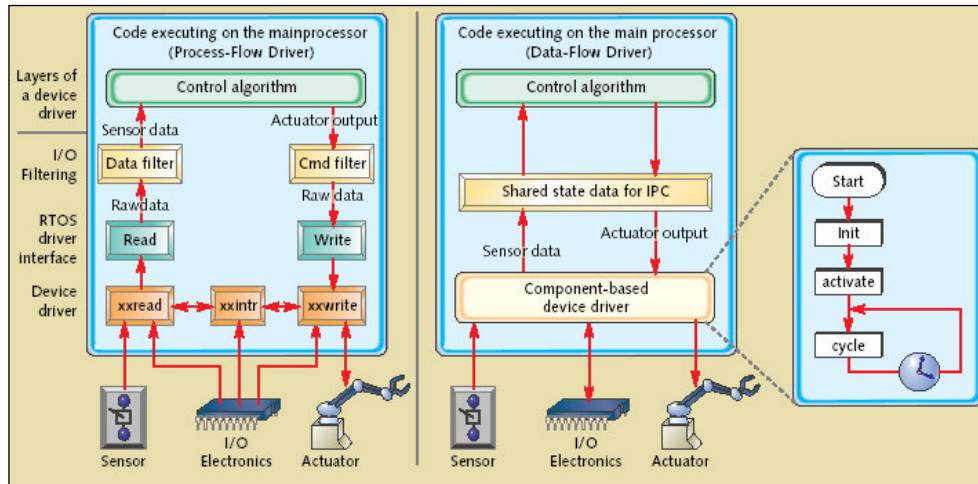


Figura 4: Trecut și prezent în automatizare.

Se poate observa o structură nouă care folosește o soluție Data-Flow, adică procesul este controlat pe baza datelor de intrare și într-un mod dinamic. Comparativ sistemul care folosește soluția Process-Flow, este mult mai rigid și folosește algoritmul implementat de la pasul 1 la pasul 2 la pasul 3 s.a.m.d., interacțiunea cu schimbările ce apar în proces sunt prelucrate la terminarea unui ciclu.

Înlocuirea componentelor *hard* cu cele *soft*, are avantajul pornirii rapide a întregului sistem, reduce costurile și refolosește componentele *soft* din alte proiecte.

Modularizare sau reconfigurarea softului? Componenta modulară este caracterizată printr-o structură simplă, încapsularea datelor și specificații pentru fiecare bloc (ieșiri, intrări). Componentele reconfigurabile sunt componente cu cel mai înalt grad de modularizare. Cea mai importantă caracteristică este *independența* modulului. Dacă se scrie un modul în C sau C++ și se include un fișier.h al unui alt modul, atunci modulul devine dependent de interfața cu acel modul.

Soft generic sau reconfigurabil? O componentă *soft* generică este un modul care nu depinde de platforma *hard* sau de aplicație. Componenta este configurabilă indiferent de hardware și de aplicație.

### 3 Arhitectura autovehicolelor

Dezvoltarea tehnologiei din domeniul automotive se datorează exclusiv clienților, nimic nu se produce fără o comandă fermă. Ansamblul *autovehicol* este împărțit pe blocuri funcționale și fiecare bloc funcțional este împărțit pe module.

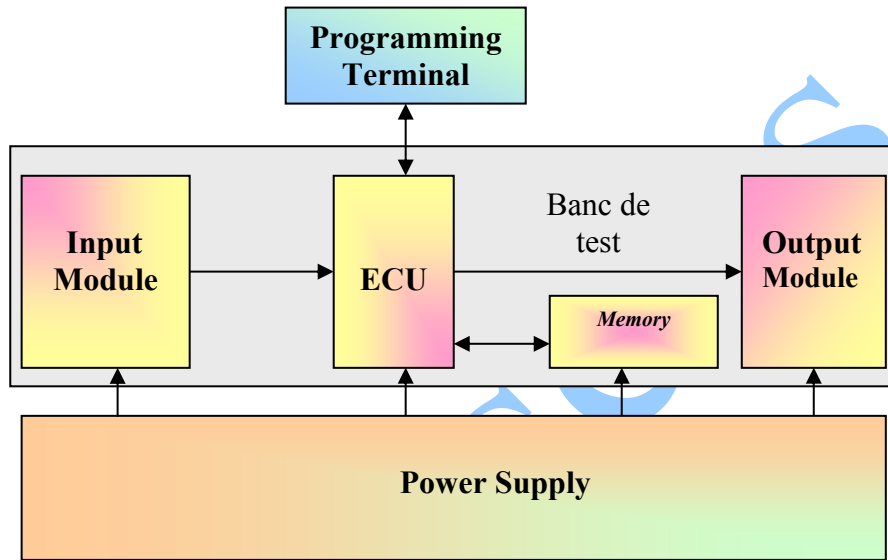


Figura 5: Modularizarea autovehicolului

În general tehnologia, produsele, componentele unui întreg ansamblu nu este accesibilă și altor consumatori, poate chiar din aceeași industrie.

Autovehicolul este împărțit pe funcționalități (sisteme):

- *Funcționalități confort*: care asigură celui care conduce autovehicolul maximum de confort și opțiuni, într-un spațiu cât mai mic. Aceste funcționalități sunt: reglajul automat al scaunelor și oglinzilor retrovizoare, încălzirea, deschiderea ușilor, pornirea autovehicolului, etc. Acestor funcționalități li se acordă o atenție deosebită și de ele depinde reușita produsului finit;

- *Siguranță*: funcționalități indispensabile nu numai autovehicolelor, acestea includ: airbag, monitorizarea presiunii din cauciucuri, senzori de impact, senzori de înclinare, etc. Ca importanță această funcționalitate este cea care primește o atenție deosebită, deși aproape că nu este accesibilă ochiului;

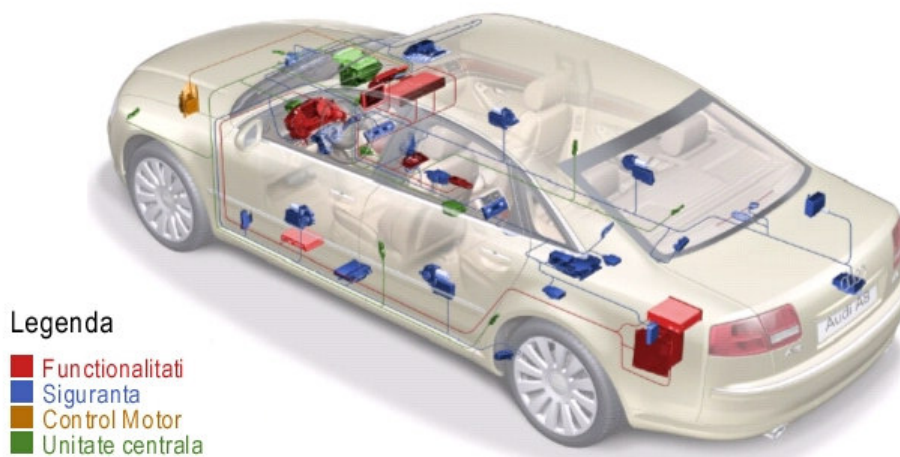


Figura 6: Arhitectura interioară a autovehicolului

- *Control motor*: pornitul la ”prima cheie” nu mai este o problemă, indiferent de condițiile de temperatură sau umiditate și include: controlul temperaturii apei de răcire, controlul temperaturii motorului, controlul combustibilului, controlul arderii combustibilului, etc;

- *Unitatea centrală*: așa numita Body Control Unit (BCU) unde toate semnalele sunt prelucrate, există integrat în BCU un sistem de înregistrare și diagnoză (cutia neagră) și un sistem de comandă a celorlalte funcționalități.

### 3.1 Funcționalități confort

#### 3.1.1 Heads up Display (HUD)

Utilizarea monitoarelor CRT în afișarea informației pe un HUD este din ce în ce mai des întâlnită, nefiind însă singura soluție. HUD este folosit pentru afișarea informației pe parbrizul autovehicolului.

Un HUD este prezentat în figura următoare, informația este preluată de la un monitor CRT montat cum se observă, o oglindă parțial

reflectorizantă este poziționată deasupra bordului, undeva în câmpul vizual al conducătorului. În condiții normale, conducătorul privește prin această oglindă, prin parbriz șoseaua pe care rulează fără să fie în nici un fel incomodat.

În momentul în care se dorește afișarea unei informații, de exemplu harta traseului cu informații despre locația actuală a autovehicolului, informația apare pe ecranul monitorului CRT cu capul în jos și apoi este reflectată de oglinda de pe parbriz astfel încât conducătorul nu trebuie să-și modifice privirea de la șosea.

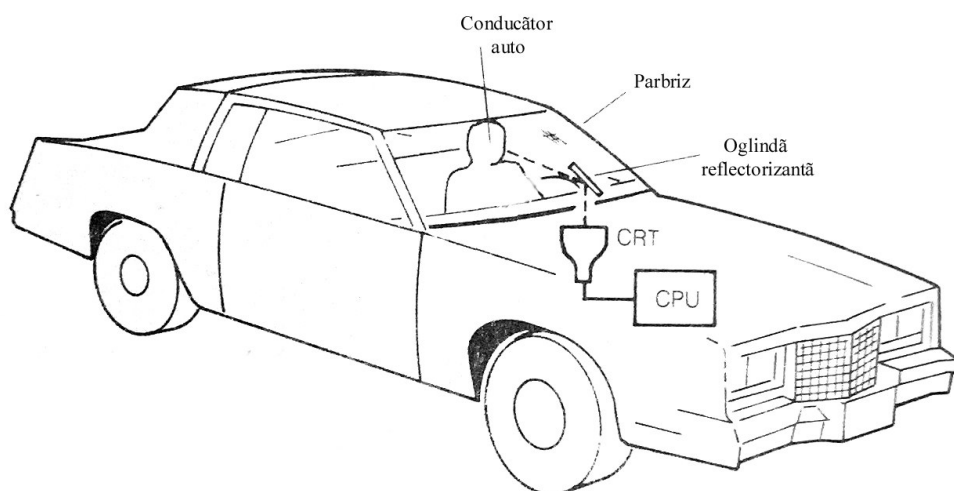


Figura 7: Sistemul HUD

Intensitatea imaginii apărute pe parbriz este reglată de *central processing unit* (CPU) astfel încât să se potrivească cu lumina ambientală.

### 3.1.2 Navigare

Una din cele mai interesante sisteme de confort este sistemul de navigare prin satelit. Acesta presupune ca șoferul să aibă acces la poziția lui pe planetă din interiorul autovehicolului.

În figura următoare (fig. 8) este prezentat sistemul format din blocuri funcționale:

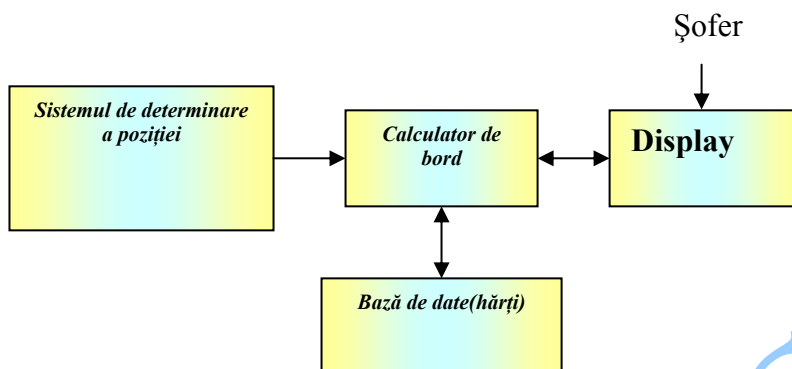


Figura 8: Sistem de navigare privire de ansamblu

În marea majoritate a sistemelor de navigare din zilele noastre, bazele de date sunt de fapt CD-uri pe care sunt stocate hărți ale zonei orașului unde se află autovehicolul. Acest lucru presupune că de fiecare dată când se depășește zona pentru care există CD, sistemul de navigare nu mai este funcțional.

Se tinde spre folosirea sateliților ca și elemente de stocare a informației, nu pe CD-uri, astfel se oferă conducătorului autovehicolului o informație continu actualizată. Precizia cu care hărțile sunt create nu depășește  $\pm 1m$  eroare.

Componenta cea mai critică este sistemul de determinare a poziției, adică senzorul de poziție. Soluția pentru care s-a optat în crearea senzorului de poziție a fost soluția de navigare radio. Bazele de emisie-recepție altele decât cele aferente autovehicolului pot fi terestre(Decca, Loran-C, VOR și Omega) sau orbitale(Global Positioning System GPS). Stațiile orbitale au în alcătuire 24 de sateliți care acoperă 40% din emisfera nordică(Europa, Anglia, țările nordice, USA, Canada).

Serviciile operaționale din cadrul GPS sunt: PPS(Precise Positioning Service) folosit de armată și SPS(Standard Positioning Service) folosit de industria automobilelor și alte industrii.



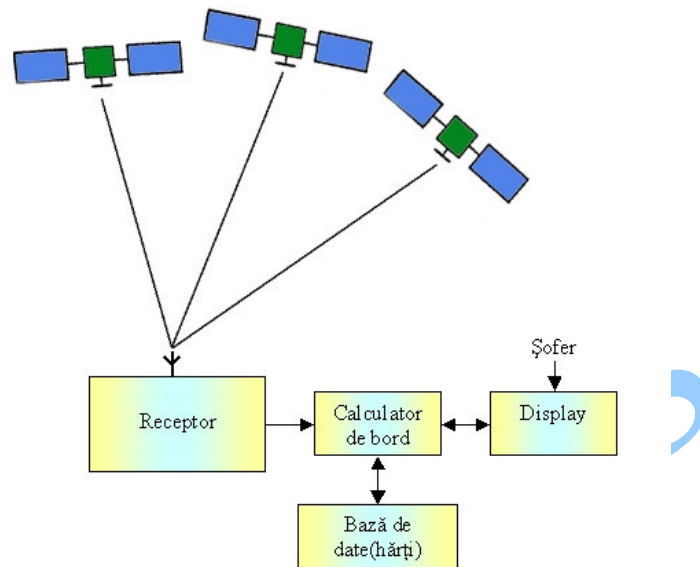


Figura 9: Global Positionig System varianta SPS

Distanța la orice satelit se poate calcula prin relația:

$$R_i = c(t_i - t_r)$$

unde:

$R_i$  = distanța până la satelit

$c$  = viteza luminii

$t_i$  = momentul în care pulsul de recunoaștere a poziției este transmis către satelit

$t_r$  = momentul în care autovehicolul recepționează pulsul de recunoaștere a poziției

Localizarea unui autovehicol se poate face cu o precizie de până la 10m cu SPS.

### 3.1.3 Recunoaștere vocală

Sistemele de recunoaștere vocală din armată folosite la avioanele de mare viteză sunt introduse la o scară mai mică și în autovehicole. Recunoașterea vocală a dorinței conducătorului autovehicolului se face pentru sistemele de confort în special și nu pentru sistemele de siguranță.

După cum se știe folosirea telefonului mobil în timpul condusului poate uneori provoca accidente, slăbind atenția conducătorului. Pentru mulți conducători auto formarea unui număr înseamnă privitul tastaturii telefonului, la o viteză de deplasare a autovehicolului de 100km/h, o secundă de privit tastatura înseamnă aproximativ 30 m în care autovehicolul nu mai este supravegheat.

Pentru evitarea unor astfel de situații s-a introdus comanda vocală a formării numărului de telefon. Software-ul foarte avansat recunoaște vocea conducătorului auto și o transpune în comanda dorită.

## 3.2 Siguranță

### 3.2.1 Sistem de avertizare, radar anticoliune

Un radar de bord poate fi folosit pentru evitarea coliziunii sau pentru avertizarea unei posibile coliziuni cu un obiect aflat în traiectoria autovehicolului.

Încă din anul 1976 au apărut primele astfel de sisteme, în Marea Britanie, iar acuratețea acestui sistem era de până la 90m pe highways, cu erori de avertizare foarte mici. Antena (atât receptoare cât și emițătoare) radar este situată în partea din față a autovehicolului și este astfel construită încât să emită o undă de semnal foarte îngustă. În cazul ideal antena trebuie să emită de pe o suprafață cât mai netedă, cu o lățime orizontală de  $2^{\circ} \div 3^{\circ}$  și o lățime verticală de  $4^{\circ} \div 5^{\circ}$ .

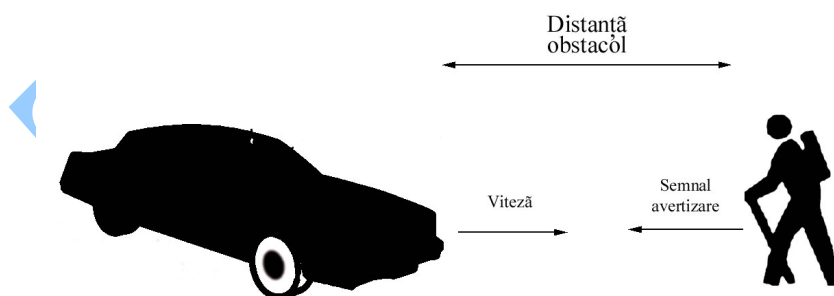


Figura 10: Distanța de identificare a obiectului

Obiectele (autovehicole, persoane care vin din sens opus) sau semnele de circulație aflate în curbe pot activa sistemul de avertizare a coliziunii, dacă unda este scanată doar  $2.5^0$  pe orizontală și pe laterală (nu pe centrul de deplasare), se poate evita declanșarea alarmei de coliziune.

Pentru a determina dacă un alt autovehicol se află pe aceeași parte a șoselei pe drum drept nu este o problemă. Dar dacă vehiculul se află pe aceeași parte a șoselei și se află în curbă, atunci este important pentru sistemul de avertizare să măsoare raza curbei. Aflarea razei curbei se face după poziția volanului. Introducând aceste două variabile (raza curbei și unda de scanare) într-o unitate de calcul se poate calcula cu o aproximație foarte bună poziția obiectelor aflate în fața autovehicolului.

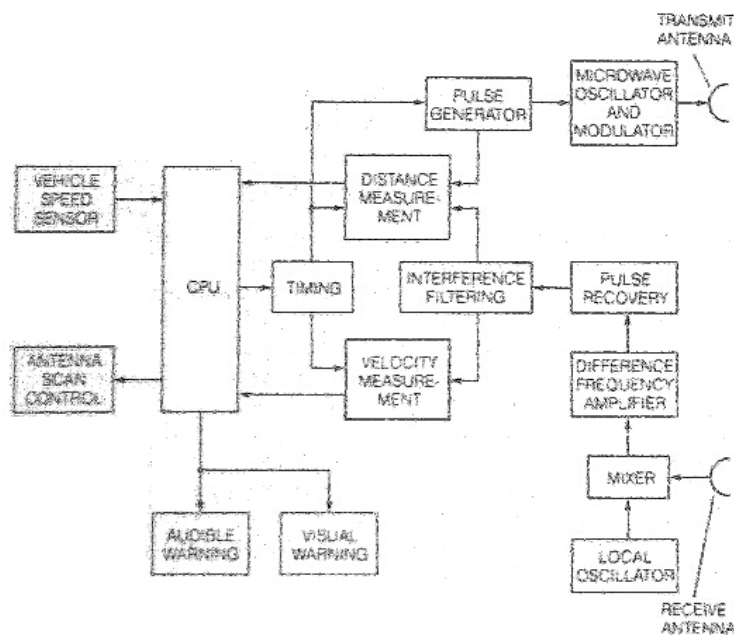


Figura 11: Schema bloc a unui sistem radar

### 3.2.2 Sistem de avertizare a presiunii din anvelope

Monitorizarea presiunii în anvelopele autovehicolului este un sistem de siguranță destul de nou. Evitarea eventualelor accidente datorate unei pene apărute în anvelopă se pot semnaliza cu acest sistem foarte ușor.

Senzorul de presiune este montat direct pe valva geții avelopei și este alimentat separat de la o baterie care are putere suficientă și o durată de viață destul de mare. Funcționarea acestui sistem nu este continuă și bateria nu este consumată. Doar la apariția unei defecțiuni, sistemul este pus în funcțiune.

În funcționarea normală întrerupătorul, senzorul este deschis (mecanic), în momentul în care presiunea scade acesta se închide și se transmite cu ajutorul emițătorului o secvență către receptor, apoi către procesorul de semnal, care apoi afișează șoferului faptul că presiunea este sub limita normală.

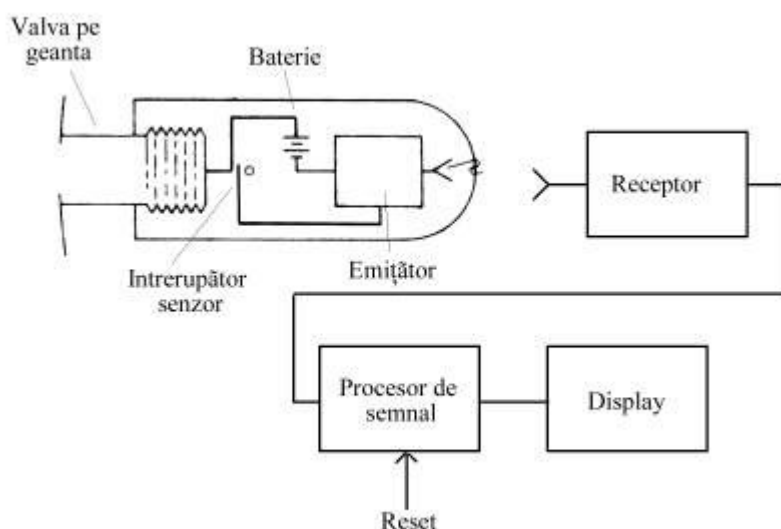


Figura 12: Ansamblu valvă/procesor de semnal

### 3.3 Unitatea Centrală

Controlul întregului sistem se face în această unitate centrală sau ECU(Engine Control Unit). Evoluția acestor unități centrale este direct proporțională cu evoluția autovehiculelor, cu cât funcționalitățile au crescut ca număr și complexitate, în același ritm s-au dezvoltat și unitățile centrale.

Comunicarea se face prin diferite protocoale(CAN, LIN) și toate sistemele sunt subordonate acestei unități centrale. Începând cu primele încercări și până în prezent modificările suferite de unitățile centrale au fost majore. Primele variante au fost construite pe baza arhitecturi hardware, fără

nici o componentă software integrată. Aceste variante au funcționat relativ puțini ani și au fost eliminate de pe piață o dată cu introducerea microcontrolerelor în industria autovehicolelor.

Introducerea microcontrolerului a redus complexitatea realizării unui ECU și încă un avantaj a fost că sistemul a devenit mult mai maleabil, configurarea putându-se efectua prin software, lucru mult mai ușor de realizat.

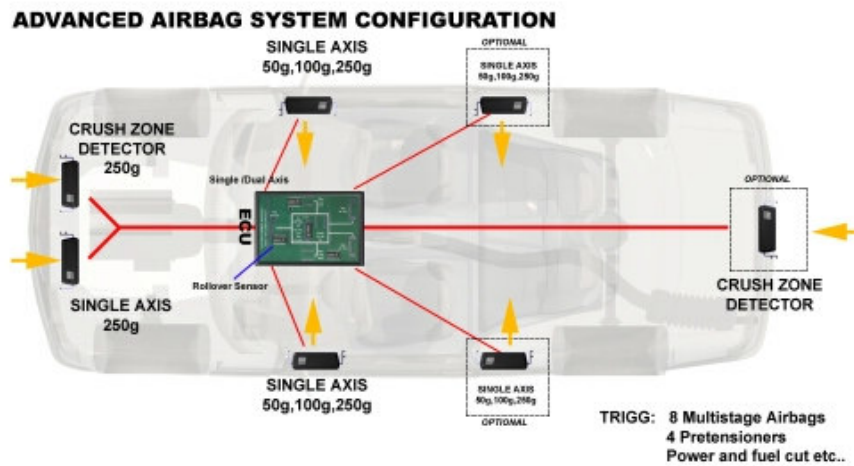


Figura 13: Poziția ECU în arhitectura autovehicolului



Figura 14: ECU tipic

Arhitectura internă a unui ECU este întotdeauna organizată astfel:

- Intrări: pentru diferite comenzi atât manuale (maneta ștergătorul de parbriz) cât și automate (senzor de lovire a autovehicolului)
- Ieșiri: relee de comandă, lămpi de avertizare (lămpile din bord), lămpi de servicii (faruri, iluminare interioară), etc
- CPU: microcontrolerul (Flash, OTP, 128(256)RAM)

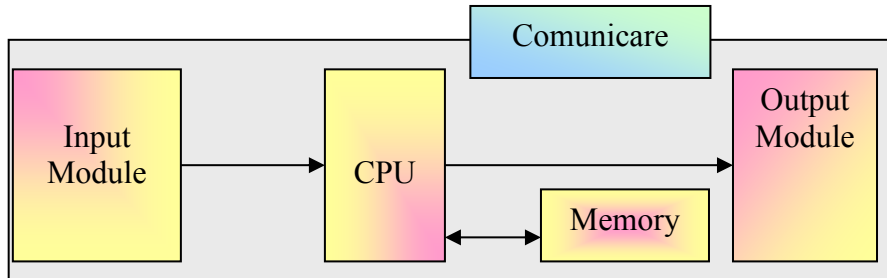


Figura 15: Ansamblul de componente care alcătuiesc un ECU

#### 4 Predicții de viitor

Industria autovehicolelor este în continuă dezvoltare. Sistemele care alcătuiesc autovehicolul sunt din ce în ce mai complexe, cerințele cumpărătorilor sunt tot mai ridicate și tehnologia permite obținerea unor echipamente din ce în ce mai performante.

Nu este o noutate pentru țările mai dezvoltate, autovehicolul care identifică șoferul după statură, greutate, amprenta de pe retină și de pe deget și care reglează automat poziția scanului și a oglinzii doar la apropierea conducătorului de raza de acțiune.

Sistemul anticolidare tinde spre a implementa așa-zisul "telepat" care sesizează în urma unor măsurări complexe dacă vehiculul este în pericol să facă accident. Senzorii sunt citiți la intervale mici de timp ( $\mu\text{s}$ ), se măsoară viteza cu care rulează autovehicolul și se fac corecții.

Accesul în autovehicol tinde să fie "keyless". Autovehicolul are o rază de acțiune în jurul ei de până la 30m, rază în care dacă se află șoferul autovehicolul se "pregătește", adică: reglează scaunele, reglează oglinzile, pornește muzica favorită, etc. Ușile nu se deschid din motive de siguranță decât când conducătorul autovehicolului atinge deschizătoarea ușii. În prezent detectarea conducătorului autovehicolului se face cu ajutorul unui dispozitiv numit *PASE* (Passive Access and Entry), în viitor se tinde la eliminarea

acestui sistem și înlocuirea acestuia cu recunoaștere de amprente(atât a amprentelor de la degete, cât și cele de pe retină).

Pornirea autovehicolului nu se va mai face cu cheia clasică, ci prin simpla apăsarea a unui "mic monitor" cu degetul care este de fapt un sistem de indentificare a amprentei.

*Adaptive cruise control* s-a implementat deja pe multe autovehicule, însă sistemul nu funcționează și în oraș la fel de bine cum funcționează pe autostradă.

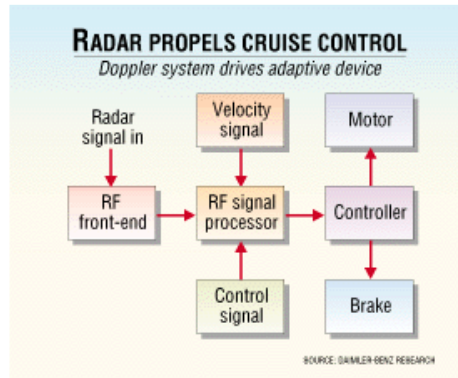


Figura 16: Cruise control

Marile corporații care se ocupă cu dezvoltarea acestor sisteme (Thomson-CSF Radars & Contre-Mesures, Daimler Benz Aerospace AG, M/A-Com division of AMP Inc, etc) tind spre dezvoltarea produselor care să funcționeze și în orașele aglomerate. Limitele tind să fie depășite de fantezia creatorilor de autovehicule.

## Bibliografie

- [Mor03] **Egon J. Morgen** – *Automotive Hardware Training Siemens VDO Automotive*, 2003
- [Rib97] **William B. Ribbens** – *Understanding Automotive Electronics – Fifth Edition* Newnes, 1997
- [Ste00] **David B. Stewart** – *Software Components for real time*, San Francisco, 2000
- [Ste01] **David B. Stewart** - *Designing Software Components for Real-Time Applications*, Embedded Systems Conference, San Francisco, CA 2001